



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Standardizzazione e logistica dei materiali:
il caso Blupura

Standardization and logistics of materials:
Blupura case study

Relatore: Chiar.mo
Prof. Maurizio Bevilacqua
Correlatore:
Ing. Luca Rivasi

Tesi di laurea di:
Maria Stella Gattari

Anno Accademico 2019/2020

*Fatti non foste a viver come bruti,
ma per seguir virtute e canoscenza.*

Dante Alighieri

INDICE

INTRODUZIONE.....	pag. 6
1 LEAN MANUFACTURING	pag. 8
1.1 COSA È LA <i>LEAN MANUFACTURING</i>	pag. 8
1.2 DALLA CATENA DI MONTAGGIO DI FORD ALLE ISOLE DI LAVORAZIONE DI TOYOTA.....	pag. 10
1.3 I PRINCIPI APPLICATIVI DEL <i>LEAN THINKING</i>	pag. 12
1.4 I <i>MUDA</i>	pag. 16
1.5 LA CASA DELLA <i>LEAN</i>	pag. 20
1.6 GLI STRUMENTI DELLA <i>LEAN MANUFACTURING</i>	pag. 25
1.7 <i>LEAN LEADER</i>	pag. 32
1.8 <i>SHOP FLOOR MANAGEMENT</i>	pag. 34
2 SISTEMA KANBAN.....	pag. 35
2.1 FUNZIONAMENTO GENERALE DEL SISTEMA <i>KANBAN</i>	pag. 36
2.2 STRUTTURA DI UN CARTELLINO <i>KANBAN</i>	pag. 39
2.3 TIPOLOGIE DI <i>KANBAN</i>	pag. 40
2.4 TABELLONI <i>KANBAN</i>	pag. 42
2.5 DIMENSIONAMENTO DEL <i>KANBAN</i>	pag. 44
2.6 <i>SUPERMARKET</i>	pag. 44
2.7 IMPLEMENTAZIONE DEL SISTEMA <i>KANBAN</i>	pag. 46
2.8 <i>KANBAN ELETTRONICO</i>	pag. 46
3 LE AZIENDE DI RIFERIMENTO: BLUPURA E CULLIGAN.....	pag. 49
3.1 BLUPURA.....	pag. 49
3.2 CULLIGAN INTERNATIONAL.....	pag. 52
3.3 BLUPURA: I PRODOTTI.....	pag. 58

3.4	IL FUNZIONAMENTO DI UN REFRIGERATORE.....	pag. 65
3.5	LE FASI DEL PROCESSO PRODUTTIVO.....	pag. 67
3.6	LO STABILIMENTO PRODUTTIVO.....	pag. 78
4	PRESENTAZIONE DEL PROGETTO DI TIROCINIO.....	pag. 85
4.1	APPROVVIGIONAMENTO DEI MATERIALI E CLASSIFICAZIONE DEI COMPONENTI.....	pag. 85
4.2	IMPOSTAZIONE DEL PROGETTO.....	pag. 93
4.3	STEP DEL PROGETTO.....	pag. 98
5	SVOLGIMENTO DEL PROGETTO.....	pag. 101
5.1	CLASSIFICAZIONE DEI CODICI C E S.....	pag. 101
5.2	MATRICE MULTICRITERIO: COSA È E COME SI COSTRUISCE.....	pag. 102
5.3	COSTRUZIONE DELLA MATRICE MULTICRITERIO PER LA CLASSIFICAZIONE DEI CODICI S.....	pag. 103
5.4	COSTRUZIONE DELLA MATRICE MULTICRITERIO PER LA CLASSIFICAZIONE DEI CODICI C.....	pag. 109
5.5	VALUTAZIONE DI ULTERIORI CRITERI: UNA FASE PIU' PRATICA.....	pag. 112
5.6	GESTIONE DEL SISTEMA <i>KANBAN</i> E DEL VUOTO PER PIENO IN BLUPURA	pag. 115
5.7	DIMENSIONAMENTO.....	pag. 116
5.8	AREA SALDATURA.....	pag. 118
5.9	LINEE DI ASSEMBLAGGIO.....	pag. 126
6	MONITORAGGIO DEL SISTEMA E RISULTATI RAGGIUNTI.....	pag. 144
6.1	GESTIONE DEI CARTELLINI <i>KANBAN</i>	pag. 144
6.2	ASSEGNAZIONE DELLE MANSIONI AGLI ALIMENTATORI.....	pag. 145
6.3	APPROVVIGIONAMENTO DEI CODICI <i>KANBAN</i> IN UNA GIORNATA TIPO: MERCOLEDI' 15 DICEMBRE 2020.....	pag. 148
6.4	FREQUENZE DI PRELIEVO ED APPROVVIGIONAMENTO.....	pag. 155

6.5	LISTE DI PRELIEVO E SISTEMA <i>KANBAN</i> A CONFRONTO.....	pag. 162
6.6	RISULTATI OTTENUTI E UNO SGUARDO AL FUTURO.....	pag. 170
	CONCLUSIONE.....	pag. 174
	BIBLIOGRAFIA.....	pag. 175
	SITOGRAFIA.....	pag. 176
	RINGRAZIAMENTI.....	pag. 178

INTRODUZIONE

“Non sempre cambiare equivale a migliorare, ma per migliorare bisogna cambiare”

Winston Churchill

Essere aperti al cambiamento è condizione necessaria per poter migliorare e per poter ottenere risultati tangibili. Essendo il mondo di oggi dinamico e competitivo, bisogna essere rapidi ad adattarsi alle situazioni e questo principio vale tanto per gli esseri umani quanto per le aziende che sono orientate alla crescita e all'affermazione sul mercato.

Essere proiettati verso l'innovazione implica all'interno di un'azienda un continuo aggiornamento, a livello di tecnologie, di sistemi di gestione e di filosofie, così da potersi adattare ai bisogni di un mondo in continuo cambiamento, che oggi sta vivendo la quarta rivoluzione industriale. Tale rivoluzione finisce sotto il nome di *Industry 4.0* ed è ciò che permette la realizzazione della cosiddetta fabbrica intelligente (*Smart Factory*), attraverso una rete intelligente di macchine, materiali, forza lavoro e sistemi che lavorano in maniera coordinata all'interno della filiera logistica. Tali principi sono alla base della trasformazione odierna degli ambienti produttivi, i quali devono adattarsi ai nuovi processi di digitalizzazione per rimanere altamente competitivi sul mercato.

Negli ultimi trent'anni nel mondo industriale si è affermata la filosofia della *Lean Manufacturing*, oggi riconosciuta alla base dell'incremento delle performance industriali. È evidente come anch'essa debba adattarsi alle nuove possibilità offerte da *Industry 4.0* e il loro connubio, che finisce sotto il nome di *Lean 4.0*, è di impatto fondamentale nell'odierno ambiente produttivo.

La presente tesi ha lo scopo di illustrare lo svolgimento e i risultati ottenuti del lavoro portato avanti durante il tirocinio curricolare presso l'azienda Blupura di Recanati, facente parte del Gruppo Culligan. Tale progetto è stato condotto con il Team Produzione e in particolare con il Responsabile di Produzione, in quanto riguardante la gestione degli approvvigionamenti dei materiali nelle linee produttive, sotto la supervisione del Responsabile di Stabilimento. A tali figure si è aggiunto il supporto di un esperto della *Lean Manufacturing* della sede Culligan di Milano e in seguito sono stati compiuti degli allineamenti con l'Ufficio Acquisti e la Logistica per convergere verso un unico scopo.

L'obiettivo è stato quello di introdurre un nuovo sistema per l'approvvigionamento dei materiali lungo le linee produttive e di portarlo quanto più possibile a regime nei mesi di durata del tirocinio. Tutti i processi sono stati svolti secondo l'ottica della *Lean Manufacturing*, cercando di ridurre al massimo gli sprechi e le inefficienze all'interno del processo produttivo.

L'elaborato è organizzato in cinque capitoli, che vedranno prima una trattazione degli aspetti teorici alla base del lavoro svolto e poi una spiegazione dettagliata del progetto portato avanti, con i relativi risultati ottenuti e le problematiche ancora aperte.

Nel capitolo 1 si tratteranno i principi della *Lean Manufacturing* con i metodi da applicare negli ambienti produttivi e si concluderà con una breve trattazione sulla odierna concezione di *leadership*.

Nel capitolo 2 si vedrà più nel dettaglio una delle metodologie della *Lean Manufacturing*, ovvero il sistema *kanban*, alla base del progetto di tirocinio svolto in azienda.

Nel capitolo 3, invece, si effettuerà una panoramica del contesto di riferimento, con una presentazione dell'azienda Blupura e della sua casa madre, Culligan. Si descriveranno, poi, i prodotti finiti che l'azienda realizza, il processo produttivo e l'organizzazione dello stabilimento.

Nel capitolo 4 si introdurrà il progetto di tirocinio, presentando una fotografia della situazione dell'azienda prima dell'implementazione delle nuove azioni e gli obiettivi prefissati per il lavoro da svolgere.

Il capitolo 5 sarà interamente dedicato alla spiegazione dei vari *step* che si sono seguiti durante lo svolgimento del progetto, riportati in ordine cronologico, in modo da illustrare le varie decisioni prese e da mettere in luce le problematiche che sono sorte durante il percorso.

Nel capitolo 6, infine, si descriverà il monitoraggio del sistema realizzato e la sua efficacia, mettendo in risalto i risultati raggiunti e i problemi ancora da risolvere nel futuro.

CAPITOLO 1

LEAN MANUFACTURING

1.1 COSA È LA LEAN MANUFACTURING

Con *Lean Manufacturing* si intende Produzione Snella, concetto che sta diventando di fondamentale importanza all'interno delle imprese.

I principi del pensiero snello sono nati in Toyota verso la fine degli anni Settanta, ma sono stati teorizzati solo nel 1990 con la pubblicazione del libro *The machine that changed the world* da parte di James P. Womack e Daniel T. Jones.

Il dibattito su queste tematiche è iniziato alla fine degli anni Settanta, quando l'ascesa del mercato automobilistico giapponese si era mostrata inarrestabile ed aveva superato ampiamente le quote dei colossi americani ed europei. Se, infatti, da un lato la produzione in Europa e negli USA era molto rigida con elevati volumi, ma con scarsa diversificazione di prodotto, dall'altro in Giappone vi era la capacità di realizzare una produzione flessibile con un elevato mix di prodotto, che poteva essere aggiornato in tempi brevi ed essere immesso nel mercato in tempi ancora più brevi. Questo processo vede le sue radici nella ricostruzione degli apparati produttivi conseguente alla Seconda Guerra Mondiale: se infatti l'Europa e gli USA, dovendo semplicemente riconvertire la loro produzione in quanto in quegli anni avevano lavorato solo per il settore bellico, si erano riorganizzati sulla base di un modello precedente, il Giappone si era trovato invece a dover mettere in piedi un settore industriale partendo da zero, in quanto era andato completamente distrutto dalla guerra. Per favorire la rinascita industriale giapponese, il mercato americano, che era ricco ed aperto a prodotti innovativi, iniziò ad importare nuovi prodotti dal Giappone e a richiedere con il tempo articoli sempre più diversificati, a cui però l'industria americana non era in grado di rispondere.

Questo fenomeno era finito sotto l'attenzione di tutti gli studiosi e ci si chiedeva quali fossero le ragioni di una crescita tanto importante e rapida del mercato giapponese. Le prime ragioni erano state trovate nella diversità dell'ambiente socio economico giapponese, come la sottovalutazione dello yen rispetto al dollaro, l'identificazione dei lavoratori con la propria realtà aziendale, la bassa conflittualità sindacale o la modesta

remunerazione del capitale a favore di un reinvestimento degli utili che permetteva lo sviluppo di strategie a lungo termine.

Non tutti gli studiosi, però, si erano trovati d'accordo con queste tesi e vi avevano riconosciuto fin da subito un nuovo approccio manageriale, iniziato già negli anni Cinquanta, volto ad una regolare eliminazione degli sprechi aziendali attraverso l'attuazione di validi ed originali modelli di efficienza. Tale approccio partiva da piccoli aspetti quotidiani migliorabili a livello produttivo fino al raggiungimento di notevoli risultati, come la diminuzione del *time-to-market* e delle giacenze o l'incremento degli standard qualitativi e del livello di servizio.

In quel tempo del dopoguerra, l'azienda giapponese Toyota Motor Corporation era guidata dalla famiglia Toyoda e dall'ingegnere responsabile della produzione Taiichi Ohno, al quale è attribuito il merito del processo di revisione delle metodologie organizzative e produttive attuate nell'azienda, che sono finite sotto il nome di *Toyota Production System (TPS)* o sotto la più semplice denominazione di *Lean Manufacturing* (o equivalentemente *Lean Production*).

La *Lean Manufacturing* si può collocare all'interno del più ampio *Lean Management*, che rappresenta un insieme di principi e metodi volti ad implementare effettivi ed efficaci azioni e controlli sull'intera catena del valore di prodotti industriali e servizi. Oltre alla *Lean Manufacturing*, il *Lean Management* comprende il concetto di *Lean Administration*, che si concentra sul business dell'azienda e non sui processi di lavorazione in modo diretto, in quanto il principio della snellezza abbraccia un'azienda in toto e non solo l'ambito produttivo.

La vera e propria teorizzazione dei concetti e delle metodologie attuate da Taiichi Ohno si deve, però, come già detto, non al diretto fondatore, bensì ai due studiosi J. Womack e D. Jones con la pubblicazione del libro *The machine that changed the world* nel 1990 e con il successivo *Lean Thinking-Banish waste and create wealth in your corporation* nel 1996.

I risultati sintetizzati nel primo volume sono stati frutto di un programma di ricerca portato avanti nel MIT di Boston, che ha messo in luce l'esigenza di imitare le prassi adottate dall'azienda giapponese.

A questo punto gli studiosi si sono interrogati sul come intraprendere questo processo di imitazione, che, se per alcuni consisteva nella mera imitazione ed attuazione delle procedure utilizzate in Toyota, secondo l'esistenza di un *one best way* valido in assoluto,

per altri si trattava di implementare un'imitazione creativa, che coniugasse le condizioni socio economiche dell'azienda con i principi messi in atto in Toyota.

L'idea di Womack e Jones è stata, dunque, proprio quella di fornire una ben chiara spiegazione dei principi alla base del *Lean Thinking*, accompagnati però, da un ventaglio di casi studio aziendali che fornissero delle esperienze concrete della fruttuosa applicazione dei concetti del pensiero snello alle più svariate realtà produttive.

Il punto focale della filosofia *Lean* è rappresentato dalla lotta allo spreco, tradotto in giapponese con il termine *muda*, in modo da avere una produzione più efficiente, che produca volumi maggiori con minor spreco di risorse e quindi con una diminuzione dei costi.

1.2 DALLA CATENA DI MONTAGGIO DI FORD ALLE ISOLE DI LAVORAZIONE DI TOYOTA

Nella seconda metà del Novecento i produttori americani riuscivano a produrre secondo un modello efficiente solo se i prodotti erano scarsamente diversificati (si pensi alla Ford modello T), mentre i giapponesi erano in grado di offrire prodotti diversificati e con un elevato mix rispetto a quello statunitense, riuscendo così a conquistare il gusto del consumatore finale americano. La classica catena di montaggio tipica della *Mass Production* fordiana, per cui la grande efficienza produttiva si basava sulla velocità di avanzamento e sui costi relativamente bassi, produceva mix di prodotti praticamente nulli. Per queste ragioni, nell'industria giapponese, nella riorganizzazione del dopoguerra, tale catena produttiva venne spezzata e riorganizzata in isole produttive che permettevano di ottenere un elevato mix di prodotto, facendo seguire ai semilavorati realizzati al loro interno dei percorsi diversi nel nuovo sistema produttivo.

In una catena di montaggio tradizionale la produzione segue una gestione di tipo *push*, ovvero si produce in modo da spingere la domanda di mercato, accumulando prodotti per il magazzino finale, dal quale tali prodotti vengono poi venduti al cliente finale. In questo modo, il magazzino a valle è dimensionato per rispondere alle variazioni delle richieste del mercato, portando così ad un incremento a monte delle oscillazioni della domanda ed incorrendo nel cosiddetto effetto frusta.

L'organizzazione in isole di lavoro, invece, permette di lavorare in ottica *pull*: sulla base di un effettivo ordine ricevuto dal cliente, l'isola finale lavora all'assemblaggio del prodotto

finito e mentre consuma i semilavorati realizzati a monte, alle isole a monte viene dato l'ordine di produrre nuovamente per le isole a valle. Se il sistema funzionasse con perfetta coordinazione, non ci sarebbe bisogno di alcun *buffer* intermedio, in quanto uscirebbero tanti pezzi a valle quanti ne sono prodotti a monte. Nella realtà quotidiana, però, si può verificare qualche ritardo o qualche discrepanza, quindi sono previsti dei piccoli *buffer* in ingresso e in uscita per ciascuna cella, che però devono rispondere solo ai minimi scostamenti dei tempi di lavorazione. In questo modo non si verifica un effetto di amplificazione della domanda risalendo a monte, in quanto la velocità produttiva cambia istantaneamente in tutte le fasi di lavorazione all'aumentare o al diminuire della domanda stessa. Le singole celle, quindi, lavorano solo se si verifica una richiesta a valle, ovvero solo se il *buffer* in uscita si svuota, e non più per andare a riempire un magazzino finale. In questo caso, dunque, si parla di produzione in ottica *pull*, in quanto è tirata dal mercato e si lavora solo nel momento in cui si vende.

Il merito dell'industria giapponese non è stato solo quello di aver elaborato teoricamente il modello produttivo *pull*, ma anche quello di averlo implementato e di aver trovato il modo di farlo funzionare correttamente. Il modello di gestione della produzione che è stato introdotto è di tipo *Just In Time (JIT)*, secondo il quale bisogna produrre esattamente ciò che viene richiesto dal cliente, nella quantità indicata e nel momento opportuno. Avere scorte a magazzino, infatti, non aggiunge valore al prodotto, ma contribuisce solo ad incrementare il suo costo. Produrre, invece, *Just in Time* permette di moltiplicare il mix produttivo perché si possono far seguire al prodotto all'interno del sistema produttivo percorsi diversi, con ognuno dei quali è possibile ottenere prodotti finiti differenti.

L'idea giapponese di produrre *Just in Time*, quindi, si è rivelata molto vantaggiosa ed innovativa dal punto di vista della produzione, soprattutto se inserita nel contesto di un mercato come quello dell'auto, ormai saturo e bisognoso di prodotti diversificati. Per penetrare ampiamente il mercato americano, però, oltre a produrre prodotti diversificati che incontrassero i gusti del consumatore, c'era anche bisogno di un abbattimento dei costi cosicché fossero più concorrenziali di quelli dell'industria americana. Diversificazione e costo, dunque, si sono dimostrate le due leve fondamentali per riuscire ad entrare nel mercato statunitense.

L'altro aspetto importante era quello di rendere la lavorazione svolta nelle isole produttive efficiente come quella della catena di montaggio. Per poter raggiungere questo obiettivo, bisognava rendere le lavorazioni nell'isola di lavoro estremamente formalizzate: per realizzare un semilavorato, infatti, era necessario compiere un certo numero di operazioni e rendere questa sequenza standardizzata, sempre nello stesso modo, nello stesso ordine e con le stesse tempistiche.

Per una gestione efficace, inoltre, i giapponesi sono stati gli introduttori di un controllo di qualità che permettesse di controllare che le procedure venissero eseguite secondo gli standard prestabiliti, eliminando in questo modo ogni minimo grado di libertà.

1.3 I PRINCIPI APPLICATIVI DEL *LEAN THINKING*

1.3.1 VALORE

Il concetto di valore rappresenta il punto di partenza del *Lean Thinking*. Secondo quanto affermato da Womack e Jones, il valore può essere definito soltanto dal cliente finale, che ne conferisce uno tanto più alto quanto più i suoi requisiti sul prodotto siano soddisfatti. Tale concetto assume significato, quindi, solo se contestualizzato in uno specifico prodotto, con determinate caratteristiche, offerto ad un determinato prezzo, in uno specifico momento.

Nel pensiero tradizionale, secondo i *senior manager* è il produttore a stabilire il valore, sulla base di considerazioni legate al potere delle organizzazioni, alle tecnologie, all'ammortamento di impianti già acquistati e a teorie ormai superate sulle economie di scala. Secondo questa impostazione, il produttore stesso stabilisce quali caratteristiche conferire al prodotto, in quanto ritiene che il cliente si mostrerà ben disposto verso quell'articolo una volta messi in luce ed evidenziati potenzialità e valore. Quando, invece, anche dopo tale presentazione, il prodotto non riscuote il successo sperato presso i clienti finali, i *manager* giustificano tale fallimento sostenendo che "i clienti non erano abbastanza sofisticati da apprezzare le caratteristiche del prodotto" (Womack e Jones, 1996). L'impostazione seguita in questo caso, infatti, prevede che il produttore realizzi soltanto ciò che è in grado di fare e le caratteristiche desiderate dal cliente sono soltanto qualcosa di addizionale da aggiungere al prodotto in modo da far percepire che rispetti i requisiti richiesti. Spesso, però, tutte le altre qualità conferite spontaneamente dal

produttore non rispecchiano quelle di interesse per il consumatore finale, perché si tratta di prodotti complessi, altamente personalizzati e con proprietà non sempre desiderate dal cliente.

Spesso è anche capitato che per rispondere in maniera più celere alle richieste dei clienti, si siano sostenuti ingenti investimenti per creare stabilimenti produttivi vicini al luogo di consegna del prodotto. Il luogo di realizzazione o di progettazione, però, non contribuisce ad incrementare il valore per il cliente finale.

Affinché un prodotto riscuota successo, dunque, è necessario che i produttori ripensino tutte le caratteristiche nell'ottica di ciò che è richiesto dal cliente e per le quali, quindi, egli è disposto a pagare.

Secondo Womack e Jones "il pensiero snello deve quindi partire da un tentativo consapevole di definire con precisione il valore in termini di prodotti specifici con caratteristiche specifiche offerti a prezzi specifici attraverso un dialogo con clienti specifici" (1996).

"Fornire il prodotto o il servizio sbagliato nel modo giusto è *muda*" (1996), sostengono Womack e Jones, o viceversa fornire il prodotto o servizio giusto ma nel modo o nel tempo sbagliato.

1.3.2 IDENTIFICAZIONE DEL FLUSSO DI VALORE

Il flusso del valore include tutte le fasi necessarie per la realizzazione di un determinato bene o servizio, tenendo conto della risoluzione dei problemi dall'ideazione del prodotto al lancio in produzione, della gestione delle informazioni dal momento dell'ordine del cliente fino alla consegna, passando per la trasformazione fisica della materia prima in prodotto finito. Si deve cercare, quindi, di analizzare tutti i vari passaggi e di ottimizzarli nell'ottica di ciò che crea valore per il cliente finale, eliminando tutte le attività che non contribuiscono ad incrementare tale valore.

Lo strumento pratico con cui poter analizzare il flusso del valore è il *Value Stream Mapping (VSM)*, il quale permette di individuare tre diverse tipologie di attività:

- Attività che conferiscono valore aggiunto al prodotto e il cui costo si può trasferire al cliente;
- Attività che non creano valore ma che, dati gli attuali sistemi produttivi e gestionali, non è possibile eliminare (*muda* di tipo uno);

- Attività che non creano valore e che sono eliminabili da subito (*muda* di tipo due).

Il flusso del valore dovrebbe, poi, scorrere non solo attraverso alcune funzioni, ma all'interno dell'intera impresa snella e ancora di più all'interno di tutta la filiera produttiva, che va dalla fornitura delle materie prime alla consegna del prodotto al cliente finale. L'obiettivo, quindi, è quello di massimizzare i benefici dell'intera *supply chain* e non della singola azienda, attraverso l'instaurazione di relazioni interaziendali trasparenti e continuative, basate sulla fiducia reciproca delle parti.

1.3.3 FAR SCORRERE IL FLUSSO

Una volta messi in atto i primi due principi, si può passare al terzo, ovvero lo scorrimento del flusso. Dopo aver eliminato, infatti, tutte le attività non necessarie, bisogna fare in modo che tra le restanti il flusso di valore scorra. Comunemente si è soliti lavorare nelle aziende per *Batch and Queue*, ovvero a lotti sequenziati con accumuli intermedi, metodo fortemente condannato da Taiichi Ohno. Questa modalità andrebbe sostituita da un flusso continuo che permetta di lavorare un prodotto interamente dalla materia prima al prodotto finito (concetto del *One Piece Flow*). In questo modo ci si focalizza sul prodotto stesso e quindi su ciò che è necessario per rispondere ai bisogni dei clienti piuttosto che sull'organizzazione del lavoro rispondente alle esigenze lavorative di macchine e reparti. In questo modo si può ottenere un flusso continuo, che scorra ininterrottamente dalla progettazione alla realizzazione.

Lo scopo è quello di operare senza interruzioni o attese e affinché il flusso sia snello e continuo è necessario evitare i tempi morti, i tempi di attesa dovuti a code o colli di bottiglia, i tempi di *setup*, un errato sequenziamento in base alle priorità o più in generale una mancanza di sincronismo tra le varie fasi. Se, infatti, ottenere tali risultati in una catena di assemblaggio come quella di Ford in cui si hanno volumi elevati ma sempre dello stesso tipo di prodotto è relativamente semplice, non può esserlo altrettanto nel caso della produzione di piccoli lotti. Questa sfida fu accettata e risolta da Taiichi Ohno, che riuscì ad ottenere flussi continui proprio per bassi volumi produttivi, in particolar modo grazie all'attuazione del *kaizen*, ovvero il miglioramento continuo, che permette di compiere continui e piccoli aggiustamenti che però alla fine hanno un grande impatto sull'aumento della produttività, molto spesso evitando di ricorrere a cambiamenti radicali o *kaikaku*, che prevedono ingenti investimenti.

1.3.4 PULL

In seguito all'applicazione del terzo principio e all'ottenimento quindi di un flusso continuo, il tempo che intercorre tra la progettazione del prodotto e la sua consegna al cliente si riduce drasticamente. In questo modo, quindi, si può ottenere un ambiente produttivo di tipo *pull*, nel quale il *Production Lead Time* (tempo richiesto per la realizzazione del prodotto) risulta inferiore al *Delivery Lead Time* (tempo di consegna richiesto dal cliente), ovvero $PLT < DLT$.

La potenzialità dei sistemi di produzione snelli consiste nel poter soddisfare in breve tempo la domanda e di potersi adattare senza problemi alle sue variazioni. Questo permette ai clienti di "tirare" il prodotto dall'azienda, secondo una gestione *pull*, piuttosto che far spingere il prodotto dall'azienda verso il cliente, secondo una gestione *push* che, producendo per un magazzino e non per il cliente stesso, finisce per creare sprechi attuando attività non necessarie. La domanda dei clienti, inoltre, nel momento in cui sanno di poter vedere soddisfatte le loro richieste quando necessario, diventa molto più stabile e meno soggetta ad oscillazioni.

1.3.5 MIGLIORAMENTO CONTINUO

La perfezione è l'obiettivo del pensiero snello ed è ciò a cui deve portare l'applicazione dei principi precedenti. Essa è frutto del miglioramento continuo, perseguito con perseveranza, che permette di ottenere sempre nuovi e migliori risultati che possono aumentare le *performance* del sistema snello, attraverso l'attuazione di processi stabili e standardizzati. Un fattore fondamentale che aiuta ad arrivare alla perfezione è sicuramente la trasparenza per tutti gli attori della filiera logistica: se infatti a monte, a valle, ma anche all'interno dell'azienda stessa, tutti sono resi partecipi dell'incessante processo di miglioramento continuo, oltre alla motivazione trasmessa, si possono ottenere risultati frutto della collettività che altrimenti non sarebbero ottenibili attraverso il solo lavoro di un singolo.

L'intero processo, in questo modo, vede una riduzione degli sprechi, dei tempi e dei costi che permette di accrescere il valore del prodotto percepito dal cliente finale.

Il processo di miglioramento è infinito, in quanto è dato dalla continua interazione, in un circolo virtuoso, dei principi precedenti.

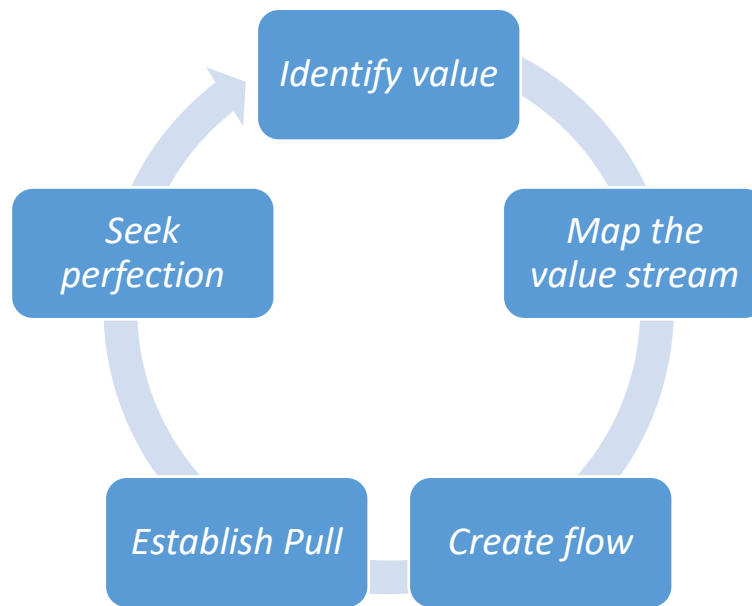


Figura 1.1 I principi del Lean Thinking

La naturale tendenza dei sistemi è quella di diminuire in prestazioni, quindi se si pensa di abbandonare a se stesso un sistema una volta che esso abbia raggiunto un buon livello prestazionale, tutti gli sforzi impiegati per raggiungerlo saranno vanificati.

La perfezione totale sarà sempre l'ideale a cui tendere e che deve motivare l'attuazione di continue azioni migliorative, anche perché il concetto di valore per il cliente finale cambia nel tempo (ne può essere un esempio il passaggio dai modelli standardizzati delle Ford modello T alla preferenza verso prodotti personalizzati) e quindi bisogna attuare un processo dinamico in grado di evolversi nel tempo.

1.4 I MUDA

“*Muda*. È l'unica parola giapponese che dovrete conoscere. Ha un suono terribile quando esce dalla vostra bocca e così dovrebbe essere perché *muda* significa spreco, in particolare qualsiasi attività umana che assorba risorse ma che non crea valore. [...] Per fortuna esiste un potente antidoto al *muda*: il pensiero snello” (Womack e Jones, 1996).

Taiichi Ohno è stato il più grande nemico degli sprechi che si sia mai visto nella storia ed ha identificato ben sette tipologie di *muda*, a cui Womack e Jones, nel momento della teorizzazione, ne hanno aggiunta un'ottava.

In generale, come già visto, gli sprechi possono avere diversa natura: in un caso si tratta di operazioni che non creano valore per il cliente finale in maniera diretta, ma che per la

situazione in cui si lavora non è possibile eliminare (*muda* di tipo uno), mentre in un altro caso si tratta di azioni che non solo non creano valore al cliente finale, ma non sono neanche necessarie e quindi possono essere eliminate nell'immediato senza arrecare danni (*muda* di tipo due).

Le 8 tipologie di scarto possono anche finire sotto l'acronimo *TIM WOODS*:

- *T* = *Transportation*
- *I* = *Inventory*
- *M* = *Motion*
- *W* = *Waiting*
- *O* = *Overprocessing*
- *O* = *Overproduction*
- *D* = *Defects*
- *S* = *Skills*

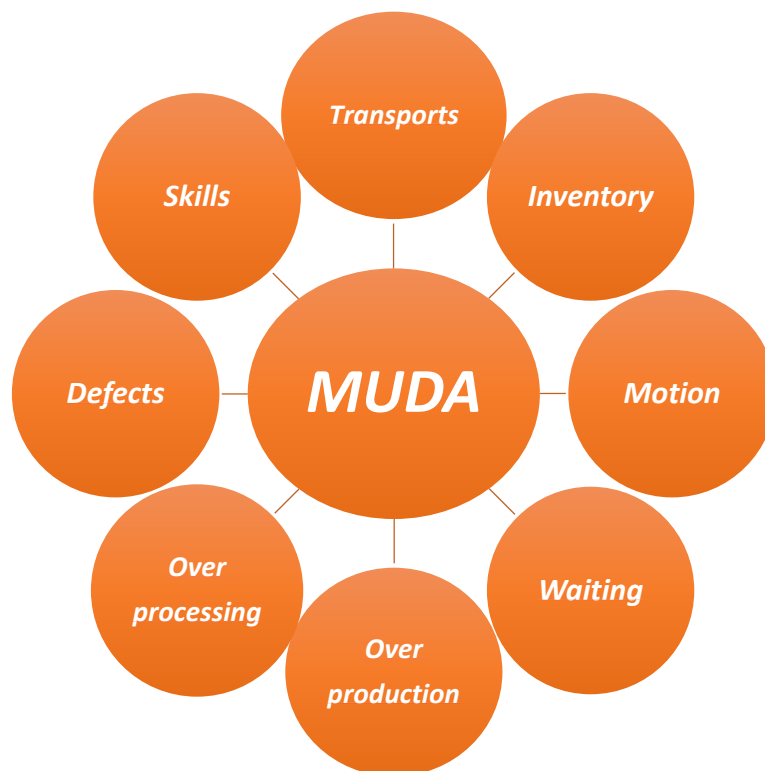


Figura 1.2 Gli otto tipi di muda

Il precedente elenco di sprechi si adatta non solo alle realtà manifatturiere come aveva pensato Ohno, ma può essere esteso anche alle altre funzioni essenziali delle aziende, quali ad esempio la gestione degli ordini o lo sviluppo del prodotto.

1.4.1 TRANSPORTATION (TRASPORTI)

Il trasporto di materiali e strumenti da un luogo all'altro rappresenta il primo *muda*. Il cliente finale, infatti, non riconosce valore ad attività come la movimentazione del prodotto su tratti più o meno lunghi, come ad esempio il fatto che il produttore possa avere i magazzini delle materie prime o dei semilavorati lontani dall'area di produzione per una mancanza interna di capacità organizzativa. Nella fase di trasporto, quindi, un prodotto non incrementa il suo valore bensì il suo costo e viene inoltre sottoposto a possibili danneggiamenti, perdite o ritardi.

1.4.2 INVENTORY (SCORTE)

I magazzini possono essere intesi come scorte di materie prime e di semilavorati in attesa di essere lavorati o di prodotto finito in attesa di essere venduto o utilizzato. Le giacenze, infatti, occupano spazio che potrebbe essere destinato ad altri prodotti e costituiscono un immobilizzo di capitale, con un conseguente aumento di costi. Le informazioni relative a tali scorte, inoltre, potrebbero essere numerose e obsolete, rendendo le ricerche dei prodotti complicate.

1.4.3 MOTION (MOVIMENTO)

Mentre la voce trasporti si riferisce allo spostamento dei materiali, il terzo *muda* del movimento fa riferimento a macchine e personale. Le prime, infatti, muovendosi possono essere sottoposte a danneggiamento, mentre i lavoratori possono essere esposti a problemi di sicurezza, perdendo tempo e sprecando energie che potrebbero essere dedicate ad altre attività che conferiscono valore aggiunto. Tali movimentazioni possono essere dovute a carenze nelle procedure operative, alla mancanza di processi standard, a *layout* poco organizzati o alla ricerca di strumenti e materiali.

1.4.4 WAITING (ATTESA)

Le attese possono riguardare le persone, i macchinari o un intero sistema, inteso ad esempio come isola produttiva, e possono quindi essere di diversa natura. Si può trattare di un operatore che attende l'arrivo di materiale e in questo caso si verifica il sottoutilizzo di una risorsa o un intero sistema può essere in attesa dell'arrivo delle parti da monte o semplicemente può aspettare che le attività a monte si chiudano.

Essendo le attese di diverse tipologie, le cause possono essere svariate, come una mancanza di un corretto bilanciamento delle linee, una rottura della scorta, dovuta magari anche ad un ritardo di fornitura, o ancora un guasto dei macchinari a monte.

Proprio per la loro diversa natura, i *muda* delle attese sono i più difficili da eliminare, in quanto una mancata, sebbene minima, sincronizzazione può causare una sospensione delle attività.

1.4.5 OVERPROCESSING (SOVRAPPRODUZIONE)

Questo tipo di *muda* si verifica nelle aziende che hanno un approccio di tipo *push* e consiste quindi nel realizzare più prodotti di quelli strettamente richiesti dal cliente finale, utilizzando materiali, risorse e personale che potrebbero altrimenti essere dedicati ad altro.

Sebbene l'obiettivo sia produrre solo ciò che è richiesto e nel momento in cui è richiesto, spesso la sovrapproduzione destinata al magazzino viene vista dall'azienda come utile per far fronte a picchi imprevisti della domanda.

Questo spreco causa molti costi, legati ai materiali impiegati, al personale impegnato, all'immagazzinamento, all'usura delle macchine e ai trasporti.

1.4.6 OVERPRODUCTION (SOVRAPROCESSAMENTO)

Questo spreco è quello mancante nell'elenco dei *muda* di Ohno ed è proprio quello che è stato aggiunto da Womack e Jones nel momento della teorizzazione dei concetti della *Lean Manufacturing*. Esso consiste nell'aggiungere al prodotto lavorazioni, qualità e caratteristiche addizionali non richieste dal cliente e per le quali, quindi, egli non è disposto a pagare. Questa tipologia di *muda*, dunque, non si verifica solo all'interno del processo produttivo, ma può riguardare anche altre fasi e funzioni, quali ad esempio la progettazione del prodotto, il marketing o l'ufficio delle risorse umane.

Anche il controllo qualità può ricadere in questa categoria, ma, sebbene questa attività non conferisca valore aggiunto per il cliente finale, in alcuni casi non vi si può rinunciare, in quanto si correrebbe il rischio di immettere sul mercato prodotti difettosi.

1.4.7 DEFECTS (DIFETTI)

I difetti possono sia riguardare un servizio offerto sia il processo di fabbricazione e, in quest'ultimo caso, possono creare scarti, prodotti difettosi, rilavorazioni o riparazioni,

oltre a possibili reclami dei clienti, con conseguente insoddisfazione, nel caso in cui un tale prodotto non rispondente alle specifiche finisca nelle loro mani.

I difetti possono essere causati da guasti di macchinari, da errori umani o più in generale da una cattiva gestione del processo produttivo e possono provocare rallentamenti della produzione e ritardi di consegna.

1.4.8 SKILLS (ABILITÀ)

L'ultima fonte di spreco è costituita da un sottoutilizzo delle abilità della forza lavoro. Le elevate competenze e la capacità di fornire soluzioni del personale andrebbero valorizzate e non farlo implica perdere delle possibilità di miglioramento e di apprendimento. Per poter contribuire all'ottimizzazione del processo produttivo, il personale deve essere reso parte integrante di esso e deve essere continuamente motivato.

1.5 LA CASA DELLA LEAN

Tutti i principi alla base della *Lean Manufacturing* sono spesso rappresentati con la cosiddetta *House of Lean* (o equivalentemente casa della *Lean* o tempio della *Lean*).

Essa permette di ottenere un'idea visiva delle fondamenta alla base di questa filosofia.

Esistono, in realtà, diverse versioni e ciascuna può mettere in risalto aspetti più o meno diversi. Di seguito se ne riporta una che permette di intuire facilmente tutti i vari concetti:

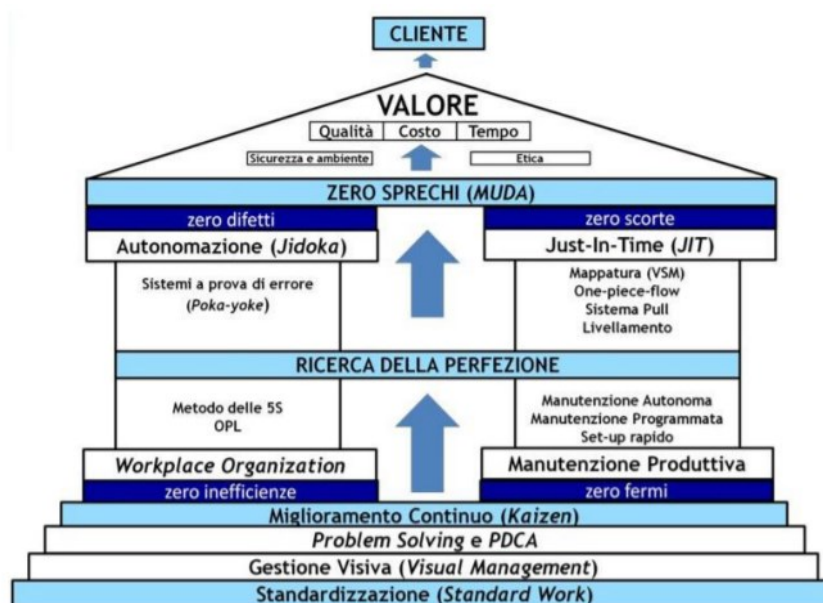


Figura 1.3 La casa della Lean Manufacturing

Come si può vedere, il cliente e il concetto di valore per il cliente, in termini di qualità, costo e tempo, sono l'obiettivo ultimo che si cerca di soddisfare attraverso l'attuazione del *Lean Thinking*. Tale scopo si può raggiungere attraverso l'eliminazione dei *muda* e in particolare ciascuno dei pilastri fondamentali permette l'eliminazione di un diverso tipo di spreco:

- *Just In Time (JIT)* tende all'eliminazione delle scorte;
- *Jidoka* tende all'eliminazione dei difetti;
- *Total Productive Maintenance (TPM)* tende all'eliminazione dei tempi di attesa;
- *Workplace Organization (WO)* tende all'eliminazione delle inefficienze.

Alla base della costruzione si trovano, infine, i concetti cardine, sui quali poter fondare i principi sopra elencati e che contribuiscono a dare stabilità all'intera struttura. Essi in particolare sono il *kaizen* e la standardizzazione del lavoro, oltre agli aiuti visivi offerti dal *Visual Management* e alle capacità di *Problem Solving*.

Spesso, in altre rappresentazioni della *House of Lean*, vengono riportati anche aspetti sociali, quali ad esempio il rispetto per le persone, la loro valorizzazione e il lavoro di squadra, visioni fondamentali nel *Toyota Production System*. Per poter perseguire tutti gli obiettivi elencati, infine, è importante che il *Lean Leader* abbia una certa formazione e segua determinati principi etici.

1.5.1 JUST IN TIME

Il *Just in Time (JIT)* è uno dei pilastri fondamentali della *Lean Manufacturing* ed infatti compare nella *House of Lean* come tale. Esso è una metodologia introdotta in Toyota e la sua prima definizione viene infatti proprio da Taiichi Ohno, che, nel 1982, lo descrive come "l'atto di avere le parti giuste al momento giusto nel giusto quantitativo".

La traduzione letterale di *Just In Time* è "giusto in tempo" e già il nome stesso dunque esprime chiaramente l'obiettivo di questa metodologia, che è proprio quello di ridurre al minimo il *Production Lead Time*, ovvero il tempo che intercorre tra il lancio di produzione e la realizzazione del bene, e di conseguenza le scorte lungo il processo produttivo.

L'applicazione di tale principio permette il passaggio dall'ambiente produttivo di tipo *push*, per il quale si producono prodotti destinati al magazzino visto che il *Production Lead Time* è maggiore del *Delivery Lead Time*, ad un ambiente produttivo gestibile in ottica *pull*, "a trazione", basato sulla effettiva domanda ricevuta dal cliente. Una tale scelta può

essere fatta solo in ambienti produttivi per i quali il *Production Lead Time* risulti inferiore al *Delivery Lead Time*, ovvero il tempo che il cliente è disposto ad aspettare prima di ricevere la consegna del prodotto, cosicché è possibile avviare la produzione di un certo bene solo in seguito al momento effettivo in cui il cliente ha di fatto manifestato la domanda.

Queste condizioni operative, come già detto, possono verificarsi solo in seguito all'attuazione del principio dell'identificazione del flusso di valore, con la conseguente eliminazione delle attività non necessarie e quindi dei *muda*. Solo in questo caso è possibile non anticipare la produzione rispetto all'ordine del cliente e lasciare che essa sia tirata proprio dal consumatore finale che emette l'ordine. Questo aspetto del *Lean Thinking* semplifica anche sotto il punto di vista della previsione della domanda, in quanto questa attività può essere eliminata visto che la produzione riguarda solo le effettive richieste del cliente.

Il *Just In Time*, quindi, funziona soltanto unitamente all'eliminazione degli sprechi e per questo motivo tende ad ottenere:

- *Zero Lead Time*: un *Lead Time* pari a zero sarà sicuramente impossibile da ottenere, ma va minimizzato quanto più possibile;
- Zero movimentazione: vale lo stesso principio del *Lead Time*. Se la movimentazione non può certamente essere resa nulla, va però ridotta all'essenziale;
- Zero guasti: bisogna attuare una manutenzione preventiva che permetta di evitare guasti che rallentino o addirittura blocchino la produzione;
- Lotti ridotti: permettono un minore immobilizzo di capitale per il produttore e minori tempi di risposta per il cliente.

1.5.2 JIDOKA

Jidoka è un altro dei pilastri fondamentali della *Lean Manufacturing* ed è un termine nato nel *Toyota Production System*, che si può tradurre con "*automation with a human touch*" o, in italiano, come autonomazione. L'obiettivo di questa metodologia è quello di trasferire l'intelligenza dell'uomo alle macchine automatizzate, cosicché, nel momento di un'eventuale produzione di pezzi difettosi, esse possano arrestarsi immediatamente ed autonomamente, interrompendo il flusso produttivo e attendendo l'intervento di un operatore. Ciascun addetto, dunque, può controllare più macchine

contemporaneamente, aumentando la produttività e la qualità, in quanto in questo modo non vengono mai realizzati articoli difettosi. Per far sì che un operatore possa occuparsi di più macchine allo stesso tempo, in Toyota viene utilizzato un sistema di tabelloni, chiamato *Andon*, che in maniera visiva e tempestiva permette di identificare i problemi che si verificano nelle linee produttive e si può quindi classificare come una tecnologia per l'applicazione del *Visual Management*.

1.5.3 TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE

La *Total Productive Maintenance (TPM)* rappresenta la manutenzione preventiva che è necessario effettuare se si vuole poter applicare il *JIT*. Essa, infatti, ha lo scopo di massimizzare l'efficienza degli impianti produttivi, migliorando l'affidabilità e minimizzando invece le fermate, cosicché la produzione non debba mai essere interrotta. Tali operazioni devono essere programmate e svolte regolarmente sia da un *team* di operatori di linea istruiti a svolgere compiti di piccola portata, sia da manutentori esperti in grado di eseguire interventi più complessi.

1.5.4 WORKPLACE ORGANIZATION

L'ambiente di lavoro risulta importante per l'attuazione e il funzionamento del pensiero snello. Un ambiente poco pulito o disorganizzato, infatti, può portare alla perdita di tempo e allo spreco di energie, sia per evitare possibili ostacoli sia per la ricerca di materiali ed utensili. È utile, quindi, che tutti questi materiali e strumenti necessari agli operatori abbiano postazioni univoche e si trovino in prossimità delle macchine o degli utilizzatori che ne usufruiranno.

1.5.5 IL KAIZEN E IL NUOVO RUOLO DEL PERSONALE OPERATIVO

Michelangelo diceva che "La perfezione è fatta di dettagli" e questo è proprio il pensiero adottato da Toyota per l'applicazione del miglioramento continuo, ovvero il *kaizen*.

La perfezione può essere raggiunta, come già detto, solo attraverso il miglioramento continuo e il miglioramento continuo si può applicare attraverso l'implementazione di piccole azioni ma costanti, che siano quindi attente ai dettagli, e tali operazioni possono essere svolte solo da chi effettivamente si occupa dei dettagli, ovvero dal personale operativo, dove con personale operativo si intendono gli operatori di linea e gli impiegati coinvolti nel processo produttivo e non. Sta quindi al *management* incentivare il

cambiamento e stimolare la cura e l'attenzione ai dettagli, così che proprio grazie allo svolgimento delle piccole azioni quotidiane da parte degli operatori si possano ottenere poi grandi benefici. Come in qualsiasi circostanza, l'introduzione di un sistema come quello del *TPS* apporterà numerosi cambiamenti all'interno di un'organizzazione e quindi si verificherà da parte del personale una certa resistenza, la quale potrà essere abbattuta solo con il tempo e con la mediazione di un *leader*, denominato, nel libro *Toyota-Perché l'industria italiana non progredisce* di Alberto Galgano, come Agente di Cambiamento, che faccia comprendere l'importanza del nuovo assetto e lo faccia portare avanti nel tempo. Sempre nel momento dell'introduzione, è importante applicare i principi *lean* ad un settore ridotto dell'azienda, su una specifica famiglia di prodotti, che serva, poi, da modello da poter seguire per gli altri. Come si vedrà nel seguito, questa è la modalità che è stata adottata nel progetto di tirocinio portato avanti in azienda.

Fondamentale, dunque, è partire e avviare il cambiamento verso l'implementazione della filosofia *Lean*. Una volta intrapreso questo percorso, si tratta poi di continuare ad adottarlo e di applicare il miglioramento continuo, affinché il sistema non si arresti o addirittura decresca in prestazioni, ma migliori sempre le sue *performance*.

1.5.6 STANDARDIZZAZIONE

“Lavorare sulla base di operazioni standardizzate è il prerequisito fondamentale per poter attuare il Miglioramento Continuo” (Alberto Galgano in *Toyota, perché l'industria italiana non progredisce*, 2005). Come si è visto anche nella *House of Lean*, la standardizzazione è proprio alla base di tutto il *Toyota Production System*, in quanto il lavoro standard permette di mantenere produttività, qualità e sicurezza elevate.

La standardizzazione delle pratiche consente di stabilire delle precise istruzioni da seguire per tutte le fasi del processo, affinché vengano eseguite sempre nel modo corretto dal personale addetto. In questo modo, infatti, gli operatori devono eseguire attività semplici, sempre svolte nello stesso modo, seguendo uno standard definito che combini efficacemente risorse, quali tempo, tecnologie e materiali. Si possono rispettare così i tempi previsti ed ottenere miglioramenti dal punto di vista produttivo, in quanto la standardizzazione costituisce proprio la base per l'implementazione delle azioni del miglioramento continuo. Senza standardizzazione, invece, si viene a creare una variabilità

nel modo di lavorare che si traduce poi in livelli qualitativi più bassi, minore produttività e costi maggiori.

Lo standard, inoltre, è necessario per valutare la bontà di un nuovo metodo rispetto al precedente e quindi, come già detto, è una condizione necessaria per poter effettuare dei miglioramenti. La definizione di uno standard, infatti, diventa il punto di riferimento per la creazione di uno nuovo, in modo da poterne valutare i progressi.

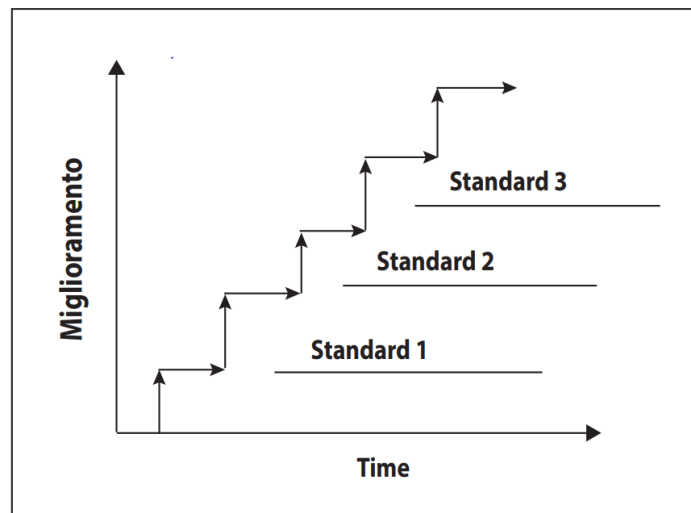


Figura 1.4 Definizione degli standard

Taiichi Ohno afferma “Dissi al personale di reparto di modificare continuamente le procedure operative standard aggiungendo: ‘Rubate denaro all’azienda se non modificate gli standard ogni mese’” (A. Galgano, 2005).

Per la fedele applicazione della standardizzazione, quindi, è necessario che gli operai stessi, con l’aiuto del *Lean Leader*, si adoperino affinché vengano seguite puntualmente le indicazioni del lavoro standard e in questo contesto il ricorso al *Visual Management* risulta molto utile.

1.6 GLI STRUMENTI DELLA *LEAN MANUFACTURING*

Per poter applicare i principi della *Lean Manufacturing* in un ambiente produttivo, sono necessari degli strumenti operativi, che di seguito vengono analizzati singolarmente.

1.6.1 *KANBAN*

Non si approfondisce ora questa metodologia in quanto oggetto del prossimo capitolo.

1.6.2 VALUE STREAM MAPPING (VSM)

Essendo la comprensione del valore lo scopo principale del sistema snello, è necessario capire come fluisce il valore attraverso tutti i vari stadi prima di arrivare al cliente.

Il *Value Stream Mapping* è uno strumento che permette proprio di mappare l'intero processo che va dal fornitore al cliente, mettendo in luce tutte le attività svolte per realizzare il prodotto, sia a valore aggiunto che non. Tra i vari strumenti pratici proposti dalla filosofia *Lean*, questo dovrebbe essere il primo da utilizzare, in quanto permette di ottenere una fotografia dello stato attuale e di capire le azioni future da implementare.

Lo stato attuale, infatti, rappresenta tutto il flusso delle fasi che consentono di arrivare a produrre valore per il cliente, tenendo conto anche delle azioni non necessarie che ancora sono eseguite nel processo. Lo stato futuro, invece, consiste in una rappresentazione del flusso una volta eliminate le attività di non valore aggiunto e quindi consente di capire come è necessario che il flusso sia affinché risulti ottimizzato.

Il flusso del valore che si analizza, ovvero il *Value Stream*, comprende tutte le varie fasi necessarie alla realizzazione del prodotto finito, quindi non si tratta solo di quella produttiva che fisicamente trasforma la materia prima in prodotto finito, ma anche di quella di progettazione del prodotto stesso fino al suo lancio e di quella della gestione degli ordini.

La *Value Stream Map*, invece, costituisce proprio la rappresentazione del flusso del valore, che non comprende solo il fluire dei materiali dal fornitore al cliente, ma considera anche il flusso delle informazioni. Entrambi i flussi, quindi, vengono considerati nel realizzare la mappa che dà una rappresentazione visiva della situazione, che costituirà il punto di partenza sul quale intervenire per ottenere un flusso migliore in cui si siano eliminati i *muda*.

La mappatura parte dalla considerazione di una singola famiglia di prodotti e viene, *step* dopo *step*, arricchita di informazioni, utilizzando un *set* di icone e simboli ben precisi per questa metodologia.

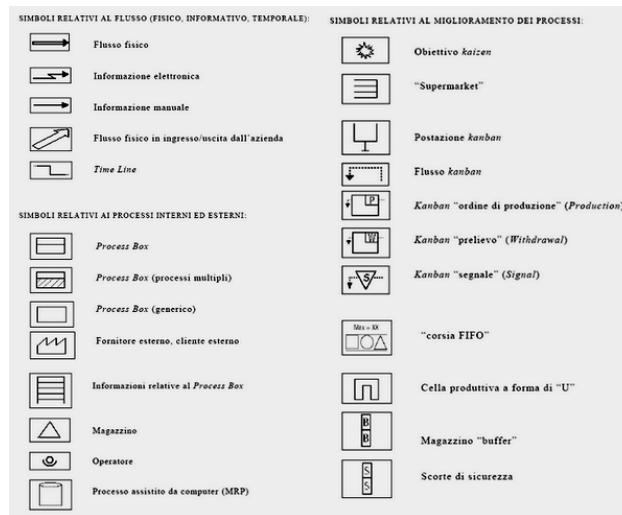


Figura 1.5 Icone e simboli del VSM

Una volta tracciato il *current state*, si può passare alla valutazione delle varie fasi e dei relativi *muda* presenti, così da poter procedere alla progettazione del *future state*. Anche il VSM prevede l'applicazione del *kaizen*, in quanto, una volta raggiunto quello prefissato come *future state*, si potrà porre un nuovo obiettivo come prossimo *future state* a cui tendere.

Value Stream Mapping Steps

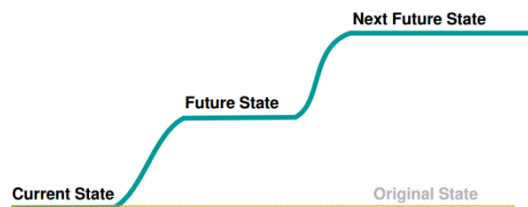


Figura 1.6 Step del VSM

Il processo intrapreso con il VSM può essere sintetizzato come segue:

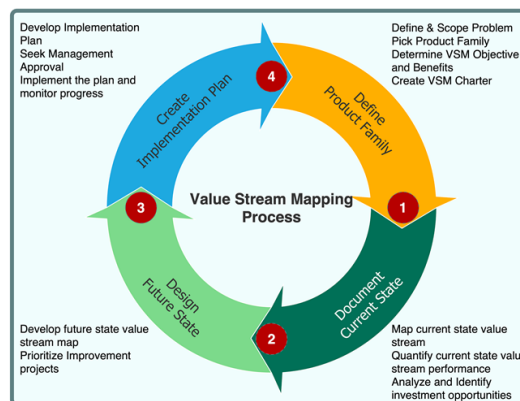


Figura 1.7 Mappa del VSM

1.6.3 HEIJUNKA

Heijunka è un metodo della *Lean Manufacturing* volto al livellamento della produzione.

L'obiettivo di questa metodologia è quello di minimizzare quanto più possibile l'impatto delle variazioni della domanda, come picchi e crolli, regolando un flusso produttivo costante. Questo scopo può essere perseguito attraverso la conversione dei grandi lotti di produzione in una produzione che si adatti al mix produttivo con cui i prodotti vengono richiesti nel mercato finale. Questa procedura permette una corretta applicazione del *Just in Time*, in quanto le stazioni a monte e quelle a valle lavorano ad un ritmo molto simile.

Si può combattere, in questo modo, anche il tipico problema degli ambienti produttivi tradizionali: l'effetto Forrester, conosciuto anche come effetto frusta o effetto *bullwhip*. Essendo infatti la produzione rivolta al magazzino finale e non strettamente collegata con le richieste del cliente, il prodotto messo in circolazione lungo le varie fasi produttive, sotto forma di semilavorati, potrebbe aumentare in modo esponenziale, tanto più ci si allontana dall'interfaccia tra il cliente e l'azienda. Secondo il principio del *Just in Time* e della produzione in ottica *pull*, è necessario realizzare solo quanto strettamente richiesto a valle dal cliente finale. Il metodo *Heijunka* permette di raggiungere questo scopo, non realizzando più, come già detto, lotti di grandi dimensioni ma seguendo l'effettiva domanda a valle. In questo modo si ha una riduzione dei costi di giacenza e si può produrre secondo il proprio *Takt Time*, ovvero secondo il ritmo produttivo da tenere per soddisfare la domanda dei clienti entro i tempi richiesti.

Il livellamento della produzione può avvenire secondo due modalità:

- Livellamento della produzione per volume: si produce sulla base di una media della domanda, così da stabilire le dimensioni del lotto minimo, definendo anche una scorta minima per far fronte ad eventuali picchi;
- Livellamento della produzione per mix di prodotto: il principio di riferimento è lo stesso del precedente, ma lotti e scorte minime vengono definiti secondo il mix di riferimento. Questo metodo è particolarmente utile quando l'azienda gestisce un portafoglio prodotti diversificato.

Il metodo *Heijunka* del livellamento della produzione è implementabile attraverso lo strumento della *Heijunka Box*, la quale, attraverso un immediato e semplice controllo visivo, permette di capire quali sono i prodotti che devono essere realizzati per soddisfare la domanda dei clienti.

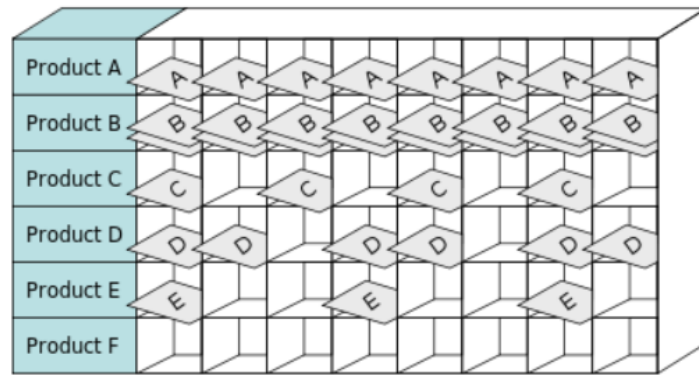


Figura 1.8 Heijunka Box

Sulle file orizzontali sono riportate le varie tipologie di prodotto da realizzare, mentre su quelle verticali si hanno degli intervalli di produzione identici. All'incrocio tra ogni riga e colonna, si ha una fessura, dove vengono riposti tanti cartellini *kanban* a seconda del numero di articoli da produrre di un determinato prodotto durante un certo intervallo di tempo.

I benefici che apporta questa metodologia, dunque, sono molteplici: si va dalla riduzione delle scorte alla diminuzione degli *stockout*, dalla produzione di un mix adattato alle richieste del mercato all'applicazione dei principi del *Just In Time*.

1.6.4 SMED

Con l'acronimo *SMED* si intende *Single Minute Exchange of Die*, ovvero si tratta della realizzazione dell'attrezzaggio di un macchinario in un tempo, espresso in minuti, costituito da una sola cifra e quindi inferiore ai dieci minuti. Il *setup*, infatti, costituisce un'attività di non valore aggiunto e come tale andrebbe eliminata nel lungo periodo o quanto meno ridotta nel breve periodo, come sperimentato per la prima volta da Shigeo Shingo in ambiente Toyota. L'obiettivo finale, infatti, è sempre quello dello *Zero Setup*, ovvero un attrezzaggio istantaneo dei macchinari che quindi non vada ad interferire con il flusso produttivo. Dove non è possibile rendere nullo il tempo di *setup*, l'obiettivo rimane comunque quello di ridurlo nei limiti del possibile, portandolo da valori che possono raggiungere anche l'ora a pochi minuti, in particolare meno di dieci.

Questa riduzione risulta particolarmente rilevante in un ambiente produttivo di tipo *pull*, dove avviene la produzione per piccoli lotti che necessita quindi di frequenti cambiamenti nel riattrezzaggio delle macchine.

Un modo efficace per raggiungere lo scopo prefissato sarebbe quello di trasformare i *setup* interni, ovvero quelli eseguiti con la macchina ferma, in *setup* esterni, ovvero svolti durante il funzionamento stesso della macchina.

1.6.5 LE 5S E IL VISUAL MANAGEMENT

La metodologia delle 5S si focalizza sul semplificare e pulire l'ambiente lavorativo, riducendo gli sprechi e migliorando qualità e sicurezza.

Essa costituisce una delle principali applicazioni dei concetti del *Visual Management*, che, come dice il termine stesso, è volto a rendere le informazioni facilmente fruibili attraverso soluzioni di impatto visivo e ad accrescere la trasparenza dei processi, aspetto primario della filosofia *Lean*. La trasparenza è intesa nel senso più ampio del termine, quindi riguarda sia la trasparenza fisica dell'esposizione chiara e precisa di tutte le attrezzature e i componenti per la produzione, sia la trasparenza relativa alle attività produttive, agli indicatori di *performance* e agli obiettivi per tutto il personale, impiegati ed operatori in linea.

Le 5S sono delle parole giapponesi che rappresentano gli *step* da seguire nell'organizzazione delle postazioni di lavoro:

- *Seiri (Sort/Separare)*: consiste nell'eliminare dal piano di lavoro strumenti rovinati o non necessari e materiali obsoleti e in eccesso;
- *Seiton (Set/Ordinare)*: consiste nell'eliminare o comunque ridurre al minimo il tempo perso nella ricerca degli oggetti. Realizzare degli appositi contenitori per lo stoccaggio dei materiali e degli utensili aiuta a creare un ambiente in cui ogni oggetto ha una sua postazione. Una volta stabilite queste postazioni in maniera univoca, con le posizioni più ergonomiche per ogni utensile, queste devono essere mantenute invariate nel tempo da ciascun operatore;
- *Seiso (Shine/Pulire)*: la pulizia non solo migliora l'efficienza complessiva del luogo di lavoro, ma crea anche un senso di orgoglio dell'operatore che opera in quella determinata postazione di lavoro. È necessario, quindi, pulire ed ordinare periodicamente tali postazioni in modo da mantenere l'ordine ed evitare l'accumularsi di materiale non necessario e sporcizia;
- *Seiketsu (Standardize/Standardizzare)*: le aree di lavoro devono essere il più possibile simili tra loro ed efficienti.

- *Shitsuke (Sustain/Mantenere nel tempo)*: bisogna far in modo che gli operatori interiorizzino le regole e le trasformino in abitudini, in modo che non tornino indietro al vecchio modo di svolgere le cose.

Affinché questo sistema funzioni correttamente, è necessaria l'attiva partecipazione di tutti gli operatori, che devono comprendere l'importanza dell'adozione di questi standard. Anche il *management*, quindi, deve essere capace di trasmettere correttamente gli obiettivi e di motivare il personale, in modo da ottenere quella collaborazione che è alla base proprio del miglioramento continuo e della corretta applicazione del *Lean Thinking*.

Questa metodologia è stata ampiamente adottata in fase di svolgimento del tirocinio curricolare in azienda.

1.6.7 POKA-YOKE

Il *Poka-yoke* è un altro strumento della *Lean Manufacturing* che letteralmente si traduce con "a prova d'errore". Gli errori umani, infatti, possono portare alla creazione di difetti nel processo di gestione degli ordini o in quello di produzione e questi dispositivi si collocano proprio in questo contesto, in quanto sono volti all'eliminazione di tali errori, attraverso semplici pratiche che possono essere adottate "anche da parte di personale non particolarmente accorto" (Womack e Jones, 1996). È importante, infatti, eliminare completamente la produzione di articoli difettosi, anche se dovesse essere semplicemente in numero pari ad uno. Sebbene un unico articolo difettoso rappresenti una percentuale irrisoria sul totale del volume produttivo, il cliente che lo riceverà avrà un prodotto difettoso al 100%. In questo caso, quindi, non si rispetterebbe il concetto di valore per il cliente finale e si potrebbe incorrere sia nella perdita di tale cliente sia in un danno di immagine.

Gli errori possono essere di diversa natura ed essere imputabili a varie cause. In primo luogo, si può trattare di difetti dovuti ad una mancata lavorazione o ad un procedimento errato durante la stessa, ad un assemblaggio scorretto o ad un utilizzo sbagliato di qualche strumento. In secondo luogo, tali errori possono essere compiuti a causa di operatori con poca esperienza o distratti e a causa di mancate procedure standard.

Tramite questo strumento diminuiscono anche le ispezioni di qualità e conformità, consentendo di ridurre quindi il tempo che intercorre tra le diverse fasi produttive.

Questo metodo permette, inoltre, di prevenire la generazione di difetti, in modo da non dover spendere tempo e soldi per la correzione di essi ed è evidente, quindi, come sia particolarmente efficace in ambienti produttivi con un elevato numero di postazioni manuali.

1.7 LEAN LEADER

Intraprendere un cambiamento volto all'attuazione del *Lean Thinking* richiede da parte dei dirigenti un forte coinvolgimento e una solida convinzione, che devono poi essere trasmessi al personale di livello più operativo. La riuscita dell'implementazione del pensiero snello in un'azienda si verifica, infatti, solo se tutto il personale viene accompagnato nella comprensione del cambiamento, imparando quindi a sostenerlo con motivazione. L'approccio del pensiero snello si può considerare, quindi, *bottom-up*, in quanto deve essere sostenuto dal basso per poter essere efficace, ma anche *top-down*, in quanto, in primis, la nuova visione deve essere abbracciata dal *management* che dovrà, in seguito, attuarla.

Oggi, in contrapposizione alla visione dei *manager* tradizionali, si può parlare di *Lean Leader*, come sostiene l'autore Lawrence Miller in uno dei suoi seminari (2018).

In un *Lean Leader*, in primo luogo, l'idea di autorità e di controllo tipica di un *leader* tradizionale viene abbandonata, per far spazio all'ottenimento di impegno, collaborazione e creatività da parte del suo *team* e degli operatori che svolgono le vere e proprie attività di realizzazione del prodotto. Egli tende a basare il proprio approccio più sull'ascoltare che sul parlare, non dando semplicemente ordini, ma ponendo domande a cui cerca risposte di cui non è già in possesso. Tali risposte arrivano dall'ascolto degli altri e quindi il *Lean Leader* deve essere umile, così da essere aperto all'ascolto e ai pareri altrui.

Spesso nel mondo attuale non si realizzano soltanto prodotti fisici, bensì servizi e in tal caso a colui che si interfaccia con questa tipologia di prodotti sono richieste diverse qualità ed una maggiore sensibilità, in quanto non può toccare l'oggetto fisico e misurarlo, riscontrando visivamente i vari difetti.

Il *manager* tradizionale stabilisce dei piani di lungo termine e cerca di attenervisi fedelmente, mentre il *Lean leader* ha soltanto delle idee generali per il lungo periodo e, mentre procede, sperimenta e compie aggiustamenti, perché c'è un continuo processo di

apprendimento che deve essere caratterizzato sempre dall'umiltà di essere disposti a cambiare. Oggi non si hanno più conoscenze formali e risposte certe, poiché il mondo cambia velocemente: ad esempio, ciò che si è potuto imparare sui libri negli anni degli studi potrebbe non essere più valido nel mondo attuale del lavoro e quindi si verifica un vero e proprio processo di apprendimento quotidiano.

Nel *leader* tradizionale c'era la tendenza ad amare il potere, oggi invece nel *Lean leader* si è verificato un vero e proprio cambiamento nella predisposizione verso l'altro, che viene dimostrato dal fatto di interfacciarsi continuamente con fornitori, clienti, *shareholders* e dipendenti.

Nel passato si prendevano decisioni considerando lo staff dei responsabili tecnici, nella cultura *lean*, invece, i *manager* si affidano meno a queste figure e si basano maggiormente sulle persone che lavorano nel processo produttivo stesso, così da apprendere informazioni ed intraprendere un percorso di miglioramento continuo. Per diventare esperti nel settore, quindi, i *Lean Leader* adottano una strategia *bottom-up*, partendo da chi è più in basso per diventare loro stessi esperti.

Non si parla più, inoltre, nella cultura *lean* di *decision making* individuale, ma si parla di *team decision making*, basato sul consenso e sulla consultazione di una squadra di lavoro. Nel vecchio modello, infine, vi erano dei veri e propri muri all'interno dell'azienda, che invece nella cultura odierna sono irrilevanti, non solo all'interno della stessa azienda, ma anche tra aziende differenti, in quanto i processi fluiscono attraverso tutte queste barriere. Non ci sono più imprese che tengono in considerazione solo la loro entità, ma si collocano in un contesto più ampio, nel quale intrattengono rapporti di fiducia con i fornitori a monte e i consumatori a valle che si servono del loro prodotto. Il processo, quindi, diventa un processo trasversale, che abbraccia diverse realtà e non è più relativo ad una sola azienda.

Un *Lean Leader* non ha più risposte giuste o sbagliate come da tradizione, ma prende delle decisioni che sembrano le migliori nel momento in cui si effettuano e che, attraverso le azioni che vengono implementate continuamente, potrebbero risultare sbagliate o peggiori di una nuova decisione che apparirà ancora migliore. La filosofia *Lean* si basa, infatti, sulla tempesta delle prove (*Trystorming*), secondo la quale per ottenere risultati bisogna eseguire prove. Essendo la prova un esperimento, si applica in maniera vera e propria il metodo scientifico: passare all'atto pratico e sperimentare, infatti, porta

all'ottenimento di un risultato in minor tempo rispetto alla valutazione teorica dell'opzione più valida da seguire. La prova pratica, infatti, permette rapidamente di vedere se si è operato nel giusto o, in caso contrario, consente la rapida eliminazione di quella alternativa.

Nelle imprese snelle, da un'organizzazione verticale con un relativo *decision making* anch'esso verticale, si passa ad una organizzazione orizzontale, basata sulla collaborazione tra le persone, che sono sempre più in grado di sviluppare abilità per intrattenere relazioni con fornitori, clienti e tutti gli *stakeholders* dell'azienda in generale.

1.8 SHOP FLOOR MANAGEMENT

Lo *shop floor management* è una efficace forma di *leadership* in produzione e rappresenta proprio il controllo della fabbrica e del processo produttivo. Per poter essere applicato, è necessario che le aziende abbiano adottato i principi del *Lean Thinking*, in quanto questa pratica permette di applicare una *leadership* volta a sfruttare a pieno le conoscenze del *team* di lavoro e le competenze di tutte le risorse, applicando processi di miglioramento continuo e risolvendo rapidamente i problemi.

Come già illustrato, infatti, la *Lean Leadership* concepisce in maniera innovativa il concetto di *management*, che possiede in questo caso un *growth mindset*, ovvero una mentalità di successo, che porta a considerare gli insuccessi come fonte di apprendimento e insegnamento per il futuro.

Affinché il *Lean Leader* applichi strategie di successo, volte ad incoraggiare il *team* e a studiarne i successi e gli insuccessi, è necessario che egli sia direttamente presente nell'area produttiva. In questo modo il *manager* può tener traccia dei vari processi e, attraverso il sostegno di strumenti di monitoraggio per la raccolta di dati, può supportare le attività quotidiane, identificando le fonti di spreco e migliorando il processo direttamente *in loco*.

CAPITOLO 2

SISTEMA KANBAN

Come si è visto nel precedente capitolo, con la filosofia *Lean* si mette in piedi un sistema con gestione di tipo *pull*, che permette alla domanda di essere tirata dal cliente e non di produrre per il magazzino finale. Per poter operare effettivamente in questa modalità, si è visto che è prima necessario effettuare una mappatura del flusso di valore ed eliminare tutte le attività non necessarie che rappresentano dei *muda*. Bisogna, quindi, approntare un sistema tale per cui un evento di uscita di una certa quantità di prodotto immessa sul mercato generi automaticamente la lavorazione di nuovi prodotti dello stesso tipo.

Lo schema che si vuole seguire è il seguente:

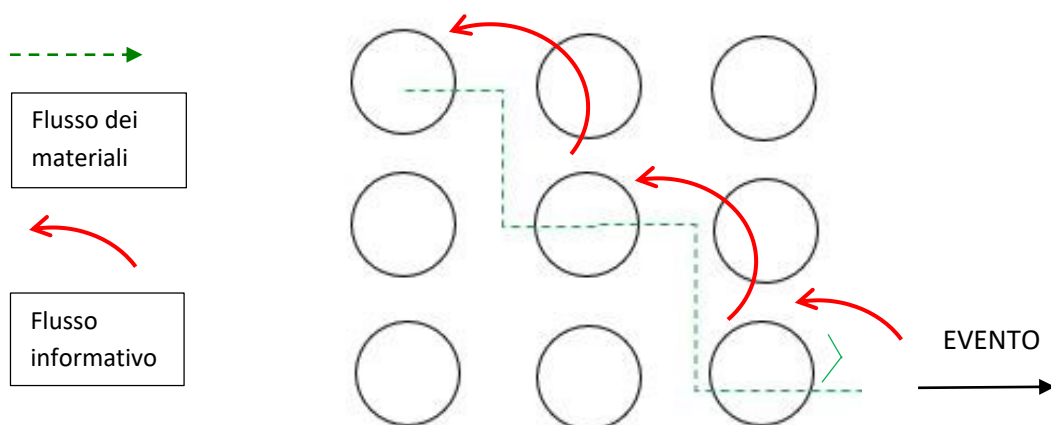


Figura 2.1 Sistema a trazione

In queste celle di lavoro vengono prodotti dei semilavorati che, avanzando nel loro percorso all'interno del sistema produttivo, acquisiscono valore aggiunto. Nella cella finale avviene la fase di assemblaggio dei semilavorati realizzati a monte, ma solo nel momento in cui a valle si verifica l'effettiva richiesta da parte del cliente. Per effettuare tale assemblaggio, la cella a valle consumerà dei componenti che quindi dovranno essere prodotti di nuovo dalla cella immediatamente a monte e così via all'indietro.

È necessario, quindi trovare un meccanismo che permetta di far scattare la produzione di componenti nel momento in cui a valle si verifica l'effettivo fabbisogno.

Mentre il flusso dei materiali si muove lungo la catena lavorativa ed avanza tra le varie isole di lavorazione, contemporaneamente deve esserci un flusso informativo che va a ritroso rispetto al ciclo di produzione, che vada dalla vendita alla prima lavorazione e che trasporti i dati necessari alle quantità e alle tipologie di prodotti da realizzare.

Il flusso dei materiali si svolge grazie all'impianto di produzione, mentre per il trasporto dell'informazione è necessario un ulteriore sistema e in questo contesto si colloca proprio una importante invenzione del *Toyota Production System*: il sistema *kanban*.

Kanban (看板) si traduce letteralmente con "cartellino" e rappresenta un sistema di trasmissione dell'informazione.

Questo metodo è anche conosciuto come *Supermarket Method*, in quanto la sua struttura richiama proprio l'idea alla base dei supermercati: i vari articoli, infatti, sono disponibili per i clienti nelle quantità richieste e nel momento in cui ne hanno bisogno.

Questo sistema risponde ai diversi principi alla base del *Lean Thinking*, in quanto permette di eliminare in particolare il *muda* della sovrapproduzione, di applicare il *Just in Time* e quindi una gestione di tipo *pull*, riducendo allo stesso tempo l'effetto Forrester, e di ricorrere ad una gestione visuale del flusso produttivo.

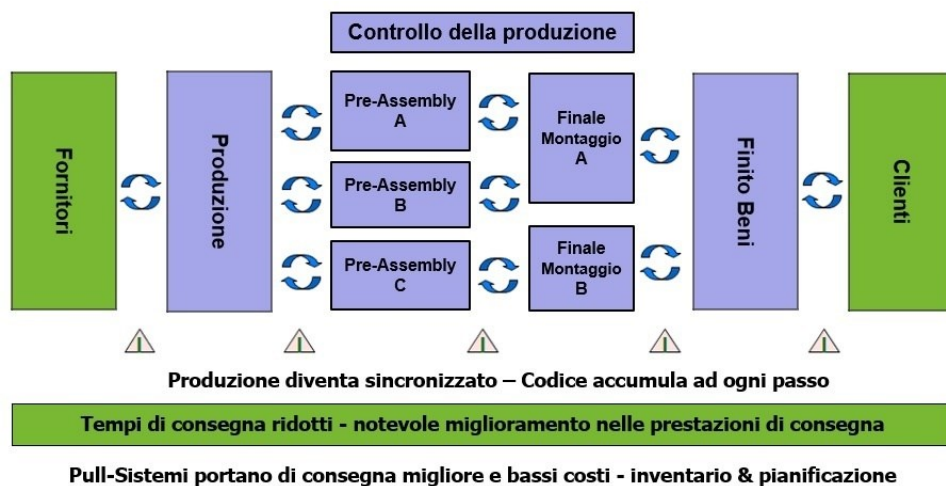


Figura 2.2 Pull System

2.1 FUNZIONAMENTO GENERALE DEL SISTEMA KANBAN

Le celle di produzione, per poter rispondere l'una a monte al fabbisogno dell'altra a valle, devono avere un piccolo magazzino in cui poter disporre i prodotti che vengono lavorati all'interno. Tale magazzino è molto piccolo, perché viene dimensionato sulla capacità

produttiva della cella e prende il nome di *buffer*, in quanto appunto rappresenta un magazzino di linea e si distingue dai magazzini tipici della produzione *push*.

Ogni cella ha due magazzini, un *buffer* di entrata ed un *buffer* di uscita:



Figura 2.3 Buffer di entrata e di uscita

Nel *buffer* di uscita dell'ultima cella di produzione a valle i prodotti sono correlati di un cartellino, il cartellino *kanban*, che identifica quel prodotto, specificando quali sono stati i semilavorati utilizzati e quali sono le operazioni da compiere per la sua realizzazione. Quando l'oggetto viene venduto, uscendo dal ciclo produttivo e venendo immesso sul mercato, il suo cartellino viene staccato e rimandato indietro all'interno della cella. Gli operatori all'interno dell'isola ricevono il cartellino sul quale sono riportate le istruzioni per produrre un pezzo dello stesso tipo di quello che è stato venduto e, nel momento in cui tale pezzo viene realizzato, vi viene applicato nuovamente il cartellino. Per la produzione di un pezzo di questo tipo, facente parte dell'ultima cella a valle, si ha bisogno di prelevare dei componenti dal *buffer* di ingresso della cella ed anche tali componenti hanno applicato a loro volta un cartellino *kanban*, che descrive anche da quale isola a monte provengono. Nel momento in cui i componenti per creare il prodotto finito vengono prelevati dal *buffer* di entrata della cella, da questi componenti vengono staccati i cartellini *kanban* e vengono rimandati all'isola in cui tali pezzi erano stati realizzati. Questi cartellini, quindi, vengono fatti arrivare al *buffer* di uscita della cella in cui sono stati prodotti i pezzi, su tali pezzi vengono applicati i cartellini che provengono da valle, mentre vengono staccati i cartellini già applicati sugli stessi, che invece vengono rimandati all'interno della cella produttiva, in modo che vengano prodotti nuovamente dei pezzi dello stesso tipo di quelli che sono usciti. Per la produzione di tali pezzi, saranno necessari dei componenti, che si trovano nel *buffer* di ingresso della cella con i propri cartellini *kanban*, che verranno anch'essi staccati per essere trasportati nella cella a monte che realizza quel tipo di componentistica.

I cartellini procedono così, a ritroso, fino ad arrivare alla prima isola di lavorazione del sistema produttivo.

Esistono, quindi, due tipologie di cartellini:

- Ci sono dei cartellini che si muovono tra il *buffer* di uscita di un'isola produttiva e l'interno dell'isola stessa: *kanban* di produzione;
- Ci sono dei cartellini che, invece, si muovono tra isole diverse: *kanban* di prelievo.

Mentre i *kanban* di produzione fanno scattare la produzione di un prodotto, i *kanban* di prelievo fanno scattare il trasporto di un prodotto che è già stato costruito.

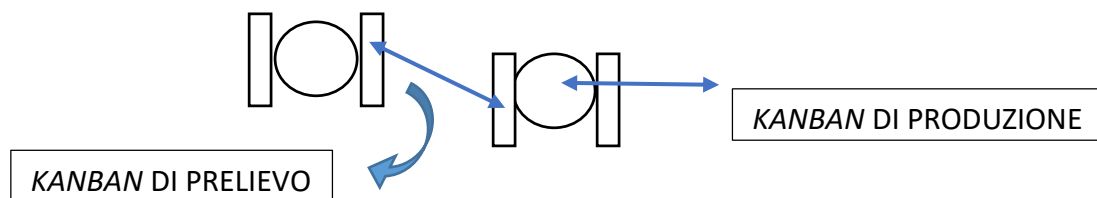


Figura 2.4 Kanban di prelievo e kanban di produzione

Questo sistema richiede del tempo per essere messo in piedi, ma è particolarmente efficace in quanto, a fronte di un evento, in questo caso la vendita del prodotto, si attiva tutta una serie di reazioni che è possibile descrivere con due flussi di verso opposto: flusso dei materiali e flusso informativo.

Il sistema dei cartellini è molto semplice e presenta un costo molto basso, permettendo inoltre all'informazione di viaggiare sicura e ne garantisce l'affidabilità, in quanto il percorso dei cartellini di prelievo, ad esempio, è sempre il medesimo tra le stesse due celle. L'informazione che reca con sé, inoltre, è significativa solo per le due celle in questione e non per altre e, quindi, non è ambigua e viaggia ad una velocità adeguata, in quanto tale velocità è data dalla rapidità con cui lavorano le isole produttive.

Attraverso questo strumento operativo che è il sistema *kanban*, si realizza dunque un sistema di trasmissione dell'informazione basato su cartellini che permette di rispondere prontamente alla domanda, senza la creazione di significative scorte in magazzino.

Lavorando in questo modo il sistema informativo del *kanban* permette di integrare le varie fasi della produzione collegandole con la domanda del cliente e da questo nasce

proprio uno dei grandi vantaggi del sistema, ovvero quello di ridurre la sovrapproduzione e di realizzare quanto strettamente necessario nel momento in cui è necessario.

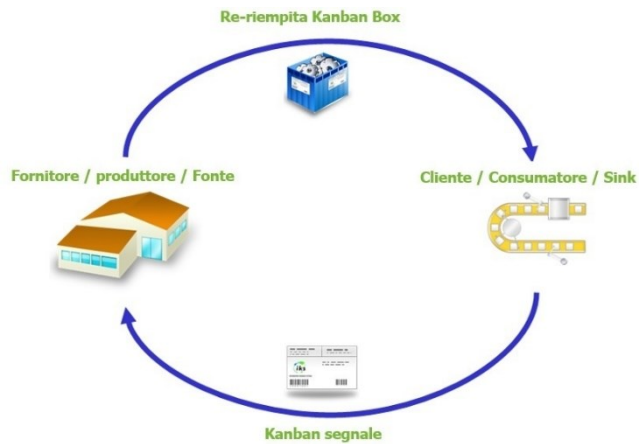


Figura 2.5 Funzionamento del sistema kanban

2.2 STRUTTURA DI UN CARTELLINO KANBAN

Con il cartellino *kanban* si decide la quantità e la tipologia da produrre di ciascun articolo. Ogni cartellino è specifico per un prodotto o componente e specifica da dove arriva e dove deve andare.

Le informazioni che di solito si trovano su un cartellino *kanban* sono:

- Il codice del componente interessato (a cui spesso si aggiunge la descrizione);
- La quantità da ripristinare;
- Il fornitore di quel componente;
- Il cliente che lo richiede;
- Il contenitore da utilizzare;
- Codice a barre;
- Altre informazioni personalizzate che variano da azienda ad azienda.

Fornitore: PU1 Descrizione: Production Unit 1	Cliente: PU2 Ubicazione: Loc02
#Kanbans: 9	Contenitore: Box 1 Quantità: 100
Creato: 10/12/2013 22:33:00 Stampato: 11/12/2013 12:10:11	Descrizione: Item 012345
 Codice articolo: 012345	Kanban ID:  1090

Figura 2.6 Cartellino kanban

2.3 TIPOLOGIE DI KANBAN

Tramite i cartellini *kanban* si può stabilire la produzione, l'acquisto o la movimentazione dei materiali. Sulla base di queste distinzioni, Yasuhiro Monden, nel libro *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time* (1988), classifica i *kanban* in 5 tipologie:

- *Primary kanban*: si tratta del cartellino che gira all'interno dell'area produttiva dell'azienda e, come già visto, se ne possono identificare due tipologie diverse in base alla funzione che svolgono:
 - *Kanban* di produzione: autorizza la produzione del codice a cui fa riferimento, secondo quantità indicate nel cartellino stesso;
 - *Kanban* di prelievo: fa partire il rifornimento del codice a cui fa riferimento verso i reparti produttivi, secondo le quantità indicate nel cartellino stesso.
- *Supply kanban*: si tratta di un cartellino che gira tra le linee produttive ed i magazzini, interni ed esterni all'azienda;
- *Procurement kanban*: serve per poter effettuare un ordine presso un fornitore esterno;
- *Subcontract kanban*: si tratta di un cartellino per la movimentazione di articoli tra diverse unità all'esterno dell'azienda;
- *Auxiliary kanban*: è utile per particolari applicazioni come il *signal kanban*.

In aggiunta alle diverse tipologie di *kanban*, si possono avere varie modalità d'impiego, che variano a seconda del contesto dove vengono applicate:

- *Kanban tradizionale*: in questo caso si ha un certo numero di contenitori per ogni articolo, con una quantità di pezzi predefinita, e a ciascuno di essi è applicato un cartellino che indica proprio la quantità di ripristino. Quando la quantità all'interno del contenitore si esaurisce, si stacca il cartellino che vale come ordine di approvvigionamento.

Si devono standardizzare cartellini e contenitori.

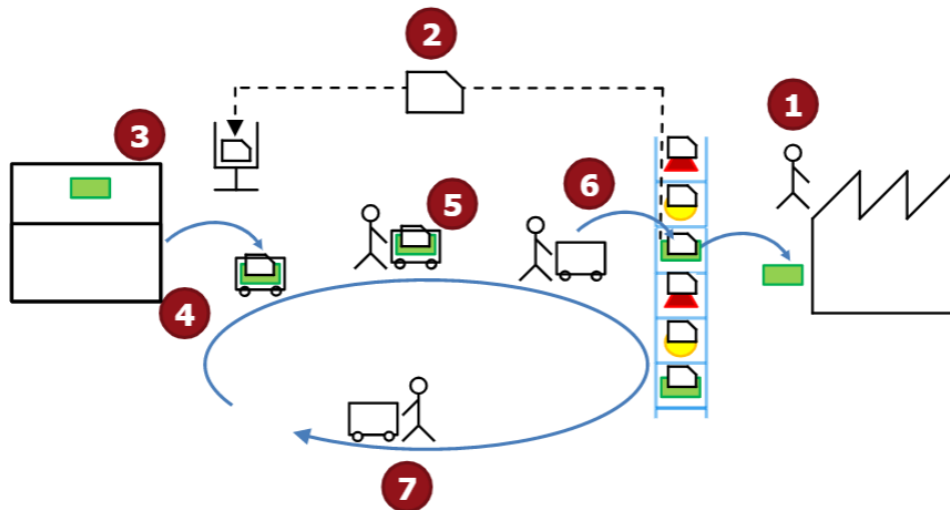


Figura 2.7 Funzionamento del kanban tradizionale

- *Double bin*: si tratta del cosiddetto metodo vuoto per pieno (nome con il quale si farà riferimento a questo concetto nei capitoli successivi). In questo caso, il sistema prevede l'utilizzo di due contenitori e quando si esaurisce la quantità all'interno di uno, il *kanban* è rappresentato dal contenitore stesso, che, quando è vuoto, rappresenta esso stesso un ordine di approvvigionamento. Il *Lead Time* di ripristino viene coperto dalla seconda scatola, che permette così di non incorrere in uno *stockout* di materiale. In questo caso, quindi, non si ha un cartellino che gira per l'approvvigionamento del materiale, ma ciò che si muove è il contenitore stesso, che riporta tutte le informazioni che ha un classico cartellino *kanban*.

Questa modalità nelle aziende è la più utilizzata come *kanban* di movimentazione per il rifornimento di viteria e minuteria varia per le linee di assemblaggio.

- *Signal kanban*: questa tipologia si implementa quando il lotto del fornitore è maggiore della quantità richiesta e consumata dal cliente. Si tratta in questo caso dell'applicazione di una politica di approvvigionamento con punto di riordino: non si associa al *kanban* un contenitore, ma viene riportato il cartellino al fornitore solo dopo il consumo di un certo numero di pezzi.

I *signal kanban* in particolare possono essere di due tipi:

- *Triangular kanban*: serve per avviare gli ordini di produzione;
- *Material Requisition kanban*: come dice il termine stesso, serve semplicemente per il rifornimento del materiale mancante.

Un esempio di questa tipologia potrebbe essere avere i pezzi o i contenitori impilati uno sopra l'altro e l'ordine non viene lanciato finché non si arriva allo specifico pezzo sul quale è applicato il cartellino. Il *Lead Time* di ripristino viene, poi, coperto dai pezzi restanti.

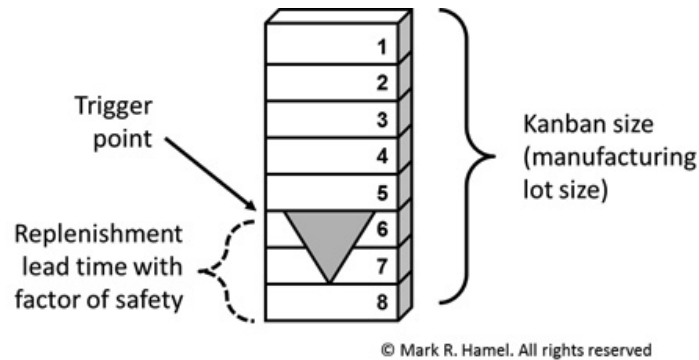


Figura 2.8 Funzionamento del signal kanban

- *Batch kanban*: come nel caso precedente, si applica nei casi in cui i lotti produttivi del fornitore sono maggiori delle quantità richieste a valle. La differenza dal *kanban* tradizionale è che il produttore attende che si accumulino un certo numero di cartellini relativi allo stesso codice prima di iniziare la produzione. In questo caso, per l'accumulo dei cartellini si utilizzano spesso dei tabelloni.

2.4 TABELLONI KANBAN

Nel caso del *batch kanban*, per il quale i pezzi relativi ai cartellini accumulati non vengono prodotti subito nel momento del deposito del cartellino, ma si aspetta che si accumulino un certo numero di cartellini prima di lanciare la produzione, si utilizzano spesso, come già detto, dei tabelloni che aiutino gli operatori a capire il momento esatto in cui produrre.

Questa modalità viene applicata soprattutto perché la produzione di un solo pezzo potrebbe risultare alquanto costosa per gli elevati costi di *setup* delle macchine, ma, se invece le macchine vengono attrezzate per la produzione di un maggiore quantitativo di pezzi, tale costo si può spalmare su più articoli, riducendo, in questo modo, la sua incidenza.

I tabelloni *kanban* sono utili proprio in questo contesto, in quanto permettono di stabilire quando è necessario avviare la produzione di un determinato codice e quando, invece, è ancora possibile ritardarla. Come i pezzi vengono consumati, i cartellini con il relativo

codice vengono depositati sulla colonna corrispondente. L'aumento del numero di cartellini in una colonna significa, dunque, che quel relativo codice sta continuando ad essere consumato e i colori permettono di capire proprio quando quel pezzo sta diventando critico e strettamente necessario a valle.

Nella lavagna su ogni colonna si riporta il codice di un articolo, sulle righe ci sono degli intervalli temporali (giorni della settimana o settimane) e in ogni casella c'è lo spazio per inserire un cartellino *kanban* di un certo codice, colorata in verde, giallo o rosso a seconda della priorità:

- Zona verde: rappresenta un estremo della colonna, il primo dove vengono inseriti i cartellini. Finché i cartellini di un determinato codice si trovano solo in questa zona, non è possibile avviare la produzione dell'articolo;
- Zona gialla: è la parte centrale della colonna. Quando i cartellini arrivano in questa zona, si può iniziare la produzione del codice in esame, che non è comunque ancora obbligatoria, in quanto per questi ancora si ha una scorta sufficiente e si deve dare la precedenza alla realizzazione di pezzi con scorte più basse. Se questi ultimi codici non sono presenti, allora si può passare alla produzione dei codici in zona gialla;
- Zona rossa: è l'estremo opposto a quello verde. Quando i cartellini arrivano in questa area, bisogna avviare la produzione del codice con urgenza, perché significa che le scorte di quel codice sono molto basse e vi è la necessità di ripristinarle.

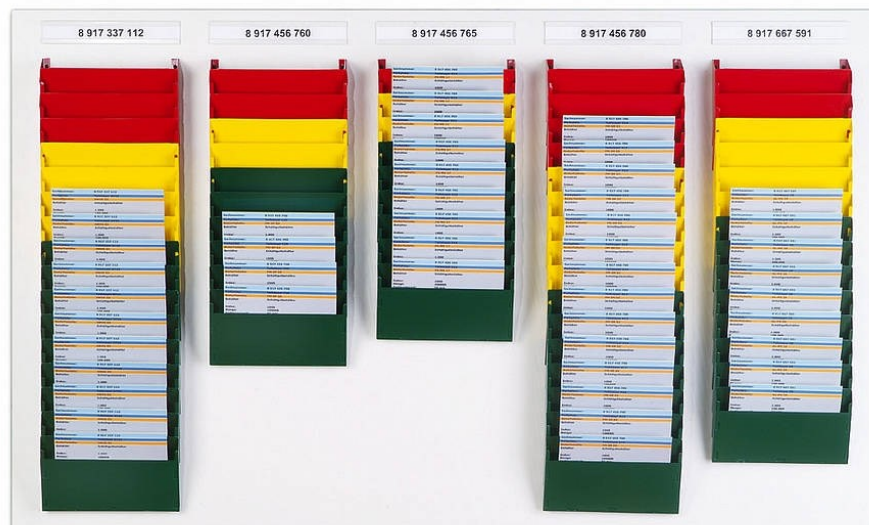


Figura 2.9 Tabellone kanban

Un tabellone siffatto può anche essere chiamato *Kanban Board Semaforo* in quanto viene utilizzato per la gestione delle priorità di produzione. Nel capitolo precedente, però, si è visto che esistono altre tipologie di lavagne destinate ad ospitare cartellini *kanban*, come la *Heijunka Box* ad esempio, per il livellamento e il mix di produzione.

2.5 DIMENSIONAMENTO DEL KANBAN

Il dimensionamento del numero *KB* di cartellini *kanban* può essere effettuato tramite la seguente formula:

$$KB = \frac{C_{MAX} \cdot (LT + LTS)}{Q} + 1$$

dove:

- C_{MAX} : consumo massimo giornaliero di pezzi [pezzi/giorno];
- LT : *Lead Time* del fornitore [giorni];
- LTS : tempo di sicurezza [giorni];
- Q : quantità standard di pezzi contenuta dal contenitore [pezzi].

La formula consente, arrotondando per eccesso, di calcolare il numero minimo di *kanban* necessari alla gestione di un certo componente, limitando in questo modo quanto più possibile le scorte. Si nota anche che il numero di cartellini *kanban* dipende dalla domanda effettivamente ricevuta, in quanto è in funzione del consumo giornaliero di pezzi di ciascun articolo.

2.6 SUPERMARKET

Il concetto del *supermarket* che si ritrova nell'implementazione del sistema *kanban* deriva dalla concezione che si ha di un tradizionale supermercato. L'obiettivo di un cliente, andando al supermercato a fare la spesa, è infatti quello di poter trovare tutto ciò che desidera nel momento in cui lo desidera.

L'idea del *supermarket* è nata in Toyota, che ha pensato di replicare il funzionamento alla base dei classici supermercati. Una volta calcolato il numero di *kanban*, infatti, e dimensionati i contenitori, si può predisporre un *buffer* vicino al bordo linea, il *supermarket* appunto, rappresentato da una scaffalatura a ripiani, che permetta agli operatori di avere un elevato livello di servizio avendo un accesso diretto al materiale.



Figura 2.10 Supermarket

Ogni codice deve avere una postazione predefinita, identificata sia dal fronte di prelievo che dal lato di carico e spesso si implementano anche strutture a gravità che permettano un'agevole gestione *FIFO (First In First Out)* e si deve tener conto delle altezze corrette per una questione di ergonomia.

Grazie ai *supermarket* si riduce soprattutto il *muda* della sovrapproduzione e in particolare:

- Tutti i codici gestiti tramite sistema *kanban* sono disponibili in una certa quantità e con un certo numero di contenitori precedentemente dimensionati;
- Ciascun contenitore possiede il proprio cartellino associato;
- Il materiale viene approvvigionato nuovamente solo nel momento in cui si verifica l'effettivo svuotamento di un contenitore.

Il prelievo del materiale da parte degli operatori al *supermarket* avviene come segue:

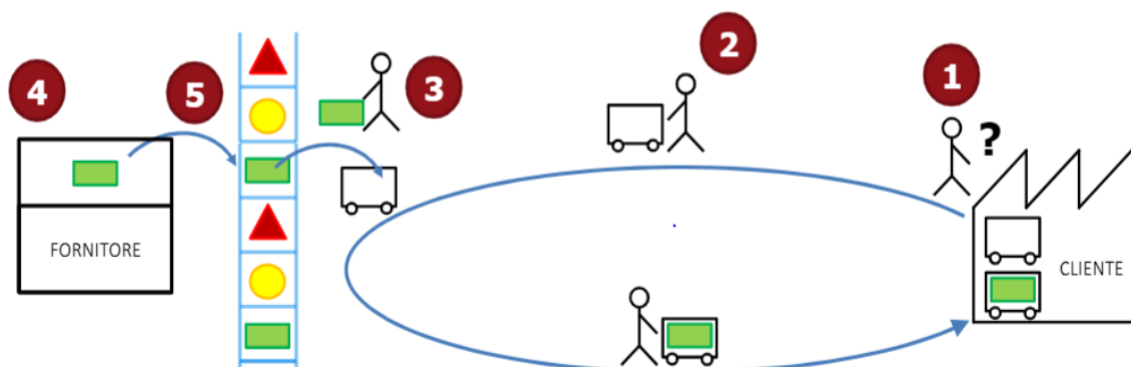


Figura 2.11 Funzionamento del supermarket

2.7 IMPLEMENTAZIONE DEL SISTEMA KANBAN

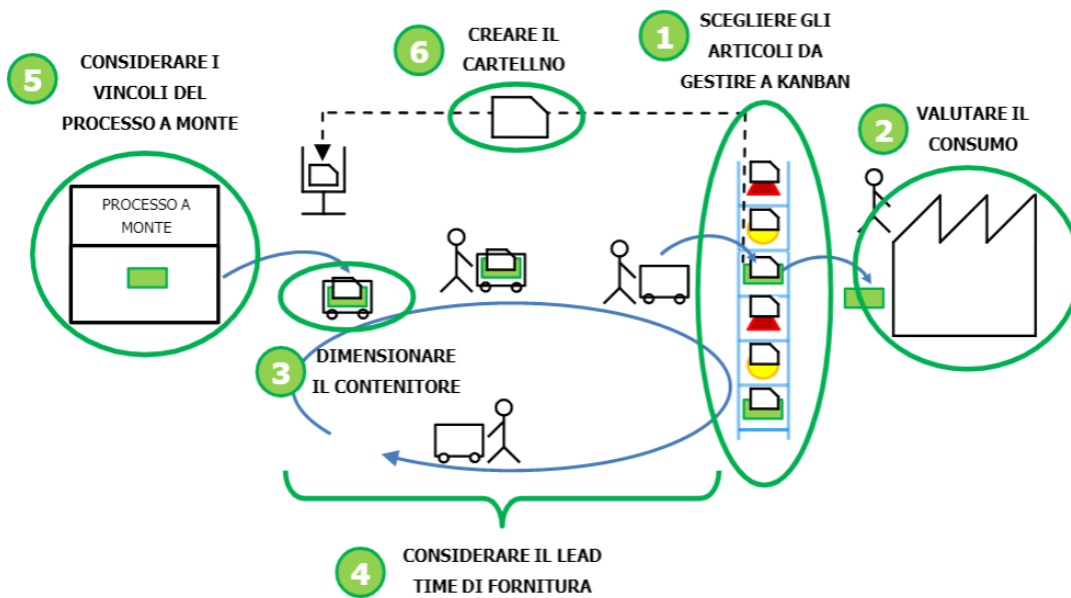


Figura 2.12 Step dell'implementazione del sistema kanban

L'implementazione di un sistema *kanban* prevede alcuni *step* da seguire:

- Scelta degli articoli da gestire a *kanban*: i migliori candidati sono i codici con consumi continuativi e con *Lead Time* di approvvigionamento contenuti;
- Valutazione dei consumi;
- Scelta e dimensionamento del contenitore: questa fase si basa sulla valutazione dei consumi e stabilisce i migliori contenitori per ciascun articolo, considerando anche le movimentazioni e le postazioni di stoccaggio. In questo passaggio ci si occupa, in seguito, di standardizzare con meno varianti possibili.
- Valutazione del *Lead Time* di fornitura;
- Valutazione dei vincoli del processo a monte: il dimensionamento del *kanban* deve tener conto dei lotti minimi e dei multipli di imballo sia dei prodotti movimentati che realizzati;
- Creazione del cartellino: deve contenere tutte le informazioni necessarie.

2.8 KANBAN ELETTRONICO

Il *kanban* elettronico è un metodo alternativo per l'applicazione del sistema *kanban*, che combina le logiche di un sistema *kanban* tradizionale con la gestione elettronica delle informazioni.

Se, infatti, il cartellino fisico rappresenta un punto di forza del sistema, in quanto rende immediato e visivo il funzionamento dello stesso, dall'altro può rappresentare un problema nel momento in cui non si considera più soltanto il sistema azienda, ma la *supply chain* nella sua totalità. Per un riordino delle quantità ad un fornitore, infatti, il cartellino dovrebbe uscire dall'azienda e queste operazioni potrebbero causarne lo smarrimento. Questa soluzione risulta utile anche per movimentazioni interne all'azienda, qualora le distanze da percorrere e gli spazi siano molto ampi.

L'implementazione di un *kanban* elettronico può far seguito anche ad un'attenta analisi dei codici gestiti tramite questa modalità: quando, infatti, questi inizino ad essere utilizzati su un'ampia gamma di articoli, sull'ordine delle centinaia ad esempio, e nel caso di poca prevedibilità della domanda, che preveda quindi continui aggiornamenti delle quantità, il passaggio ad un sistema elettronico risulta conveniente.

In questo caso, il cartellino *kanban* fisico viene mantenuto, soltanto che gli viene associato un corrispettivo elettronico all'interno del sistema informatico aziendale. Nel momento in cui il cartellino fisico viene staccato e posizionato ad esempio su uno dei tabelloni per la raccolta dei cartellini, tramite un codice a barre o un *tag RFID*, che identifica univocamente un cartellino, si aggiorna il *kanban* elettronico e si può inviare un ordine di produzione o acquisto al proprio fornitore in tempo reale. Affinché il sistema funzioni correttamente, però, è necessario che le aziende coinvolte nel processo siano ben integrate con i loro sistemi informatici e gestionali, così da non perdere i vantaggi della trasmissione *real time* e della visibilità completa dei tabelloni *kanban* attraverso lo strumento elettronico.

Un tale sistema, inoltre, permette un monitoraggio delle rotazioni dei cartellini e una tracciabilità, prevenendo così possibili errori.

È importante sottolineare che il *kanban* elettronico non può prescindere dalle regole base di funzionamento del sistema tradizionale e quindi:

- La produzione non può essere avviata se non è arrivato l'ordine da un cartellino *kanban*;
- Il ripristino avviene solo dopo l'effettivo consumo e svuotamento del contenitore.

L'applicazione del *kanban* elettronico quindi non può essere effettuata in un ambiente dove non sia prima stato implementato efficacemente il sistema tradizionale e sia stato interiorizzato da tutto il personale.

Dall'implementazione del sistema elettronico, ne derivano alcuni vantaggi per le aziende, tra cui in primis la riduzione della perdita di cartellini, ma anche la possibilità di raccogliere più facilmente dati e quindi di valutare la rotazione dei cartellini e il conseguente rapido aggiornamento delle quantità da ordinare.

CAPITOLO 3

LE AZIENDE DI RIFERIMENTO: BLUPURA E CULLIGAN

3.1 BLUPURA

“L’acqua e le risorse della terra sono i beni più preziosi che l’umanità possiede e in quanto tali siamo chiamati, con i nostri gesti, a preservarli con cura per le generazioni future. Scegliere uno dei nostri refrigeratori collegati alla rete idrica, non solo ti dà la comodità di disporre continuamente di grandi quantità d’acqua fresca, liscia e gassata, ma è soprattutto una scelta igienicamente sicura ed economicamente intelligente, oltre che un gran bel regalo per l’ambiente.

Ma, per noi, questo non basta. Abbiamo voluto delle macchine impeccabili, progettate con un *design* accattivante e costruite con materiali di massima qualità: perché essere 100% *Made in Italy* non è solo un’etichetta da mostrare, ma un fatto concreto in cui crediamo ed investiamo.

All’inizio è stata una scommessa. Oggi è un impegno e una realtà che ci rende orgogliosi.”

Gianni Grottini e Luca Costantini



Blupura nasce a Castelfidardo (AN) nel 2008 ad opera di Gianni Grottini e Luca Costantini, che insieme hanno oltre 50 anni di esperienza nel settore della refrigerazione dell’acqua. Sono stati dei pionieri nel settore, in quanto primi al mondo ad utilizzare gas refrigeranti naturali ad impatto zero sul riscaldamento globale.

Oggi l'azienda conta 2 amministratori delegati e 130 dipendenti, con uno stabilimento produttivo di 11.000 mq, che permette una capacità di produzione di 100.000 unità annuali e una distribuzione verso 65 Paesi. Nel 2014 è stata inaugurata, inoltre, una sede negli USA, a Miami.



Figura 3.1 Sede amministrativa Blupura

Nei suoi 12 anni di vita, l'azienda ha registrato una continua crescita, portando il suo fatturato da 0 a 36 milioni di euro. Fin dai primi anni di attività, ha ottenuto diversi riconoscimenti: già nel 2010, infatti, si è classificata al primo posto negli *Aqua Awards* come *Best environmetally friendly practice*, per esser stata la prima azienda nel settore ad aver salvaguardato l'ambiente grazie all'innovativa adozione, per l'impianto di raffreddamento, dei gas refrigeranti naturali R290 e R600.

Blupura è stata menzionata anche nel report di *Greenpeace* dal titolo "*Cool technologies: working without HFCs*" come unico produttore di refrigeratori con tecnologie refrigeranti *HFC-free* in vari settori industriali: "*The Italian company Blupura is the first company in the world to produce HFC-free watercoolers*". Gli idrofluorocarburi (HFC) sono, infatti, gas refrigeranti utilizzati tradizionalmente nei sistemi di condizionamento che sono responsabili di contribuire alla riduzione dello strato di ozono atmosferico e all'effetto serra. Blupura, invece, con l'utilizzo di gas refrigeranti completamente naturali, si rivela, come già sottolineato, un'azienda di pionieri in Europa e in USA con impatto zero sul riscaldamento globale.

I premi accumulati negli anni dall'azienda sono innumerevoli, alcuni sempre riguardanti l'ecologia, come il *Best environmetally friendly practice* del 2012 per l'utilizzo del gas

R290, il *Best environmental practice/green initiative* del 2015 per l'utilizzo del gas R600 sulla nuova macchina *Blusoda* o il *Best environmental practice* del 2019, altri, invece, riguardanti il marketing e il *customer service*, come ad esempio il *Best marketing Campaign* del 2017 e del 2019, il *Best website* del 2018 o il *Best service person* del 2019, altri ancora riguardanti l'innovazione di prodotto, come il *Best Product Innovation* del 2013.

“Bere acqua è vitale.

Bere acqua dalla rete idrica aiuta l'ambiente.

Da qui nasce la nostra missione!”

Gianni Grottini e Luca Costantini

L'impronta di stampo ecologico è alla base della *vision* di Blupura, che ha come obiettivo quello di risparmiare, sia per salvaguardare l'ambiente sia per un potenziale sviluppo economico. L'utilizzo di gas refrigeranti naturali, infatti, permette un risparmio energetico del 15% rispetto all'utilizzo di sistemi tradizionali e permette una maggiore resa in termini di prestazioni complessive del refrigeratore. Oltre ai gas refrigeranti naturali, l'azienda adotta materiali il più possibile riciclabili e dispositivi per la riduzione dei consumi elettrici, così da poter considerare la propria come una tecnologia *green*. Utilizzare refrigeratori per l'acqua collegati alla rete idrica, quindi, apporta grandi benefici: se da un lato infatti si riducono i costi per l'imbottigliamento e il trasporto dell'acqua, dall'altro si ha un impatto ambientale positivo per l'intero pianeta, grazie alla riduzione di CO₂ e di bottiglie in PET. Nel loro essere *green*, i dispositivi prodotti sono personalizzabili e rispettano comunque elevati standard qualitativi e funzionali, garantiti da un processo produttivo gestito nella sua totalità internamente, che assicura quindi prodotti 100% *Made in Italy*, con una particolare attenzione alla ricerca di *design* sempre distintivi ed accattivanti.

La grande attenzione verso la qualità è testimoniata, inoltre, dalle certificazioni ottenute nel 2016, quali la NSF e le ISO 9001 e ISO 14001.

L'azienda propone soluzioni alquanto diversificate, sia per le tecnologie ed i sistemi adottati, sia per il settore al quale sono rivolte, che può essere quello del *domestic*, dell'*office*, dell'*hospitality* o del *vending*.

Il 17 maggio 2017 l'azienda viene acquisita da Culligan International Group, divenendo così parte della multinazionale *leader* nel settore della depurazione dell'acqua.

3.2 CULLIGAN INTERNATIONAL

Culligan è stata fondata nel 1936 ad opera di Emmett Culligan con l'obiettivo di fornire un'acqua più pulita alle persone e attualmente è leader mondiale nel trattamento dell'acqua per case, uffici ed industrie, grazie ad una gamma completa di apparecchiature, impianti, accessori e prodotti chimici. Oggi Culligan International ancora persegue il proposito del suo fondatore con la fornitura di acqua pulita, sicura e addolcita attraverso prodotti che siano quanto più *eco-friendly*.

La sede principale si trova a Rosemont, nello stato dell'Illinois (USA), e al momento vanta oltre 900 rivenditori in 90 Paesi, con 35 marchi e più di 3 milioni di clienti in tutto il mondo. Conta, infatti, filiali, dal Nord America alla Cina, dalla Francia all'Italia.



Figura 3.2 Culligan nel mondo

È approdata in Italia nel 1960 e, con 15 filiali, 90 rivenditori indipendenti e centri di assistenza, è capillarmente diffusa sul territorio nazionale, così da garantire un'efficace distribuzione e una quotidiana assistenza tecnica al consumatore finale.

I marchi fondamentali di Culligan, attualmente, oltre a Culligan stessa, sono Zip, Zerowater, Blupura, Quench, Harvey, Paragon, Oasis e Ibbl.

3.2.1 ACQUA PER OGNI ESIGENZA

L'uomo è composto dal 75% di acqua, per questo la salute dell'individuo dipende anche e soprattutto dall'igienicità dell'acqua.

Culligan depura l'acqua rendendola potabile e purificata da sostanze chimiche tossiche e da metalli pesanti e la trasforma in un'acqua oligominerale, grazie a filtri di ultima generazione e di alta ingegneria.

L'acqua che esce dal rubinetto di solito percorre molta strada, per cui durante il viaggio, a causa della corrosione delle tubature, può assorbire elementi metallici, quali ferro, alluminio, cadmio, nichel, manganese ed altri e, per questo motivo, le proprie caratteristiche organolettiche, come colore, sapore, odore e torbidità potrebbero presentarsi alterate.

Nell'acqua, inoltre, può anche esserci la presenza di calcare, dovuta magari alla durezza dell'acqua stessa o alla presenza di batteri.

È quindi in questo contesto che arriva l'impegno di Culligan: installare un depuratore di tecnologia avanzata, dotato di filtri, capace di eliminare gran parte dei metalli presenti nell'acqua, di migliorare l'odore, il colore e il sapore della stessa, addolcendola e rendendola più gradevole e salutare per l'organismo umano.

I depuratori Culligan, inoltre, oltre ad offrire un'acqua pura, abbattano drasticamente i consumi di plastica e sono più economici rispetto al consumo di acqua nelle bottiglie in PET, contribuendo alla riduzione dell'inquinamento ambientale.



La maggior parte dei sistemi Culligan si basa sulla tecnologia ad osmosi inversa, che rende l'acqua sicura e pulita, anche per il settore industriale e medicale. Questa tecnologia si serve di membrane osmotiche semi-permeabili, che consentono di separare il flusso dell'acqua in due: da una parte si ha l'acqua filtrata e pura, dall'altra l'acqua scartata con le impurità, come microinquinanti, pesticidi, virus e batteri.

L'ampia gamma di prodotti permette di assecondare diverse esigenze in svariati settori. Per l'abitazione e per i posti di lavoro si fornisce acqua addolcita e potabile, calda, fredda o frizzante, con sistemi che possono essere direttamente collegati al rubinetto della rete idrica. Se, infatti, l'acqua che arriva nelle abitazioni è già potabile (secondo il Decreto Legislativo n. 31), in realtà essa è sottoposta a controlli fino al suo arrivo nei contatori domestici, dopodiché la competenza è dell'utente finale e quindi non vi è la certezza che ciò che effettivamente esce dal rubinetto sia di buona qualità ed esente da impurità. I depuratori permettono proprio di eliminare tali alterazioni legate, ad esempio, all'usura delle tubazioni e di ottenere un'acqua più sicura e pulita.

Oltre alla depurazione dell'acqua, si può provvedere anche al suo addolcimento, ovvero all'eliminazione del calcare che può accumularsi durante il viaggio nelle tubature. L'introduzione di addolcitori dell'acqua può recare una serie di vantaggi, come una diminuzione del consumo energetico e di prodotti per la pulizia domestica e una maggiore durata di vita degli elettrodomestici con conseguente riduzione della manutenzione e un effetto benefico sulla pelle.

Culligan fornisce anche soluzioni per il settore HO.RE.CA, ovvero relativo all'industria alberghiera. Per i ristoranti, il servizio dell'azienda consente di ottenere acqua alla spina, permettendo una maggiore velocità nella consegna ai tavoli. Le stoviglie, inoltre, grazie agli addolcitori possono risultare più brillanti e i sapori dei cibi più gradevoli, il tutto accompagnato da una riduzione dei costi per le utenze e per l'acquisto di detersivi, con conseguente salvaguardia dell'ambiente.

Fornisce acqua anche a strutture ricettive come hotel, che possono utilizzarla in diversi ambiti. È necessaria, infatti, un'acqua igienizzata per le camere e per le piscine, un'acqua dalle buone caratteristiche organolettiche per il servizio ristorazione, un'acqua addolcita per la lavanderia e per i centri benessere, oltre all'acqua richiesta per la gestione dei sistemi di raffrescamento.

Culligan fornisce anche acqua per il tempo libero, infatti ingegnerizza e produce sistemi per piscine pubbliche, piscine private, spa e resort, che permettono di ridurre il consumo di prodotti chimici.

Centinaia di comuni, inoltre, hanno scelto i sistemi Culligan di trattamento dell'acqua. L'azienda produce, infatti, filtri ad osmosi inversa per ottenere acqua potabile di elevata qualità, in grado di trattare in modo affidabile l'acqua torbida e altamente variabile dei fiumi, con ingombro e costo ridotti rispetto ai sistemi di filtrazione tradizionali.

Anche nell'industria, dove è richiesta acqua con caratteristiche differenti a seconda che si tratti del settore alimentare, petrolifero, energetico, sanitario o manifatturiero, Culligan è in grado di fornire soluzioni: dal pretrattamento dell'acqua greggia al trattamento dell'acqua di raffreddamento e dell'acqua per i generatori di vapore, dal riutilizzo delle acque di processo alla sanificazione degli impianti.

L'azienda è anche presente negli ospedali. Con le sue applicazioni, infatti, soddisfa diverse esigenze, quali raffreddamento e riscaldamento, acqua per piscine da idroterapia, soluzioni complete per ristorante e mensa, acqua per il lavaggio e la sterilizzazione degli strumenti chirurgici.

Culligan, infine, progetta, ingegnerizza e produce soluzioni personalizzate per il trattamento dell'acqua, installate in oltre 120 navi da crociera, nelle quali l'acqua per il consumo umano viene prodotta attraverso un dissalatore ad osmosi inversa per acqua salata.

È evidente, quindi, come Culligan presenti una gamma completa di sistemi, apparecchiature e prodotti chimici specifici per ogni applicazione, abbracciando tutto quello che è il settore dell'acqua secondo un approccio olistico.

3.2.2 I VALORI DI CULLIGAN

- *Consumers come first*: essendo il consumatore considerato al primo posto, qualsiasi cosa venga attuata dall'azienda è volta a rispondere ai suoi bisogni e desideri.
- *Commitment to innovation*: l'obiettivo dell'azienda è quello di implementare sempre modalità migliori per la fornitura di acqua pulita e il miglior modo per poterlo perseguire è quello di essere aperti al cambiamento, alle nuove esperienze e alle nuove conoscenze, così da progredire e crescere sempre.

- *Culligan as one*: Culligan è una famiglia e ciascun membro di essa, a prescindere dalla razza, dal sesso o dall'identità, viene accettato e supportato. L'azienda spinge ciascun dipendente a condividere le proprie storie, esperienze ed idee innovative, così che siano da insegnamento per gli altri e permettano lo sviluppo di nuove competenze ed abilità.

Questa accettazione del diverso viene considerata come uno dei fattori di successo dell'azienda, specialmente perché, essendo diffusa su tutto il territorio mondiale, ingloba al suo interno dipendenti con nazionalità e culture differenti. L'idea alla base, infatti, è proprio quella di creare un'azienda dalle mille sfaccettature, proprio a riflessione del fatto che l'acqua è un bene primario, che accomuna ciascun essere vivente sulla Terra.

- *Courage to do what is right*: Culligan ritiene che ciò che è giusto per le persone lo sia anche per le aziende, per questo motivo accetta e valorizza la diversità degli individui, agisce eticamente, secondo un *fair play*, mantenendo sempre come principio guida quello della sostenibilità.
- *Consistently deliver exceptional results*: ogni singolo bicchiere di acqua, ogni giorno, per ogni persona deve essere buono. Per questo Culligan è alla costante ricerca di miglioramenti di ciascuno stadio del processo e dei servizi offerti, restando fedele a quanto dichiarato e risultando affidabile nell'implementazione di azioni.

A testimonianza della continua ricerca della qualità, inoltre, Culligan è un'azienda con sistema di qualità certificato secondo la normativa ISO 9001:2015.

3.2.3 L'IMPATTO DI CULLIGAN E LA SOSTENIBILITÀ

La sostenibilità e l'impatto sul cambiamento del mondo attuale sono gli obiettivi primari e delle vere e proprie sfide per Culligan.

Il mondo di oggi, infatti, presenta molte sfaccettature e problemi alquanto diversificati e ciascun essere umano può e deve fare la sua parte per contribuire, nel suo piccolo, alla loro risoluzione. Nel caso dell'acqua in particolare, un'acqua più pulita e salubre può contribuire a migliorare le condizioni di vita di molte persone sul pianeta, aiutando, nel contempo, a risolvere tematiche come l'inquinamento o il surriscaldamento globale.

Per poter perseguire un tale obiettivo e per non perdere di vista i punti focali dello stesso, l'azienda ha stilato una serie di impegni in linea con i *Sustainable Development Goals* delle Nazioni Unite.

Diverse sono le problematiche odierne riguardanti la tematica ambientale e collegate all'acqua:

- Inquinamento: ogni minuto nel mondo si consumano un milione di bottiglie di plastica e se non si agisce oggi per migliorare il domani, entro il 2040 si avranno 29 tonnellate di plastica che verranno smaltite annualmente negli oceani;
- Salute: agenti che contaminano l'acqua possono creare importanti problemi al benessere;
- Acqua non pulita: nel mondo circa 2 miliardi di persone non bevono acqua sicura e potabile;
- Clima: l'effetto serra potrebbe incrementare la temperatura sul pianeta di 3 gradi entro il 2100.

Questo è il contesto dove si colloca Culligan con il suo operato:

- È l'azienda *leader* nel fornire acqua di qualità in maniera ecologica e sostenibile.
- In un anno sono consumati 15 miliardi in meno di bottiglie di plastica nel mondo.
- Ogni depuratore per l'acqua introdotto permette di evitare un consumo annuale di 1440 bottiglie in plastica, mentre ciascuna fontana pubblica installata contribuisce ad una riduzione annuale di 30.000 bottiglie in PET, che altrimenti avrebbero un impatto sull'inquinamento ambientale nel lungo periodo.
- Si verifica una riduzione del 50% della domanda per prodotti per la pulizia della casa grazie alle soluzioni domestiche proposte, come gli addolcitori dell'acqua, che permettono di ridurre i consumi di detersivi e di utilizzare programmi di lavaggio più brevi. Tali addolcitori consentono anche un notevole risparmio energetico, perché rimuovono il calcare dalle tubature che altrimenti potrebbe causare l'inefficienza delle caldaie.
- 6 milioni di case e 2.5 milioni di uffici utilizzano soluzioni Culligan, che sono testate annualmente in laboratorio per mantenere elevato lo standard qualitativo.
- L'utilizzo di refrigeratori e depuratori per l'acqua permette una riduzione dell'emissione di CO₂ del 72%, anche grazie all'attenzione dell'azienda nel fornire una più lunga vita del prodotto attraverso la qualità e la manutenzione.

Mission e valori di Culligan, quindi, nel concreto si trovano allineati con i *Sustainable Development Goals* delle Nazioni Unite e sono volti a ridurre il consumo della plastica e le emissioni di CO₂, attuando un comportamento sostenibile, sia da parte della stessa azienda nel produrre i servizi offerti sia da parte di tutti i suoi clienti che si servono di tali servizi.

Gli obiettivi sono anche rivolti a fornire migliori condizioni di vita alle singole persone nel mondo, attraverso l'introduzione di un'acqua più pulita e sicura e attraverso la diffusione di una consapevolezza degli effetti benefici derivanti dal bere un'acqua di qualità.

3.3 BLUPURA: I PRODOTTI

Blupura ha un ampio e diversificato portafoglio prodotti, in quanto offre una vasta gamma di refrigeratori, ciascuno con caratteristiche diverse e rivolto ad uno specifico settore. Le soluzioni proposte, infatti, possono adattarsi alle esigenze di *home, office, hospitality* e *vending*.

Tutti i prodotti, però, sono accomunati dalla perenne scelta di materiali innovativi e di qualità, che permettono di ottenere elevate prestazioni e *design* sempre innovativi.

Gli elementi distintivi che caratterizzano i prodotti di Blupura rispetto a quelli degli altri concorrenti sul mercato sono i seguenti:

- Materiali utilizzati: alluminio, acciaio *inox* e vetro;
- Gas refrigeranti naturali: R290 e R600;
- Comandi: *touch screen*, I.T. (*Inox Touch*, pulsanti di alta qualità in acciaio), *portion control* (porzionatura volumetrica per la personalizzazione delle dosi erogate), *energy saving* (risparmio energetico durante il funzionamento in *stand-by*) e *touch free* (attivazione a 1,5 cm di distanza);
- Acqua erogata: fredda, ambiente, leggermente frizzante, frizzante e calda;
- Capacità di raffreddamento: da 15 l/h fino a 280 l/h;
- Filtrazione: osmosi inversa, filtro a carboni attivi (acqua limpida, inodore, insapore) e *UV in* (lampada UVC in linea);
- Tecnologie di raffreddamento: *Dry cooling* (raffreddamento rapido grazie a fusione di alluminio con all'interno due serpentine, per gas e acqua), *Ice Bank* (le

serpentine di gas e acqua sono immerse in un banco di ghiaccio per elevate prestazioni) e *Blupura Direct Chill* (raffreddamento diretto).

- Sistemi antibatterici: *nano silver pipe* (un trattamento superficiale con nanotecnologie a base di ioni di argento conferisce al tubo *inox* una superficie particolarmente liscia che evita l'accumulo di batteri) e *UV out* (lampada UV battericida in uscita per sterilizzare la zona di erogazione).

3.3.1 SETTORE DOMESTIC

Oggi le case stanno diventando sempre più *smart* e in questo contesto si possono collocare le soluzioni proposte da Blupura per la casa.

L'introduzione di tecnologie all'avanguardia si colloca all'interno di *design* moderni e dal gusto italiano, i quali rendono la scelta di tali dispositivi oltre che ecologica, salutare ed economica, anche estetica.

La gamma di prodotti proposta per il settore è:

Blusoda - Piccola - Wave - Bluglass - Bluseven - Box.



3.3.2 SETTORE OFFICE

L'immagine che un'azienda sceglie di dare oggi è sempre più importante, quindi anche l'attenzione ai dettagli conta. Dirigersi verso scelte ecologiche e sostenibili per l'ambiente potrebbe essere un segnale di un'azienda aperta all'innovazione e al cambiamento. Blupura offre soluzioni per uffici che siano esteticamente piacevoli e che siano in grado di erogare quantità di acqua sufficienti ad ambienti frequentati da un numero elevato di persone.

Le principali proposte in questo settore sono:

Hydrazon - Piccola - Blusoda - Wave - Ecochic - Bluglass - Blubar - BCC - Cool 1 - Fontemagna - Bluseven - Pantarei - Box - Wall.



3.3.3 SETTORE HO.RE.CA

L'installazione di depuratori per bar, ristoranti e hotel è molto vantaggiosa, in quanto permette di risparmiare grandi quantità di energia (ad esempio nello stoccaggio di elevate quantità di acqua all'interno di frigoriferi) e di avere sempre disponibilità di tutti i diversi tipi di acqua che i clienti possono richiedere.

Il costo dell'acqua per litro arriva a ridursi fino al 90% e si ottiene anche un consistente risparmio di tempo in termini di ordini, movimentazione della merce e smaltimento dei rifiuti.



Figura 3.3 Esempio di refrigeratori nel settore HO.RE.CA

L'installazione dei dispositivi viene eseguita secondo i protocolli di qualità della EPDWA (associazione europea dei produttori e distributori di refrigeratori acqua).

Al momento dell'installazione viene rilasciata una dichiarazione di conformità al cliente, che a sua volta deve compilare un'analisi del rischio secondo le normative relative all'HACCP (individuazione ed applicazione di procedure di controllo e di sorveglianza dei punti critici).

L'azienda, comunque, continua a fornire supporto all'acquirente attraverso visite periodiche per il cambio delle cartucce filtro e per la pulizia di *routine* dell'impianto.

I prodotti fondamentali offerti dall'azienda in questo settore sono:

Fontemagna - Ecohic - Bluglass - Blubar - Cool 1 - Box - Wall - INSTAFizz - Rubinetti.



3.3.4 SETTORE VENDING

Oggi molte città, grazie alle scelte delle amministrazioni locali, stanno installando per la cittadinanza delle fontane pubbliche collegate alla rete idrica che forniscono acqua controllata e filtrata, apportando così dei vantaggi alla collettività sia dal punto di vista ecologico che economico. I dati forniti da Blupura, infatti, affermano che "ogni nostra fontana pubblica installata eroga, in un solo mese, una media di 45.000 lt di acqua

risparmiando lo smaltimento di 30.000 bottiglie in PET (pari a 1.800 kg di plastica), l'immissione in atmosfera di 250 kg di CO₂ per la produzione di quelle bottiglie e 1.150 kg di CO₂ per la loro distribuzione”.

L'utilizzo di tali dispositivi è semplice, perché tutti hanno installati dei *display* che permettono all'utilizzatore di ottenere informazioni relative ai litri erogati e al credito presente nella *card* prepagata, la quale consente di usufruire del servizio. Le strutture si possono collocare in luoghi diversi, come piazze, parchi, cortili di scuole, ospedali, zone di attesa per quanto riguarda le proposte *outdoor*, ma possono anche essere adottate da spazi pubblici coperti e centri commerciali ricorrendo alla scelta delle soluzioni *indoor*.

L'ultima rivoluzione proposta nel settore *vending* per abbattere drasticamente il consumo di plastica è rappresentata da un distributore, *Blu2go*, che oltre a permettere l'approvvigionamento di acqua, consente anche l'acquisto di borracce e la loro igienizzazione.

Le offerte per questo settore sono:

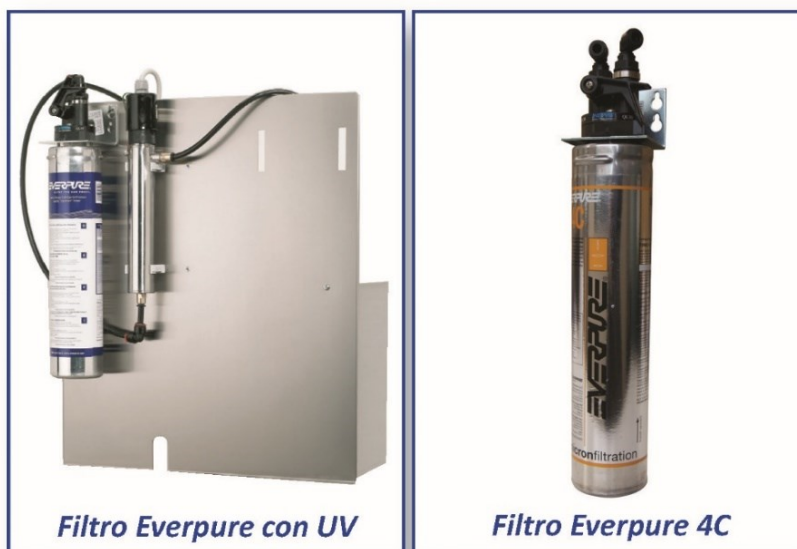
City - Fontemagna vending - Blu2go



3.3.5 FILTRAZIONE

Oltre alla produzione di refrigeratori, Blupura consente al cliente di ottenere un servizio relativo alla depurazione dell'acqua attraverso diverse modalità:

Osmosi inversa - Filtri - Lampade UV



3.3.6 ACCESSORI

L'attenzione di Blupura ai dettagli è confermata da un'ampia gamma di accessori, come borracce personalizzate e prodotti per mantenere un alto grado di igiene:

Vaschette - Sanificazione e pulizia - Borracce e bottiglie



3.4 IL FUNZIONAMENTO DI UN REFRIGERATORE

Per comprendere al meglio l'oggetto al quale è stato applicato il progetto di tirocinio, in questo capitolo si cerca di approfondire il funzionamento del prodotto finito di Blupura e il suo processo produttivo.

A tale scopo si è deciso di prendere in considerazione l'articolo più venduto e che contribuisce maggiormente al fatturato dell'azienda: *Blusoda 30 Fizz 900366*.



Figura 3.4 *Blusoda 30 Fizz 900366*

Il suo impianto di refrigerazione è composto da:

- Compressore;
- Condensatore;
- Filtro di rame;
- Tubo di mandata gas in rame;
- Tubo di carica del gas;
- Scambiatore, formato da un tubo in rame e da un capillare in rame;
- Fusione, dentro cui ci sono due serpentine, una per il gas refrigerante e una per l'acqua.

Il gas refrigerante entra attraverso il tubo di carica in rame nel compressore ed esce tramite il tubo di mandata gas, che lo collega al condensatore. Il gas passa, poi, nel filtro in rame e, tramite il capillare, entra nella serpentina dentro la fusione (la serpentina ha due beccucci, uno di entrata ed uno di uscita del gas).

Il gas esce dalla serpentina tramite il tubo in rame dello scambiatore e torna, infine, nel compressore, che ha proprio la funzione di far circolare il gas refrigerante.



Figura 3.5 Fusione



Figura 3.6 Compressore

Il ruolo di un fluido refrigerante, infatti, è quello di permettere, viaggiando all'interno delle tubazioni e subendo continui processi di condensazione ed evaporazione, lo scambio di calore tra due ambienti a diverse temperature (in questo caso specifico tra la prima serpentina in cui fluisce il gas e una seconda serpentina, sempre collocata all'interno della fusione, dentro cui fluisce l'acqua, che viene così raffreddata).

Il gas seguita a circolare finché l'acqua non arriva alla temperatura alla quale si è impostato il termostato, che ha, infatti, una sonda attaccata alla serpentina.

La coibentazione in polistirolo che ricopre la fusione, infine, ne permette l'isolamento termico, offrendo anche resistenza all'umidità e alla corrosione.

La seconda serpentina dedicata al passaggio dell'acqua all'interno della fusione ha la stessa struttura di quella del gas e presenta due beccucci per l'entrata e l'uscita dell'acqua, la quale entra dall'elettrovalvola di entrata, fa il giro nella serpentina dell'acqua ed esce come acqua fredda.

Sull'entrata della serpentina è presente un raccordo a due uscite: una entra nella serpentina per raffreddare l'acqua, mentre l'altra si collega all'elettrovalvola di uscita per ottenere acqua a temperatura ambiente.

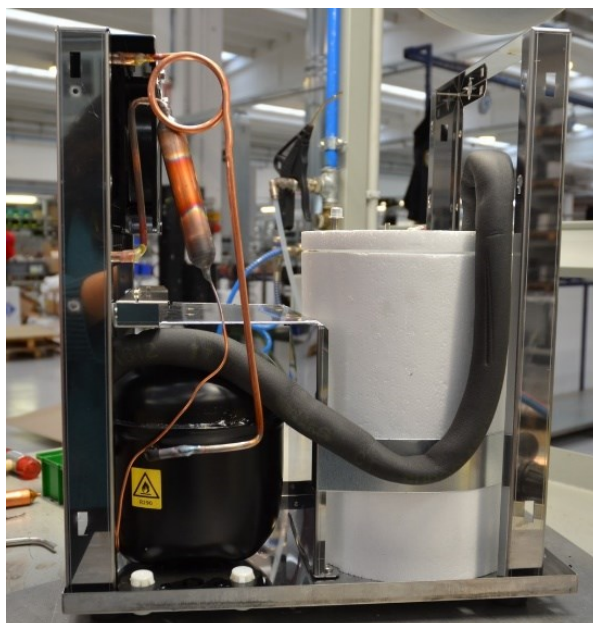


Figura 3.7 Sottogruppo frigo

Anche sull'uscita della serpentina si trova un raccordo a due vie, una che va nell'elettrovalvola di uscita per l'erogazione di acqua fredda e una che va nella pompa e da questa al gasatore.

Il gasatore, a sua volta, è dotato di due entrate, una per l'acqua fredda e una per il gas CO₂, e di un'uscita per l'acqua gassata, che è poi collegata all'elettrovalvola di uscita.

Nella macchina è presente anche un compensatore, che, collegato al gasatore, serve per regolare la frizzantezza dell'acqua gassata.

Il refrigeratore ha, inoltre, un controllo di livello che, tramite cablaggi, si collega ad una sonda all'interno del gasatore. Esso attiva la pompa per far fluire l'acqua nel gasatore e, quando quest'ultimo si riempie e la sonda effettua questa rilevazione, la blocca.

Il refrigeratore è alimentato dalla rete elettrica standard a 220-230 Volt, che poi, convertita in 24 Volt da un trasformatore, tramite i cablaggi, viene trasferita alle elettrovalvole di entrata e di uscita, ai pulsanti e al controllo di livello.

3.5 LE FASI DEL PROCESSO PRODUTTIVO

La *Blusoda 30 Fizz* viene presa in esame per l'analisi delle fasi produttive necessarie alla realizzazione di un refrigeratore di acqua.

Per quanto concerne la depurazione dell'acqua, invece, non sono presenti componenti dell'impianto di filtrazione che vengono montati lungo la linea di assemblaggio, fatta

eccezione per le macchine rivolte al settore HO.RE.CA, dove vengono montati all'interno della macchina una testa filtro ed un filtro ad osmosi per l'ottenimento di un'acqua priva di sali minerali.

La depurazione dell'acqua non è marginale rispetto agli obiettivi aziendali, ma non fa parte della costruzione della macchina erogatrice, in quanto è una parte accessoria alla macchina stessa. Questa fase si effettua, infatti, attraverso l'installazione di un filtro *Everpure* a monte della macchina, nel momento del montaggio presso l'utilizzatore finale. Tale filtro consente la rimozione di cloro, metalli e sedimenti presenti all'interno delle tubature, pur preservando i minerali fondamentali che si trovano nell'acqua, giungendo all'ottenimento di un'acqua pura, limpida e trasparente.

Il processo produttivo si compone di cinque fasi principali e ciascuna di esse è identificata da un codice:

- Saldatura: 10;
- Carica del gas refrigerante: 20;
- Assemblaggio: 30;
- Collaudo: 40;
- Imballaggio: 90.

La prima fase consiste nella saldatura, dove vengono saldati i vari tubi in rame e viene costituito il telaio della macchina con la base, il frontale, il posteriore e la staffa per il supporto della pompa. In questa struttura vengono montati, in seguito, compressore, ventola e coibentazione, che costituiscono il cosiddetto sottogruppo frigo.

La fase successiva è quella della carica del gas refrigerante, che è di due tipologie, americano (R134a) ed europeo (R290 e R600).

Una volta effettuate queste operazioni, si passa alla fase di assemblaggio vero e proprio dove, alla struttura e al sottogruppo frigo, vengono aggiunti tutti i componenti mancanti, elettrici ed idraulici. Una volta che la macchina è pronta, passa alle fasi di collaudo e di imballaggio.

3.5.1 SALDATURA

La saldatura è la prima fase per la creazione di una macchina ed è eseguita in 3 postazioni in serie.

Nel primo tavolo, sul compressore si salda il tubo di carica del gas. Si salda poi il filtro in

rame con il tubo filtro e sul condensatore, dove si salda anche il tubo di mandata in rame. Vengono saldati sulla fusione lo scambiatore e il capillare e il tutto viene messo dentro la coibentazione in polistirolo. Si monta anche la staffa di fissaggio del termostato.

In questa fase il saldatore utilizza bacchette di rame e di argento.

Nel secondo tavolo, si parte con il fissaggio dei piedini di gomma sulla base del telaio. Si montano, poi, sempre sulla base, il montante anteriore e il montante posteriore, sul quale si fissano in seguito la ventola e il condensatore. Si monta la massa. Si sistema, come ultima operazione, la staffa a supporto della pompa e si applicano le etichette indicanti la tipologia di macchina e il numero seriale.

Nella terza ed ultima postazione, l'operatore sulla base fissa la fusione con una staffa di fissaggio e il compressore. Salda, poi, il tubo di mandata attaccato al condensatore con il compressore ed infine salda lo scambiatore al compressore e il capillare al filtro di rame. Quest'ultima fase di saldatura è realizzata interamente attraverso l'utilizzo di bacchette di rame.

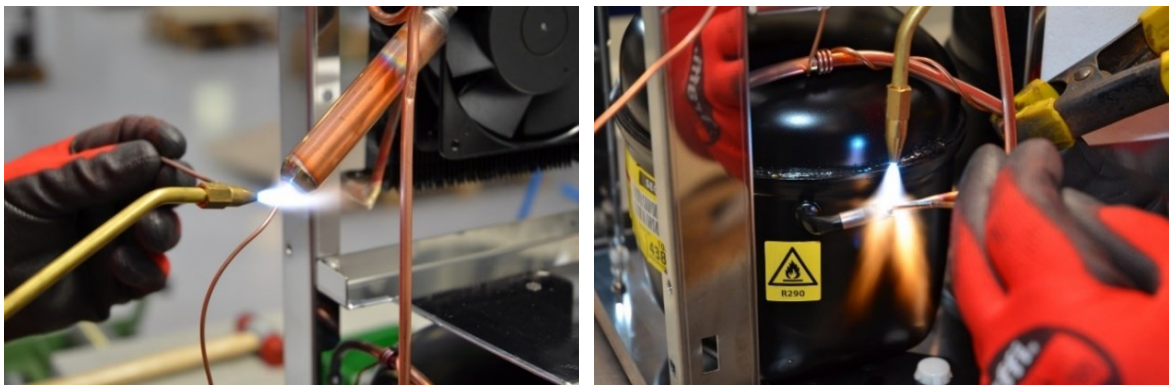


Figura 3.8 Fasi di saldatura

A questo punto, la macchina così composta è pronta per passare alla fase di carica del gas refrigerante.

3.5.2 CARICA DEL GAS REFRIGERANTE

Dopo che nella fase di saldatura è stata creata la struttura della macchina e sono stati assemblati i componenti per permettere il corretto funzionamento del sottogruppo frigo, si effettua una fase di carica del gas refrigerante.

Tale processo della carica del gas inizia con la verifica, da parte dell'operatore, che siano presenti sul tubo di carica del gas in rame le valvole di non ritorno (montate durante la fase della saldatura), che permettono al gas di fluire nella maniera dovuta.

Si passa così alla creazione del vuoto all'interno di tutto l'impianto refrigerante. Per questa prima fase, il refrigeratore viene attaccato ad un macchinario preliminare, dotato di un semaforo verde-rosso, che, quando la pressione raggiunge un valore minore o uguale a 14 Pascal, indica che si può passare alla fase successiva vera e propria di carica del gas refrigerante.

In un secondo momento, tramite il codice presente sul refrigeratore, l'operatore seleziona nel macchinario per la carica il modello, il quale permette così di specificare il tipo di gas refrigerante e i grammi richiesti da introdurre per il corretto funzionamento di quel tipo di compressore.

Ci sono 3 possibili tipi di gas refrigerante:

- R600;
- R290;
- R134a.

I primi due sono due gas infiammabili, mentre l'ultimo è ignifugo. Per una questione di sicurezza, il settore del mercato americano richiede quest'ultimo tipo di gas.

La vera e propria carica del gas avviene con l'aiuto di un macchinario, che esegue nuovamente la fase di vuoto e che controlla che ci sia una pressione di esercizio giusta, prima di effettuare l'iniezione del gas. Dopo tale iniezione, la pressione interna del refrigeratore deve essere compresa in un *range* tra i 14 e i 350 Pascal.

Una volta terminata l'operazione, l'addetto stacca il refrigeratore dal macchinario e applica un tappo di sicurezza sul tubo di carica in rame.

Una volta saldati e caricati con il gas refrigerante, è bene che i pre-assemblati stiano fermi almeno un giorno prima di essere utilizzati in linea, in quanto, in presenza di una eventuale microperdita, con un utilizzo immediato non si avrebbe il tempo necessario affinché il circuito perda gas e il difetto venga poi rilevato più facilmente in fase di collaudo.

Trascorso il tempo richiesto, a questo punto la macchina è pronta per passare alla fase di assemblaggio.



Figura 3.9 Fasi della carica del gas

3.5.3 PRE-ASSEMBLAGGIO

Durante la fase di assemblaggio, alla macchina caricata del gas si aggiungono diversi componenti, tra cui alcuni pre-assemblati preparati a monte su appositi tavoli.

3.5.3.1 TRAVERSE

La preparazione delle traverse avviene nel primo tavolo dove si realizzano i pre-assemblati e su di esse si monta una parte dei componenti elettrici della macchina. In particolare, ci sono due tipi di traverse, la destra e la sinistra.

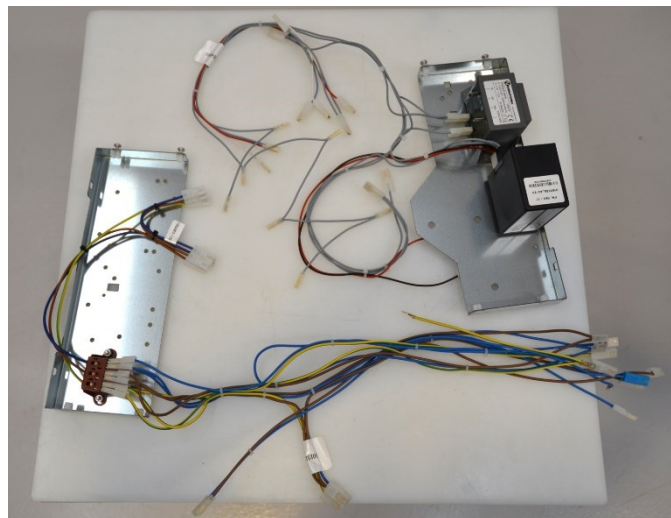


Figura 3.10 Traverse destra e sinistra

La parte sinistra è costituita principalmente da una morsettiera, a cui si collega il cablaggio principale della macchina, da cui partono tutti i collegamenti verso i diversi componenti elettrici che permettono il funzionamento dell'apparecchio, quali trasformatore, controllo di livello, pompa, ventola, compressore e termostato.

Il cablaggio principale, quando collegato alla rete elettrica, lavora ad una tensione di 220 Volt (ad eccezione del mercato americano che ha la particolare caratteristica di alimentare la macchina con un voltaggio di 115 Volt).

La parte destra delle traverse, invece, è costituita da un'altra staffa sulla quale vengono montati trasformatore e controllo di livello, i quali sono collegati tra loro tramite un cablaggio di bassa tensione. Il trasformatore, infatti, converte la tensione di 220 Volt in una tensione di 24 Volt. Da esso, in generale, partono tutti i collegamenti in bassa tensione, come quelli verso il controllo di livello, le elettrovalvole di entrata e di uscita dell'acqua e i pulsanti.

3.5.3.2 KIT TUBI

Il *kit* dei tubi è costituito da 7 gruppi di tubi che vanno poi a costituire l'impianto idraulico della macchina ed è realizzato nel secondo tavolo di preparazione dei pre-assemblati.

Il primo gruppo è costituito dalla elettrovalvola di uscita dell'acqua, alla quale vengono collegati i tubi per i vari tipi di acqua che l'apparecchio è in grado di erogare. Nel caso specifico della *Blusoda 30 Fizz*, l'elettrovalvola di uscita è a 3 vie, una che permette l'erogazione dell'acqua direttamente a temperatura ambiente, una che permette all'acqua di passare dentro la serpentina nella fusione per poi uscire fredda ed una per l'acqua gassata che deve transitare attraverso la pompa che la spinge poi nel gasatore prima di uscire frizzante. Tale struttura viene poi montata su una staffa, che ne permetterà il successivo montaggio sul frontale della macchina.

L'operatore passa, poi, al montaggio dell'elettrovalvola di ingresso su una staffa che, questa volta, diversamente dal caso precedente, ne permetterà il fissaggio sul pannello posteriore. All'elettrovalvola di ingresso vengono montati due raccordi, che permettono all'acqua di fluire in due diverse direzioni: uscire direttamente a temperatura ambiente tramite l'apposito tubo sull'elettrovalvola di uscita o andare dentro la serpentina dove in seguito verrà raffreddata.

Dall'uscita della serpentina, tramite un tubo, l'acqua ha due possibilità: può uscire direttamente fredda o può andare, tramite la pompa, al gasatore, al quale viene collegato un ulteriore tubo per l'uscita dell'acqua frizzante, su cui si monta anche un compensatore, che serve per regolare la frizzantezza del flusso di uscita dell'acqua gassata.

Ci sono, infine, due tubi del gas CO₂, che si attaccano entrambi al gasatore, uno per l'entrata e l'altro di sfiato per la fuoriuscita.

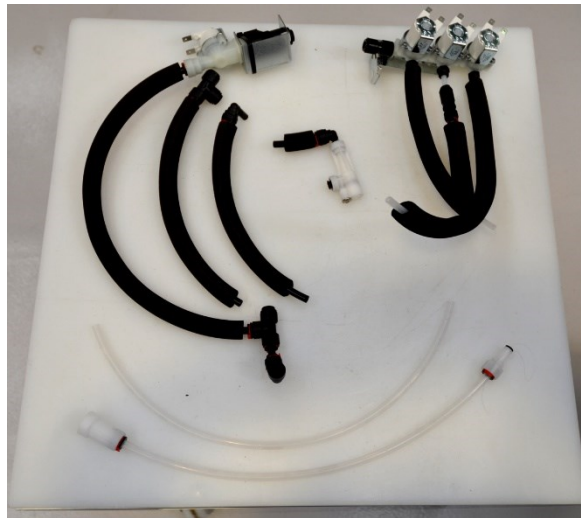


Figura 3.11 Kit tubi

3.5.3.3 FRONTALI E POSTERIORI

Nel terzo ed ultimo dei tre tavoli dedicati ai pre-assemblati, si effettua la preparazione del frontale e del posteriore della macchina.

L'operatore monta sul pannello posteriore un interruttore *on/off* e una vaschetta IEC della corrente, a cui verrà attaccata la presa. Vi sono, poi, dei fori, su uno dei quali passerà l'elettrovalvola di entrata dell'acqua, mentre sull'altro viene montato un raccordo passaparete che serve per l'entrata della CO₂. Nella parte superiore, inoltre, si trova inciso un regolatore del termostato per regolare la temperatura dell'acqua.

Proprio in queste posizioni l'operatore deve applicare le varie etichette dell'acqua, della CO₂ e del termostato.

Si passa successivamente alla preparazione del frontale, che è un pre-assemblato realizzato presso terzi, costituito da tre parti: telaio, frontalino mobile, frontalino fisso. L'operatore procede alla rilevazione di eventuali difetti, come graffi sul telaio, verniciatura non conforme ed eventuali vibrazioni. Una volta finito il controllo, inserisce nel telaio un passacavo di gomma per permettere il passaggio dei fili ed esegue la pulizia del frontalino, sulla parte esterna del quale, infine, applica le etichette delle varie tipologie di acqua (temperatura ambiente, fredda e gassata) e monta i corrispondenti pulsanti.

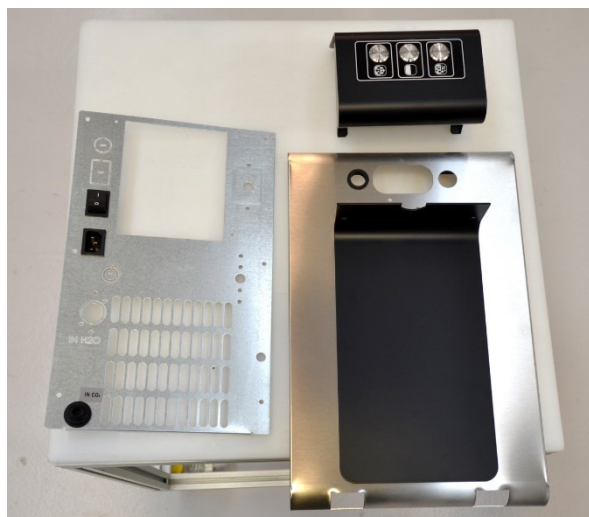


Figura 3.12 Frontali e posteriori

3.5.4 ASSEMBLAGGIO

La fase di assemblaggio inizia con il prelievo, da parte dell'operatore, della macchina precedentemente caricata con il gas refrigerante, che si trova posizionata su una rulliera ad inizio linea.

L'operatore apre il verbale del collaudo ed inserisce nel gestionale, oltre al codice presente sul foglio, anche il codice operatore, la fase di lavorazione, che corrisponde alla 30 nel caso dell'assemblaggio, e il codice sia del precedentemente realizzato sottogruppo frigo sia del seriale che trova direttamente etichettati sul telaio della macchina.

Da quel momento quella specifica macchina viene associata a quel preciso operatore ed inizia la misurazione del tempo impiegato per l'assemblaggio.



Figura 3.13 Apertura verbale collaudo

A questo punto, inizia la vera e propria fase del montaggio, per la quale l'operatore trova tutti i materiali necessari nelle scaffalature a gravità (di seguito indicate come rastrelliere) alle sue spalle e, in alcuni casi, nei pallet a bordo linea.

Si parte dall'inserimento del gasatore con il relativo tappo isolante, per poi passare al montaggio del termostato, della pompa e dei componenti dei compressori, come *relè* e condensatore.

Una volta compiute queste operazioni, si passa all'installazione dei pre-assemblati, realizzati precedentemente da parte degli operatori ai tavoli.

Partendo dal *kit* dei cablaggi, che sono montati sulle staffe, l'operatore monta le traverse laterali sulla macchina e procede al collegamento dei vari cablaggi, ad esempio alla vaschetta, ai pulsanti, alla pompa, al trasformatore, al controllo di livello, al termostato, al *relè*, alla ventola ed infine vengono tutti stretti dalle fascette di plastica. In seguito, si collegano i fili all'elettrovalvola di uscita e di entrata.

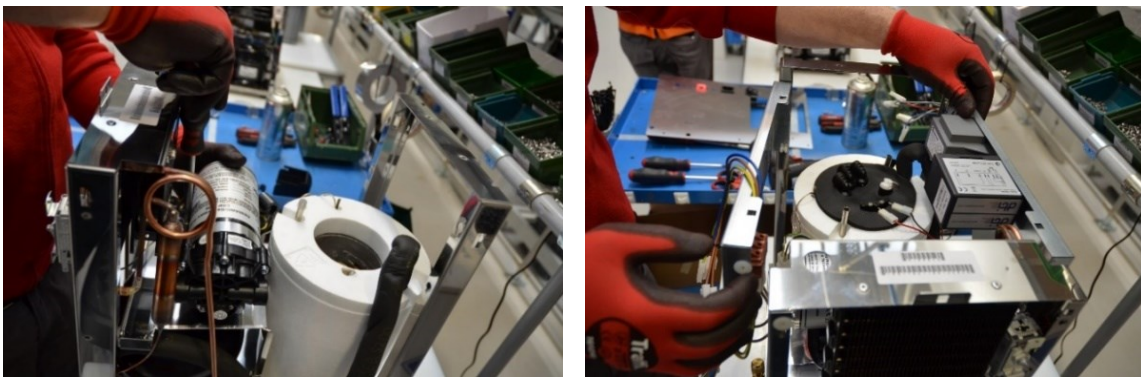


Figura 3.14 Montaggio gasatore e staffe

Si passa, successivamente, al montaggio dei tubi.

Montati tutti i tubi, si collegano i cablaggi mancanti al tastierino, si mettono il posteriore e il frontale e l'operatore conclude così la fase dell'assemblaggio. In quel momento, quindi, procede alla chiusura della fase 30 con il verbale del collaudo ed in questo modo si è preso sia il tempo impiegato effettivamente per la produzione sia l'informazione relativa al fatto che quella specifica macchina sia stata completata.

In media, il tempo di assemblaggio per un dispositivo come una *Blusoda 30 Fizz* è di circa 25 minuti.

Una volta che questa fase è effettivamente conclusa, si può passare a quella successiva del collaudo.

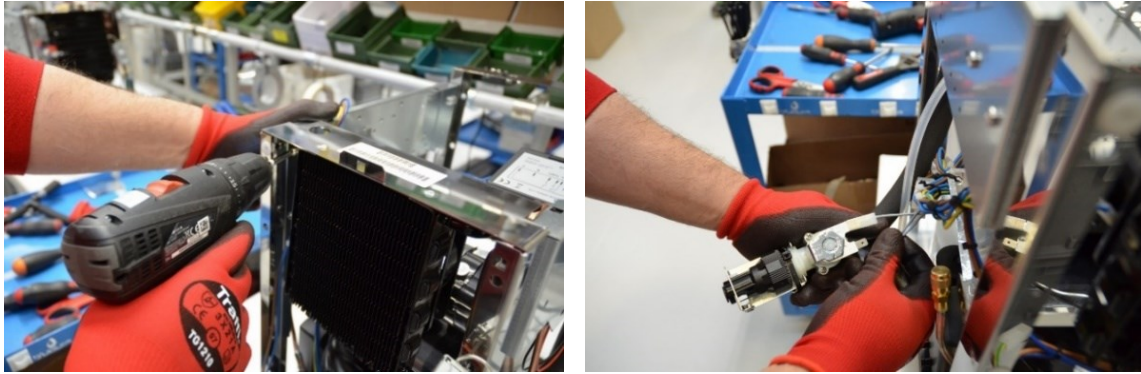


Figura 3.15 Montaggio kit tubi

3.5.5 COLLAUDO

L'operatore prende una macchina preparata dagli assemblatori e procede all'apertura della fase 40, sempre tramite il verbale di collaudo.

Una volta aperta l'operazione, si allaccia la macchina alla rete idrica, all'impianto di CO₂ e alla rete elettrica. Si munisce la macchina di vaschetta raccogli-gocce e si procede all'accensione.

Si apre l'acqua premendo il tasto dell'erogazione a temperatura ambiente, in quanto questa tipologia di acqua non passa attraverso la pompa, ma solo attraverso i tubi.

A questo punto, inizia la vera e propria fase del collaudo: si attiva la pompa attraverso l'uscita dell'acqua frizzante e si attende il suo caricamento. A questo punto si procede con la taratura del giusto grado di frizzantezza dell'acqua, aprendo il tubo collegato all'anidride carbonica. Per ottenere il giusto stato di gassosità, infatti, secondo norma di legge, si fa erogare alla macchina mezzo litro in 15 secondi.

L'operatore, una volta centrato il beccuccio di erogazione, imposta il termostato tra 5°C e 6°C per poter ottenere successivamente la giusta temperatura dell'acqua fredda. Si lascia poi trascorrere circa mezz'ora, durante la quale si controllano solo eventuali perdite. Trascorso questo tempo, con il termometro si passa al controllo dell'acqua fredda (*cold*), per vedere se ha raggiunto la temperatura programmata.

Nel caso in cui si trattasse di una macchina *hot* (non riguarda il caso della *Blusoda 30 Fizz*), ovvero di un dispensatore di acqua anche calda, dopo il caricamento della pompa, prima della taratura del grado di frizzantezza, si deve riempire il serbatoio *hot*. Una volta riempito, si accende e si aspetta che la caldaia vada alla giusta temperatura tramite led luminosi. Si prende poi la temperatura dell'acqua (temperatura *hot*) con il termometro. Premendo un ulteriore pulsante, inoltre, è possibile ottenere acqua extra *hot* (con 5 gradi

centigradi in più). La procedura di controllo della temperatura *hot* viene ripetuta per 3 volte, in modo da permettere il corretto funzionamento della caldaia.

Le temperature registrate, infine, si trascrivono sul verbale di collaudo, che viene poi anche firmato dal collaudatore.

Come ultimo passo, l'operatore chiude la rete idrica e la rete di CO₂ e libera il serbatoio dal CO₂ tramite una spoletta per eliminare la pressione. Si collega, al posto dei precedenti, un tubo di azoto, che rappresenta un'aria purificata che evita la creazione di batteri, e si procede allo svuotamento della macchina: l'azoto, fluendo attraverso i tubi, infatti, permette di far uscire l'acqua dalla macchina.

Una volta scollegata la macchina da tutte le reti (idrica, elettrica, di CO₂), il soffiaggio con il compressore permette la rimozione dell'acqua in eccesso rimasta sulle superfici della macchina in seguito alle operazioni effettuate.

In tutta la fase, inoltre, il prodotto è anche sottoposto all'attento controllo di eventuali perdite di acqua. Nel caso in cui si dovessero registrare appunto tali perdite, la macchina verrebbe ricollegata alle reti per effettuare un ulteriore controllo e, una volta individuato il problema, esso verrebbe risolto dal collaudatore stesso o da un assemblatore di linea.

Il collaudo dura circa 30 minuti.

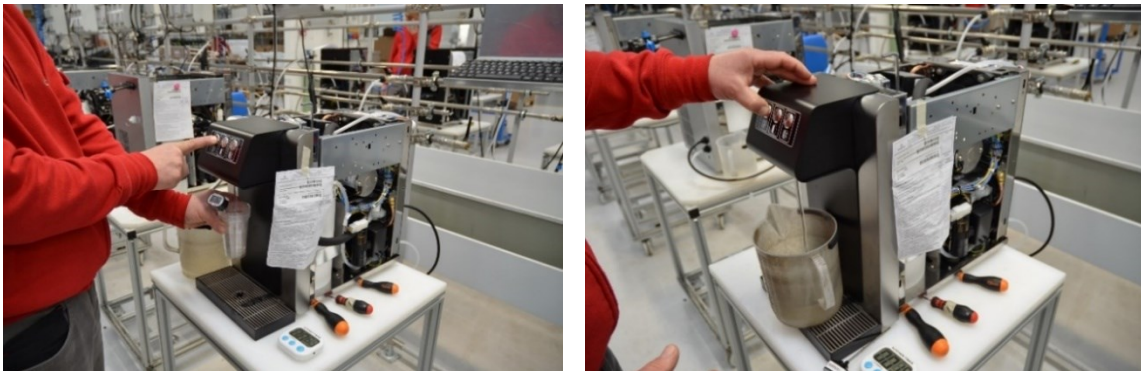


Figura 3.16 Fasi del collaudo

3.5.6 IMBALLAGGIO

La fase finale è quella dell'imballaggio.

L'operatore, per prima cosa, inserisce l'impegno del cliente nel gestionale. Passa poi ad applicare etichette adesive sul tipo di prodotto ed applica il logo satinato dell'azienda.

Il frontale, successivamente, viene limato per evitare che la bava possa provocare dei tagli agli utilizzatori e si procede al montaggio dei pannelli laterali e del coperchio.

Si esegue, inoltre, un test elettrico, per vedere se la macchina scarica a terra e per controllare che non abbia residui di acqua sui componenti elettrici. Il macchinario utilizzato per effettuare questa operazione, infatti, verifica che i componenti elettrici siano isolati, ovvero testa la rigidità dielettrica, e controlla che tutti i parametri del voltaggio rispettino il *target* prefissato. Segue, poi, una fase di pulizia e si passa alla preparazione degli accessori, quali vaschetta, libretto e cavo. La macchina viene, infine, collocata sulla reggistrice dove, dopo essere stata riposta nel polistirolo e in uno scatolone, viene imballata. Sulla confezione si applica un adesivo su cui è indicato il cliente finale e si dichiara sul gestionale il completamento del prodotto. Con il sollevatore, l'imballo viene spostato e lasciato agli addetti del reparto spedizioni.

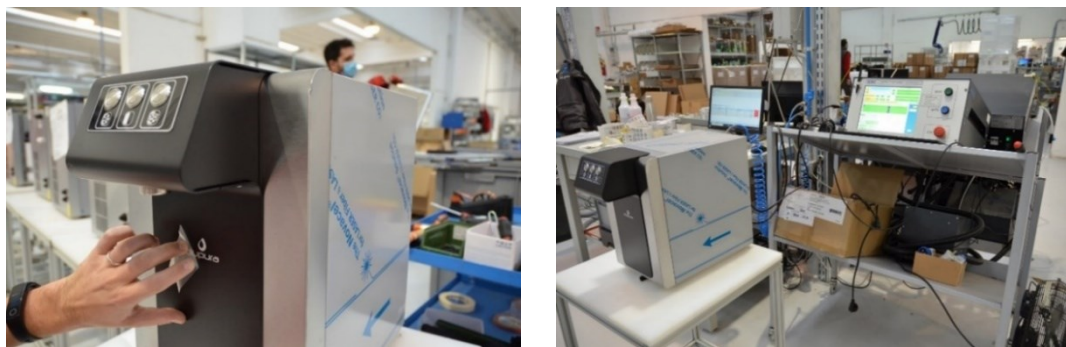


Figura 3.17 Fasi dell'imballaggio

3.6 LO STABILIMENTO PRODUTTIVO

Nel 2020 Blupura ha compiuto un importante passo verso la crescita, ovvero ha trasferito la produzione in uno stabilimento tre volte più grande del precedente. Il nuovo sito è di 11.000 mq ed ha permesso di raddoppiare la capacità produttiva, passando dalle 50.000 alle 100.000 unità annuali e il numero di linee di produzione è passato da 4 a 10.



Figura 3.18 L'attuale stabilimento produttivo

Se, infatti, la vecchia sede possedeva due linee dedicate alla produzione di macchine per il *domestic* e l'*office* (le cosiddette linee *Wave*, dal nome dell'omonimo refrigeratore) e due rivolte al settore HO.RE.CA (le cosiddette linee Fontemagna, anch'esse dal nome dell'omonimo dispositivo), ora le linee dedicate a ciascuno dei due settori sono pari a 4, per un totale di 8. Nello specifico, le linee 1, 2, 3 e 4 sono rivolte ai settori *domestic* e *office*, mentre le linee 5, 6, 7 e 8 sono dedicate al settore HO.RE.CA.

Oltre alla suddivisione in queste due grandi macro-categorie, poi, ciascuna linea è dedicata alla produzione di specifiche macchine e in particolare:

- Linea 1: *Piccola, Hydraxon*;
- Linea 2: *Wave, Box 60*;
- Linea 3: *Blusoda 30*;
- Linea 4: *Blusoda 45, Bluglass*;
- Linea 5: *Box 80*;
- Linea 6: *Ecochic, Blubar*;
- Linea 7: *Fontemagna, Ecochic, Blubar, Box 150*;
- Linea 8: *Fontemagna*.

Ciascuna categoria di macchine comprende al suo interno numerose varianti delle stesse. La struttura delle prime sei linee è perlopiù simile, ovvero ci sono le postazioni di assemblaggio prima, poi la zona dedicata al collaudo ed infine l'area per l'imballaggio. In particolare nella fase di assemblaggio, una macchina è realizzata, dall'inizio alla fine, da un unico operatore, quindi non si ha una configurazione tipica della catena di montaggio, tale per cui il prodotto per essere totalmente assemblato e diventare prodotto finito scorre tra le varie postazioni in cui lavorano diversi assemblatori.

Alle spalle delle postazioni di assemblaggio, inoltre, sono presenti 3 tavoli (ad eccezione della linea 1 che ne ha uno soltanto), dove vengono realizzati i pre-assemblati da montare poi sulle macchine durante la fase di assemblaggio. Per quanto riguarda le linee 7 e 8, invece, l'organizzazione è un po' diversa, in quanto le varie attività di assemblaggio, collaudo e imballaggio non sono disposte in serie, ma occupano un'area più ampia in larghezza e più corta in lunghezza. Per queste linee è stata pensata, infatti, una conformazione differente in quanto i volumi produttivi sono inferiori rispetto alle altre e vi lavorano anche meno operatori. Le macchine prodotte, inoltre, sono più grandi e si lavorano su dei carrelli che sono bassi, quindi bisogna girare tale carrello per lavorare su

tutti i lati della macchina, a differenza delle altre linee in cui si ruota la macchina sopra il carrello. C'è anche una questione relativa ai materiali, in quanto sono più ingombranti e servono quindi spazi più grandi. Anche la fase di imballaggio è effettuata all'interno di questa area e in particolare viene svolta a terra, poiché non si possono utilizzare sollevatori, essendo le macchine pesanti e non sollevabili agevolmente.

Le linee 3 e 4, inoltre, sono le linee più dedicate in assoluto, in quanto vengono considerate le linee di *Mass Production* dell'azienda, ovvero quelle in cui si produce un maggior numero di unità a fronte di una elevata standardizzazione dei prodotti realizzati. La linea 3, infatti, produce prevalentemente *Blusoda 30* e tutte le sue varianti, mentre la linea 4 realizza principalmente *Blusoda 45* e tutte le sue varianti.

Le altre linee, nonostante siano state pensate ciascuna per una classe di macchine, mantengono una maggiore flessibilità di prodotto.

Vi è, in aggiunta alle 8 linee principali, una nona linea, il cosiddetto "fuori linea", dove si producono rubinetti classici ed elettronici.

La decima linea, invece, è dedicata interamente alla produzione per il settore *vending*, ovvero vede la realizzazione delle fontane per l'acqua, indoor e outdoor.



Figura 3.19 Le linee produttive

Il nuovo stabilimento vanta, inoltre, la presenza di un reparto di ricerca e sviluppo, nonché laboratorio, dove si sviluppano prototipi ed avvengono anche la manutenzione e le riparazioni dei macchinari che necessitano di un qualche servizio post-vendita.

A valle delle linee c'è un magazzino di prodotto finito, che ha una capacità di stoccaggio pari a 1000 unità e dal quale si effettuano poi le spedizioni verso i clienti finali.

Tra l'area spedizioni e il magazzino di prodotto finito è presente, inoltre, un magazzino per gli imballaggi, che, a differenza del resto della componentistica che si trova ubicata nel magazzino di materie prime, è situato per praticità nello stabilimento produttivo, adiacente alla zona di imballaggio dove tali materiali vengono appunto utilizzati.

Le novità dell'attuale stabilimento riguardano anche il reparto saldatura. Questo tipo di attività, infatti, precedentemente era dato in *outsourcing*, mentre, con il passaggio nel nuovo stabilimento, si è deciso di internalizzare tali operazioni, scelta che ha comportato, quindi, anche l'assunzione di manodopera specializzata. L'area dedicata alla saldatura è stata collocata a monte delle linee, in quanto questa attività è preliminare alla fase di assemblaggio vera e propria, ed è stata suddivisa in tre zone, ciascuna dedicata alla produzione delle macchine che sono realizzate nelle linee direttamente a valle. In particolare:

- Area saldatura 1: è dedicata alla saldatura dei refrigeratori realizzati nelle linee 1 e 2.
- Area saldatura 2: è dedicata alla saldatura dei refrigeratori realizzati nelle linee 3 e 4.
- Area saldatura 3: è interamente dedicata alla saldatura dei refrigeratori per il settore HO.RE.CA, ovvero per le linee 5, 6, 7 e 8.

Nell'area adiacente alla saldatura, si effettuano le operazioni di carica del gas in 3 differenti postazioni. Le unità caricate con il gas che non vengono lavorate immediatamente, vengono stoccate in un *buffer* a bordo dello stabilimento.



Figura 3.20 Buffer per unità realizzate dalla saldatura

Il magazzino di materie prime è stato anch'esso oggetto della profonda innovazione intrapresa dall'azienda. Nel vecchio stabilimento, infatti, era incluso all'interno del sito produttivo ed era costituito solo da 5 file di scaffalature ad accesso bifronte.

Con il trasferimento avvenuto nel 2020, invece, un'intera struttura è stata dedicata completamente al magazzino di materie prime, che ora possiede 8 file di scaffalature a ripiani ad accesso bifronte centrali e 6 laterali, appoggiate alla parete, ad accesso monofronte. Questo tipo di scaffalature porta pallet sono, infatti, le più idonee a stoccare prodotti pallettizzati di molteplici tipologie.

I vantaggi che si sono acquisiti con questa nuova organizzazione sono stati molteplici:

- Corsie ampie che permettono l'utilizzo di carrelli elevatori, oltre all'utilizzo dei transpallet manuali ed elettrici;
- Semplificazione della movimentazione delle merci, poiché con i carrelli elevatori si può accedere direttamente a ciascun pallet senza doverne rimuovere altri, fino al quarto ed ultimo livello di carico;
- Migliore controllo degli *stock*, in quanto ogni vano permette il posizionamento di un pallet;
- Massima adattabilità a qualsiasi tipo di carico, sia per peso che per volume, rispondente esattamente alle tipologie di materiali stoccati, che vanno da alcuni tipi di minuteria alla carpenteria, da componenti elettronici a componenti meccanici ed idraulici.

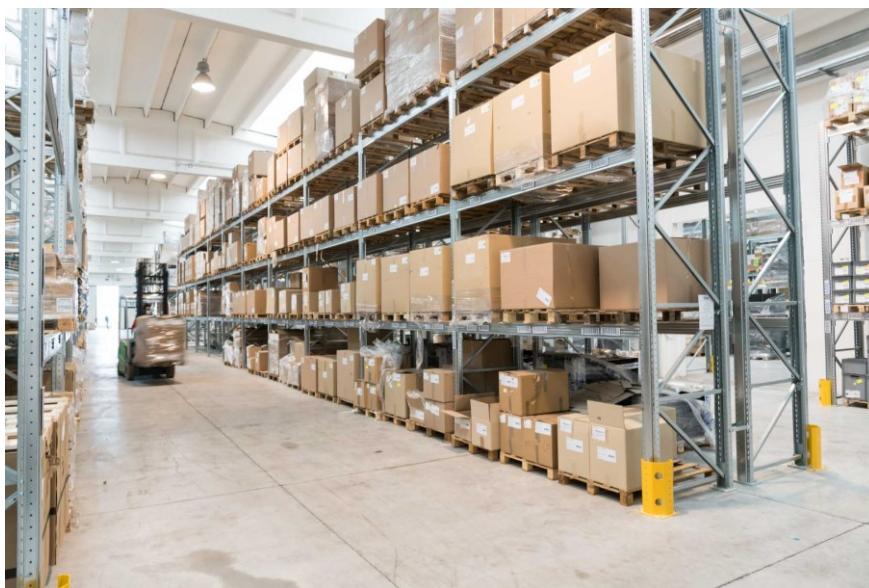


Figura 3.21 Magazzino materie prime



Figura 3.22 Prelievo pallet con carrello elevatore

Per quanto riguarda la minuteria in generale, come viteria e raccordi, essa non è stoccata nel magazzino centrale di materie prime, bensì ha delle scaffalature dedicate in un'intera parete dell'area produttiva.



Figura 3.23 Scaffalatura per viteria

Essendo lo stabilimento completamente nuovo, sono state adottate diverse soluzioni di *Visual Management* per facilitare l'attività di ciascuno, dagli operatori in linea ai magazzinieri, dal Responsabile di Produzione al Direttore di Stabilimento. Ciascuna insegna di tutte le 10 linee presenta, infatti, un colore diverso, mentre la saldatura ha un colore a sé.

Gli strumenti visivi sono stati adottati, inoltre, nella progettazione della segnaletica orizzontale. Tutto il pavimento presenta colori diversi, a seconda che si tratti di aree produttive, di aree per il transito dei carrelli elevatori o di aree per il passaggio pedonale,

in modo da consentire la circolazione in sicurezza di ciascuno. Le delimitazioni sono dipinte a terra con il colore giallo, così come sono gialle le strisce pedonali per permettere l'attraversamento da parte delle persone che si muovono nel reparto produttivo. L'intera area produttiva, che consente solo il passaggio pedonale è di colore grigio chiaro, mentre in grigio scuro sono rappresentate le aree di passaggio dei carrelli elevatori.

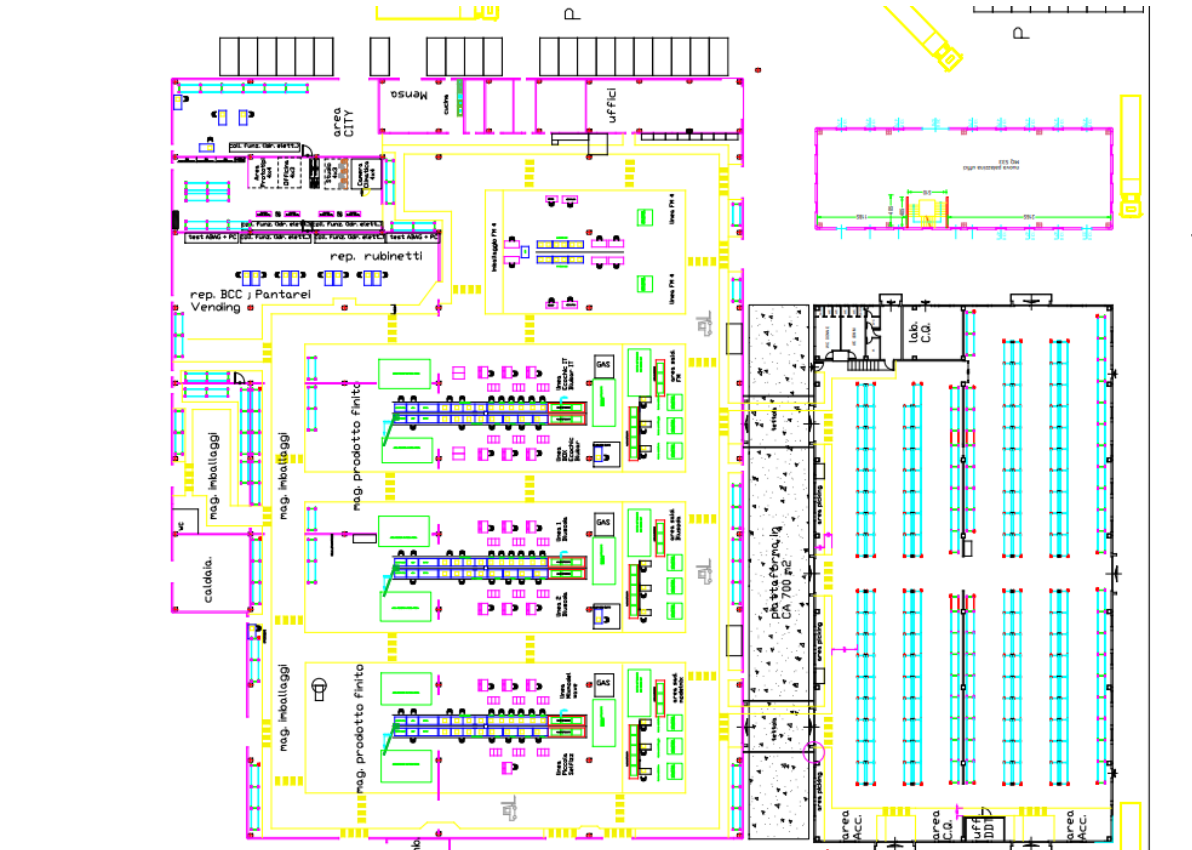


Figura 3.24 Disegno CAD stabilimento produttivo

CAPITOLO 4

PRESENTAZIONE DEL PROGETTO DI TIROCINIO

Il progetto di tirocinio si colloca in una più grande serie di progetti che Blupura ha in programma di portare avanti per l'anno 2021. Oltre a questioni riguardanti il bilanciamento delle linee, l'azienda ha deciso di migliorare ed ottimizzare il sistema di approvvigionamento dei materiali. Questa tematica, infatti, era già stata presa in considerazione in passato e si era già iniziato a valutare delle possibili soluzioni teoriche al problema, che, però, nella pratica, hanno visto solo una parziale implementazione. Il trasferimento nel nuovo stabilimento proprio durante il *lockdown* dovuto alla pandemia di *Covid-19* e la diminuzione della domanda di mercato, sempre a causa della pandemia, a fronte di un maggior numero di linee da saturare, non hanno reso possibile la realizzazione di diverse azioni volte a migliorare il sistema di alimentazione dei materiali in linea e l'organizzazione precisa e puntuale dei nuovi spazi nel nuovo stabile produttivo. È sembrato opportuno, dunque, dedicare risorse per portare avanti un progetto che si occupasse di risolvere tali problematiche, che, essendo basilari, avrebbero potuto apportare vantaggi alla gestione dell'azienda in toto e in questo frangente si colloca la figura dell'ingegnere di processo.

4.1 APPROVVIGIONAMENTO DEI MATERIALI E CLASSIFICAZIONE DEI COMPONENTI

Risulta preliminare comprendere la gestione degli approvvigionamenti di materie prime lungo le linee di assemblaggio adottata in azienda prima dell'intervento apportato con il progetto di tirocinio.

In particolare, tutti i materiali sono classificati in diverse categorie, alle quali corrisponde una diversa gestione o una diversa ubicazione. Le classi in totale sono cinque, per un totale di 6000 codici circa, e precisamente:

- Classe P
- Classe N
- Classe L
- Classe C
- Classe S

4.1.1 CODICI P

Gli approvvigionamenti di materie prime sono gestiti tramite liste di prelievo, che vengono generate in automatico dal sistema gestionale aziendale, a seguito del lancio di un ordine di produzione. Tali liste di prelievo rappresentano l'elenco di tutti i materiali che servono per evadere uno specifico ordine di produzione, il quale, invece, riporta il codice articolo del prodotto finito da realizzare e la relativa quantità richiesta.

A ciascun prodotto finito è associata una distinta base, che contiene l'elenco di tutti i componenti necessari per la realizzazione di quel particolare modello, con le relative quantità necessarie per ciascuno di essi. Sulla base delle quantità riportate nell'ordine di produzione, ovvero delle quantità richieste dal cliente finale, e sulla base delle quantità riportate per ciascun componente nella distinta base, la lista di prelievo indica le quantità totali che devono essere prelevate dal magazzino e con cui deve essere approvvigionata la linea per l'evasione dell'ordine.

Le liste di prelievo compaiono automaticamente sui palmari degli alimentatori una volta lanciato l'ordine di produzione sul gestionale.



Figura 4.1 Palmare degli alimentatori

In particolare, i codici che compaiono all'interno delle liste di prelievo sono classificati, secondo una convenzione interna all'azienda, come codici di classe P (dove P sta per "prelievo"). Tali codici, infatti, riguardano materiali che vengono portati dal magazzino centrale sulle linee produttive e che sono strettamente legati alla quantità indicata nella lista e, di conseguenza, nell'ordine di produzione.

L'alimentatore che carica il materiale in linea deve quindi, teoricamente, portarne in una quantità esattamente pari a quella indicata nel suo palmare o comunque tale quantità è la minima che deve essere approvvigionata. Può decidere, infatti, nella pratica, qualora sia opportuno (ad esempio se si tratta di elementi difficili da depallettizzare), di depositare in linea una quantità superiore a quella richiesta, in base ai multipli di imballo. Nel caso in cui si dovesse ricadere in quest'ultimo caso, il gestionale terrà conto nella lista di prelievo successiva della giacenza presente nel cosiddetto *WIP*, ovvero magazzino o *buffer* di linea, rettificando le quantità richieste e calcolando, quindi, soltanto il fabbisogno netto e non quello lordo.

La logica, dunque, alla base dell'approvvigionamento dei materiali di classe P è quella di rifornire la linea con una quantità pari a quella richiesta o, se superiore, secondo i multipli di imballo.

Nel caso in cui, invece, venisse consegnato meno materiale rispetto a quello richiesto (perché ad esempio la giacenza di tale materiale non risulta sufficiente per coprire il fabbisogno), la lista di prelievo non si chiuderebbe e rimarrebbe aperta per i codici che hanno delle quantità inevase. Non appena il materiale torna disponibile, l'operatore lo preleva e la lista si chiude, permettendo il completamento dell'operazione.

La lista di prelievo, che si genera sulla base della programmazione settimanale delle macchine sulle linee, permette di effettuare accorpamenti di materiali, unificando famiglie di prodotti. Se, ad esempio, una linea deve produrre *Wave* e *Blusoda*, generalmente ci sarà una lista per tutte le tipologie di *Wave* da produrre in quella settimana su quella linea e un'altra lista completamente dedicata alle *Blusoda*. Si cerca, quindi, tramite l'accorpamento, di semplificare agli operatori la ricerca del materiale disposto sui pallet e scaricato a bordo linea, in quanto i codici sono separati in base al tipo di macchina da produrre. Nel caso in cui i prodotti dovessero essere di famiglie diverse, ma avere componenti in comune, comunque arriverebbero separatamente, ciascuno nella lista della famiglia di appartenenza.

Le liste di prelievo sono preparate da magazzinieri adibiti esclusivamente a questo compito, detti anche alimentatori, i quali devono sempre contare puntualmente tutti i pezzi prelevati e riportare le quantità sul palmare. Tale conteggio, spesso, risulta oneroso, in quanto è eseguito totalmente in maniera manuale.

I codici P vengono depositati, infine, da parte dell'alimentatore, lungo ciascun bordo linea su pallet, dove si trovano accorpati tutti i codici presenti in una determinata lista. Tale lista, inoltre, viene stampata e affissa proprio sui pallet, con l'elenco dei codici presenti e con il colore della linea a cui il materiale è destinato, per permettere una più veloce identificazione all'operatore.

Attualmente i codici P sono circa 4000.

4.1.2 CODICI N

La classificazione dei materiali non si limita alla semplice esistenza dei codici P. Esiste, infatti, un'altra grande categoria di codici, i cosiddetti codici N (dove N sta per "Non gestiti a lista di prelievo"), che sono gestiti con altri tipi di logiche, come ad esempio il *kanban*, il vuoto per pieno o la classica chiamata dell'alimentatore da parte dell'operatore, che non prevede la presenza fisica di un cartellino o di un contenitore.

Attualmente i codici N sono circa 180.

Le logiche che caratterizzano questa tipologia di codici non sono fisse, ma sicuramente sono diverse da quelle degli P, in quanto questi materiali non compaiono affatto nelle liste di prelievo riportate nei palmari degli alimentatori.

La classe N è costituita esclusivamente, fino all'avvio del nuovo progetto, da minuteria, ovvero viti e raccordi, gestiti secondo la logica del vuoto per pieno. Ciascun articolo, quindi, ha due cassetine dedicate, di colore azzurro, con la relativa etichetta indicante il codice, la descrizione, la quantità indicativa presente all'interno, il numero del contenitore (1/2 e 2/2), il *WIP* di destinazione e la tipologia di cassetina, che può essere di 3 modelli diversi:

- FP J01: formato piccolo dalle dimensioni 145x90x70 mm;
- FP J17: formato medio dalle dimensioni 145x140x70 mm;
- FP J25: formato grande dalle dimensioni 200x140x130 mm.



Figura 4.2 FP J01



Figura 4.3 FP J17



Figura 4.4 FP J25

Il vantaggio principale dei codici N è quello che sono svincolati dal conteggio puntuale e manuale dei pezzi, il che permette un ingente risparmio di tempo. Per la viteria, infatti, è riportata una quantità indicativa sull'etichetta del contenitore e, quando l'alimentatore trasferisce nel *WIP* il materiale prelevato con il palmare, riporta esattamente quella quantità. Nella pratica, poi, le viti prelevate potrebbero essere in una quantità leggermente superiore o leggermente inferiore a quella dichiarata, ma questo non costituisce un problema, in quanto si tratta di codici di largo consumo e dal valore molto basso. La quantità che viene riportata sull'etichetta è frutto di una misurazione tramite una bilancia contapezzi, che avviene solo la prima volta che un codice viene introdotto in N e che prevede il riempimento totale del contenitore fino al bordo. In questo modo, se ogni volta che l'alimentatore riempirà le cassetine le farà piene, la quantità inserita sarà quasi identica a quella riportata sull'etichetta e si commetterà un errore del tutto trascurabile.

Per i raccordi il discorso è il medesimo: si deve riempire la cassetina fino al bordo e riportare il trasferimento della quantità indicata sull'etichetta perché anche questi componenti, come la viteria, sono di basso valore. Per quanto riguarda invece quelli che sono confezionati con quantità contata (ad esempio sono frequenti bustine da 10 pezzi o da 100 pezzi), l'operatore inserisce nella cassetina un numero di bustine tale che corrisponda alla quantità riportata nel contenitore e in questo caso il numero di pezzi che viene trasferito con il palmare è esatto e non approssimato.

Ogni linea ha il proprio elenco di codici da gestire secondo la logica del vuoto per pieno, in base alle tipologie di prodotto finito che essa realizza, anche se la stragrande maggioranza

dei codici risulta comune a tutte le linee. Oltre ad utilizzare dei codici specifici, ogni linea ha il suo magazzino, il *WIP*, ben definito e separato da quello delle altre linee. Da qui ne consegue la necessità di predisporre una scaffalatura a ripiani come *supermarket* su ciascuna linea, destinata ad ospitare le cassetture del vuoto per pieno dei codici N. L'ultimo ripiano in alto di questi scaffali viene lasciato appositamente vuoto, in quanto viene utilizzato per riporvi le cassetture che, mano a mano, durante la giornata, si svuotano, in modo che l'alimentatore abbia un punto fisso dove prelevarle, per poterle poi rifornire.

L'unica area che non presenta ancora nessun codice gestito con il vuoto per pieno e che quindi non ha una propria scaffalatura a ripiani dedicata è la saldatura, essendo stata l'ultima, in ordine temporale, ad essere stata introdotta all'interno dello stabilimento.



Figura 4.5 Supermarket di linea

Il doppio contenitore ha la funzione di non lasciare mai la linea sprovvista di materiale, in quanto, una volta terminata la quantità in uno di essi, c'è sempre il secondo di scorta da poter utilizzare nell'intervallo di tempo impiegato dall'alimentatore per l'approvvigionamento.

Se da un lato la postazione di prelievo è ben nota ad operatori e alimentatori, dall'altro il *Lead Time* che intercorrerà tra il momento dello svuotamento di una cassetta e il nuovo approvvigionamento di materiale non è ben definito e potrebbe variare a seconda delle giornate e del carico di lavoro degli alimentatori.

Per la gestione di questa tipologia di codici, comunque, sono stati incaricati due alimentatori specifici, il primo che si occupa dell'approvvigionamento delle linee dalla 1 alla 4 e il secondo delle linee dalla 5 alla 9. In passato si è presa questa decisione in quanto, in questo modo, i due alimentatori non si occupano di prelevare materiale presente nel magazzino centrale (salvo qualche eccezione riguardante i codici a chiamata, ad esempio), ma solo di approvvigionare quei materiali che sono presenti all'interno del vero e proprio stabilimento produttivo, come appunto la viteria e i raccordi, che hanno una specifica area dedicata, esterna alle linee produttive, e gli imballaggi, non ubicati nel magazzino centrale di materie prime ma nel loro apposito magazzino all'interno della produzione.

Il sistema non è soltanto un *kanban* di prelievo del materiale, ma, per la raccorderia e la viteria, si tratta anche di un *kanban* di acquisto. I raccordi, infatti, nella loro scaffalatura a parete presentano, per ogni codice, due scatole, una rossa e una blu, che permettono di implementare un sistema di gestione vuoto per pieno. Nel momento in cui il materiale della prima delle due scatole, la blu, si esaurisce, questa viene riportata dagli alimentatori direttamente ai responsabili negli uffici che si occupano del riordino dei materiali ai fornitori. Durante il *Lead Time*, vengono consumate le quantità presenti nella seconda scatola, la rossa, che rappresenta la scorta e, quando anche questa sarà stata svuotata, ormai il prodotto sarà stato riapprovvigionato dal fornitore e quindi sarà disponibile nella cassetta blu.



Figura 4.6 Supermarket per raccordi

Il discorso riguardante la viteria è simile, ma non del tutto: quello applicato per questi codici, infatti, più che un sistema *kanban* è un sistema di *VMI (Vendor Managed Inventory)*.

Questa politica di approvvigionamento è basata sul fatto che la giacenza, nei diversi stadi della filiera produttiva, è gestita attraverso un'unica informazione e il fornitore sa cosa serve all'azienda e quando, quindi è lui che riapprovvigiona il magazzino con le quantità che ritiene necessarie e nel momento in cui lo ritiene opportuno. In generale, la difficoltà implementativa di queste politiche è legata ad un problema di riservatezza, ovvero le aziende non sempre potrebbero essere disposte a condividere con i fornitori le informazioni interne. Per tale ragione, questo tipo di gestione non viene mai applicata a componenti o prodotti necessari per attività strategiche dell'azienda, bensì ad oggetti di poco valore e poco strategici, come possono essere appunto le viti.

Nel caso specifico di Blupura, il fornitore della viteria settimanalmente rifornisce tutta la scaffalatura a parete dedicata alla viteria, con le quantità necessarie a ripristinare la giacenza.

4.1.3 CODICI L, C, S

Esistono, infine, altre tre tipologie di codici:

- Codici L: sono materiali che si trovano all'interno dello stabilimento produttivo e non nel magazzino centrale. La differenza con i codici P risiede solo nell'ubicazione, in quanto la logica alla base è la stessa, ovvero entrambi compaiono nelle liste di prelievo.

Fanno parte di questa categoria materiali come imballi ed etichette.

- Codici C: sono dei codici ibridi, gestiti come gli P, in quanto anch'essi compaiono nelle liste di prelievo, ma che poi, nella pratica quotidiana, molto spesso vengono gestiti come codici N, ovvero non vengono portati contati, ma ne vengono sempre approvvigionate quantità maggiori, secondo i multipli di imballo, così che per un determinato arco di tempo non si verifica più il fabbisogno lungo le linee.

Attualmente i codici C sono circa 600.

- Codici S: sono codici relativi al reparto di saldatura. Come i codici P, compaiono nelle liste di prelievo sul palmare degli alimentatori, ma hanno una classe differente in quanto, prima del trasferimento nel nuovo stabilimento, la saldatura

era svolta esternamente, in conto lavoro e quindi tali materiali venivano consegnati a dei terzisti.

Appartengono a questa categoria circa 150 codici.

Queste ultime tre presentate sono classi sicuramente minori, ovvero contengono un numero di codici inferiore rispetto alle prime due, quelle degli P e degli N.

4.2 IMPOSTAZIONE DEL PROGETTO

Essendo l'obiettivo generale del progetto quello di standardizzare e rendere lineare l'approvvigionamento dei materiali, una delle sue prime finalità consiste proprio nell'eliminare i cosiddetti codici "ibridi", ovvero C e S, e lasciare solo le due grandi macro famiglie di codici P e N (gli L si decide di tenerli, in quanto sono dei semplici P, ma la diversa classe permette di risalire più facilmente all'ubicazione). Per poter fare ciò, è necessario uno *screening* di tutti i codici che compaiono nelle distinte base dei vari prodotti finiti e, una volta scelta la classe di appartenenza, bisogna modificare la classificazione all'interno dell'anagrafica articoli del gestionale, in modo da riuscire a distinguerli, oltre che a livello pratico, anche a livello informatico.

Una volta svolto il lavoro più teorico di creazione del *database* con le informazioni necessarie, è opportuno eseguire una parte più pratica, di studio dei contenitori e degli spazi necessari all'allocazione dei materiali lungo il *WIP*, affinché il *material handling* e la movimentazione degli operatori siano ottimizzati. Se, ad esempio, un codice venisse classificato come N, bisogna decidere se gestirlo con logiche di vuoto per pieno e quindi destinargli un contenitore apposito per la sua rotazione o se invece è più opportuna la logica del cartellino *kanban*. Oltre alla logica di gestione, è importante anche capire quale postazione risulti la migliore per poter contenere quel tipo di materiale e, una volta identificata, deve essere standardizzata e mantenuta costante nel tempo. La standardizzazione delle postazioni risulta efficace in particolar modo per i codici N. Potendo infatti anche essere gestiti a chiamata, trovare una zona della linea nella quale quel determinato codice deve essere sempre posizionato permetterebbe di risparmiare tempo sia all'alimentatore che all'operatore di linea, in quanto il primo non dovrebbe ogni volta ricercare un'area dove scaricare il materiale, ma ne avrebbe una ben definita, e il secondo non dovrebbe ricercare il materiale lungo il bordo linea.

La finalità del progetto, quindi, in primis è quella di definire un *database* con tutti i codici degli articoli in anagrafica che si avvalga di una classificazione ben chiara e non approssimata e che quindi preveda l'eliminazione dei codici C e S, i quali attualmente dovrebbero essere gestiti tramite liste di prelievo, ma in realtà poi non vengono quasi mai contati e sono consegnati in linea direttamente tramite multipli di imballo.

Da questa prima classificazione, si deve passare poi allo studio dell'*handling* e quindi all'ottimizzazione della movimentazione sia dei materiali che degli operatori. Tale obiettivo può essere raggiunto attraverso la definizione di aree e postazioni, siano esse a terra o su scaffalature e rastrelliere, grazie all'aiuto del *Visual Management*, che consente di impostare colorazioni diverse a seconda che si tratti di codici gestiti a lista di prelievo o a *kanban*.

Fin da subito si è effettuato un diagramma di Gantt a livello macro per consentire di inquadrare l'avanzamento delle varie attività durante i mesi di durata del tirocinio:

- Mese di Settembre: comprensione del funzionamento interno dell'azienda;
- Mese di Ottobre: classificazione dei codici tra N e P e implementazione del sistema *kanban*;
- Mese di Novembre: standardizzazione delle postazioni;
- Mese di Dicembre: monitoraggio del sistema introdotto e *deadline*.

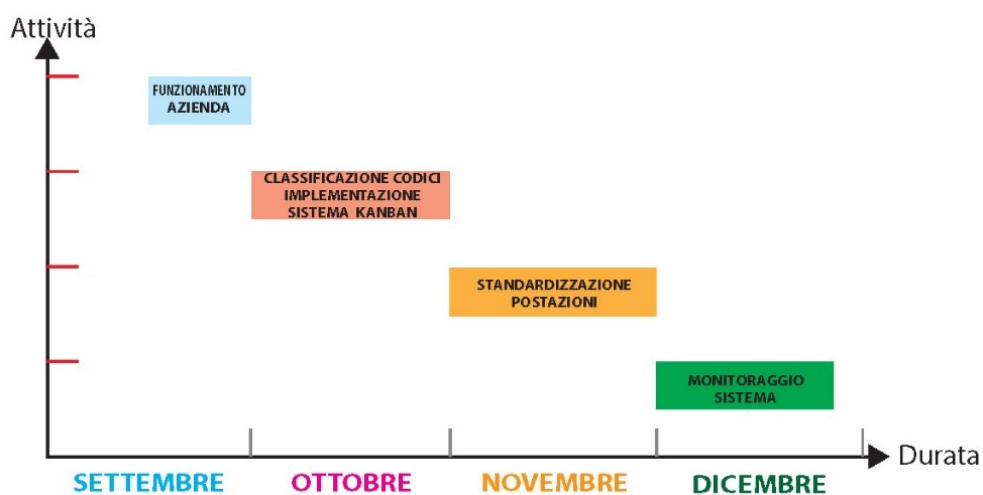


Figura 4.7 Diagramma di Gantt per l'avanzamento delle attività

Il progetto prende avvio da un insieme di dati di cui l'azienda dispone già, derivanti dal gestionale, e che per un uso più agevole sono stati esportati su Excel, in modo da poter ricorrere alla funzione dei filtri offerta dal programma.

Il file che costituisce la principale fonte di dati riporta tutti i consumi di tutte le materie prime utilizzate negli ultimi 5 anni, che è possibile, poi, filtrare per anno, per mese, per *WIP* di destinazione, per classe di appartenenza, per descrizione e ancora per centro di lavorazione, per codice prodotto finito, per somma consumi.

Il file è di semplice utilizzo: accanto a ciascun codice riporta la sua descrizione, la somma dei consumi e dove tali consumi sono avvenuti, ovvero sono suddivisi per le otto linee principali più la nona e la decima. Questa suddivisione è utile per capire, in seguito, come effettuare dimensionamenti corretti per i cartellini *kanban*, ad esempio. Il consumo tra le diverse linee dello stesso materiale, infatti, può essere ben diverso, quindi non è possibile considerare semplicemente i consumi totali di un certo materiale e andarli a ripartire equamente sulle varie linee, ma è necessaria un'analisi più approfondita che permetta di allocare maggiore quantità di materiale laddove esso è richiesto frequentemente e minori quantità laddove, invece, si registri un utilizzo esiguo. Il dato aggregato dei consumi è comunque presente e può risultare utile per conferire una linea guida generale sul come effettuare la classificazione tra le varie classi.

Per le analisi da effettuare allo scopo di raggiungere gli obiettivi prefissati, si è deciso di prendere in considerazione i consumi registrati nell'anno 2019, che è stato l'anno più rappresentativo della situazione aziendale. Se, infatti, in quell'anno la produzione e il fatturato dell'azienda sono cresciuti molto, non si può dire lo stesso del 2020, che, a causa della pandemia mondiale, ha registrato una deviazione rispetto a quelle che erano le previsioni di vendita. Il problema che si riscontra, quindi, è che, se dalle previsioni ciascuna tipologia di macchina era stata assegnata ad una linea ben specifica, nel 2020, con il calo della domanda, per cercare di saturare le linee, si sono dovuti compiere dei rimescolamenti. In conclusione si è ottenuto che, ad eccezione delle linee 3 e 4, quelle di *Mass Production* dove la domanda ha rispettato i *forecast* attesi, tutte le altre linee hanno prodotto tutta la restante domanda, andando ad inquinare quello che era stato il programma iniziale di ripartizione del lavoro. Per quanto riguarda la flessibilità della manodopera, questo aspetto è sicuramente positivo, perché ha permesso agli operatori di lavorare lungo linee diverse e di imparare, in questo modo, ad assemblare prodotti diversi ma non solo, poiché in alcuni casi ha anche offerto la possibilità di svolgere mansioni diverse, come ad esempio passare dal collaudo all'assemblaggio o viceversa. Questo aspetto permette, dunque, agli operatori di destreggiarsi meglio tra le varie linee

e di evitare così di compiere operazioni basate solo sull'automatismo dato dall'esperienza. Tale incremento della flessibilità del personale, però, si ottiene a discapito dell'efficienza, in quanto gli operatori non sono sempre tecnicamente preparati all'assemblaggio di tipologie di macchine a cui non hanno mai lavorato prima.

Bisogna collocare in questo contesto anche la decisione strategica, ancora in fase di valutazione, da prendere relativamente ad un paio di modelli, che attualmente vengono realizzati esternamente, presso terzi.

Nel caso in cui, infatti, risultasse conveniente internalizzare la loro produzione, questo richiederebbe un nuovo bilanciamento delle linee produttive, che potrebbe risultare diverso da quello attuale, andando anche a richiedere una nuova redistribuzione delle materie prime utilizzate lungo le linee.

Per quanto riguarda l'implementazione di un sistema *kanban* e della standardizzazione delle postazioni, il fattore dell'elevato mix di prodotto sulle stesse linee rappresenta una criticità, perché i materiali nei vari *WIP* non saranno quelli strettamente necessari per la produzione inizialmente programmata, ma saranno relativi a diverse tipologie di macchine, spesso anche molto diverse tra loro.

Un'altra difficoltà che si presenta nel gestire prodotti diversi su una stessa linea è di natura ergonomica: alcuni prodotti, infatti, rispetto ad altri, hanno bisogno, per essere assemblati, di sollevatori che permettano agli operatori di lavorare comodamente. Nel momento in cui, però, le macchine vengono prodotte anche su linee non dedicate ad esse, il personale può trovarsi a lavorare in condizioni non ottimali.

Il problema della distribuzione della produzione su tutte le linee senza operare una distinzione, contribuisce a creare problemi anche nell'ambito del magazzino. Se, infatti, si attua questa modalità, aumenta il mix di prodotti stoccati, che si scontra con l'esigenza di tenere basso il valore dello stesso. Contemporaneamente, i *buffer* di linea vengono appesantiti con giacenze di materiale che potrebbero avere un basso indice di rotazione. Non essendo, infatti, le liste di prelievo preparate quotidianamente, ma coprendo l'arco temporale di qualche giorno lavorativo, nel momento in cui si hanno numerose tipologie di macchine da produrre su una stessa linea c'è tanto materiale, e di conseguenza tanti pallet, che arrivano lungo la linea stessa. Questo contribuisce ad aumentare il rischio di avere molto materiale immobilizzato e il tempo che un operatore deve dedicare per fare

la spesa sul bordo linea aumenta, in quanto deve gestire sempre codici differenti, a volte nuovi per lui, e deve confrontarsi di volta in volta con una diversa ubicazione.

Per quanto riguarda i codici N, invece, se un codice viene battezzato come tale, risulta N per tutto lo stabilimento ed è quindi necessario inserirlo in ciascun linea dove ne figuri un consumo. Se, però, tale consumo è basso o dettato dalla casualità della produzione di una certa macchina su una certa linea, il materiale potrebbe esser caricato nel *buffer* di linea, ma rimanervi poi in eccesso, come giacenza, senza esser nuovamente movimentato.

Non producendo soltanto ben definite tipologie di macchine su ciascuna linea, dunque, non ci si può limitare a mettere nei *buffer* di linea solo i codici N previsti e standard, ma bisogna inserire tutti quelli necessari anche per un'eventuale produzione di macchine diverse da quelle normalmente realizzate su quella linea, contribuendo così ad incrementare le giacenze in *WIP*.

Consapevoli della difficoltà del momento attuale, è stata effettuata comunque una scelta di flessibilità, pur mantenendo netta la separazione tra le macchine prodotte nelle prime quattro linee e le macchine prodotte nelle seconde quattro, in quanto tra queste due aree c'è proprio un *gap* di business e di struttura dei prodotti.

I dati di cui si ha disponibilità per l'avviamento del progetto sono relativi alle quantità effettive di materiale che è stato utilizzato in linea nel momento in cui la suddivisione era più netta e inoltre, per poter essere utilizzati con la situazione odierna, ne è stata effettuata una proiezione sulle otto linee attuali, in quanto fino al 2019 la produzione avveniva nel vecchio stabilimento con la metà delle linee e con la saldatura svolta esternamente.

Le motivazioni appena elencate hanno fatto sì che il progetto di introduzione del sistema *kanban* si arrestasse nei primi mesi del 2020, dopo solo un breve periodo dal suo avviamento. La parte relativa al *supermarket* per il vuoto per pieno ad inizio linea, infatti, è stata mantenuta, ma la movimentazione dei codici con i cartellini *kanban* è stata interrotta.

Le problematiche che erano presenti all'inizio del 2020 sono le stesse che si hanno nel momento in cui il progetto viene ripreso e riattivato a Settembre 2020, data di inizio del tirocinio. Questo fattore non impedisce l'implementazione del nuovo sistema, ma sicuramente ne allunga le tempistiche di entrata a regime, perché sarà opportuno procedere per raffinamenti successivi.

4.3 STEP DEL PROGETTO

Le analisi preliminari devono essere volte a capire come girano i codici nelle otto linee produttive, così da avere una visione di insieme e comprendere i criteri alla base della separazione dei codici nelle classi P ed N. Bisogna, inoltre, comprendere se tutte le scelte sono coerenti o se, per certi codici, non sia meglio farli passare da una classe all'altra. Una volta compresi questi principi alla base, bisogna trasformare tutti i codici intermedi, gli C e gli S, nelle due macro-categorie P e N. L'analisi, inoltre, deve essere specifica ed accurata, in quanto deve valutare ogni codice singolarmente.

Si è deciso che la gestione e il controllo dei codici N rappresentino il primo *step* del progetto, in quanto sono in numero minore rispetto agli P e più facilmente valutabili, dato che sono presenti in produzione e facilmente accessibili. Sui *supermarket* ad inizio linea, infatti, sono già presenti le cassettoni del sistema vuoto per pieno, ma bisogna controllare che siano correttamente dimensionate (potrebbe capitare, ad esempio, che si possa trovare una cassettona grande su linee dove magari il consumo è minimo e quindi andrebbe sostituita con una piccola). La base di partenza riguardante la minuteria, dunque, esiste già, ma va revisionata e migliorata a seconda dei consumi specifici per linea.

La gestione dei codici con il sistema *kanban*, invece, va iniziata nuovamente e le quantità devono essere ricalcolate, sebbene la decisione su alcuni codici da gestire secondo questa modalità fosse già stata presa dal Responsabile di Produzione.

Un vantaggio non secondario, però, è che la maggior parte degli operatori è a conoscenza della modalità di funzionamento del sistema *kanban* e questo potrebbe apportare benefici in termini di tempo per l'entrata a regime del sistema e in termini di corretto funzionamento. Attualmente i codici di classe N sono tutti di minuteria e quindi si trovano nel *buffer* ad inizio linea, ma i nuovi codici da introdurre non saranno solo relativi alla viteria e ai raccordi, quindi occuperanno uno spazio maggiore, che dovrà essere definito univocamente e in maniera efficiente.

Un aspetto rilevante nell'introduzione della gestione dei codici tramite *kanban* riguarda le quantità di imballo con cui il fornitore rifornisce l'azienda. I materiali, infatti, non sempre arrivano con lo stesso imballo standard, che contiene le stesse quantità, anche nel caso in cui si tratti del medesimo fornitore. Questo fattore, infatti, influenza le quantità da inserire nel cartellino *kanban* con cui rifornire la linea ed anche lo spazio che verrà

occupato da un determinato codice, in quanto, al variare dell'imballo, sarà necessario dedicare ad esso un'area più o meno ampia. La soluzione ideale, anche secondo i principi della *Lean Manufacturing*, sarebbe quella di standardizzare gli imballi, ovvero quella di accordarsi con i fornitori in modo da farsi consegnare sempre confezioni con le stesse quantità, ma non sempre questi aspetti sono facilmente gestibili, perché, se a volte la richiesta può venire assecondata in seguito a trattative diplomatiche, altre volte potrebbe richiedere un maggiore esborso di denaro da parte dell'azienda o non essere affatto praticabile per motivazioni interne proprie del fornitore.

Il lavoro, quindi, prevede un dimensionamento dei cartellini per ciascuna linea che utilizza un determinato codice ed una successiva ubicazione del codice lungo la linea, il tutto facendo sì che la gestione risulti chiara e semplice agli utilizzatori del sistema, ovvero operatori di linea e alimentatori.

Per i codici che già lavorano con il vuoto per pieno la gestione risulta semplice e chiara a ciascun operatore e permette di risparmiare tempo in termini di conteggio dei pezzi, che, altrimenti, avvenendo manualmente, sarebbe molto oneroso per componenti dalle piccole dimensioni, come viti e raccordi.

Per quanto riguarda i codici P, essendo a lista di prelievo, essi sono di tutti i tipi, più o meno voluminosi e più o meno fragili. Per questa classe bisogna capire, attraverso criteri valutativi, se ci sono dei codici che è più conveniente gestire tramite il sistema *kanban*. Per quelli, invece, che resteranno all'interno delle liste di prelievo, è necessario standardizzare quanto più le postazioni in linea dove gli alimentatori possono scaricare i pallet. Bisogna, dunque, capire come dimensionare in modo corretto il *buffer* di linea.

Una efficace gestione dell'approvvigionamento dei materiali dipende anche da una chiara suddivisione dei compiti per gli alimentatori, in modo che ciascuno rimanga nella sua area e si occupi di compiere i compiti assegnati. Essendo, infatti, il magazzino centrale lontano rispetto all'area produttiva, se tutti i magazzinieri andassero verso le linee, si avrebbero politiche di *routing* poco efficienti che contribuirebbero ad incrementare i tempi morti (*muda* del trasporto). Bisogna, dunque, rendere il sistema il più semplice possibile, con rotte chiare e minimizzate e questo è realizzabile attraverso l'assegnazione del compito di preparazione delle liste di prelievo ad alcuni magazzinieri e il trasporto dei materiali tra il magazzino e la produzione ad altri. Affinché il processo di approvvigionamento avvenga in maniera lineare, è necessario che si abbia una conoscenza precisa di quali siano i punti di

scarico dove depositare i pallet preparati con i materiali delle liste e da cui poi possono essere prelevati per essere portati in linea.

Queste modalità di lavoro, anche grazie al ricorso al *Visual Management*, sono già attuate, ma bisogna comprendere gli eventuali punti di debolezza del sistema, anche attraverso il *feedback* degli operatori stessi, in modo da perseguire un miglioramento continuo.

Le tematiche appena esaminate sono quelle sulle quali il progetto di tirocinio deve impattare e in particolare si dovrebbe ottenere un riscontro positivo sull'efficienza, sebbene non si vada a lavorare in maniera diretta sulle lavorazioni e la produttività degli operatori.

La questione riguardante l'approvvigionamento dei materiali è, in realtà, oggi il problema più grande che si riscontra all'interno dell'azienda e che comporta molte perdite in termini di tempo, che si dedica per capire dove sono i codici, quando arrivano, se le quantità scaricate sono giuste, per gestire i codici a chiamata e per cercare l'alimentatore. Grazie all'introduzione di un maggior numero di codici gestiti a *kanban*, trattandosi di una gestione a fabbisogno, il pericolo di rottura della scorta dovrebbe diminuire, una volta che il sistema lavori a regime e la rotazione dei cartellini sia effettuata in maniera corretta ed efficiente da parte di alimentatori e operatori di linea.

Il sistema *kanban*, poi, sebbene sia utilizzato ampiamente in tutto il mondo, è specifico e a sé per ogni singola realtà produttiva, quindi è necessario trovare il modo migliore per applicarlo all'interno del mondo di Blupura, ricorrendo a miglioramenti continui nel corso del tempo.

CAPITOLO 5

SVOLGIMENTO DEL PROGETTO

In questo capitolo si prenderanno in esame tutte le fasi di lavoro che si sono intraprese per raggiungere gli obiettivi del progetto nell'arco di tempo prefissato. Si seguirà un ordine cronologico, così da presentare gli aspetti riscontrati durante l'implementazione e i conseguenti ragionamenti alla base di ciascuna decisione presa.

5.1 CLASSIFICAZIONE DEI CODICI C E S

Come primo passaggio per l'avviamento del progetto è necessario occuparsi dei codici C ed S, eliminando queste classi e facendo ricadere tali articoli nelle sole due classi P e N. Nel compiere questa analisi, dunque, si valutano i primi codici da considerare nel percorso di implementazione del sistema *kanban*.

Tutti quelli che sono stati classificati come N, infatti, sono destinati ad essere gestiti con questa modalità e se ne valuterà, quindi, in seguito, il corretto dimensionamento e la più appropriata ubicazione.

Questa prima operazione si realizza per mezzo di una matrice multicriterio, che consente un'analisi incrociata di dati sulla base di diversi criteri e rappresenta un metodo multicriterio che permette di confrontare aspetti eterogenei tra loro.

Gli elementi più rilevanti che si è deciso di prendere in considerazione per l'analisi sono quattro e in particolare:

- Somma dei consumi: si tratta di un dato aggregato che rappresenta il consumo annuale di un determinato codice;
- Frequenza: è rappresentata in numero di mesi, su un totale di 12, nei quali un codice viene impiegato per la produzione;
- Volume: rappresenta la grandezza, ovvero lo spazio occupato, da parte di un determinato codice;
- Numero di linee: è inteso come il numero di *WIP* nei quali un determinato codice viene impiegato.

A tali criteri si sono aggiunte, in seguito, frutto di una fase più operativa rispetto alla precedente, anche considerazioni relative a:

- Tipologia di imballo: intesa come pallet, scatola o sacchetto;
- Quantità d'imballo: rappresenta il numero di pezzi di un determinato codice all'interno della confezione che arriva da parte del fornitore;
- Dimensioni dell'imballo: le quantità consegnate dai fornitori possono arrivare in confezioni separate accatastate su un pallet oppure i pezzi stessi possono essere disposti direttamente sul pallet privi di imballo. Nel *database* che verrà creato in seguito si riporteranno le dimensioni dell'imballo più piccolo che è presente, ovvero, nel caso delle confezioni separate, le misure di tali scatole, mentre nel caso di oggetti su pallet le misure dell'intero pallet.

Si è deciso di far partire l'analisi dai codici S, in modo da poter applicare, una volta conclusa la parte teorica, la parte pratica all'area di saldatura, che, essendo un reparto con dei codici abbastanza specifici e poco utilizzati in altre parti dello stabilimento, potrebbe fungere da *beta test* per le linee.

Un altro vantaggio dell'iniziare da questa classe è rappresentato dalla numerosità della stessa: ci sono, infatti, solo 150 codici S, quindi il tempo richiesto per l'analisi e il successivo passaggio all'implementazione pratica non sarà così elevato.

I passaggi che verranno svolti per la classificazione dei codici C saranno i medesimi seguiti per la classe S, solo che saranno effettuati in un secondo momento.

5.2 MATRICE MULTICRITERIO: COSA È E COME SI COSTRUISCE

La matrice multicriterio è uno strumento particolarmente efficace nella risoluzione di un problema complesso, quando si hanno diversi criteri da valutare, sia qualitativi che quantitativi.

La sua costruzione prevede alcuni *step*:

- Scelta di M criteri di valutazione, ovvero di regole per testare la desiderabilità delle alternative;
- Assegnazione di un peso x_j a tali criteri, che ne esprima la diversa importanza in termini numerici;
- Inserimento delle N alternative da valutare rispetto agli M criteri;

- Assegnazione di un giudizio y_{ij} che esprime il valore dell'alternativa i -esima rispetto al criterio j -esimo;
- Calcolo del giudizio complessivo come

$$W_i = \sum_{j=1}^M x_j * y_{ij}, \forall i = 1 \dots N, \forall j = 1 \dots M.$$

PESI	x_1	x_2	...	x_M	SUPERA VALORE SOGLIA?	PUNTEGGIO TOTALE
CRITERI	CRITERIO 1	CRITERIO 2	...	CRITERIO M		
CODICI						
CODICE 1	y_{11}	y_{12}	...	y_{1M}	✗	✗
CODICE 2	y_{21}	✓	W_2
...
CODICE N	y_{N1}	y_{N2}	...	y_{NM}	✓	W_N

Tabella 5.1 Matrice multicriterio

Si può inoltre decidere di impostare un valore di soglia α , che rappresenti una demarcazione tra una classe ed un'altra o tra ciò che è accettabile e non.

Il punteggio complessivo permette non solo di compiere una classificazione tra le righe che superano il valore di soglia e le righe che ottengono un numero inferiore, ma anche di ottenere un *ranking*.

5.3 COSTRUZIONE DELLA MATRICE MULTICRITERIO PER LA CLASSIFICAZIONE DEI CODICI S

Come *database* con i dati di input per la costruzione della matrice multicriterio si utilizza il file Excel, di cui già dispone l'azienda ed estratto dal gestionale, con la somma dei consumi di ciascuna materia prima. La struttura organizzata con una tabella *pivot* e la conseguente possibilità di poter filtrare i materiali per linea, per tipologia di codice o per anno e mese rappresentano, inoltre, una grande potenzialità.

Le informazioni presenti all'interno del file sono:

- Anno
- Mese
- Tipo articolo
- Descrizione prodotto finito

- Magazzino
- Codice figlio
- Descrizione codice figlio
- Centro
- Codice prodotto finito
- Somma consumi

Il filtraggio dei codici S, utilizzati nell'area della saldatura (*WIP* 44), costituisce il punto di partenza. Come anno si imposta, in questo caso specifico, il 2020 e non il 2019 come da decisione, in quanto prima di questo anno la saldatura era effettuata esternamente e quindi non ci sono dati che testimonino il consumo di materiali per questo *WIP*.

Il *database* di partenza si presenta, dunque, in questo modo, prendendo i primi codici presenti come esempio:

Anno	2020	Mese	(Tutto)	TipoArticolo	S	Des_ProdFinito	(Tutto)	Magazzino	44
CodFiglio	Descr_Figlio	Centro	Cod_ProdFini	Somma di Cons					
110004	BASE FONTEMAGNA STEEL	Saldatura 3	810365	154					
			810377	90					
			810481	1					
110004 Totale				245					
110013	COPERCHIO VASCA FM STEEL	Saldatura 3	810365	154					
			810371	117					
			810372	23					
			810373	128					
			810374	2					
			810389	66					
			810390	62					
			810391	13					
			810392	51					
			810395	26					
			810396	35					
			810399	2					
			810400	5					
			810420	4					
			810446	2					
			810447	1					
			810481	1					
110013 Totale				692					
110023	BASE FM STEEL 10KG	Saldatura 3	810371	119					
			810394	43					
			810447	1					
110023 Totale				163					
110028	BASE FM LIGHT	Saldatura 3	810372	21					
			810393	72					
110028 Totale				93					
110030	SUPPORTO VASCA FM LIGHT	Saldatura 3	810365	154					
			810371	117					
			810372	23					
			810377	90					
			810393	72					
			810394	43					
			810447	1					
			810481	1					
110030 Totale				501					
110037	BASE FM COMPACT BOX	Saldatura 3	810373	129					
			810374	2					
			810375	21					
			810389	66					
			810395	26					
			810401	4					
			810446	2					
110037 Totale				250					

Figura 5.1 Database di partenza per i codici S

Una volta in possesso dei dati di partenza, per poter procedere con la classificazione, è prima necessario capire quali devono essere le caratteristiche dei codici che fanno parte della classe P e della classe N. Per farlo, si sono stabiliti dei valori soglia, laddove il criterio valutativo sia numerico, e delle categorie, laddove invece si tratti di un criterio qualitativo. Per il criterio somma dei consumi, intesi come consumi annuali, vale la seguente regola:

- Se $somma_consumi \leq 3000 \rightarrow$ classe P
- Se $somma_consumi > 3000 \rightarrow$ classe N

Per il criterio frequenza, intesa come numero di mesi, si è adottata la seguente suddivisione:

- Codici *runners* (indicati con la lettera i): $frequenza > 9$ mesi
- Codici *repeaters +* (indicati con la lettera j+): $frequenza = 8 - 9$ mesi
- Codici *repeaters -* (indicati con la lettera j-): $frequenza = 5 - 6 - 7$ mesi
- Codici *strangers* (indicati con la lettera k): $frequenza \leq 4$ mesi

Sulla base di questa ripartizione, i codici sono classificati come P o N secondo la seguente regola:

- Se $frequenza \geq 8$ mesi \rightarrow classe N
- Se $frequenza < 8$ mesi \rightarrow classe P

Per il criterio volume, inteso come spazio occupato da un codice, vale il seguente principio:

- Piccolo (P) \rightarrow classe N
- Medio (M) \rightarrow classe N
- Grande (G) \rightarrow classe P

Per il criterio linee produttive, intese come il numero di linee dove un codice è utilizzato, vale la regola:

- Se $numero_linee_produttive < 3 \rightarrow$ classe P
- Se $numero_linee_produttive \geq 3 \rightarrow$ classe N

Questi criteri non sono valutabili singolarmente, in quanto, essendo il contesto di riferimento molto variegato, difficilmente in un unico codice si verificherebbero contemporaneamente tutte le condizioni per classificarlo come di un tipo o dell'altro. È per questo motivo che si è introdotta la matrice multicriterio, così da poter tenere conto di più condizioni allo stesso tempo e in maniera oggettiva.

Per poter utilizzare queste informazioni, però, è necessario prima renderle confrontabili tra loro, per questo motivo tutti i *range* di valori di ciascun criterio si riportano su una scala, comune a tutti, da 1 a 10.

In particolare:

RANGE CONSUMI	SCALA
0-1000	1
1001-2000	2
2001-3000	3
3001-4000	4
4001-5000	5
5001-6000	6
6001-7000	7
7001-8000	8
8001-9000	9
≥ 9000	10

Tabella 5.2 Scala dei consumi

FREQUENZA	SCALA
<i>Strangers</i>	1
<i>Repeaters -</i>	4
<i>Repeaters +</i>	7
<i>Runners</i>	10

Tabella 5.3 Scala della frequenza

VOLUME	SCALA
G	1
M	5
P	9

Tabella 5.4 Scala della frequenza

La fase più delicata nella costruzione di questa struttura è quella dell'assegnazione di un peso ai vari criteri. Questa parte, infatti, è di per sé arbitraria e dipende strettamente dal contesto specifico in cui si sta lavorando.

In questo caso, il peso che si è deciso di assegnare ai vari criteri è il seguente:

- Somma dei consumi: 50%
- Frequenza: 10%
- Volume: 30%
- Numero di linee: 10%

A questo punto si può impostare la matrice e vedere l'applicazione di qualche codice esemplificativo:

	PESO	50%	10%	30%	10%		
CRITERIO CODICE	SOMMA CONSUMI	FREQUENZA	VOLUME	NUMERO DI LINEE	PUNTEGGIO	CLASSE	
110023 BASE FM STEEL 10KG	1	10	1	-	?	?	
110135 BASE BOX 80	1	1	1	-	?	?	
110169 LAMIERA INTERNA ECOCHIC 80 /BOX80 /AQ 80	2	7	1	-	?	?	
120026 VENT 120X120X25 W30/60 DP203AT (A)	10	10	9	-	?	?	
120032 SERPENTINA INOX DOPPIA FM	1	10	1	-	?	?	
120055 TUBO RAME PER FILTRO W30/60/80	10	10	9	-	?	?	
120062 FILTRO RAME 15 GR. 6,5X2,5 UL (A)	10	10	9	-	?	?	
120164 COMPR EMI70UER R290 60Hz 230V FM80	1	1	3	-	?	?	
140003 ANTIVIBRANTI PLASTICA COMPRESSORE	10	10	9	-	?	?	

Tabella 5.5 Costruzione della matrice multicriterio

Nel caso dei codici relativi alla saldatura, essendo codici specifici per questo reparto, non viene considerato il numero di linee, in quanto sono utilizzati esclusivamente in questo *WIP*.

Si deve capire ora a quanto corrisponde il punteggio totale di un codice che ricada esattamente nel caso limite, ovvero in cui presenti tutti i valori di soglia. Questo valore servirà, poi, per far ricadere tutti i codici con un punteggio superiore a quello trovato in una classe e tutti quelli con uno inferiore nell'altra.

Il caso limite, per il quale un codice può essere classificato come P, presenta i seguenti valori:

- *Somma dei consumi* = 3
- *Frequenza* = 4
- *Volume* = 1

Il punteggio totale è dato dalla sommatoria di ciascun valore dell'alternativa moltiplicato per il relativo peso:

$$W = 3 * 0,5 + 4 * 0,1 + 1 * 0,3 = 2,2$$

Tutti i codici, quindi, che presenteranno un valore minore o uguale a 2,2 saranno classificati come P, mentre i restanti, con un valore maggiore a 2,2 faranno parte della classe N.

	PESO	50%	10%	30%	10%		
CRITERIO CODICE	SOMMA CONSUMI	FREQUENZA	VOLUME	NUMERO DI LINEE	PUNTEGGIO	CLASSE	
110023 BASE FM STEEL 10KG	1	10	1	-	1,35	P	
110135 BASE BOX 80	1	1	1	-	0,9	P	
110169 LAMIERA INTERNA ECOCHIC 80 /BOX80 /AQ 80	2	7	1	-	2	P	
120026 VENT 120X120X25 W30/60 DP203AT (A)	10	10	9	-	8,7	N	
120032 SERPENTINA INOX DOPPIA FM	1	10	1	-	1,8	P	
120055 TUBO RAME PER FILTRO W30/60/80	10	10	9	-	8,7	N	
120062 FILTRO RAME 15 GR. 6,5X2,5 UL (A)	10	10	9	-	8,7	N	
120164 COMPR EMI70UER R290 60Hz 230V FM80	1	1	3	-	1,5	P	
140003 ANTIVIBRANTI PLASTICA COMPRESSORE	10	10	9	-	8,7	N	

Tabella 5.6 Matrice multicriterio completa

I risultati forniti dalla matrice multicriterio sono coerenti con le condizioni impostate precedentemente che si possono così tenere in considerazione tutte contemporaneamente, fornendo una classificazione oggettiva.

In generale, su un totale di circa 150 codici S da classificare, quindici circa sono stati inseriti nella classe N.

5.4 COSTRUZIONE DELLA MATRICE MULTICRITERIO PER LA CLASSIFICAZIONE DEI CODICI C

Il lavoro svolto sui codici C è esattamente il medesimo e segue la stessa impostazione di quello applicato sugli S.

I dati di *input* sono sempre quelli presenti nel file Excel che riporta la somma dei consumi di materie prime, con l'unica differenza che in questo caso si imposta il filtro per la valutazione dei soli codici C e delle linee di produzione da 1 a 9 nell'anno 2019.

Per i codici che verranno classificati come N, poi, si controllerà se nel 2020 risulta un utilizzo anche nel *WIP* della saldatura, cosa che con i filtri del 2019 non è possibile vedere, dato che la saldatura era effettuata esternamente.

La situazione di partenza è la seguente:

Anno	2019	Descr_Figlio	Centro	Cod_ProdFinito	Somma di Consumi
Mese	(Tutto)				
TipoArticolo	C				
Des_ProdFinito	(Tutto)				
Magazzino	(Tutto)				
CodFiglio	Descr_Figlio	Centro	Cod_ProdFinito	Somma di Consumi	
110015A				1979	
110017				1211	
110018	STAFFA RID. PRESSIONE ACQUA FM	Linea 8		215	
110018 Totale				215	
110019				391	
110036	GRIGLIA VASCHETTA FM STEEL	Linea 8		484	
110036 Totale				484	
110103				19520	
110142	INVOLUCRO PANTAREI	Linea 9		72	
110142 Totale				72	
110145	PIANO SERBATOIO PANTAREI	Linea 9		54	
110145 Totale				54	
110146	LEVA SERRATURA PANTAREI	Linea 9		72	
110146 Totale				72	
110150	STAFFA RINFORZO PANTAREI	Linea 9		144	
110150 Totale				144	
110155	LAVELLO PANTAREI	Linea 9		72	
110155 Totale				72	
110173	COPERCHIO ECOCHIC 80	(A) Linea 6		2403	
110173 Totale				2403	
110177				2043	
110183	TRAVERSA BCC	Linea 9		424	
110183 Totale				424	
110189	LEVA SERRATURA CABINET / BCC	Linea 9		425	
110189 Totale				425	
110233				7287	
110287				717	
110348	PANNELLO FILTRI PANTAREI DCT	Linea 9		466	
110348 Totale				466	
110451	STAFFA ELETTROVALVOLA BLUSODA	Linea 3 Linea 4		7275 4743	
110451 Totale				12018	
110453	PANNELLO LATERALE BLUSODA	Linea 3 Linea 4		13554 3062	
110453 Totale				16616	
110455	COPERCHIO SUPERIORE BLUSODA	Linea 3 Linea 4		8056 1836	
110455 Totale				9892	
110456A	*** PANNELLO POSTERIORE BLUSOD	Linea 3 Linea 4		7305 1531	
110456A Totale				8836	

Figura 5.2 Database di partenza per i codici S

I criteri utilizzati per effettuare la classificazione sono gli stessi utilizzati nello *step* precedente, considerando però, questa volta, anche la voce relativa al numero di linee produttive:

- Somma dei consumi
- Frequenza
- Volume
- Numero di linee produttive

Le condizioni per la classificazione di un codice nella classe P o nella classe N rimangono le stesse elencate sopra e identici rimangono anche i pesi assegnati a ciascun criterio.

Ciò che manca da definire, invece, è la scala su cui riportare i valori del criterio del numero di linee:

NUMERO DI LINEE	SCALA
1-2	1
3-5	5
6-9	9

Tabella 5.7 Scala del numero di linee

Sulla base di queste informazioni si può quindi impostare la matrice multicriterio per la classificazione dei codici C e di seguito si può osservare qualche esempio:

PESO	50%	10%	30%	10%		
CRITERIO CODICE	SOMMA CONSUMI	FREQUENZA	VOLUME	NUMERO DI LINEE	PUNTEGGIO	CLASSE
110103 STAFFA GASATORE	10	10	9	5	?	?
110451 STAFFA ELETTROVALVOLA BLUSODA BS-0124	10	10	9	1	?	?
110453 PANNELLO LATERALE BLUSODA (A)	10	10	1	1	?	?
110467 STAFFA ELV 3 IN 1 OUT BCC	1	10	9	1	?	?
130141 BECCUCCIO INOX TORNITO BS HOT	3	10	9	5	?	?
140380 ORING 108 8,73x1,78	10	10	9	5	?	?
150094 VASCHETTA IEC STS350 (A)	10	10	9	9	?	?
150391 TERMOSTATO K14 S0182000 (A)	10	10	9	5	?	?

Tabella 5.8 Costruzione della matrice multicriterio

Anche in questo caso è necessario calcolare il valore di soglia che si otterrebbe nel caso in cui un codice sia al limite tra una classe e l'altra, così da avere il numero tale per cui i codici che hanno un risultato inferiore o uguale diventano P e quelli che ne hanno uno maggiore diventano N. Il calcolo deve essere eseguito nuovamente in quanto nel caso precedente non si era tenuto conto della voce del numero di linee.

I parametri vengono così impostati:

- *Somma dei consumi* = 3
- *Frequenza* = 4
- *Volume* = 1
- *Numero di linee* = 1

$$W = 3 * 0,5 + 4 * 0,1 + 1 * 0,3 + 1 * 0,1 = 2,3$$

Il valore di soglia ottenuto questa volta è pari a 2,3, quindi tutti i codici con valore minore o uguale a questo saranno di classe P, mentre tutti gli altri saranno N.

PESO	50%	10%	30%	10%		
CRITERIO CODICE	SOMMA CONSUMI	FREQUENZA	VOLUME	NUMERO DI LINEE	PUNTEGGIO	CLASSE
110103 STAFFA GASATORE	10	10	9	5	9,2	N
110173 COPERCHIO ECOCHIC 80 (A)	2	10	1	1	1,5	P
110183 TRAVERSA BCC	1	10	1	1	1,9	P
110451 STAFFA ELETTROVALVOLA BLUSODA BS-0124	10	10	9	1	8,8	N
110453 PANNELLO LATERALE BLUSODA (A)	10	10	1	1	6,4	P
140380 ORING 108 8,73x1,78	10	10	9	5	9,2	N
150094 VASCHETTA IEC STS350 (A)	10	10	9	9	9,6	N
150391 TERMOSTATO K14 S0182000 (A)	10	10	9	5	9,2	N

Tabella 5.9 Matrice multicriterio completa

Anche in questo caso le linee guida fornite dalla matrice multicriterio risultano affidabili. Nell'applicazione pratica, poi, alcune delle risposte della tabella sono state rivisitate,

come si può notare dall'esempio fornito dal codice 110453, cerchiato in arancione. Se, infatti, questo articolo secondo le valutazioni dovrebbe esser messo come codice N, in realtà si è deciso di lasciarlo come P, ma con una gestione simile a quella dei codici N. Come già spiegato in precedenza, un codice P dovrebbe essere portato in quantità precisa e contata, ma, nel caso in cui gli articoli fossero difficili da depallettizzare, come per i codici di carpenteria ad esempio che si trovano direttamente posizionati sui pallet avvolti nel *cellophane* (come nel caso del codice 110453), si può portare l'intero pallet in linea, trasferendo nel *WIP* una quantità pari a quella indicata sull'imballo. La gestione di questo tipo di codici, quindi, è particolare, ma, dato che è risultata funzionante, in quanto viene applicata quotidianamente ad articoli di questa natura, si è ritenuto opportuno lasciarla invariata.

In totale, dei 600 codici di classe C, circa venti sono stati trasformati in N.

Come si può notare, rispetto al totale di entrambe le classi, sia S che C, i codici che si è deciso di rendere N sono una minima parte. Questa scelta è stata compiuta volontariamente: se, infatti, da una parte i codici che si potevano inserire in quest'ultima classe potevano essere in teoria molti di più, dall'altra si sono valutati tutti i singoli casi sul campo e si è deciso di introdurre solo i candidati migliori, ovvero quelli che comparivano nella matrice multicriterio con un punteggio finale molto elevato. Questa condotta è stata dettata da ragioni strettamente legate al fattore umano, in quanto l'introduzione di un sistema *kanban* comporta parecchi cambiamenti, sia per gli alimentatori che devono compiere operazioni differenti per approvvigionare il materiale, sia per gli operatori di linea, i quali devono comprendere il funzionamento della nuova logica ed essere attenti a far girare i cartellini e/o i contenitori e a non smarrirli. Per questo motivo, si è deciso di implementare un sistema relativo ad un numero di codici limitato, che verrà poi ampliato nel futuro, in quanto, una volta introdotto, il lavoro non è concluso, ma va continuamente aggiornato e migliorato. L'inserimento successivo di nuovi codici, inoltre, comporterà solo l'introduzione fisica del cartellino o del contenitore del vuoto per pieno, in quanto l'analisi teorica è già stata completamente effettuata.

5.5 VALUTAZIONE DI ULTERIORI CRITERI: UNA FASE PIU' PRATICA

Una volta completati i due *database* dei codici S e dei codici C, si può passare ad una fase

più pratica, di discesa in campo, sempre volta a raccogliere informazioni con cui arricchire quelle già possedute. In particolare, si sono valutati, relativamente a ciascuno dei codici analizzati, la tipologia, la quantità e la dimensione dell'imballo. Queste informazioni, infatti, in primo luogo sono necessarie per confermare la classificazione ottenuta tramite la matrice multicriterio, in quanto, vedendo visivamente i prodotti, ci si può render conto velocemente se sono correttamente gestibili con la logica pensata per quel tipo specifico di codice. In secondo luogo, questi dati sono utili per capire se, per gli articoli che si è ritenuto opportuno inserire in N, sia più adeguata una gestione tramite cartellino *kanban* o tramite i due contenitori del vuoto per pieno.

Questa operazione ha richiesto diverse ore lavorative per poter essere svolta, in quanto si è preso in esame ed osservato fisicamente in magazzino ciascun codice dell'elenco candidato ad essere un potenziale N. Per tali operazioni è stato necessario il supporto di un alimentatore, in quanto queste figure sono le uniche in possesso di un palmare con il quale trovare l'ubicazione dei vari codici in magazzino e di un carrello elevatore per poter prelevare i pallet dalle varie scaffalature a ripiani.

Il *database*, quindi, si è aggiornato con informazioni di questo tipo, ad esempio:

CODICE	TIPOLOGIA IMBALLO	QUANTITA' IMBALLO	DIMENSIONI IMBALLO
130007 SERRATURA + 2 CHIAVI FM 20324 3002	SCATOLA	100	35x27x20 cm
130008 GASATORE 1 SONDA G- 411585/B (A)	SCATOLA	20	40x60x30 cm
130009 GASATORE RULL.1 SONDA G-480213 (A)	SCATOLA	20	40x60x30 cm
150069 ELV RPE EV IN 3/4" M OUT JG 8 24VAC (K)	SCATOLA	160	40x60x20 cm
150071 TRASFORMATORE 230/24V 40VA	SCATOLA	12	20x25x10 cm
150159 obs SCAT.ELET.WA/FM IT FEGR012+INT.FE292	SCATOLA	50	40x40x30 cm

Tabella 5.10 informazioni aggiuntive sull'imballo

Nell'analisi dei vari codici c'è stato un caso particolare riguardante le varie tipologie di etichette da applicare sulle macchine, utilizzate durante diverse fasi produttive.

Un lungo elenco di questi codici, infatti, è risultato appartenere alla categoria C, quindi ci si è interrogati su come poterli gestire in maniera omogenea. Le etichette sono collocate

nel magazzino degli imballi all'interno dello stabilimento produttivo e non nel magazzino centrale, motivo per cui sarebbe opportuno trasferire questi codici nella classe L, più che in P e in N. Come già visto, i codici L sono gestiti allo stesso modo degli P, ma differiscono da questi ultimi per l'ubicazione (e di conseguenza anche l'alimentatore che li approvvigiona è diverso). Quelli per cui, quindi, il consumo risulta basso, non è un problema trasferirli in L, in quanto presentano la gestione ordinaria tramite liste di prelievo. Un interrogativo sorge, invece, per le etichette che presentano consumi molto elevati (anche superiori alle 10.000 o 20.000 unità annuali). Gestire questa tipologia di codici tramite contenitori del vuoto per pieno, infatti, non risulta molto agevole, poiché:

- Molte tipologie di etichette si trovano su fogli ed è quindi impossibile inserire un foglio A4 all'interno di contenitori che sono ben più piccoli;
- Altre tipologie di etichette si trovano su rotoli, che possono contenere anche fino a 1000 unità. Distribuire un rotolo o due, se si volesse applicare correttamente il principio del vuoto per pieno, su tutte le linee comporterebbe un aumento incontrollato della giacenza ed anche un suo immobilizzo. Tali codici, infatti, sono trasversali a tutte le linee produttive.

Queste considerazioni hanno portato a ripensare alla classificazione di questi codici e si è ritenuto opportuno continuare ad utilizzare il vigente sistema, che prevede che tali codici compaiano nelle liste di prelievo degli alimentatori che si occupano dell'approvvigionamento all'interno dello stabilimento produttivo e che quindi vengano contati secondo fabbisogno.

Per migliorare, però, la gestione di questi codici un po' particolari si è pensato di introdurre dei separatori sui ripiani delle scaffalature per tenerli ordinati, in modo da semplificare anche le operazioni di prelievo da parte degli alimentatori.



Figura 5.3 Scaffalature per etichette

Ragionamento analogo a quello delle etichette, è stato seguito per codici simili, sempre collocati all'interno dello stabilimento produttivo, come buste o manuali d'uso.

5.6 GESTIONE DEL SISTEMA KANBAN E DEL VUOTO PER PIENO IN BLUPURA

La gestione tramite vuoto per pieno prevede l'approvvigionamento del materiale tramite due contenitori, identici tra loro ma con l'etichetta che ne indichi il differente numero (1/2 e 2/2). La presenza di queste due cassette permette al *buffer* di linea di non rimanere mai sprovvisto di materiale, in quanto, al termine delle quantità presenti nella prima cassetta, durante il *Lead Time* di approvvigionamento, si può usare il contenuto della seconda, che è quella di scorta. La rotazione continua dei contenitori è semplice, efficiente e permette una classica gestione a fabbisogno.

È importante sottolineare che i contenitori del vuoto per pieno hanno la loro postazione fissa nella scaffalatura a ripiani all'inizio del *WIP*, denominata, nel corso dell'elaborato, anche come *supermarket* o *buffer* di linea.

Nel momento in cui hanno bisogno di quei materiali, gli operatori si recano in quel punto con le cassetine più piccole con le quali lavorano in linea e si approvvigionano di quei codici.

La gestione tramite sistema *kanban*, invece, seppur basata sullo stesso principio di quella del vuoto per pieno, è leggermente diversa. Se, infatti, nel caso precedente a ruotare erano i contenitori fisici, in questo caso ciò che fisicamente ruota è il cartellino *kanban*.

Si è deciso di adottare questa gestione sui codici che presentino imballi comodi ed idonei, sia per quantità che per tipologia, ad essere trasportati direttamente in *WIP*. Questo significa che il cartellino *kanban* viene applicato direttamente sulla confezione nel caso sia unica o su una di esse, nel caso in cui siano molteplici. Si è pensato anche in quest'ultimo caso di introdurre un unico cartellino e non molteplici in numero pari alle scatole, in quanto il problema di smarrimento dei cartellini non è secondario e quindi con un loro numero elevato in circolazione aumenta il rischio di mancanza di materiali in linea.

Il cartellino deve essere staccato dall'imballo ed essere depositato in un piccolo *box* trasparente apposito:

- Quando le quantità presenti all'interno dell'imballo stanno per esaurirsi, nel caso in cui si abbia un unico imballo. In questo caso ci si affida all'abilità e alla discrezione dell'operatore.

- Nel momento in cui si apre l'ultima confezione disponibile, nel caso in cui gli imballi siano molteplici.

Nel *box*, che è stato creato appositamente per la movimentazione dei cartellini, vi è indicato il numero del *WIP* con il relativo colore ed è parte di un *totem* posizionato sul bordo linea, per una più facile accessibilità per gli alimentatori che devono prelevare i cartellini in esso contenuti.



Figura 5.4 Totem kanban



Figura 5.5 Dettaglio totem kanban

Una volta al giorno, l'alimentatore addetto ritira tutti i cartellini *kanban* presenti nei *box* delle varie linee e li porta nell'apposita area del magazzino dove vi sono dei *box* identici. Il giorno successivo il magazziniere addetto alla preparazione delle liste preleva tutti i cartellini che trova in magazzino e prepara il materiale da riportare in linea insieme al cartellino stesso attaccato agli imballi.

5.7 DIMENSIONAMENTO

Dopo aver aggiornato il *database* con le nuove informazioni raccolte, si è potuta iniziare la fase più operativa del dimensionamento dei contenitori per il vuoto per pieno e dei cartellini *kanban*, per passare poi alla loro introduzione fisica.

Lo scopo che si vuole raggiungere attraverso l'implementazione di questo sistema è quello di diminuire il numero totale degli approvvigionamenti rispetto a quelli che si

hanno con la gestione a lista di prelievo, in modo da ridurre, di conseguenza, il numero di operazioni di *picking* e i tempi morti degli alimentatori. Per poter perseguire questo obiettivo, si è deciso di dimensionare i contenitori e i cartellini in modo da coprire un fabbisogno di sette giorni circa, cosicché la loro rotazione avvenga settimanalmente. La scelta dell'unità settimanale è sembrata adeguata perché permette una effettiva diminuzione delle operazioni di *picking*, ma allo stesso tempo non incrementa eccessivamente la scorta presente nei *buffer* di linea. I prodotti gestiti secondo le logiche vuoto per pieno e *kanban*, infatti, sono di largo consumo ed alto rotanti, quindi per questi materiali non si pone il rischio di obsolescenza.

La quantità q_{ij} per il dimensionamento è stata calcolata come la media tra i consumi annuali Q_{ij} del codice i -esimo sul WIP j -esimo e le settimane lavorative in un anno, che si sono assunte pari a 44:

$$q_{ij} = \frac{Q_{ij}}{44}$$

In questo modo, ciascun codice dovrebbe coprire il fabbisogno di un WIP per un arco di tempo pari ad una settimana circa. Se poi, durante il monitoraggio del sistema ci si dovesse accorgere che la scorta dovesse essere stata sovradimensionata o sottodimensionata, allora le quantità riportate andrebbero aggiornate.

Per quanto riguarda i contenitori da poter utilizzare per il vuoto per pieno, prima dell'inizio del progetto si utilizzavano solamente le tre tipologie FP J01, FP J17 e FP J25.

Durante l'analisi del volume dei codici e dei relativi consumi, si è ritenuto opportuno introdurre anche contenitori con dimensioni maggiori dalla capienza adatta a contenere le quantità necessarie.

Le nuove cassette introdotte, in particolare, sono di colore grigio e delle seguenti dimensioni:

- 40x30x13 cm;
- 40x30x22 cm;
- 30x20x15 cm.

La fase di dimensionamento è una fase perlopiù operativa: si tratta, infatti, di decidere se per i vecchi codici S e C, classificati ormai come N, sia più corretta una gestione tramite vuoto per pieno o tramite cartellino *kanban*.

5.8 AREA SALDATURA

La fase di dimensionamento e di introduzione del sistema è partita dall'area della saldatura, in modo da poterla monitorare con più facilità, dato che si tratta di un reparto più piccolo e con un basso numero di codici.

La maggior parte di tali articoli, inoltre, è caratteristica di questo reparto e ciò permette di poter trasferire i codici opportuni nella classe N, senza il bisogno di doverli inserire anche lungo le linee produttive perché lì non sono richiesti.

È importante sottolineare che il *WIP* della saldatura è unico e ciò significa che, nel momento in cui un magazziniere vi trasferisce il materiale, non ha bisogno di specificare se si tratti dell'area di saldatura 1, 2 o 3. Sulla base di questa considerazione si è presa la decisione di introdurre, inizialmente, un unico carrello a gravità, con ripiani dotati di rulli di scorrimento, comune a tutto il *WIP* e posto nella centrale area di saldatura 2, sul quale collocare i codici N tradizionali, quali viteria e minuteria in generale, perché la saldatura, a differenza delle linee, ne era sprovvista.

Per decidere quali codici inserire si è utilizzato il file con i consumi totali della materia prima e si sono filtrati i codici N (quelli già battezzati come tali prima della classificazione degli C e degli S) utilizzati nel *WIP* saldatura. Essendo il *WIP* unico e di conseguenza la scaffalatura unica, si sono considerati i consumi aggregati relativi all'intero reparto.

La saldatura interna, inoltre, è stata avviata solo a partire da Marzo 2020, dopo il trasferimento nel nuovo stabilimento, quindi per un corretto dimensionamento si sono considerate 32 settimane lavorative invece di 44, relative ai consumi avvenuti nel 2020.

In questo modo si è potuta ottenere una fotografia veritiera dei consumi su questo *WIP*.

Prima di passare alla vera e propria introduzione fisica dei contenitori del vuoto per pieno, è stato necessario capire, sulla base dei fabbisogni calcolati, quali fossero, per ciascun codice candidato, le cassetine più adatte a contenere le quantità richieste. Per questa operazione, è stata necessaria la collaborazione di un alimentatore: per ogni codice da inserire, dalla minuteria ai codici specifici della saldatura, si sono eseguite diverse prove alla bilancia contapezzi per capire quanti pezzi potessero contenere le diverse tipologie di contenitori.

Una volta in possesso di questi numeri, è stato facile decidere quale fosse la dimensione più opportuna da scegliere per ogni area specifica.

Di seguito si riportano degli esempi riguardanti l'introduzione dei codici relativi alla minuteria, già classificati come N e già presenti nei *WIP* delle linee:

CODICE	CONSUMO ANNUALE (pz)	CONSUMO SETTIMANALE (pz)	TIPOLOGIA CASSETTA	QUANTITA' DI RIEMPIMENTO CASSETTA (pz)
190025 DADO M4 A2 DIN 934	26511	662,775	FP J01	3360
190026 RONDELLA ZIGRINATA M4 D.4x8 A2 DIN 6798A	41806	1045,15	FP J01	5660
190028 RONDELLA LARGA M4 D.4,3X12 A2 DIN 9021	12882	322,05	FP J01	3000
190032 VITE ESAGONALE M5X12 A2 DIN 933	26297	657,425	FP J01	830
190052 INSERTO FISSAGGIO LAMIERA	98509	2462,725	FP J25	2500
190054 VITE AUT. TCR S/P 4,2X9,5 A2 DIN7981 PHI	50526	1263,15	FP J01	1450

Tabella 5.11 Minuteria reparto saldatura

Una volta introdotti i codici N che erano mancanti in questo reparto, si è potuto procedere con la novità vera e propria, ovvero l'introduzione dei codici S, diversi dalla minuteria, da gestire con le nuove logiche tipiche dei codici N.

I nuovi articoli controllati con il vuoto per pieno sono perlopiù pezzi di piccolo volume, come ad esempio i piedini, mentre per altri di medio volume, come i filtri in rame o i tubi mandata ad esempio, sono state adottate logiche miste di vuoto per pieno e *kanban*, a seconda della particolare area di saldatura a cui sono rivolti. Da un lato, infatti, come si è già detto, il *WIP* della saldatura è unico e quindi può essere coerente avere un unico punto per l'approvvigionamento della viteria e della minuteria (l'operatore infatti non andrà ad approvvigionarsi di viti frequentemente, ma una volta riempita la cassetta che utilizza sulla sua postazione riesce ad andare avanti per parecchio tempo). D'altra parte, è più opportuno che i codici di largo consumo che non possono essere tenuti in cassette sulle postazioni siano presenti in tutte e tre le aree di saldatura che li richiedono e con le quantità adeguate a coprire il proprio fabbisogno settimanale, che può essere diverso dall'una all'altra. Per questo motivo, laddove la richiesta settimanale sia prossima ad un multiplo d'imballo si preferisce adottare la gestione a *kanban*, laddove invece si discosti parecchio, allora è preferibile assecondare il fabbisogno tramite il contenitore dalle dimensioni più adatte al singolo caso.

Ogni area di saldatura, quindi, ha il proprio sistema e gestisce alcuni codici N secondo una logica ed altri secondo un'altra, con le quantità più idonee a rispondere ai propri fabbisogni. L'alimentatore che rifornisce il reparto, invece, segnala nel suo palmare un unico approvvigionamento al *WIP 44*, senza alcuna distinzione per area, ma nella pratica si deve poi occupare di depositare in ogni zona quanto previsto dal sistema in vigore.

I principali codici gestiti nella saldatura con il vuoto per pieno sono, ad esempio:

CODICE	AREA SALDATURA	TIPOLOGIA CASSETTA	QUANTITÀ (pz)
120055 TUBO RAME PER FILTRO W30/60/80	1	FP J25	100
120055 TUBO RAME PER FILTRO W30/60/80	3	FP J25	100
120056 TUBO RAME MANDATA W80	1	40x30x22	60
120056 TUBO RAME MANDATA W80	2	40x30x13	30
120056 TUBO RAME MANDATA W80	3	40x30x22	60
140079 PIEDINO GOMMA WAVE H 16MM	1	40x30x13	500
140079 PIEDINO GOMMA WAVE H 16MM	2	40x30x22	900
140118 PIEDINO PVC DURO 30X25MM ART.00633	2	30x20x15	250
140118 PIEDINO PVC DURO 30X25MM ART.00633	3	30x20x15	250
140182 PIEDINO REGOLABILE D.29 M8 H.12	2	FP J25	110
140182 PIEDINO REGOLABILE D.29 M8 H.12	3	FP J25	110

Tabella 5.12 Codici vuoto per pieno saldatura

Si potrebbe pensare che il cambiamento apportato al sistema di vuoto per pieno riguardi solo la tipologia di codici a cui viene applicato, ma in realtà c'è dell'altro. Essendo questi nuovi codici introdotti, infatti, ubicati nel magazzino centrale e non nei magazzini della minuteria presenti all'interno dello stabilimento, non è possibile effettuare il riempimento trasferendo solo la quantità indicativa riportata dall'etichetta presente sulla scatola, ma è necessario che vengano contati puntualmente. Se si chiedesse ai magazzinieri, però, di contare manualmente i pezzi come hanno sempre fatto finora, non si trarrebbe alcun vantaggio dall'implementazione della nuova gestione. Ciò che si è richiesto, quindi, per effettuare un trasferimento di materiale preciso è di servirsi di una bilancia contapezzi, la quale finora non era mai stata utilizzata, in quanto ritenuta poco affidabile. Nella realtà, la bilancia è funzionante ed è stata testata prima di procedere al

suo utilizzo. In questo modo, oltre ad ottenere una velocizzazione delle operazioni di conteggio dei magazzinieri, i quali sono svincolati dal conteggio manuale, si guadagna anche in precisione, in quanto le quantità riportate nel palmare sono meno soggette all'errore umano.

È stata, poi, stabilita un'area come punto di raccolta delle cassetine vuote, dove gli operatori di linea devono lasciarle, cosicché l'alimentatore può passare a ritirarle per poi riconsegnarle piene, sempre nello stesso punto.

Per quanto riguarda i codici gestiti a *kanban*, invece, l'elenco completo è il seguente, dove si riportano, oltre al codice con la sua descrizione, le unità di misura utilizzate (Nr.=numero, Mt=metri), le quantità presenti in un imballo singolo e le quantità con cui approvvigionare ogni area:

CODICE	DESCRIZIONE	UM	Area 1 Q.tà	Area 2 Q.tà	Area 3 Q.tà	IMBALLO
120026	VENT 120X120X25 W30/60 DP203AT	Nr.	40/60	240	0	40/60 pz
120027	VENT 120X120X38 W80/FM80 A12B23ETBW00	Nr.	40	40	80	40 pz
120054	TUBO RAME MANDATA W60	Nr.		500		500 pz
120055	TUBO RAME PER FILTRO W30/60/80	Nr.		500		500 pz
120060	SCAMBIATORE DCT PI00025	Nr.	100	300		300 pz
120062	FILTRO RAME 15 GR. 6,5X2,5 UL (A)	Nr.	500	500	500	500 pz
120064	TUBO CARICA 100MM VALVOLINA+TAPPO (A)	Nr.	500	500	500	500 pz
140003	ANTIVIBRANTI PLASTICA COMPRESSORE	Nr.	2500	2500	2500	2500 pz
110472	STAFFA FISSAGGIO FUSIONE ALLUM. BLUSODA	Nr.	300	300		
140057	TUBO ARMAFLEX SP6 D8	Mt	170			85 mt
150525	TERMOSTATO KP4A1 BIOREFRESH SELFIZZ (A)	Nr.	100			100 pz
150071	TRASFORMATORE 230/24V 40VA	Nr.			12	12 pz
150052	PASSACAVO ANTIPIEGA M20X1,5 NERO	Nr.		25		25 pz
150490	FASCETTE SERBATOIO OSMOSI 1000X12,6 NERE	Nr.		100		

Tabella 5.13 Codici gestiti a *kanban* saldatura

Nella creazione del cartellino, si attinge direttamente da questi dati, così da non aver errori nella trascrizione delle quantità.

Le informazioni presenti in un tipico cartellino *kanban* della saldatura sono:

- Area di saldatura;
- Codice del materiale;

- Descrizione del codice;
- Quantità da approvvigionare;
- Numero del *WIP* (44 nel caso della saldatura);
- Peso;
- Codice a barre.

Il peso è stato inserito in una rivisitazione del cartellino, così come il codice a barre, in quanto in quelli utilizzati nel momento in cui il progetto era stato avviato nei primi mesi del 2020 non erano presenti queste informazioni.

Il peso è utile agli alimentatori nel momento del conteggio dei pezzi alla bilancia: se, infatti, non volessero tararla ogni volta che effettuano il prelievo del materiale, riportando il peso potrebbero trasferire lo stesso numero di unità ogni volta.

Il codice a barre ha anch'esso la funzione di velocizzare il lavoro dei magazzinieri, poiché in questo modo non devono ogni volta digitare interamente il codice sul palmare.

		Cartellino Codice "N"	
		SALDATURA 2	
PRELIEVO DAL MAGAZZINO			
Codice	Descrizione	U.M.	Q.tà indicativa
110472	STAFFA FISSAGGIO FUSIONE ALLUM. BLUSODA	Nr.	300
			
Peso KG			
WIP di destinazione		44	
LO SPOSTAMENTO DEL MATERIALE TRAMITE PALMARE VA FATTO CON LA QUANTITA' REALMENTE CONTATA			

Figura 5.6 Cartellino kanban saldatura

Come si può notare, in basso viene specificato chiaramente che il trasferimento dei pezzi dal magazzino centrale al *WIP* deve essere preciso e deve riportare le quantità effettivamente movimentate.

Il *Visual Management*, inoltre, ricorre anche in questo contesto, in quanto ciascun cartellino, per essere più facilmente identificabile, riporta il colore del proprio *WIP*, che, nel caso della saldatura, è il marrone.

Sempre nell'area della saldatura, dopo l'introduzione dei codici da gestire secondo le nuove modalità, si è deciso di standardizzare le postazioni di ciascun materiale, in modo da rendere il sistema appena introdotto ancora più chiaro e funzionante. In un ambiente, infatti, in cui ci sia ordine e chiarezza nella disposizione dei materiali, è di conseguenza più semplice portare a regime un nuovo sistema e permetterne il corretto funzionamento, evitando così la perdita di cartellini o contenitori che potrebbe provocare una mancanza di materiale nei reparti.

La standardizzazione delle postazioni è specifica per ogni area della saldatura, infatti ognuna ha dei propri codici, che sono per la maggior parte diversi da quelli delle altre. In particolare, gli articoli che si differenziano da un'area all'altra sono i codici P, mentre quelli comuni sono quelli che sono stati trasferiti in N e che quindi ora sono gestiti con il *kanban* e il vuoto per pieno.

Per effettuare la fase di standardizzazione delle postazioni, si è iniziato da un'analisi del materiale già presente in linea, spesso non codificato, in quantità ridondanti o in posizioni non idonee (vi sono stati esempi di imballaggi vuoti al centro dell'area produttiva o di pallet contenenti materiale da dover utilizzare con sopra accatastati altri pallet con diverso materiale). È evidente come, in queste condizioni di lavoro, sia difficile accedere ai materiali e la loro ricerca o la ricerca di un alimentatore che aiuti nella depallettizzazione può causare per gli operatori in linea ingenti perdite di tempo, che poi si riflettono sulla produttività e sul calo dell'efficienza.

Una volta trovato l'elenco dei materiali presenti e di quelli che effettivamente servono in una specifica area, si è passati alla ridefinizione del *layout*.

In particolare, in ciascuna area di saldatura ci sono tre postazioni per tre operatori. Si è studiato, quindi, quale fosse il materiale utilizzato in ciascuna postazione e si è riorganizzato in modo che ogni operatore avesse più accessibili i componenti da dover utilizzare.

Essenziale in questo passaggio è risultata anche la collaborazione degli operatori stessi, i quali mostrando sia i movimenti da loro compiuti sia i materiali da loro utilizzati, hanno permesso di avere un'idea chiara di quale fosse l'impostazione migliore per la ridefinizione delle aree.

I codici ai quali è stata assegnata una postazione fissa sono tutti di classe P, ma si tratta di particolari codici P gestiti, come già spiegato, secondo modalità tipiche degli N. Sono, infatti, tutti codici dai grandi volumi, come ad esempio pezzi di carpenteria, quali pannelli per il telaio delle macchine, pezzi in plastica sempre per la realizzazione del telaio, compressori, serbatoi, fusioni, coibentazioni, condensatori e vasche. È evidente che depallettizzare questi articoli, contarli manualmente e movimentarli sono operazioni che richiederebbero troppo tempo agli alimentatori, quindi la gestione più efficace risulta quella di depositare l'intero pallet con le quantità totali consegnate dal fornitore in linea e, nel caso in cui tali quantità siano superiori a quelle richieste, nelle liste di prelievo successive il fabbisogno sarà rettificato tenendo conto del *surplus* dell'operazione precedente. Come illustrato, essendo questa gestione risultata efficace in passato, non si è ritenuto opportuno cambiarla. Si sarebbero potuti trasformare tutti questi codici in N per i loro elevati consumi e frequenza, ma poi gestire un numero molto alto di cartellini sarebbe risultato difficoltoso per gli operatori, specie nel momento appena successivo all'introduzione del sistema. L'applicazione dei cartellini sul *cellophane* dei pallet che avvolge i pezzi, inoltre, sarebbe rischiosa, in quanto, in un momento di disattenzione, insieme alla rimozione dell'involucro dell'imballo si potrebbero gettar via anche i cartellini *kanban* e questa eventualità non può essere ignorata.

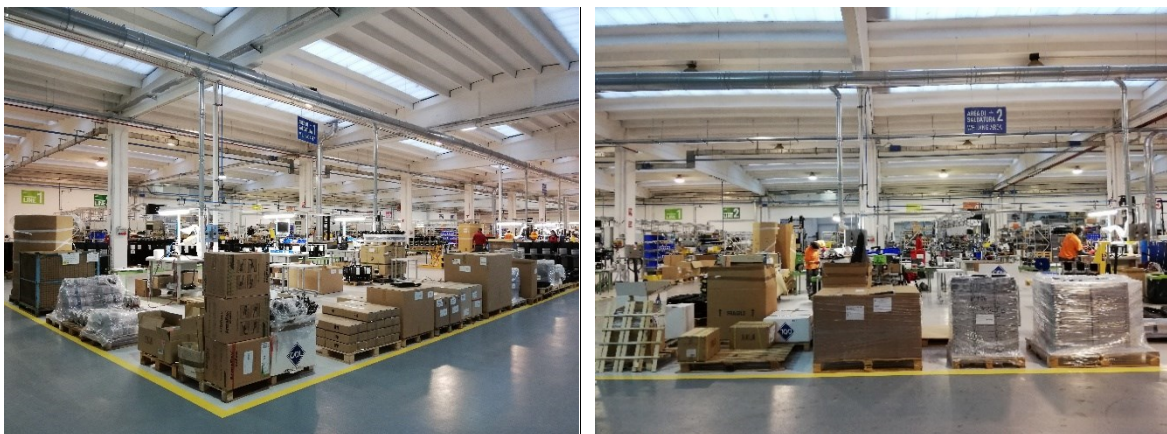


Figura 5.7 Standardizzazione postazioni saldatura

Una volta riorganizzato il *layout*, si sono segnate le postazioni a terra, in un primo momento in maniera temporanea, per vedere se funzionassero correttamente o se fosse necessario scambiarne alcune o aggiungerne delle nuove.

Il nuovo sistema è stato implementato nell'area di saldatura nel mese di Ottobre, così da avere tutto il tempo per portarlo a regime entro la fine del tirocinio e per vedere se potesse funzionare anche per le linee.

L'unica aggiunta effettuata nel mese di Novembre riguarda i cartelli, plastificati questa volta, di colore giallo, posti a terra per rendere fisse e definitive le postazioni, per aiutare sia operatori in linea che alimentatori ad individuare bene i vari articoli, secondo le tecniche del *Visual Management*.



Figura 5.8 Visual Management area saldatura



Figura 5.9 Dettaglio cartelli saldatura

Sempre per rendere più efficace il *visualize*, sono stati ordinati degli angolari ad L per una precisa delimitazione delle aree destinate ai pallet in ciascuna postazione.

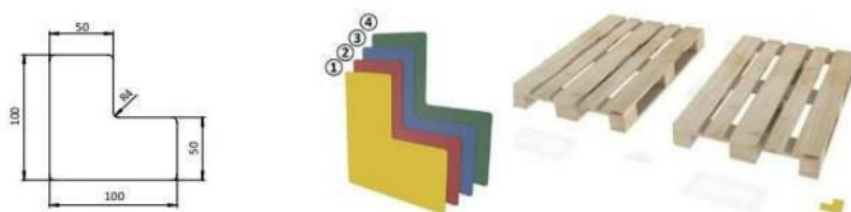


Figura 5.10 Angolari

Per una questione di praticità, in quanto nella successiva fase di monitoraggio si sono ritenuti troppo lunghi gli spostamenti degli operatori per andarsi ad approvvigionare della minuteria al carrello posto nell'area di saldatura 2, si è deciso di introdurre al suo posto, come *supermarket*, due scaffalature a ripiani, una nell'area di saldatura 1 e una nell'area di saldatura 2. L'area di saldatura 3, invece, è stata volutamente lasciata sprovvista di una

propria postazione per la minuteria, in quanto, lavorando per le linee del settore HO.RE.CA, i volumi prodotti sono di molto inferiori e quindi l'approvvigionamento di minuteria da parte degli operatori può avvenire nell'area 2 senza frequenti spostamenti.



Figura 5.11 Buffer del reparto saldatura

5.9 LINEE DI ASSEMBLAGGIO

Una volta concluso il lavoro sul reparto saldatura, sebbene si sia continuato a monitorarlo, si è potuto passare alla riorganizzazione e standardizzazione delle linee produttive.

In particolare, ci si è concentrati sulle prime quattro dedicate al settore *domestic* e *office*, in quanto sono quelle che hanno lavorato maggiormente nel periodo di svolgimento del tirocinio. Essendo il settore HO.RE.CA, infatti, rallentato a causa della pandemia, la produzione delle linee dalla 5 alla 8 è stata più contenuta.

L'introduzione del sistema *kanban* e del vuoto per pieno è trasversale a tutte le nove linee produttive e le considera tutte nella loro interezza, ciò che invece riguarda in particolar modo le prime quattro è il lavoro della standardizzazione dei materiali sulle varie postazioni.

5.9.1 ANALISI DEI CODICI N ESISTENTI

Lo studio delle linee produttive è partito con un'analisi relativa ai codici N già esistenti, collocati sui *buffer* ad inizio linea che rappresentano i *supermarket*.

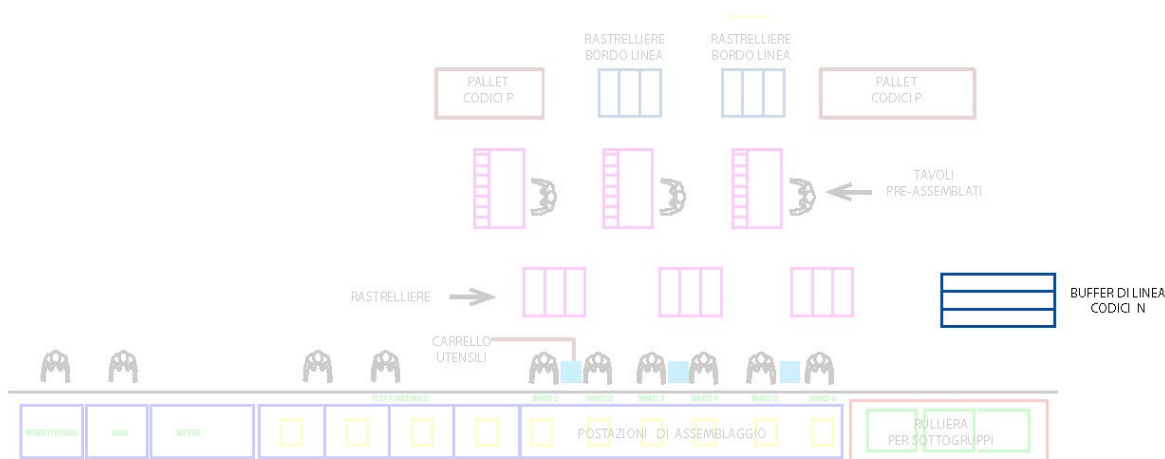


Figura 5.12 Buffer di linea codici N

Per ciascuna linea sempre tramite il file contenente i dati di *input*, si è ricavato l'elenco dei codici che dovrebbero essere presenti sulla scaffalatura con le cassetine del vuoto per pieno. Sulla base di queste informazioni, si è eseguito un controllo sulle nove linee produttive, per vedere se ciò che è effettivamente presente nel *WIP* corrisponde a quanto richiesto.

Il risultato ottenuto è che, a causa dell'elevato mix produttivo che si ha su ciascuna linea nella situazione attuale, nei *WIP* vi sono molti più codici del dovuto relativi a viteria e raccordi. Questa situazione, in particolare, riguarda le linee dalla 1 alla 4, le quali hanno prodotto, come già sottolineato, maggiori volumi in questi ultimi mesi.

Tutti i codici che non dovrebbero appartenere ad un certo *WIP* ma che inevitabilmente devono essere presenti nel momento attuale (altrimenti gli operatori chiamerebbero continuamente gli alimentatori per farsi approvvigionare gli elementi mancanti) sono stati identificati con un adesivo rosso, circolare, che permetta una chiara identificazione, quando in futuro, una volta che le linee torneranno ad essere dedicate, potranno essere rimossi.

Nel compiere questa analisi, si sono annotate anche informazioni relative al dimensionamento dei contenitori: se, infatti, la maggior parte è correttamente dimensionata, un'altra parte è sovradimensionata e quindi deve essere riportata ad un valore più contenuto, in modo da non far crescere troppo la giacenza in *WIP*.

In altri casi ancora, è necessario invece stampare le etichette, perché a volte riportano codici errati o sono totalmente assenti.



Figura 5.13 Contenitore identificato da adesivo rosso

5.9.2 SISTEMA KANBAN SULLE LINEE

Nel frattempo che si sono portate avanti le analisi sui codici N, sulla saldatura il sistema *kanban* è entrato gradualmente a regime secondo quanto programmato e si è potuto passare alla sua implementazione anche sulle linee di assemblaggio.

I codici da introdurre in questo caso sono in numero maggiore a quelli presenti nel reparto saldatura.

In alcune linee, già giravano alcuni cartellini ancor prima dell'implementazione effettiva, perché risalivano al precedente avvio del progetto. Tali cartellini, in realtà, venivano solo affissi al materiale, in quanto, essendo stato introdotto in passato il sistema solo per una prova, tali codici erano ancora P e non erano stati trasformati in N. Per evitare confusione, nel momento della nuova attivazione del sistema, sono stati ritirati tutti i cartellini obsoleti, anche perché quelli nuovi presentano l'aggiornamento con il peso e il codice a barre, che non comparivano in quelli precedenti.

I codici che sono stati inseriti nella gestione a *kanban* sono usati molto frequentemente nelle linee, come ad esempio gasatori, ventole, elettrovalvole di entrata ed uscita, termostati, morsettiere e compensatori. L'elenco completo è riportato di seguito:

Codice	DESCRIZIONE	UM	Linea 1 Q.tà	Linea 2 Q.tà	Linea 3 Q.tà	Linea 4 Q.tà	Linea 5 Q.tà	Linea 6 Q.tà	Linea 7 Q.tà	Linea 8 Q.tà	Linea 9 Q.tà	Imballo
120026	VENT 120X120X25 W30/60 DP203AT	Nr.	40/60	60								scatola 40/60 pz
130008	GASATORE 1 SONDA G-411585/B (A)	Nr.		20	40	40	20	20	20	20	20	scatola 20 pz
130009	GASATORE RULL.1 SONDA G-480213 (A)	Nr.		40	160	120	40	80	20	20		scatola 20 pz
150525	TERMOSTATO KP4A1 BIOREFRESH SELFIZZ (A)	Nr.	100	100	100							scatola 100 pz
150391	TERMOSTATO K14 S0182000 (A)	Nr.			200	200						scatola 100 pz
140057	TUBO ARMAFLEX SP6 D8	Mt.		85	340	255	85	85	85	85	85	scatola 85 mt
140092	COMPENSATORE FLOW CONTROL 6 MM (A)	Nr.	80	40	160	160					40	scatola 40 pz
140194	COMPENSATORE FLOW CONTROL 8 MM (A)	Nr.			40	40		40	40		40	scatola 40 pz
150150	ELV 3IN 1OUT 325 125 24VAC SERIE R (K)	Nr.		40	120	120					40	scatola 40 pz
150153	ELV 2IN 1OUT 236 002 24AC SERIE R (K)	Nr.		40	40	40					40	scatola 40 pz
150069	ELV RPE EV IN 3/4" M OUT JG 8 24VAC (K)	Nr.		50	160	160		160	160	20	20	scatola 160 pz
150052	PASSACAVO ANTIPIEGA M20X1,5 NERO	Nr.		25			125		25	25		busta 25 pz
150015	MORSETTIERA A MOLLA FV4734	Nr.			400	400		400				scatola 400 pz
150071	TRASFORMATORE 230/24V 40VA	Nr.		12		12		60	24	12	12	scatola 12 pz
150031	TERMOSTATO K14 PO163000 (A)	Nr.					100	100	100			scatola 100
140056	TUBO ARMAFLEX SP6 D6	Mt.	285	285	95						95	scatola 95 mt
140042	TUBO PE 5/16 REHAU SK017-027 CO2	Mt.		100	100	100	100	100	100	100	100	bobina 100 mt
150146	PULSANTE INOX D19 F2,8x0,5 BIPO.INT. (A)	Nr.		160	320	200		120	40	80	40	scatola 40 pz

Tabella 5.14 Codici gestiti a kanban nelle linee assemblaggio

Come nel caso della saldatura, anche in questo caso si attinge, tramite formule di Excel, dalla tabella sovrastante per inserire le quantità corrette nel cartellino.

Le informazioni che si riportano sono, anche in questo caso, le medesime del reparto saldatura, con la differenza che questa volta si riporta il numero della linea al posto del numero dell'area di saldatura. Ciascuna linea ha il cartellino personalizzato con il suo colore, che è lo stesso con la quale viene identificata dalle insegne presenti all'interno dello stabilimento. Nuovamente grazie al *Visual Management* si cerca di aiutare operatori e alimentatori al fine di evitare confusione tra i codici delle varie linee.

Il cartellino *kanban* per le linee di assemblaggio si presenta così:

		Cartellino Codice "N"	
		LINE 3	
PRELIEVO DAL MAGAZZINO			
Codice	Descrizione	U.M.	Q.tà indicativa
150153	ELV 2IN 1OUT 236 002 24AC SERIE R (K)	Nr.	40
 1 5 0 1 5 3			
Peso KG			
WIP di destinazione		83	
LO SPOSTAMENTO DEL MATERIALE TRAMITE PALMARE VA FATTO CON LA QUANTITA' REALMENTE CONTATA			

Figura 5.14 Cartellino kanban linee assemblaggio

L'introduzione di questi codici è avvenuta trasversalmente su tutte le linee e in maniera graduale.

5.9.3 DIMENSIONAMENTO DEL VUOTO PER PIENO

Come per l'area della saldatura, anche in questo caso prima di introdurre i codici gestiti con il vuoto per pieno è stato necessario un dimensionamento dei vari contenitori.

Sempre con la collaborazione degli alimentatori, si sono scelte le cassette più conformi ai consumi settimanali delle linee e si sono calcolate le quantità che ognuna è in grado di contenere.

Per intensificare maggiormente l'utilizzo di strumenti di *visualize*, si sono scelti dei colori differenti per le etichette da applicare ai contenitori. In particolare, se prima per i codici di minuteria presenti sugli scaffali le etichette erano tutte a sfondo bianco in quanto erano riforniti dal magazzino presente all'interno dello stabilimento, ora le etichette di tutti i nuovi codici introdotti sono a sfondo rosa, essendo questi ubicati nel magazzino centrale. I due differenti colori, che verranno adottati anche in futuro, servono per distinguere il diverso luogo del rifornimento.

COD.	110451			COD.	110451		
DESCR.	STAFFA ELETTROVALVOLA BLUSODA BS-0124			DESCR.	STAFFA ELETTROVALVOLA BLUSODA BS-0124		
Cass.ta	40x30x13	Q.tà	250	Cass.ta	40x30x13	Q.tà	250
Nr. cass.	1 di 2	Tav.	Linea 3	Nr. cass.	2 di 2	Tav.	Linea 3

Figura 5.15 Etichette per contenitori vuoto per pieno

Proprio questo aspetto dell'introduzione nella classe N di codici che sono nel magazzino centrale e che devono essere contati puntualmente rappresenta la rivoluzione del sistema del vuoto per pieno, che altrimenti era già vigente da tempo.

Per accentuare ancora di più il *WIP* a cui ciascun contenitore appartiene, su ognuno di essi si è applicata un'ulteriore etichetta dello stesso colore della linea:

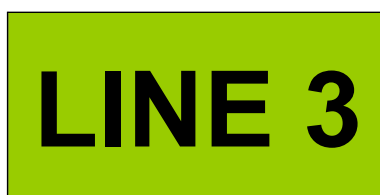


Figura 5.16 Etichetta per contenitori vuoto per pieno linee assemblaggio

Visto che i colori sono risultati da subito funzionanti, si sono aggiornate, in seguito a questa introduzione, anche le etichette dei codici della saldatura, rendendo a sfondo rosa quelle dei codici prelevati dal magazzino centrale e specificando la zona di saldatura con quelle a sfondo marrone:



Figura 5.17 Etichetta per contenitori vuoto per pieno saldatura

Alcuni dei codici inseriti in N, siano essi gestiti a *kanban* o con vuoto per pieno, sono anche frutto dell'analisi di alcuni codici P e non provenienti, quindi, dalla classificazione degli C e degli S. Essendo stati riscontrati un consumo e una frequenza elevati e dei volumi contenuti, infatti, si è ritenuto opportuno trasformarli direttamente in N. Fanno parte di questa categoria, ad esempio, le elettrovalvole di entrata ed uscita e le staffe sulle quali esse vanno montate.

5.9.4 STANDARDIZZAZIONE DELLE POSTAZIONI: MAGAZZINO A BORDO LINEA

Dopo il passaggio in N dei codici da gestire con la nuova modalità, si è riscontrata una maggiore chiarezza su come poter organizzare il bordo linea.

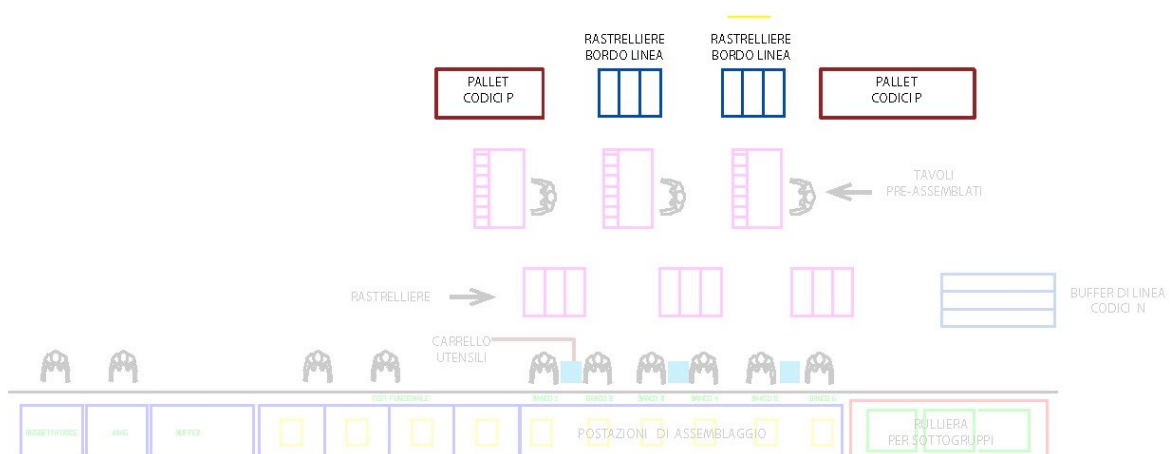


Figura 5.18 Bordo linea

Come già spiegato, nel magazzino a bordo linea vengono collocati i pallet con i codici delle liste di prelievo. Con diverse osservazioni sul campo, si è compreso che i codici che

vengono approvvigionati sono innumerevoli e ogni volta su un pallet ne vengono collocati di diversi, in base ai particolari accorpamenti effettuati nelle liste.

Questo fatto non permette di standardizzare un'area specifica per il deposito di ciascun codice, ma permette soltanto di delineare le aree adibite alla collocazione generica dei pallet. Ci sono, però, dei casi particolari, per i quali i pallet sono adibiti ad accogliere un'unica tipologia di codice, solitamente dai consumi molto elevati. In queste circostanze, è utile delimitare delle aree non per dei generici pallet come nel primo caso, ma destinate solo a quel codice specifico, come è stato possibile fare nell'area della saldatura.

Sempre nel bordo linea di ciascun *WIP* sono presenti due scaffalature a gravità a rulli folli (o *flow rack* a gravità, comunemente denominate rastrelliere), ad eccezione della linea 1 che ne presenta una soltanto. Le rulliere sui ripiani sono in lieve pendenza in modo da permettere, nel momento del prelievo di una scatola che vi è riposta, un corretto e facile scorrimento della successiva con la sola forza di gravità. Tali sistemi di stoccaggio utilizzano una gestione *FIFO (First In First Out)*, per la quale il primo articolo ad essere caricato è anche il primo ad essere prelevato. L'introduzione di queste strutture a rulli e guide permette, oltre ad una semplice accessibilità del materiale, anche una pratica selezione dei materiali che rende più efficienti le operazioni di prelievo.

Tali rastrelliere, prima di questa operazione di riorganizzazione degli spazi, erano praticamente inutilizzate o, qualora vi venissero depositati dei materiali, erano alla rinfusa e privi di codifica.

Essendo tali rastrelliere accanto ai primi due tavoli dei pre-assemblati, la scelta più coerente è sembrata quella di riporre nella prima tutti i materiali utilizzati al primo tavolo dove si preparano le traverse e nella seconda tutti i materiali utilizzati al secondo tavolo dove si realizzano i *kit* tubi. Con la collaborazione degli operatori, si sono identificati tutti i materiali più ricorrenti usati in queste due postazioni ed è risultato che per la prima la maggior parte dei codici è rimasta in P, mentre per la seconda sono quasi tutti codici attualmente in N.

Nel primo caso, quindi, avendo specificato quali codici devono essere riposti, di volta in volta, sulla rastrelliera, l'operatore deve preoccuparsi, nel momento in cui fa la spesa sui pallet a bordo linea, di collocare i materiali che poi utilizzerà nelle postazioni definite.

Nel caso invece della seconda postazione, nella quale tutti i codici da riporre nella rastrelliera sono N, è direttamente l'alimentatore che, nel momento della consegna dei

materiali, si deve occupare di sistemare il codice nella giusta postazione, indicata chiaramente su ogni ripiano.

Essendo le rastrelliere delle strutture abbastanza delicate, vi si sono potuti collocare codici di medio volume e non eccessivamente pesanti e confezionati direttamente nelle scatole originali dell'imballo. Si sono poi, in ogni caso specifico, riadattate le altezze dei ripiani e la distanza tra i vari rulli, così da permettere al materiale di esser ben riposto, senza cadere.

Di seguito si può vedere un esempio di standardizzazione delle postazioni su una rastrelliera:



Figura 5.19 Rastrelliere a bordo linea con postazioni standardizzate

Ciascuna postazione è identificata per mezzo di un'etichetta plastificata, indicante codice e descrizione, sia sul lato di prelievo che sul lato di carico.

5.9.5 STANDARDIZZAZIONE DELLE POSTAZIONI: TAVOLI DEI PRE-ASSEMBLATI

La stessa analisi condotta per studiare la situazione del bordo linea è stata effettuata anche per la riorganizzazione dei tavoli dei pre-assemblati.

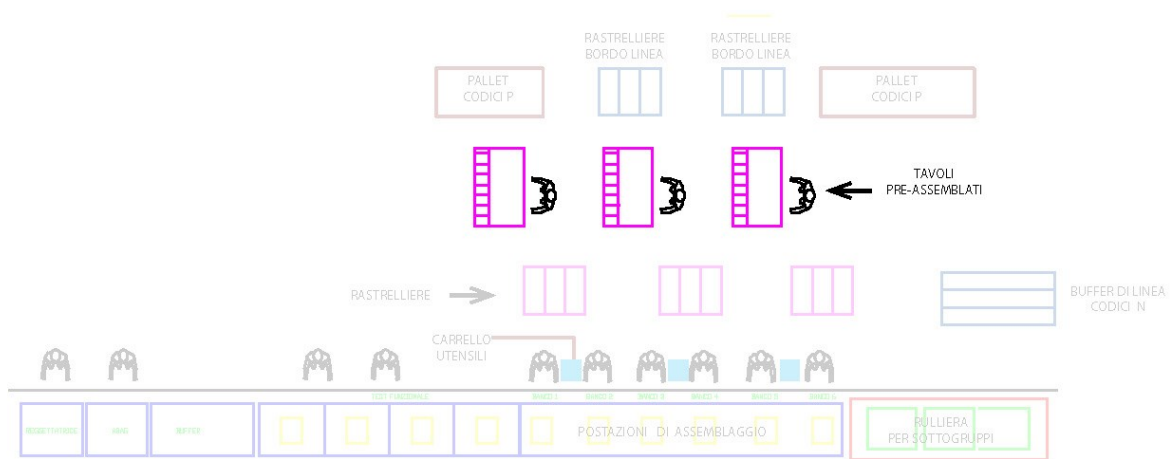


Figura 5.20 Tavoli dei pre-assemblati

Tali postazioni sono costituite da un piano di lavoro e da tre mensole frontali inclinate, nelle quali poter disporre fino a due file di cassetine. In questo tavolo, gli operatori tengono quasi esclusivamente minuteria, in quanto i codici più ingombranti sono riposti sulle rastrelliere del bordo linea sopraccitate. Come già visto, i codici di minuteria sono per la quasi totalità N, quindi quelli usati in questi tavoli devono coincidere con quelli presenti nella scaffalatura del *supermarket* all'inizio del *WIP*, in quanto l'operatore vi si deve approvvigionare per i materiali di cui necessita. Le cassetine utilizzate su queste postazioni sono tutte a bocca di lupo, di diverse dimensioni a seconda del fabbisogno e del volume dell'articolo e di vari colori, in quanto in questo caso non sono identificativi ma dipendono solo dalle diverse disponibilità dei fornitori. Quest'ultimo aspetto non rappresenta un problema, in quanto la vera identificazione avviene per mezzo delle etichette che sono state inserite durante il lavoro di tirocinio. Alcune delle cassetine della postazione, ma solo una minima parte, sono invece destinate a contenere i codici P, in quanto, nel momento in cui arrivano sui pallet al bordo linea, l'operatore fa la spesa e porta i materiali alla propria postazione.

I passaggi seguiti sono i seguenti:

- Analisi dei codici esistenti e dei mancanti;
- Rimozione dei codici non necessari;
- Dimensionamento dei contenitori;
- Applicazione delle etichette sui contenitori.

Il file del consumo dei materiali con il quale si sono svolte le analisi finora, in questo caso non può apportare molti benefici, in quanto esso riporta i consumi aggregati per linea e

non distingue tra i consumi relativi alle postazioni di assemblaggio e quelli relativi ai tavoli dei pre-assemblati. Per poter capire quali codici sono necessari nelle postazioni in esame, quindi, si sono utilizzate le stesse schede tecniche, create secondo la distinta base, che utilizza l'operatore nel compiere il suo lavoro, relative alle macchine che devono essere realizzate su quella specifica linea.

KTB0100		BLUSODA 45 PLUS MIX (900567)						
Gruppo TUBO 5 DI 10		COMPONENTI			Schema di taglio Tubi (CM)			
	CODICE	DESCRIZIONE	Q.TA'	ORIGINI	140097	140012	140412	140057
					D=3/8	D=8x6	D=5x4	GUAINA
					NEUTRO	NERO	NEUTRO	D=8
					0	0,3	0	0,7
	140034	PISTOLE SPALE TELESCOPE PER ACCESSIONE CON TUBO DI 1/4 D=8	1			23		70
	140035		2					
Gruppo TUBO 6 DI 10		COMPONENTI			Schema di taglio Tubi (CM)			
	CODICE	DESCRIZIONE	Q.TA'	ORIGINI	140298	140012	140412	140057
					D=1/4	D=8x6	D=5x4	GUAINA
					NEUTRO	NERO	NEUTRO	D=8
					0	0,36	0	0,34
	140101	PISTOLE QUANTITATIVO D=8x6 (M) PROCESSIONE CON TUBO DI 1/4 D=8	1			42		34
	140035		1				40,5	
Gruppo TUBO 7 DI 10		COMPONENTI			Schema di taglio Tubi (CM)			
	CODICE	DESCRIZIONE	Q.TA'	ORIGINI	140042	140012	140412	140057
					GAS D=8x4	D=8x6	D=5x4	GUAINA
					NEUTRO	NERO	NEUTRO	D=8
					0,5	0	0	0
					50			
Gruppo TUBO 8 DI 10		COMPONENTI			Schema di taglio Tubi (CM)			
	CODICE	DESCRIZIONE	Q.TA'	ORIGINI	140042	140012	140412	140057
					GAS D=8x4	D=8x6	D=5x4	GUAINA
					NEUTRO	NERO	NEUTRO	D=8
					0,04	0	0	0
	150024	PISTOLE D'ARMA SPAZZACAPOTESTI DI 10 PROCESSIONE CON TUBO DI 1/4 D=8	1			4		
	140105	PISTOLE ARME CON TUBO DI 1/4 D=8	1					
	140034	PISTOLE SPALE TELESCOPE PER ACCESSIONE CON TUBO DI 1/4 D=8	1					
	140035	PISTOLE CON TUBO DI 1/4 D=8x6 (M)	3					
	140101	PISTOLE QUANTITATIVO D=8x6 (M)	1					
	140135	PISTOLE QUANTITATIVO D=8x6 (M)	1					

Figura 5.21 Esempio di scheda tecnica

Una volta stilato l'elenco dei codici necessari in una postazione, si è controllato se fossero tutti effettivamente presenti e, nel caso in cui mancassero, si è provveduto ad inserire le nuove scatole opportune.

Nella situazione particolare in cui si sta lavorando oggi, si sono dovuti lasciare codici per delle macchine che in futuro saranno spostate su altre linee, ma si sono identificati con un adesivo rosso anche in questo caso, in modo da poterli individuare facilmente per una futura rimozione.

I codici non previsti e non necessari, invece, sono stati rimossi e le loro cassettoni sono state riutilizzate per altri articoli.

L'analisi non ha guardato solo le tipologie di codici necessari, ma anche il dimensionamento dei contenitori. Si è cercato, infatti, di ottimizzare gli spazi e quindi, laddove la cassettoni fosse sovradimensionata è stata sostituita con una più piccola e viceversa.

Come ultimo passaggio, si sono codificate tutte le cassetine: infatti, anche quando nel migliore dei casi i tavoli erano al completo con tutti i materiali necessari, quasi nessuna cassetina era codificata. Questo problema non è da sottovalutare, poiché se un operatore dovesse cambiare postazione (cosa che accade frequentemente nell'ultimo periodo) non saprebbe come individuare i materiali presenti nella nuova. Per questo motivo, su ogni cassetina è stata applicata un'etichetta con il codice e la descrizione del materiale all'interno, bianca nel caso dei codici N, gialla nel caso dei codici P.

Una volta terminato il lavoro, i tavoli dei pre-assemblati si presentano in questo modo:



Figura 5.22 Tavoli dei pre-assemblati standardizzati

In particolare, il secondo tavolo dei pre-assemblati è dedicato, nelle linee dalla 1 alla 4, alla realizzazione dei *kit* tubi. Per evitare l'accumularsi di tubi in maniera disordinata su rastrelliere o su scatole accatastate a terra, si è deciso di inserire dei supporti, realizzati su misura, idonei a riporre i tubi ancora imballati a rotoli. Questi sostegni sono stati posizionati nella parte posteriore del primo tavolo dei pre-assemblati, in modo da essere facilmente accessibili all'operatore che lavora al secondo tavolo, in quanto deve semplicemente girarsi per prelevare un nuovo rotolo.

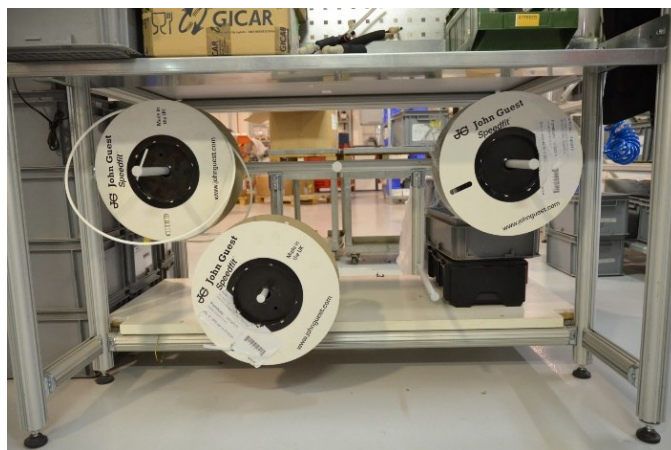


Figura 5.23 Supporti per tubi

5.9.7 STANDARDIZZAZIONE DELLE POSTAZIONI: RASTRELLIERE INTERMEDIE

I pre-assemblati, una volta ultimati, vengono riposti all'interno di cassette che scivolano sui rulli di rastrelliere intermedie tra i tavoli dei pre-assemblati e le postazioni di assemblaggio, identiche a quelle del bordo linea, che sono in numero pari a tre nelle linee 3 e 4 e in numero pari a due nelle linee 1 e 2.

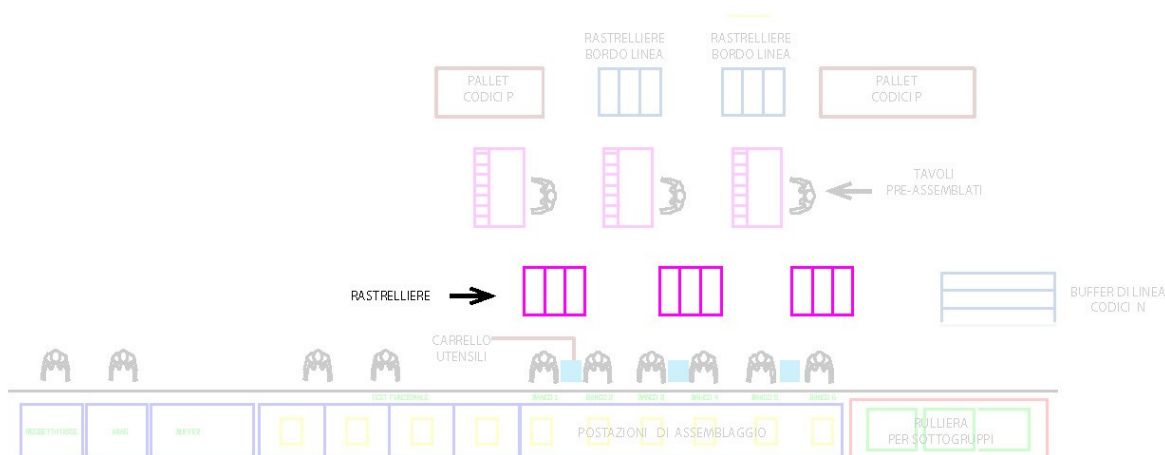


Figura 5.24 Rastrelliere

Si è deciso di dedicare la maggior parte dello spazio su tali rastrelliere ai pre-assemblati realizzati ai tavoli, mentre i posti rimasti vuoti sono stati riservati alcuni a dei codici N, come termostati e gasatori, altri a dei codici P con imballi adatti ad essere riposti sui ripiani con i rulli, come ad esempio le pompe.

La nuova disposizione permette di avere tutto il materiale necessario all'assemblaggio sempre pronto per essere prelevato, senza spostamenti inutili da parte degli operatori.

5.9.8 STANDARDIZZAZIONE DELLE POSTAZIONI: POSTAZIONI DI ASSEMBLAGGIO

Dall'esterno del bordo linea, passando per i tavoli dei pre-assemblati e per le rastrelliere intermedie, si arriva fino alle più interne postazioni di assemblaggio.

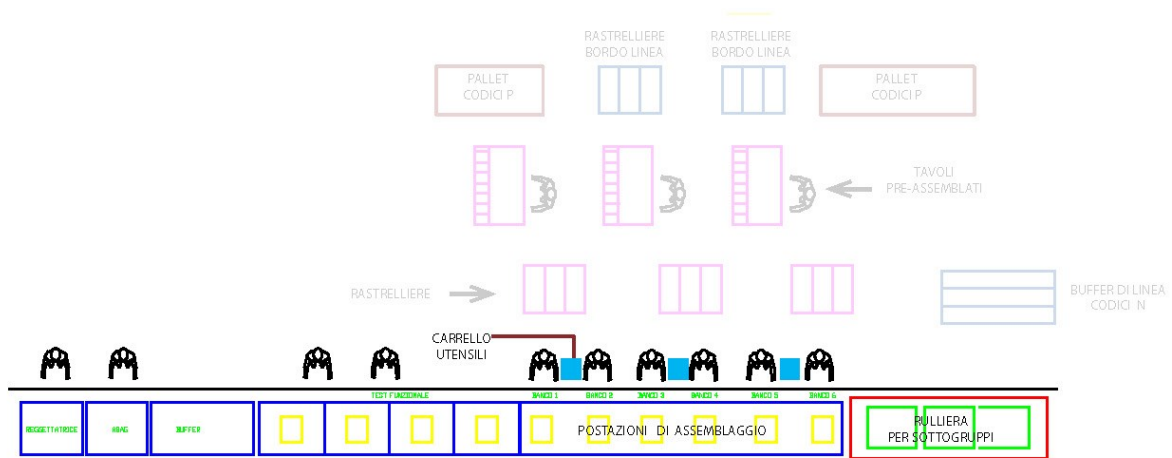


Figura 5.25 Postazioni di assemblaggio

Il lavoro svolto in quest'area della linea è il medesimo che è stato eseguito sui tavoli dei pre-assemblati, cercando di apportare una chiara riorganizzazione. L'obiettivo di questa fase, infatti, è stato quello di standardizzare tutte le postazioni di assemblaggio, rendendole identiche tra di loro all'interno di ogni linea.

Come nel caso dei tavoli dei pre-assemblati, si è ricostruito un elenco di codici necessari e maggiormente utilizzati nelle postazioni. Essendo, infatti, lo spazio dedicato a ciascun operatore limitato, non si è pensato di inserire ogni singolo codice di minuteria necessario per la macchina e presente nella scaffalatura dedicata ai codici N a inizio linea, altrimenti si avrebbe soltanto una replicazione di tale *buffer* di linea. Ciò che si è tentato di fare, invece, soprattutto attraverso l'esperienza degli operatori, è stato creare delle postazioni il più complete possibile, ma allo stesso tempo essenziali, con i codici più ricorrenti, tralasciando quelli secondari che si possono prelevare, al momento dell'occorrenza, direttamente dal *buffer* di linea dei codici N.

Sulla base dei codici ritenuti essenziali, si sono analizzati quelli esistenti, quelli mancanti e quelli da inserire con nuove scatoline su ciascuna postazione. Importante da sottolineare è che le postazioni non sono state rese identiche solo per la tipologia, e quindi per il numero, di codici introdotti, ma anche per la dimensione di ciascun contenitore dedicato ad uno specifico codice.

Sempre per questioni di spazio e per la tipologia di articoli utilizzati, che sono per la maggior parte viti, le scatoline inserite nelle postazioni sono perlopiù di dimensioni piccole (6,8x10,2x5 cm) o al massimo medie (10,4x10,5x7,5 cm). Sono, inoltre, tutte a bocca di lupo, cosicché possono essere posizionate una avanti all'altra ed avere allo stesso tempo il contenuto facilmente accessibile.

Una volta inseriti tutti i codici necessari e posizionate tutte le scatoline correttamente sulla postazione, si sono applicate su ognuna le etichette con indicati codice e descrizione dell'articolo. Questa fase è servita anche per controllare che effettivamente ogni postazione avesse lo stesso numero di cassetine, in modo da risultare identica alle altre.

Nelle linee in cui vengono realizzate macchine che in futuro verranno trasferite su altre, è stato opportuno introdurre i codici necessari alla loro realizzazione sia sulla scaffalatura dei codici N ad inizio linea sia nelle cassetine delle postazioni, che però in seguito ad un ritorno a regime verranno rimossi.

Le postazioni, dopo esser state riorganizzate, si presentano in questo modo:

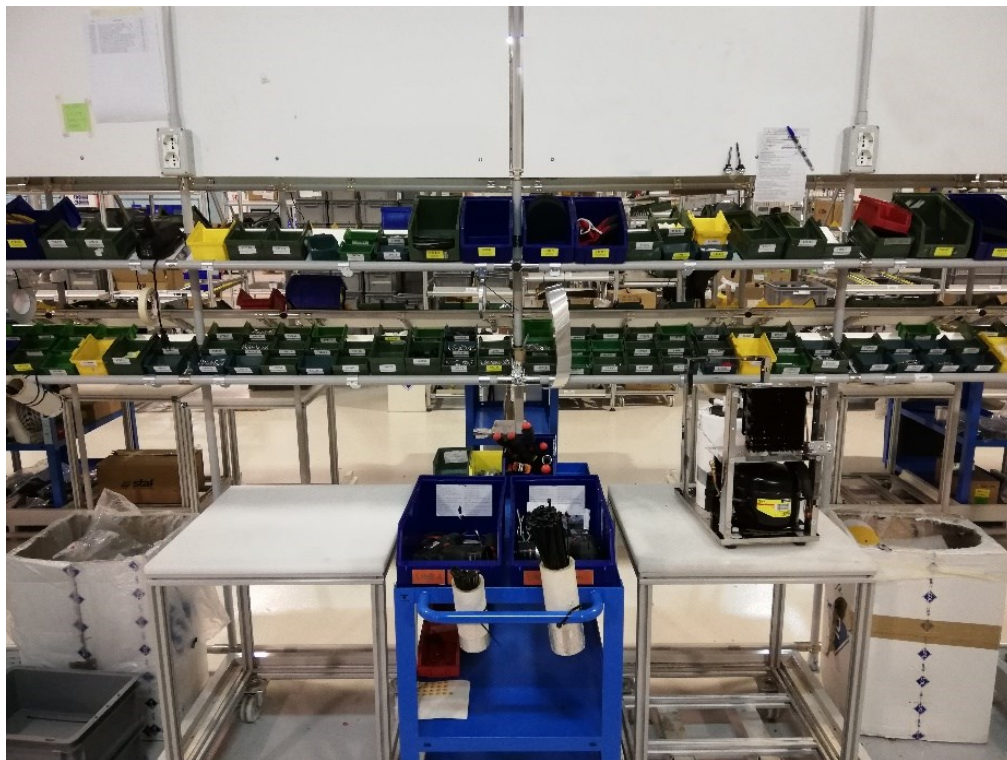


Figura 5.26 Postazioni di assemblaggio standardizzate

Come si può notare, le due postazioni, separate dal carrello degli utensili, risultano perfettamente identiche.

5.9.10 STANDARDIZZAZIONE DELLE POSTAZIONI: CARRELLI DEGLI UTENSILI

Come ultimo passaggio per migliorare l'organizzazione delle postazioni di assemblaggio, si è posta l'attenzione proprio sui carrelli dove gli operatori ripongono gli utensili, che sono in comune per una coppia di operatori e che si trovano in corrispondenza della fine di una postazione e l'inizio di un'altra.

Sul primo ripiano di tali carrelli sono riposti tutti gli utensili necessari al processo di assemblaggio di una macchina, come avvitatore, chiavi inglesi di diverse misure, chiavi a *crick*, chiave regolabile, cacciaviti a spacco e a croce, forbici, pinze, taglierino e tronchesi.

Anche in questo caso, come per i codici presenti nelle postazioni, ciascun carrello aveva utensili differenti l'uno dall'altro, pur facendo parte della stessa linea. Il piano di appoggio, inoltre, vedeva i vari attrezzi riposti in modo disordinato.

Per correggere questo aspetto, si è agito come in precedenza nelle altre postazioni. Non essendo, però, disponibili dati relativi ai tipi di utensili da utilizzare per ciascuna macchina, ci si è affidati all'esperienza del personale, che infatti ha permesso di stilare l'elenco completo degli utensili necessari a volte per il singolo operatore e a volte per la coppia di operatori che attinge al carrello.

In questo modo, dopo aver controllato gli attrezzi presenti in ciascuna postazione ed aver ridistribuito quelli doppi sulle altre, si è potuta ottenere una stima di quanti utensili fosse necessario acquistare per poter reintegrare quelli mancanti e standardizzare così il numero e il tipo di attrezzi presenti su ciascun carrello.

Una volta, quindi, resi identici anche i carrelli, si è pensato anche ad una disposizione che lasciasse il piano di lavoro il più ordinato possibile. La prima soluzione ipotizzata e sperimentata è stata quella di inserire due contenitori a bocca di lupo, con una *checklist* del contenuto all'interno, dove ciascuno dei due operatori doveva riporre tutti gli utensili personali e non condivisi. Gli utensili in comune, invece, potevano essere riposti in una cassetta ad uso di entrambi gli operatori collocata sempre nel primo ripiano del carrello, dietro alle altre due.

Sulle due linee prese per testare la bontà della proposta, questa soluzione ha funzionato correttamente su una, mentre non si è avuto lo stesso riscontro sull'altra, in quanto gli operatori hanno trovato difficoltoso e macchinoso il prelievo degli attrezzi dalla cassetta che ovviamente ha un'area meno estesa rispetto all'intero piano del carrello.

Per questo motivo, si è deciso allora di eliminare le cassetine e di suddividere direttamente il piano di lavoro con del nastro adesivo che permettesse una facile identificazione dell'area riservata a ciascun operatore e dell'area comune. Senza la cassetta, infatti, gli utensili non si accatastano l'uno sopra l'altro e sono più facilmente accessibili. Si sono applicati anche dei sostegni per cacciaviti e forbici sulle superfici laterali del carrello, così da poterli riporre verticalmente in quegli spazi e avere più ordine sul piano di lavoro. A fine giornata, inoltre, ciascun operatore deve sistemare i propri attrezzi nelle aree stabilite.

Una soluzione per il futuro sarà sicuramente quella delle sagome in cui riporre ciascun utensile, ma si tratta di una tecnica più dispendiosa sia in termini temporali che economici, che non c'è stato modo di sviluppare dettagliatamente nei mesi del tirocinio. Per poterla applicare bisogna, inoltre, capire come poter disporre gli utensili, in quanto il piano non è sufficientemente esteso a contenerli tutti con le relative sagome.

Nel condurre l'analisi relativa agli utensili, si è deciso, inoltre, unitamente al Responsabile di Produzione e alla Responsabile della Qualità, di classificare gli avvitatori come utensili generici, indicando per ciascuno la linea di appartenenza, in modo che questa operazione possa risultare utile anche in futuro per le certificazioni di qualità.

L'adesivo applicato su ciascun avvitatore si presenta così:

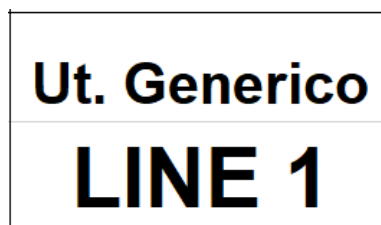


Figura 5.27 Adesivo utensili

Una volta classificati tutti gli avvitatori e deciso come disporre gli utensili sui carrelli, è stata fatta svolgere agli operatori, a fine turno, un'operazione di pulizia di tali carrelli, eliminando tutto il materiale superfluo e non attinente ad un carrello di lavoro, come ad esempio oggetti personali, liberando così anche dello spazio nei ripiani inferiori.

Tale pulizia deve essere effettuata con cadenza quotidiana o al massimo settimanale, così da mantenere l'ordine e la precisione raggiunti.

Prima della riorganizzazione i carrelli apparivano così:

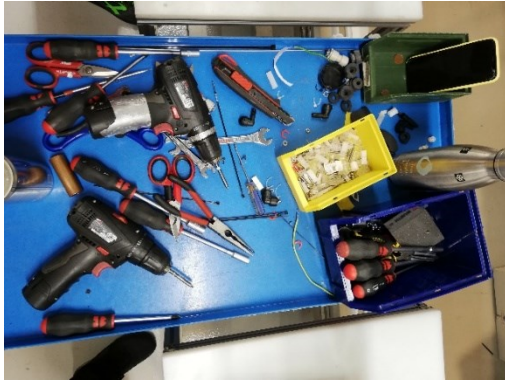


Figura 5.28 Carrelli prima

Dopo la standardizzazione e la pulizia, l'aspetto dei carrelli è il seguente:

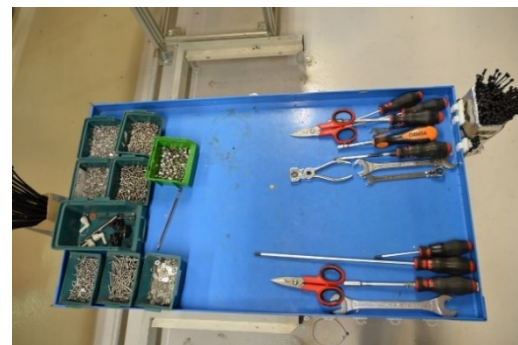
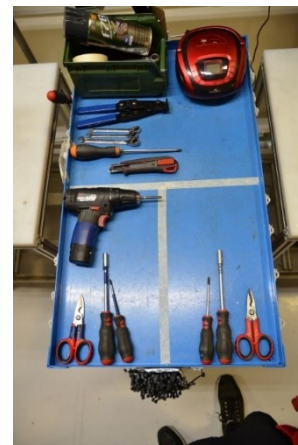


Figura 5.29 Carrelli dopo

Al termine del progetto di tirocinio, le linee di assemblaggio si presentano come segue:



Figura 5.30 Linee di assemblaggio dopo la standardizzazione

CAPITOLO 6

MONITORAGGIO DEL SISTEMA E RISULTATI RAGGIUNTI

Le ultime settimane del tirocinio, in particolare del mese di Dicembre, sono state dedicate ad un attento e continuo monitoraggio del sistema introdotto, per controllarne l'efficacia.

6.1 GESTIONE DEI CARTELLINI *KANBAN*

Una situazione che si verifica frequentemente con i cartellini *kanban* e che non è specifica della sola fase iniziale di introduzione del sistema, ma che si protrarrà nel tempo, è la perdita di tali cartellini. Questo è un problema di cui si era consapevoli ancor prima dell'avvio del progetto e che, in fase di svolgimento, si è confermato come tale.

In particolare, in due mesi sulla saldatura e in un mese sulle linee sono stati smarriti cinque cartellini *kanban*:

- 150071 (TRASFORMATORE 230/24V 40VA) nella linea 6;
- 130009 (GASATORE RULL.1 SONDA G-480213 (A)) nella linea 4;
- 150150 (ELV 3IN 1OUT 325 125 24VAC SERIE R (K)) nella linea 4;
- 110472 (STAFFA FISSAGGIO FUSIONE ALLUM. BLUSODA) nella saldatura 2;
- 150052 (PASSACAVO ANTIPIEGA M20X1,5 NERO) nella saldatura 2.

Probabilmente la sparizione di tali cartellini è dovuta ad una disattenzione nel momento in cui è stato gettato via l'imballo sul quale il cartellino era applicato. Quando si sono realizzati nuovamente i cartellini, è stato raccomandato agli operatori di prestare attenzione a non smarrire i *kanban* ogni qualvolta si procede allo smaltimento di un imballo vuoto. Per aiutare gli operatori nel tener traccia dei cartellini, sono stati stampati, inoltre, per ogni linea, degli elenchi con tutti i cartellini presenti in quel determinato *WIP*, da affiggere sui pannelli delle postazioni di assemblaggio per renderli ben visibili a tutti.

Lo stesso problema verificatosi con i cartellini *kanban* si è anche riscontrato con i contenitori del vuoto per pieno, che in qualche occasione sono andati perduti, mescolandosi con dei contenitori uguali, utilizzati per riporre i pre-assemblati dei tavoli, sebbene nessuno di questi ultimi abbia etichette come quelle che si hanno nel caso dei contenitori del vuoto per pieno. Nel momento in cui la mancanza di una delle due

cassette è stata notata si è subito proceduto a ritrovarla, ma questo è un problema significativo che purtroppo rimane ancora senza una soluzione. Ciò che si cerca costantemente di fare in casi simili è esortare gli operatori a prestare attenzione alla gestione di questi aspetti, essendo scrupolosi e diligenti.

6.2 ASSEGNAZIONE DELLE MANSIONI AGLI ALIMENTATORI

Una prima criticità che si è riscontrata nel sistema è legata allo svolgimento dei diversi compiti, in parte nuovi, da parte degli alimentatori. Le nuove gestioni dei codici, infatti, hanno implicato un nuovo modo di svolgere alcune operazioni e non a tutti è risultato chiaro quali ruoli ciascuno dovesse ricoprire. Non era scontato, ad esempio, se l'alimentazione dei nuovi materiali gestiti con il vuoto per pieno dovesse esser svolta dall'alimentatore che solitamente si occupa dell'approvvigionamento delle cassettoni nello stabilimento o da parte dell'alimentatore che si occupa di preparare le liste di prelievo nel magazzino centrale, in quanto i nuovi codici sono sì gestiti con il vuoto per pieno, ma sono ubicati nel magazzino centrale.

Per evitare di incorrere nella mancanza di materiale in linea, perché questo si sarebbe verificato se non si fosse presa una tempestiva decisione, si sono ridistribuite e spiegate le varie mansioni degli alimentatori.

È stato stabilito quindi che:

- Un alimentatore (indicato in tabella con il numero 1) deve approvvigionare i materiali ubicati all'interno dello stabilimento produttivo per le linee dalla 1 alla 4, quindi deve riempire le cassettoni del vuoto per pieno ed evadere le liste relative agli imballi che sono ubicati appunto nell'area produttiva.
Deve inoltre occuparsi di svuotare i cassoni dove vengono raccolti gli imballaggi, sia relativi alle linee dalla 1 alla 4 sia relativi alla saldatura.
- Un alimentatore (di seguito indicato con il numero 2) deve lavorare nel magazzino centrale, evadere le liste di prelievo e approvvigionare i codici gestiti tramite cartellino *kanban* e vuoto per pieno che sono ubicati nel magazzino centrale per le linee dalla 1 alla 4.
- Un alimentatore (di seguito indicato con il numero 3) deve lavorare nel magazzino centrale, evadere le liste di prelievo e approvvigionare i codici gestiti tramite

cartellino *kanban* e vuoto per pieno che sono ubicati nel magazzino centrale per le linee dalla 5 alla 8.

- Un alimentatore (di seguito indicato con il numero 4) deve approvvigionare i materiali ubicati all'interno dello stabilimento produttivo per le linee dalla 5 alla 8, quindi deve riempire le cassetine del vuoto per pieno ed evadere le liste relative agli imballi che sono ubicati appunto nell'area produttiva.

Per la linea 9 deve anche evadere le liste di prelievo.

Per quanto riguarda la saldatura, deve provvedere al riempimento delle cassetine del vuoto per pieno i cui materiali si trovano all'interno dello stabilimento produttivo (viteria e raccordi).

- Un alimentatore (di seguito indicato con il numero 5) deve occuparsi esclusivamente dell'approvvigionamento dell'area di saldatura, ovvero di evadere le liste e di approvvigionare i materiali gestiti tramite cartellino *kanban* e vuoto per pieno ubicati nel magazzino centrale. Non deve preoccuparsi, invece, dei codici di vuoto per pieno ubicati nello stabilimento produttivo.

Di seguito si riportano delle tabelle riassuntive con le mansioni di ciascun alimentatore:

ASSEGNAZIONE RUOLI	Liste 1-4 (cod.P)	Liste 5-8 (cod.P)	Liste 9 (cod.P)	Liste saldatura (cod.P)
Alimentatore 1	X			
Alimentatore 2	X			
Alimentatore 3		X		
Alimentatore 4		X	X	
Alimentatore 5				X

ASSEGNAZIONE RUOLI	Casettine vuoto-pieno ubicate stabilimento linee 1-4	Casettine vuoto-pieno ubicate stabilimento linee 5-8	Casettine vuoto-pieno ubicate stabilimento linea 9	Casettine vuoto-pieno saldatura ubicate stabilimento
Alimentatore 1	X			
Alimentatore 2				
Alimentatore 3				
Alimentatore 4		X	X	X
Alimentatore 5				

ASSEGNAZIONE RUOLI	Cassette vuoto-pieno ubicate in magazzino linee 1-4	Cassette vuoto-pieno ubicate in magazzino linee 5-8	Cassette vuoto-pieno ubicate in magazzino saldatura
Alimentatore 1			
Alimentatore 2	X		
Alimentatore 3		X	
Alimentatore 4			
Alimentatore 5			X

ASSEGNAZIONE RUOLI	Cartellini <i>kanban</i>	Cartellini <i>kanban</i> linea 9	Svuotamento cassoni carta/ imballaggi linee 1-4	Svuotamento cassoni carta/ imballaggi linee 5-8	Svuotamento cassoni carta/ imballaggi saldatura
Alimentatore 1			X		
Alimentatore 2	X				
Alimentatore 3	X				
Alimentatore 4		X		X	
Alimentatore 5	X				X

Tabella 6.1 Ruoli alimentatori

Una volta definiti chiaramente i vari ruoli, si sono date indicazioni anche sull'organizzazione delle diverse attività da svolgere durante la giornata, in modo da scandire chiaramente i tempi:

- L'alimentazione tramite le liste di prelievo parte dall'inizio della giornata e va avanti fino al termine della lista.
- L'alimentazione del materiale tramite cartellino *kanban* e vuoto per pieno deve essere effettuata tutti i giorni a partire dalle 16:30. In questo modo l'alimentatore ha a disposizione l'ultima ora della giornata per svolgere queste attività e tutto il tempo in eccesso deve essere sfruttato per iniziare una nuova lista o perseguirne una già aperta.
- Lo svuotamento dei cassoni contenenti cartoni ed imballi di scarto deve avvenire tutti i giorni a fine giornata lavorativa.

Un altro problema venutosi a creare, oltre alla confusione relativa alle varie mansioni, è stato che gli alimentatori non hanno ritirato quotidianamente i cartellini *kanban* depositati negli appositi contenitori e non hanno provveduto, quindi, al tempestivo approvvigionamento delle linee, lasciando trascorrere due o tre giorni tra un carico di materiale e il successivo. È chiaro che con questa modalità il sistema non può entrare a regime e funzionare correttamente, nonostante le diverse spiegazioni su come lavorare con questa nuova modalità. Queste considerazioni rendono evidente come e quanto il fattore umano influisca in larga misura nell'implementazione di un tale sistema: se, infatti, non si ha la collaborazione di tutti, dai responsabili agli operatori di linea ai magazzinieri, non è possibile ottenere un corretto funzionamento.

Sulla base di questi fatti, quindi, si è deciso di controllare la rotazione dei cartellini e dei contenitori, per vedere se giravano correttamente una volta a settimana circa. Con una rotazione settimanale e un approvvigionamento dei materiali svolto quotidianamente, l'alimentatore avrebbe sufficiente tempo sia per preparare le liste di prelievo che per gestire i codici a *kanban* e vuoto per pieno.

Per ottenere queste informazioni e capire l'andamento del sistema si è deciso di procedere con due modalità parallele:

- Da un lato, sul campo pratico, si sono osservate le operazioni svolte dai magazzinieri per gestire i codici con cartellino *kanban* e vuoto per pieno, prendendo i relativi tempi per poi confrontarli con quelli dei codici gestiti con liste di prelievo;
- Dall'altro, tramite i dati presenti sul gestionale, si sono analizzate le frequenze di prelievo ed approvvigionamento dei materiali che prima erano gestiti con le liste di prelievo e che ora invece hanno un cartellino *kanban* o un contenitore del vuoto per pieno.

6.3 APPROVVIGIONAMENTO DEI CODICI KANBAN IN UNA GIORNATA TIPO:

MERCOLEDÌ 15 DICEMBRE 2020

L'operazione di approvvigionamento dei codici gestiti con sistema *kanban* e vuoto per pieno che è stata analizzata è relativa al giorno mercoledì 15 Dicembre 2020. L'ultimo approvvigionamento di tali codici era stato effettuato il venerdì della settimana

precedente, l'11 Dicembre 2020. I codici da riapprovvigionare per le linee, dunque, sono relativi a cartellini e contenitori accumulatisi nelle giornate di venerdì, lunedì e martedì.

L'operazione dell'alimentatore inizia con un prelievo di un pallet su cui collocare i materiali che saranno prelevati con il *picking* e, una volta giunto al punto di raccolta di cassetine e cartellini, effettua un rapido controllo per verificare se la giacenza di alcuni codici che non erano disponibili in magazzino nella settimana precedente è stata ripristinata. Avendo riscontrato che ancora non ne risulta alcuna quantità in magazzino, dopo due minuti circa, si parte con la vera e propria fase di approvvigionamento e l'operatore preleva i cartellini *kanban* e i contenitori del vuoto per pieno da riempire per la linea 1.

L'elenco per la linea 1 presenta solo due codici da rifornire, di cui uno è assente in magazzino:

- 120026 (VENT 120X120X25 W30/60 DP203AT (A)): 60 pezzi → 1 scatola;
- 140092 (COMPENSATORE FLOW CONTROL 6 MM (A)): non disponibile.

Per prelevare l'unico codice per la linea 1 l'operatore lo digita sul palmare e, dopo aver trovato la corsia con l'ubicazione, vi si reca col carrello elevatore, preleva manualmente la scatola richiesta nel cartellino *kanban*, applica il cartellino ed effettua il trasferimento con il palmare della quantità prelevata nel *WIP* della linea corrispondente.



Figura 6.1 Alimentatore con palmare

Trascorsi 5 minuti circa, l'alimentatore deposita i materiali per la linea 1 in una zona di sosta temporanea del materiale, prende dei nuovi pallet vuoti e si reca nuovamente al punto di raccolta per passare all'approvvigionamento della linea 2. I codici da prelevare in questo caso sono sei:

- 140092 (COMPENSATORE FLOW CONTROL 6 MM (A)): non disponibile;

- 140057 (TUBO ARMAFLEX SP6 D8): non disponibile;
- 120026 (VENT 120X120X25 W30/60 DP203AT (A)): 60 pezzi → 1 scatola;
- 150069 (ELV RPE EV IN 3/4" M OUT JG 8 24VAC (K)): 50 pezzi → sottomultiplo di imballo;
- 130009 (GASATORE RULL.1 SONDA G-480213 (A)): 20 pezzi → 1 scatola;
- 130008 (GASATORE 1 SONDA G-411585/B (A)): 20 pezzi → 1 scatola.

L'alimentatore impiega 1 minuto e 30 secondi per andare con il carrello elevatore dal punto di raccolta all'ubicazione delle ventole 120026, caricarle sul pallet, applicare il cartellino e trasferirle con il palmare nel *WIP* della linea 2.

Passa poi alla corsia del codice successivo, il 150069. In questo caso, pur trattandosi di un cartellino *kanban*, le quantità vanno contate, perché esso riporta una quantità pari ad un sottomultiplo di imballo. Dopo aver effettuato il *picking*, deve, quindi, contare manualmente 50 elettrovalvole ed impiega 1 minuto e 40 secondi, poi applica il cartellino *kanban* sul contenitore dove le ha riposte, trasferisce il materiale nella linea 2 con il palmare ed effettua il *refilling*.

Gli ultimi due codici da prelevare sono ubicati in un'altra corsia, dove l'alimentatore si dirige sempre con il carrello elevatore. Dopo il *picking*, prende una scatola di gasatori 130008 e controlla manualmente che ci siano effettivamente tutti i pezzi prima di trasferirli con il palmare nel *WIP* di linea, dato che in questo caso la scatola era già aperta.

Per il gasatore 130009, invece, è necessario effettuare un'operazione di *picking* con il carrello elevatore, in quanto il pallet si trova al terzo ripiano della scaffalatura. Tale operazione da quando l'operatore si posiziona con il carrello elevatore a quando appoggia a terra il pallet con i gasatori richiede 40 secondi circa. Per il prelievo della scatola ed il trasferimento sul pallet che sta preparando impiega altri 30 secondi. Per trasferire, poi, con il palmare il codice nel *WIP* 2 impiega 20 secondi. Applica, infine, il cartellino sulle scatole in 20 secondi e riposiziona (operazioni di *refilling*) il codice 130009 nella sua ubicazione in 40 secondi.

Deposita il pallet completo per la linea 2 nella zona di sosta temporanea del materiale, dove sarà prelevato dall'altro alimentatore incaricato di rifornire la linea produttiva.

A questo punto il magazziniere si reca di nuovo al punto di raccolta per iniziare l'approvvigionamento della linea 3. Nel momento in cui si inizia tale operazione sono trascorsi circa 18 minuti e 30 secondi dall'inizio di questo lavoro.



Figura 6.2 Operazione picking

Nella linea 3 sono richiesti cinque codici con cartellino *kanban*:

- 140057 (TUBO ARMAFLEX SP6 D8): non disponibile;
- 140092 (COMPENSATORE FLOW CONTROL 6 MM (A)): non disponibile;
- 140194 (COMPENSATORE FLOW CONTROL 8 MM (A)): non disponibile;
- 150391 (TERMOSTATO K14 S0182000 (A)): 200 pezzi → 2 scatole;
- 150146 (PULSANTE INOX D19 F2,8x0,5 BIPO.INT. (A)): 320 pezzi → 8 scatole.

È richiesto inoltre il riempimento di tre cassetine del vuoto per pieno:

- 150094 (VASCHETTA IEC STS350 (A));
- 190052 (INSERTO FISSAGGIO LAMIERA): non disponibile;
- 110451 (STAFFA ELETTROVALVOLA BLUSODA BS-0124);

C'è un controllo veloce dei vari cartellini per rimettere nell'apposita cassetina quelli dei materiali non presenti in magazzino e si caricano sul pallet le cassette del vuoto per pieno da riempire.

Si inizia dal prelievo delle due scatole di termostati 150391 e delle 8 scatole di pulsanti 150146. Dopo 23 minuti totali dall'inizio dell'operazione, si passa ai codici del vuoto per pieno. Si parte dalla vaschetta IEC 150094. L'alimentatore si reca nella corsia dove questo codice è ubicato e lo preleva dal terzo ripiano della scaffalatura. L'operazione di *picking* in questo caso richiede 40 secondi e, dopo aver trasferito gli articoli dall'imballo nel quale si trovano nella cassetta del vuoto per pieno, si effettua il *refilling* in altri 40 secondi.

La bilancia contapezzi in questo caso si trova nella stessa corsia in cui si trova il codice in esame. In 1 minuto e 10 secondi l'alimentatore esegue la taratura della bilancia, ponendo sul piatto della stessa una scatola vuota, nella quale ripone 5 o 10 pezzi contati manualmente per permettere alla bilancia di poter calcolare il peso di un singolo pezzo. Al termine dell'operazione si ottiene una quantità contata precisamente di 301 pezzi e in altri 40 secondi l'alimentatore ripone tutti i pezzi contati nell'apposito contenitore del vuoto per pieno.

Poiché in questa giornata si è deciso di raccogliere dei dati per monitorare il lavoro, per ottenere una conferma che la gestione con il sistema del vuoto per pieno sia precisa e più efficiente della tradizionale gestione dei codici con liste di prelievo, si esegue un conteggio manuale degli stessi pezzi contati dalla bilancia. Tale conteggio conferma che il numero di pezzi contati dalla bilancia è corretto, ma richiede un tempo pari a 3 minuti e 40 secondi. Una volta posizionata la cassetta pronta sul pallet, si fa il *refilling* del codice 150094 in 30 secondi.

Si passa, poi, all'articolo successivo, il 190052 che non è disponibile in magazzino e quindi si procede con il terzo ed ultimo codice, il 110451. L'alimentatore si reca alla sua ubicazione ed inizia il *picking* nel terzo ripiano della scaffalatura, per il quale impiega 40 secondi circa.

Riempie poi con l'articolo la scatola del vuoto per pieno in 1 minuto e rimette a posto il pallet nella sua ubicazione, in 40 secondi circa.

Si reca alla bilancia contapezzi, nuovamente la tara per il nuovo codice e in 1 minuto e 10 secondi effettua il conteggio, che risulta pari a 273 pezzi. In questo caso, il conteggio con la bilancia richiede più tempo rispetto al caso precedente per la natura intrinseca dell'articolo: si tratta, infatti, di staffe metalliche che sono difficili da separare perché incastrate l'una con l'altra.





Figura 6.3 Conteggio con bilancia contapezzi del codice 110451

Anche questa volta si decide di effettuare un conteggio manuale delle stesse quantità per verificare il tempo effettivamente risparmiato ricorrendo alla bilancia e si impiegano 4 minuti e 50 secondi. Nuovamente il numero di pezzi contati dalla bilancia è risultato corretto.

A questo punto, dopo circa 39 minuti dall'inizio, il magazziniere deposita il pallet con tutti i codici preparati nella zona di sosta del materiale per la linea 3, carica sul carrello elevatore i nuovi pallet per il materiale dell'ultima linea da rifornire, la 4, e si reca al punto di raccolta a prelevare i cartellini *kanban* e i contenitori del vuoto per pieno di tale linea.

Questa volta i codici sono più numerosi, in particolare gestiti tramite cartellino *kanban* ce ne sono sei da approvvigionare:

- 140057 (TUBO ARMAFLEX SP6 D8): non disponibile;
- 140092 (COMPENSATORE FLOW CONTROL 6 MM (A)): non disponibile;
- 140194 (COMPENSATORE FLOW CONTROL 8 MM (A)): non disponibile;
- 130008 (GASATORE 1 SONDA G-411585/B (A)): 40 → 2 scatole;
- 130009 (GASATORE RULL.1 SONDA G-480213 (A)): 120 → 6 scatole;
- 150069 (ELV RPE EV IN 3/4" M OUT JG 8 24VAC (K)): 160 → 1 scatola.

I codici gestiti con il vuoto per pieno, invece, sono quattro:

- 150094 (VASCHETTA IEC STS350 (A));
- 150157 (INTER.GENER.NERO T.0-1 F.6.3 B4 (A));
- 190052 (INSERTO FISSAGGIO LAMIERA): entrambe le cassetine del vuoto per pieno sono vuote, non disponibile;
- 140049 (ANTIVIBR. PER POMPA 20x6 F8 PVC SEMIRIG): non disponibile.

Si inizia dal *picking* del primo tipo di gasatori, il 130008, che avviene in circa 40 secondi, si caricano le quantità richieste sul pallet e in altri 40 secondi circa si effettua il *refilling*.

In 40 secondi, di nuovo, si effettua il *picking* per il secondo tipo di gasatori, il 130009, si caricano le sei scatole sul pallet e si rimettono a posto i restanti in altri 40 secondi. Al termine di entrambe queste operazioni, applica i due cartellini sulle scatole e trasferisce i due materiali nel *WIP* della linea 4 con il palmare.

Si cambia poi codice e si passa alle elettrovalvole, il 150069. Dopo aver effettuato il *picking* in 40 secondi, l'operatore trasferisce manualmente una scatola sul pallet, sulla quale applica il relativo cartellino *kanban* in 30 secondi, ed esegue infine il *refilling* in 40 secondi.

L'alimentatore controlla i restanti codici e rimette a posto nel punto di raccolta le scatole di quelli che non sono presenti in magazzino.

A questo punto, si preleva l'ultimo codice gestito a *kanban*, i pulsanti 150146, che vengono caricati sul pallet senza il bisogno di effettuare il *picking* con il carrello elevatore perché sono ubicati nel primo ripiano.

Si inizia poi con i codici del vuoto per pieno, che si trovano nella stessa corsia dei pulsanti gestiti a *kanban*, in particolare gli interruttori 150157. L'alimentatore in 50 secondi pesa i pezzi e ne vengono contati 204 dalla bilancia. Anche in questo caso viene effettuato il conteggio manuale per poter confrontare i tempi e tale operazione richiede 2 minuti e 40 secondi.

Si passa, infine, all'ultimo codice, il 150094, ovvero la vaschetta IEC. L'alimentatore in 40 secondi effettua l'operazione di *picking*, in 50 secondi la taratura della bilancia e il conteggio dei pezzi, che vengono contati in quantità pari a 81.

Il tempo per contarli manualmente, nuovamente è superiore a quello richiesto con l'utilizzo della bilancia ed è pari a 1 minuto e 50 secondi circa.



Figura 6.4 Conteggio con bilancia contapezzi del codice 150094

Il tempo totale a fine dell'intera operazione di approvvigionamento per rifornire i codici accumulatisi nell'arco di tre giorni è risultato pari ad un'ora.

OPERAZIONI ESEGUITE	TEMPO IMPIEGATO
ALIMENTAZIONE CODICI CON CARTELLINO <i>KANBAN</i> LINEA 1	6 minuti
ALIMENTAZIONE CODICI CON VUOTO PER PIENO LINEA 1	-
ALIMENTAZIONE CODICI CON CARTELLINO <i>KANBAN</i> LINEA 2	12 minuti
ALIMENTAZIONE CODICI CON VUOTO PER PIENO LINEA 2	-
ALIMENTAZIONE CODICI CON CARTELLINO <i>KANBAN</i> LINEA 3	5 minuti
ALIMENTAZIONE CODICI CON VUOTO PER PIENO LINEA 3	14 minuti
ALIMENTAZIONE CODICI CON CARTELLINO <i>KANBAN</i> LINEA 4	13 minuti
ALIMENTAZIONE CODICI CON VUOTO PER PIENO LINEA 4	10 minuti

Tabella 6.2 Sommario tempi

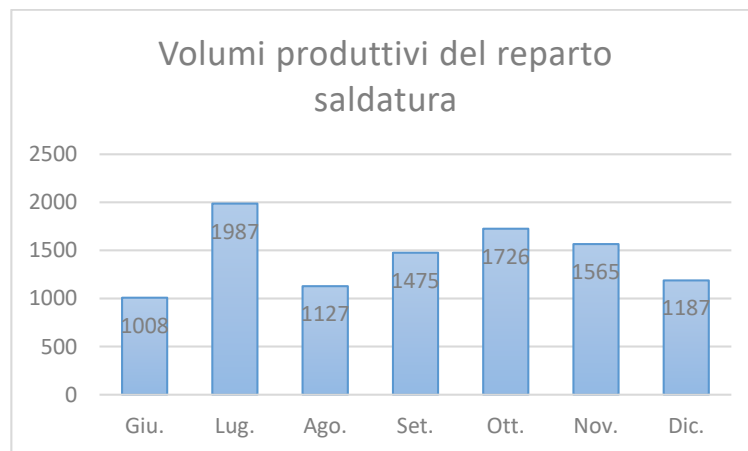
Se le operazioni fossero state svolte quotidianamente, si sarebbe dovuto dividere questo tempo per tre, relativo all'approvvigionamento che si sarebbe dovuto effettuare nelle mattinate di lunedì, martedì e mercoledì. Arrotondando per eccesso, si ottiene che per un generico approvvigionamento quotidiano di materiali gestiti a *kanban* e con vuoto per pieno è sufficiente all'alimentatore circa mezz'ora di tempo.

6.4 FREQUENZE DI PRELIEVO ED APPROVVIGIONAMENTO

L'analisi condotta, invece, per mezzo dei dati disponibili sul gestionale è volta a studiare la frequenza di prelievo ed approvvigionamento dei materiali che prima erano gestiti con liste di prelievo ed ora sono diventati N. Nel sistema informatico, infatti, è possibile trovare, per ogni articolo e per ogni linea, la lista di movimentazione interna che indica quante volte un particolare articolo è stato trasferito con un palmare in uno specifico *WIP*. Si è deciso di considerare, dunque, le frequenze di approvvigionamento, ovvero i carichi in linea del materiale, a partire dal mese di Giugno fino al mese di Dicembre, tenendo conto del fatto che il sistema *kanban* è entrato in vigore ad Ottobre nella saldatura e gradualmente nelle linee a partire da inizio Novembre.

Si sono prese come esempi l'area di saldatura e le linee di *Mass Production*, la 3 e la 4, per vedere come l'andamento della frequenza sia tendenzialmente decrescente dopo l'introduzione del sistema *kanban*, salvo per alcuni casi specifici che possono presentare una frequenza maggiore o uguale ai mesi precedenti dovuta al fatto che il sistema non è immediatamente entrato a regime subito dopo la sua introduzione, ma vi è entrato gradualmente nei mesi di Novembre e Dicembre.

Partendo dall'area di saldatura, da sottolineare è il fatto che le frequenze di seguito riportate fanno riferimento a una quasi parità di volumi produttivi:

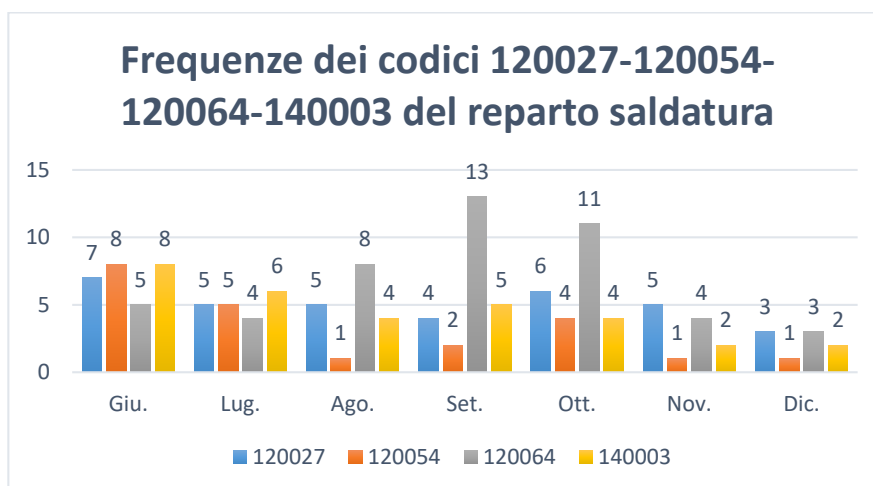


La situazione che si è registrata per i principali codici è la seguente:

Codice		Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.
120026	Nr. carichi	8	4	2	8	6	3	3
	Somma q.tà	1113	1550	240	640	967	540	780
120027	Nr. carichi	7	5	5	4	6	5	3
	Somma q.tà	252	198	280	120	281	240	120
120054	Nr. carichi	8	5	1	2	4	1	1
	Somma q.tà	1025	1900	283	200	1330	360	340
120055	Nr. carichi	6	7	0	0	5	2	4
	Somma q.tà	998	3326	0	0	1900	159	930
120060	Nr. carichi	6	3	10	6	7	7	4
	Somma q.tà	1160	900	783	705	800	900	600
120062	Nr. carichi	3	4	3	3	13	5	2
	Somma q.tà	1000	2000	1500	690	1830	2050	756
120064	Nr. carichi	5	4	8	13	11	4	3
	Somma q.tà	1200	1600	1192	1405	1800	1895	1368
140003	Nr. carichi	8	6	4	5	4	2	2
	Somma q.tà	6288	5386	5030	8612	9776	4992	5000
110472	Nr. carichi	16	8	5	1	3	1	1
	Somma q.tà	981	1857	550	522	961	300	604
140057	Nr. carichi	0	3	2	2	2	2	1
	Somma q.tà	0	255	340	680	595	340	170

È evidente, quindi, come la frequenza sia chiaramente diminuita nei mesi di Novembre e Dicembre. L'unica eccezione è costituita dal codice 120060, ma, se si vanno a controllare i singoli movimenti, si può vedere che un unico carico di materiale è stato trasferito dagli alimentatori con più passaggi sul palmare (si comprende, infatti, che il trasferimento è unico in quanto tutti i diversi trasferimenti del palmare riportano la stessa ora).

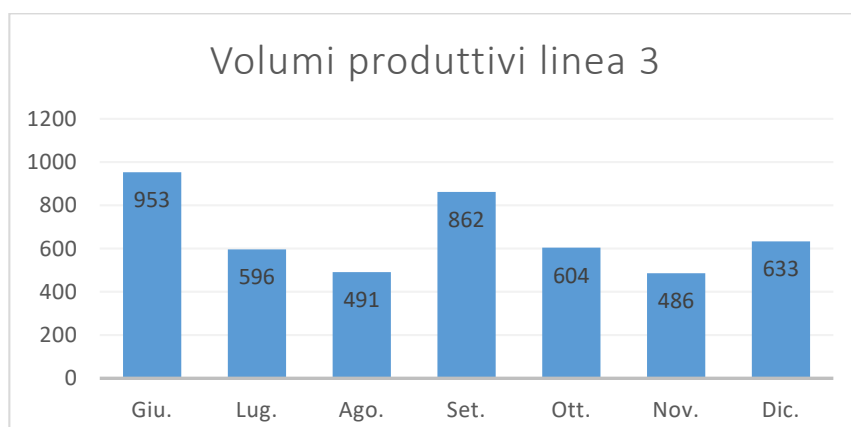
Prendendo dei codici come esempio, dall'istogramma creato a partire dai dati sovrastanti si notano frequenze decrescenti:



Per quanto riguarda le linee, invece, come già detto, si sono prese come esempio le linee 3 e 4, che sono quelle di *Mass Production* che quindi hanno lavorato in maniera più fedele al mix produttivo programmato inizialmente, senza produrre troppe tipologie di macchine al di fuori di quelle pianificate per queste linee.

È importante notare, anche in questo caso, che le frequenze dei vari mesi sono confrontabili tra loro in quanto i volumi prodotti nei sei mesi presi in esame sono dello stesso ordine di grandezza e, quindi, confrontabili.

Partendo dalla linea 3, le quantità realizzate sono:



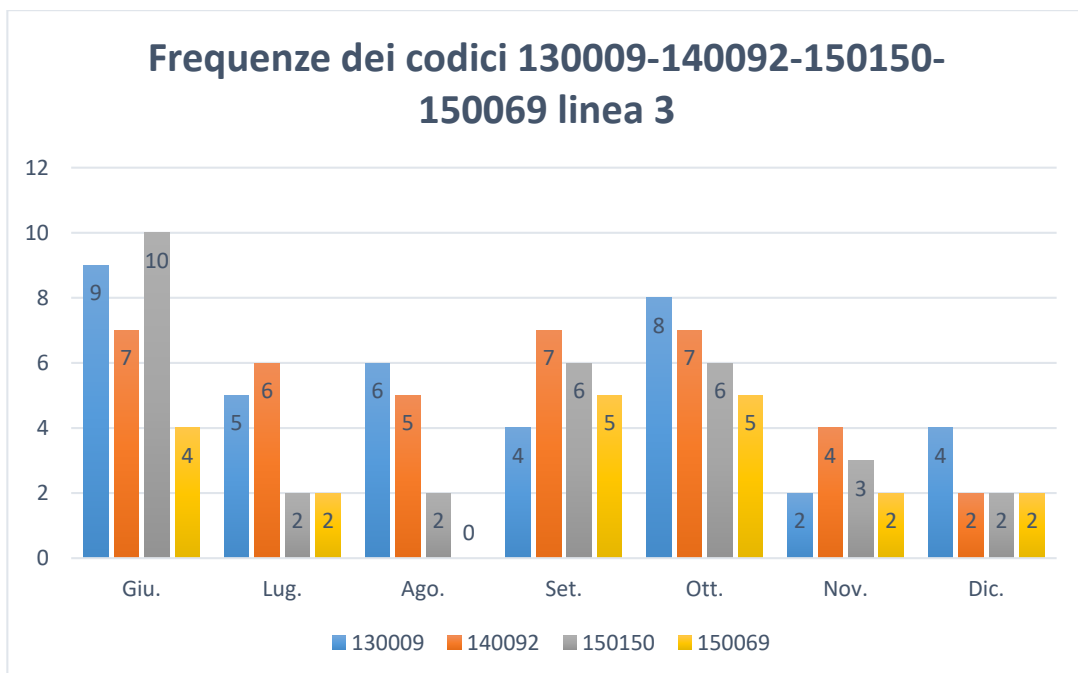
La situazione che si è delineata per la linea 3 nei mesi da Giugno a Dicembre è la seguente:

Codice		Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.
130008	Nr. carichi	3	5	2	5	4	1	1
	Somma q.tà	41	50	16	150	71	40	40
130009	Nr. carichi	9	5	6	4	8	2	4
	Somma q.tà	790	180	848	410	335	160	480
150391	Nr. carichi	6	4	4	5	7	1	2
	Somma q.tà	927	297	323	519	698	200	400
140092	Nr. carichi	7	6	5	7	7	4	2
	Somma q.tà	356	293	99	405	363	560	190
140194	Nr. carichi	5	1	3	3	4	5	2
	Somma q.tà	440	6	280	130	75	99	80
150150	Nr. carichi	10	2	2	6	6	3	2
	Somma q.tà	422	160	80	373	258	241	240
150153	Nr. carichi	3	2	1	0	2	3	0
	Somma q.tà	47	34	40	0	32	120	0
150069	Nr. carichi	4	2	0	5	5	2	2
	Somma q.tà	457	320	0	399	346	320	171
150015	Nr. carichi	3	0	0	2	5	3	1
	Somma q.tà	1600	0	0	413	364	452	400
140057	Nr. carichi	4	1	1	3	2	2	4
	Somma q.tà	1440	510	170	680	765	425	355
140056	Nr. carichi	0	1	0	1	0	0	1
	Somma q.tà	0	190	0	190	0	0	95
150525	Nr. carichi	0	3	4	4	2	3	1
	Somma q.tà	0	242	354	198	207	248	100
150094	Nr. carichi	0	9	10	9	10	4	2
	Somma q.tà	0	502	620	839	743	702	558
150157	Nr. carichi	1	0	0	7	8	3	2
	Somma q.tà	1000	0	0	541	611	465	370
110451	Nr. carichi	4	5	4	5	5	2	2
	Somma q.tà	415	239	81	399	352	527	520
110458	Nr. carichi	6	8	5	5	6	3	1
	Somma q.tà	418	227	81	299	345	531	178
140434	Nr. carichi	2	5	3	4	4	1	0
	Somma q.tà	263	162	56	412	179	911	0
140380	Nr. carichi	0	0	0	4	4	6	1
	Somma q.tà	0	0	0	374	510	1606	1300

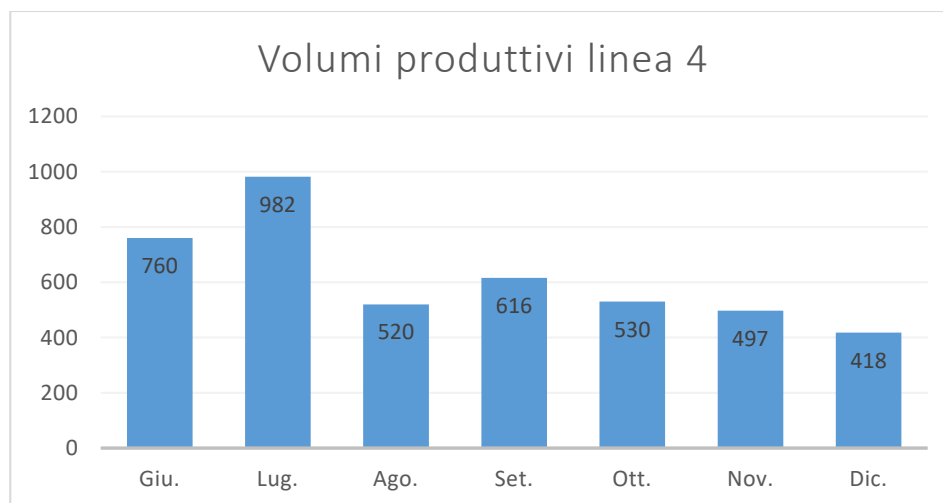
Dalla tabella si può già notare un andamento della frequenza decrescente, sebbene ci siano dei casi che fanno eccezione. Per questi, allora, si è consultato l'elenco puntuale dei movimenti, in cui sono riportati le quantità (controllando se sono state coerenti con quelle richieste dai cartellini o dalle etichette del vuoto per pieno) e gli orari di trasferimento e si è notato che:

- 150157: a Dicembre c'è stato uno *stockout* di questo codice e quindi sono state consegnate poche scatole in ciascun approvvigionamento, ogni volta che tornava disponibile in magazzino;
- 150015: il cartellino *kanban* di questo codice è stato introdotto soltanto verso la fine di Novembre;
- 140092: a Dicembre c'è stato uno *stockout* di questo codice e quindi non sono state consegnate le quantità richieste dal cartellino, ma sono stati fatti più carichi in linea in quantità minori;
- 140194: a Novembre non sono state consegnate le quantità indicate nel cartellino, ma sono stati eseguiti carichi in linea per volumi minori da parte degli alimentatori, sebbene non sia risultato uno *stockout* di tale codice.

Prendendo dei codici come esempio, dall'istogramma creato a partire dai dati sovrastanti si notano frequenze decrescenti:



Prendendo in esame la linea 4, si parte, come per la linea 3, dalla considerazione dei volumi produttivi, che sono anche in questo caso confrontabili tra loro:



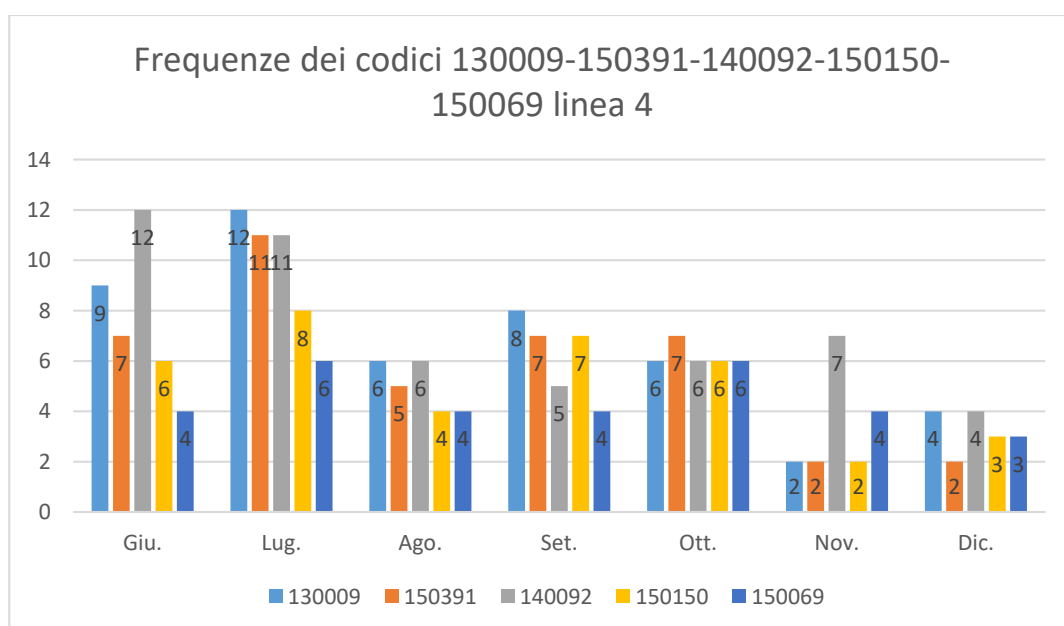
Per la linea 4 nei mesi da Giugno a Dicembre si sono registrati i seguenti dati:

Codice		Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.
130008	Nr. carichi	4	4	6	3	7	7	3
	Somma q.tà	242	136	44	75	206	195	120
130009	Nr. carichi	9	12	6	8	6	2	4
	Somma q.tà	542	789	411	375	448	155	440
150391	Nr. carichi	7	11	5	7	7	2	2
	Somma q.tà	771	826	514	527	707	500	400
140092	Nr. carichi	12	11	6	5	6	7	4
	Somma q.tà	754	819	284	368	655	466	430
140194	Nr. carichi	5	4	5	6	4	7	0
	Somma q.tà	111	29	175	99	125	286	0
150150	Nr. carichi	6	8	4	7	6	2	3
	Somma q.tà	439	672	243	344	369	280	141
150153	Nr. carichi	3	2	3	3	4	3	0
	Somma q.tà	160	80	120	98	119	160	0
150069	Nr. carichi	4	6	4	4	6	4	3
	Somma q.tà	640	884	355	388	500	492	482
150015	Nr. carichi	2	2	1	3	6	5	1
	Somma q.tà	800	800	400	447	596	608	400
140057	Nr. carichi	4	4	3	2	3	3	2
	Somma q.tà	1440	1070	1020	510	1050	680	170
150071	Nr. carichi	1	0	0	0	0	0	1
	Somma q.tà	50	0	0	0	0	0	50
150094	Nr. carichi	0	5	10	7	6	5	2
	Somma q.tà	0	378	509	524	595	796	378
150157	Nr. carichi	1	0	10	6	7	5	2
	Somma q.tà	1000	0	345	490	560	597	394
110451	Nr. carichi	7	8	10	5	6	6	1
	Somma q.tà	585	731	351	406	543	591	218
110458	Nr. carichi	9	10	9	5	7	6	2
	Somma q.tà	739	832	352	410	562	659	363
140434	Nr. carichi	0	1	8	5	6	3	0
	Somma q.tà	0	36	241	266	441	1303	0
140380	Nr. carichi	0	6	1	4	6	8	0
	Somma q.tà	0	496	670	410	920	2976	0

Come per la linea 3, anche per la 4 si sono riscontrate frequenze di approvvigionamento decrescenti, con dei casi particolari pure questa volta. Di nuovo, quindi, si sono effettuati dei controlli più accurati, dai quali è emerso che:

- 140194: anche in questo caso, come per la linea 3, non è stato gestito secondo le quantità indicate nel cartellino, anche se non risulta nessuna rottura della scorta per tale prodotto;
- 150015: anche in questo caso bisogna sottolineare che questo codice è entrato in N solo verso la fine di Novembre;
- 130008: a Novembre non risulta gestito secondo le quantità indicate nel cartellino, ma non si è verificato alcuno *stockout*;
- 150150: a Novembre non risulta gestito secondo le quantità indicate nel cartellino ma non si è verificato alcuno *stockout*;
- 140092: a Novembre non risulta gestito secondo le quantità indicate nel cartellino e a Dicembre si è verificata anche una rottura della scorta;
- 110451: questo codice è stato introdotto in N solo a metà Novembre;
- 110458: questo codice è stato introdotto in N solo a metà Novembre;
- 140380: questo codice è stato introdotto in N solo a metà Novembre.

Come per la linea 3, anche in questo caso, andando a realizzare un istogramma con dei codici esemplificativi si può notare che le frequenze di approvvigionamento decrescono nei mesi di Novembre e Dicembre, dopo l'introduzione del sistema *kanban*:



6.5 LISTE DI PRELIEVO E SISTEMA *KANBAN* A CONFRONTO

Grazie ai dati raccolti, prendendo i tempi dei magazzinieri, studiando le loro operazioni e analizzando le frequenze, è stato possibile confermare l'ipotesi secondo cui la gestione dei codici alto rotanti tramite sistema *kanban* apporta dei benefici in termini di risparmio di tempo.

Si prenda come esempio il codice 150069, che si è potuto analizzare sia con la gestione a lista di prelievo che con la gestione *kanban*.

Le operazioni effettuate nel caso della gestione a lista di prelievo sono:

- Tempo di *picking*: 40 secondi circa;
- Tempo di conteggio manuale di 50 pezzi: 1 minuto e 40 secondi circa;
- *Sorting* (organizzazione del pallet e registrazione del trasferimento del materiale): 40 secondi circa;
- *Refilling*: 40 secondi circa.

Le operazioni per il medesimo codice da quando è gestito tramite cartellino *kanban* sono rimaste le stesse, eccetto per quella centrale di conteggio manuale che è stata sostituita da un semplice prelievo di scatole e posizionamento su pallet, con una conseguente riduzione del tempo impiegato:

- Tempo di *picking*: 40 secondi circa;
- Tempo di prelievo dell'imballo, posizionamento sul pallet e affissione del cartellino: 30 secondi circa;
- *Sorting*: 40 secondi circa;
- *Refilling*: 40 secondi circa.

OPERAZIONE	TEMPO	OPERAZIONE	TEMPO
TEMPO DI PICKING	40 secondi	TEMPO DI PICKING	40 secondi
TEMPO DI CONTEGGIO MANUALE (50 pz)	1 minuto e 40 secondi	TEMPO GESTIONE CON CARTELLINO KANBAN	30 secondi
SORTING	40 secondi	SORTING	40 secondi
REFILLING	40 secondi	REFILLING	40 secondi

Tabella 6.3 Codice 150069: lista di prelievo vs *kanban*

Lo stesso tipo di informazioni si è potuto raccogliere per il codice 150094, gestito prima sempre con la modalità delle liste di prelievo, poi invece con il sistema del vuoto per pieno.

Nel caso della gestione tramite lista di prelievo si ha:

- Tempo di *picking*: 40 secondi circa;
- Tempo di conteggio manuale per 81 pezzi: 1 minuto e 50 secondi;
- *Sorting*, ovvero tempo di trasferimento ed organizzazione dei materiali sul pallet: 40 secondi circa;
- *Refilling*: 40 secondi circa.

In questo caso, come nel precedente, le operazioni che il magazziniere svolge sono le medesime nei due casi, eccetto per quella centrale con l'utilizzo della bilancia che fa la differenza:

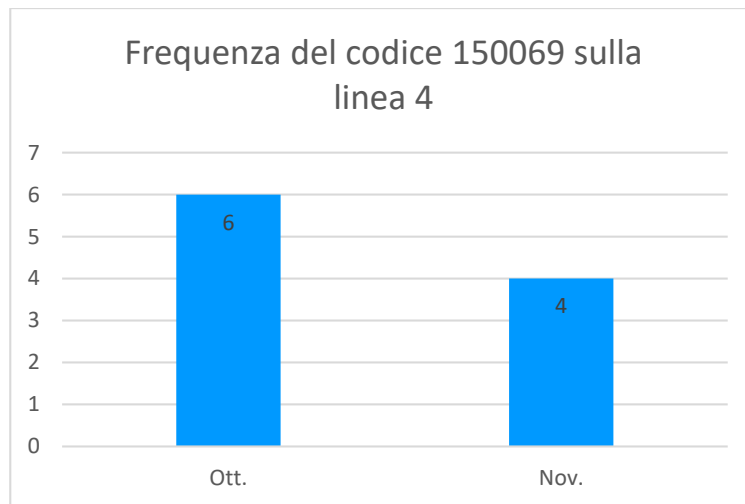
- Tempo di *picking*: 40 secondi circa;
- Tempo di conteggio con bilancia: 50 secondi;
- *Sorting*, ovvero tempo di trasferimento ed organizzazione dei materiali sul pallet: 40 secondi circa;
- *Refilling*: 40 secondi circa.

OPERAZIONE	TEMPO	OPERAZIONE	TEMPO
TEMPO DI PICKING	40 secondi	TEMPO DI PICKING	40 secondi
TEMPO DI CONTEGGIO MANUALE (81 pz)	1 minuto e 50 secondi	TEMPO CON GESTIONE VUOTO PER PIENO	50 secondi
SORTING	40 secondi	SORTING	40 secondi
REFILLING	40 secondi	REFILLING	40 secondi

Tabella 6.4 Codice 150094: lista di prelievo vs kanban

Per applicare tali risultati ad un esempio pratico, si possono considerare in primo luogo i mesi di Ottobre e Novembre della linea 4, che presentano volumi produttivi molto simili, rispettivamente di 530 e 497 unità.

Le frequenze di approvvigionamento registrate per il codice 150069, sempre nei due mesi considerati, sono rispettivamente di 6 e 4, a fronte di una quasi uguale quantità caricata in linea, che è pari a 500 ad Ottobre e a 492 a Novembre:



Si possono ora calcolare il tempo totale per approvvigionare la linea 4 nel mese di Ottobre e il tempo totale per approvvigionare la stessa linea nel mese di Novembre, quando ormai il codice è gestito con sistema *kanban* e non più con lista di prelievo.

Nel mese di Ottobre si può impostare questo calcolo:

- Il tempo impiegato per il conteggio dei pezzi con un'operazione manuale è di 1 minuto e 40 secondi per il conteggio di 50 unità. Essendo, però, la quantità totale consegnata con 6 carichi pari a 500, facendo una media si ottiene che i pezzi consegnati in linea ciascuna volta sono circa 83. Dopo aver trasformato tutto in secondi, con una semplice proporzione si può quindi calcolare il tempo necessario per il conteggio di 83 unità come $\frac{83 \cdot 100''}{50} = 166''$, che equivale a 2 minuti e 46 secondi.

Da queste considerazioni si ottiene: $2'46'' \cdot 6 = 16'36''$ tempo totale di conteggio manuale nel mese di Ottobre;

- Il tempo per le operazioni di *picking*, *sorting* e *refilling* è di circa 40 secondi per ciascuna. Essendo stati gli approvvigionamenti pari a 6 nel mese di Ottobre, si ottiene:
 $(40'' + 40'' + 40'') \cdot 6 = 12'$ tempo totale di *picking*, *sorting* e *refilling* nel mese di Ottobre;
- Il totale del tempo impiegato è dato dalla somma delle voci trovate ai due punti precedenti: $16'36'' + 12' = 28'36''$ tempo totale impiegato nel mese di Ottobre per l'approvvigionamento del codice 150069.

OPERAZIONI (MESE DI OTTOBRE)	TEMPO
TEMPO DI APPROVVIGIONAMENTO MANUALE (per 83 pz)	2 minuti e 46 secondi
TEMPO TOTALE CONTEGGIO MANUALE PER 6 APPROVVIGIONAMENTI	16 minuti e 36 secondi
TEMPO OPERAZIONI DI <i>PICKING</i> , <i>SORTING</i> E <i>REFILLING</i>	2 minuti
TEMPO TOTALE PER 6 OPERAZIONI DI <i>PICKING</i> , <i>SORTING</i> E <i>REFILLING</i>	12 minuti
TEMPO TOTALE PER APPROVVIGIONAMENTO DI OTTOBRE	28 minuti e 36 secondi

Tabella 6.5 Codice 150069: mese di Ottobre

Si può impostare il medesimo calcolo anche per il mese di Novembre:

- Il tempo impiegato per il prelievo dell'intero imballo, che rappresenta esattamente la quantità indicata nel cartellino *kanban*, è di 30 secondi. Nel mese di Novembre il codice 150069 è stato approvvigionato 4 volte nella linea 4.

Da ciò ne consegue che:

$30'' * 4 = 2'$ tempo totale di prelievo dell'imballo nel mese di Novembre;

- Prese singolarmente, le operazioni di *picking*, *sorting* e *refilling* richiedono il medesimo tempo che richiedevano nel mese di Ottobre, ma ciò che cambia è il numero di volte che vengono effettuate, in quanto a Novembre la frequenza scende da 6 a 4 volte mensili. Si ottiene quindi:

$(40'' + 40'' + 40'') * 4 = 8'$ tempo totale di *picking*, *sorting* e *refilling* nel mese di Novembre;

- Il totale del tempo impiegato è dato dalla somma delle voci trovate ai due punti precedenti: $2' + 8' = 10'$ tempo totale impiegato nel mese di Novembre per l'approvvigionamento del codice 150069.

OPERAZIONI (MESE DI NOVEMBRE)	TEMPO
TEMPO DI APPROVVIGIONAMENTO CON CARTELLINO <i>KANBAN</i>	30 secondi
TEMPO TOTALE CONTEGGIO MANUALE PER 4 APPROVVIGIONAMENTI	2 minuti
TEMPO OPERAZIONI DI <i>PICKING</i> , <i>SORTING</i> E <i>REFILLING</i>	2 minuti
TEMPO TOTALE PER 4 OPERAZIONI DI <i>PICKING</i> , <i>SORTING</i> E <i>REFILLING</i>	8 minuti
TEMPO TOTALE PER APPROVVIGIONAMENTO DI NOVEMBRE	10 minuti

Tabella 6.6 Codice 150069: mese di Novembre

Per questo codice, dunque, il risparmio di tempo che si ottiene in un mese e per una sola linea è esattamente pari a 18 minuti e 36 secondi, ovvero è pari alla differenza tra i 28 minuti e 36 secondi impiegati nel caso di gestione a lista di prelievo e i 10 minuti impiegati nel caso di gestione con cartellino *kanban*.

Ipoteticamente, se si ipotizzasse un simile risultato sulle altre tre linee del settore *domestic* e *office* che hanno più o meno gli stessi volumi produttivi della linea 4, si potrebbe ottenere un risparmio di tempo molto elevato. Tutti i cartellini *kanban* che girano sulle linee dalla 1 alla 4 sono 45 in totale:

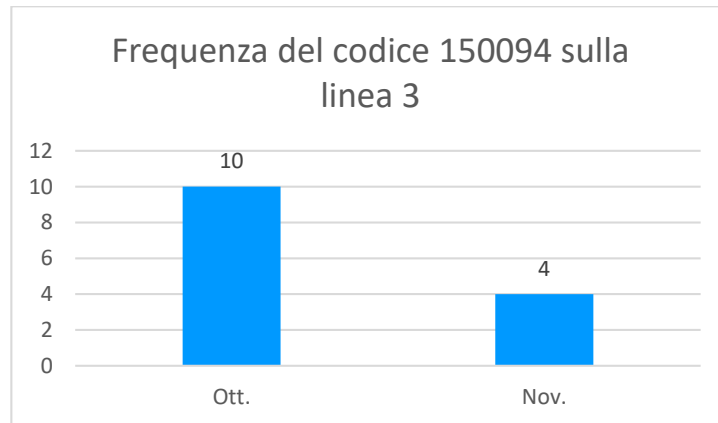
$$18'36'' * 45 = 837' = 13 \text{ ore e } 57 \text{ minuti}$$

Si tratta chiaramente di un risultato ipotetico e approssimativo, dipendente da molti fattori, quali i volumi produttivi, i codici effettivamente presenti in magazzino, quelli che presentano *stockout* e le caratteristiche dei pezzi da movimentare.

In generale, però, questo risultato è una stima del tempo che in un mese potrebbe effettivamente risparmiare un alimentatore, gestendo con il sistema *kanban* i codici alto rotanti e con imballi idonei e rispondenti al fabbisogno settimanale delle linee.

La stessa analisi può essere condotta su un codice gestito con il vuoto per pieno, prendendo in considerazione il codice 150094, di cui sopra si erano riportati i tempi di conteggio manuale per la gestione a lista di prelievo e i tempi di conteggio con la bilancia contapezzi per la gestione con il vuoto per pieno.

Si considera in questo caso la frequenza di tale codice sulla linea 3 però, in quanto presenta nei mesi di Ottobre e di Novembre un approvvigionamento di quantità pressoché uguale, pari a 743 nel primo caso e a 702 nel secondo caso. Le frequenze di approvvigionamento ad Ottobre e a Novembre sono pari rispettivamente a 10 e a 4:



Come nel caso precedente, si può calcolare ora il tempo impiegato per approvvigionare prima il materiale nel mese di Ottobre quando il codice era gestito con liste di prelievo e poi nel mese di Novembre quando invece è entrato in vigore il vuoto per pieno e quindi il conseguente conteggio con la bilancia.

Per il mese di Ottobre si può impostare il calcolo come segue:

- Ad Ottobre sono state consegnate 743 unità in 10 volte, quindi in media si può considerare che le quantità consegnate ciascuna volta siano state pari a $743:10 = 74,3 \sim 75$ unità.

Dai dati raccolti sappiamo che per il conteggio manuale di 81 unità è stato impiegato 1 minuto e 50 secondi. Con una proporzione, si può ottenere una stima del tempo necessario per contare manualmente 75 pezzi, quantità media portata in linea nei 10 carichi come $\frac{75 \cdot 110''}{81} = 101,9'' \sim 102''$, dopo aver trasformato tutto in secondi.

Se in ogni carico si approvvigionano 75 unità il cui tempo di conteggio manuale è di 102 secondi e il numero di scarichi è pari a 10, si ottiene:

$102'' \cdot 10 = 1020'' = 17'$ tempo totale per il conteggio manuale di circa 750 unità;

- Il tempo per le operazioni di *picking*, *sorting* e *refilling* è di circa 40 secondi per ciascuna. Essendo stati gli approvvigionamenti pari a 10 nel mese di Ottobre, si ottiene:
 $(40'' + 40'' + 40'') * 10 = 20 \text{ min}$ tempo totale di *picking*, *sorting* e *refilling* nel mese di Ottobre;
- Il totale del tempo impiegato è dato dalla somma delle voci trovate ai due punti precedenti: $17' + 20' = 37'$ tempo totale impiegato nel mese di Ottobre per l'approvvigionamento del codice 150094.

OPERAZIONI (MESE DI OTTOBRE)	TEMPO
TEMPO DI APPROVVIGIONAMENTO MANUALE (per 75 pz)	1 minuto e 42 secondi
TEMPO TOTALE CONTEGGIO MANUALE PER 10 APPROVVIGIONAMENTI	17 minuti
TEMPO OPERAZIONI DI <i>PICKING</i>, <i>SORTING</i> E <i>REFILLING</i>	2 minuti
TEMPO TOTALE PER 10 OPERAZIONI DI <i>PICKING</i>, <i>SORTING</i> E <i>REFILLING</i>	20 minuti
TEMPO TOTALE PER APPROVVIGIONAMENTO DI OTTOBRE	37 minuti

Tabella 6.7 Codice 150094: mese di Ottobre

Nel mese di Novembre si possono impostare gli stessi calcoli. In questo caso i carichi in linea sono pari a 4 e la quantità totale consegnata nel mese di Novembre è pari a 702, tuttavia, a differenza del precedente caso, non è necessario effettuare delle proporzioni per ricondursi alla quantità media consegnata ogni volta, in quanto con il vuoto per pieno si consegna quasi sempre lo stesso numero di unità e, anche se dovesse essere differente di volta in volta, ciò non comporterebbe cambiamenti nell'esecuzione dell'operazione tramite la bilancia, visto che il tempo impiegato dall'operatore è tutto per la taratura della bilancia stessa e per il trasferimento tramite svuotamento dei pezzi nel contenitore.

- Nel mese di Novembre il tempo di conteggio di questo codice alla bilancia contapezzi è stato di 1 minuto e 10 secondi.

Essendo stato il numero di carichi di materiale in linea pari a 4 si ottiene:

$1'10'' * 4 = 4'40''$ tempo totale per il conteggio alla bilancia nel mese di Novembre;

- Singolarmente, le operazioni di *picking*, *sorting* e *refilling* richiedono il medesimo tempo che richiedevano nel mese di Ottobre, ma ciò che cambia sono le volte che vengono effettuate, in quanto a Novembre la frequenza scende da 10 a 4 volte mensili. Si ottiene quindi:

$(40'' + 40'' + 40'') * 4 = 8'$ tempo totale di *picking*, *sorting* e *refilling* nel mese di Novembre;

- Il tempo totale si calcola come la somma delle due voci precedenti ed è quindi pari a $4'40'' + 8' = 12'40''$, che rappresenta il tempo totale per approvvigionare il codice 150094 nel mese di Novembre.

OPERAZIONI (MESE DI NOVEMBRE)	TEMPO
TEMPO DI APPROVVIGIONAMENTO CON VUOTO PER PIENO	1 minuto e 10 secondi
TEMPO TOTALE CONTEGGIO MANUALE PER 4 APPROVVIGIONAMENTI	4 minuti e 40 secondi
TEMPO OPERAZIONI DI <i>PICKING</i> , <i>SORTING</i> E <i>REFILLING</i>	2 minuti
TEMPO TOTALE PER 4 OPERAZIONI DI <i>PICKING</i> , <i>SORTING</i> E <i>REFILLING</i>	8 minuti
TEMPO TOTALE PER APPROVVIGIONAMENTO DI NOVEMBRE	12 minuti e 40 secondi

Tabella 6.8 Codice 150094: mese di Novembre

A questo punto si può calcolare la differenza di tempo richiesto tra le due gestioni a lista di prelievo e con vuoto per pieno:

$$37' - 12'40'' = 24'20''$$

Si ottiene, quindi, per un singolo codice su una singola linea un risparmio di tempo mensile rispetto al conteggio manuale di 24 minuti e 20 secondi.

Se si estendesse, come visto nel caso precedente, questo calcolo sulle altre tre linee del settore *domestic* e *office*, per i nuovi 20 codici introdotti con il vuoto per pieno, si potrebbe avere un risparmio di tempo potenziale pari a

$$24'20'' * 20 = 486'40'' = 8 \text{ ore } 6 \text{ minuti } 40 \text{ secondi}$$

Questi calcoli, dunque, in entrambi i casi esaminati, mostrano come le gestioni dei codici alto rotanti e usati con elevati volumi, quando gestiti con il sistema *kanban* o con il vuoto per pieno, apportino ingenti benefici nel risparmio del tempo degli alimentatori e nello svolgimento delle loro operazioni.

6.6 RISULTATI OTTENUTI E UNO SGUARDO AL FUTURO

Nelle ultime settimane di monitoraggio si è cercato di portare a regime il sistema introdotto quanto più possibile. Oltre ad aver spiegato costantemente agli operatori in linea e agli alimentatori come gestire cartellini, contenitori e materiali, una volta entrato in funzione sono stati svolti degli allineamenti con i responsabili delle diverse funzioni. Se, infatti, il sistema *kanban* riguarda le modalità di approvvigionamento dei materiali in linea e quindi ricade sotto il controllo e il coordinamento del Responsabile di Produzione, allo stesso tempo non può non essere tenuto in considerazione anche dai Responsabili di Logistica ed Ufficio Acquisti. Tale sistema, infatti, va senza dubbio ad impattare sulle scorte di magazzino e di conseguenza deve essere impostata una scorta di sicurezza tale che permetta di evitare il fenomeno dello *stockout* come è successo per alcuni codici durante l'implementazione del sistema. Attraverso un coordinamento, quindi, con il Responsabile dell'Ufficio Acquisti, che si occupa di impostare la scorta di sicurezza tenendo conto del conseguente immobilizzo di denaro derivante dalla giacenza in magazzino, si sono stabiliti dei livelli di scorta tali da coprire il fabbisogno delle quantità indicate sui cartellini *kanban* e sulle etichette del vuoto per pieno. In alcuni casi, per determinati codici, si è sicuramente notato un aumento del materiale in *WIP* e quindi un maggiore immobilizzo. Questo fenomeno, però, è dovuto non tanto ad uno scorretto dimensionamento delle quantità riportate sui cartellini, quanto piuttosto alla particolare situazione attuale. Essendo state, infatti, le linee del settore HO.RE.CA le più colpite dalla crisi generata dalla pandemia, è normale che nel 2020 i volumi produttivi siano diminuiti, ma, essendo le quantità dei cartellini basate sui consumi del 2019, è possibile che

possano verificarsi delle incongruenze e che quindi il materiale rimanga fermo in linea. Auspicabilmente, però, la situazione odierna sarà solo di transizione e temporanea, quindi si può pensare di lasciare invariate queste quantità fino al momento in cui la produzione tornerà ai suoi livelli standard e quindi i consumi e le quantità indicate da consegnare in *WIP* convergeranno.

Un'altra soluzione, proposta dal Responsabile di Produzione, altrimenti, potrebbe essere quella di gestire i codici a *kanban* sulle linee HO.RE.CA con dei cartellini sostitutivi, che non tengano conto dei consumi del 2019, ma di quelli attuali e che quindi permettano di tenere in linea solo il materiale strettamente necessario in questo periodo, per poi ripassare ai cartellini dalle quantità veritiere una volta che il settore sarà ripartito. Questa soluzione sicuramente permetterebbe un abbassamento della scorta in *WIP*, con la consapevolezza, però, che allo stesso tempo si perderebbero i vantaggi guadagnati sul tempo impiegato dai magazzinieri per l'approvvigionamento di tali materiali. Consegnare quantità minori, infatti, non permetterebbe di consegnare in linea un intero imballo, ma si dovrebbe tornare ad un conteggio puntuale di un numero di pezzi tale che possa rispondere al fabbisogno attuale delle linee.

L'indicatore relativo allo *stock* dei codici gestiti a *kanban*, comunque, deve essere tenuto sotto controllo, in quanto strettamente correlato ai volumi prodotti e alle oscillazioni della domanda di mercato. Per tale ragione si è deciso di monitorare, attraverso un controllo trimestrale, le giacenze relative ai codici gestiti tramite *kanban*, sia in *WIP* che nel magazzino centrale e, dopo aver effettuato un'analisi incrociata con i consumi registrati, di aggiornare eventuali quantità riportate nei cartellini o nelle etichette dei contenitori che non siano in linea con l'effettivo impiego di risorse rilevato.

Per quanto riguarda il coordinamento con l'Ufficio Logistica, invece, ci si è confrontati sulla redistribuzione dei compiti dei magazzinieri e i nuovi ruoli sono stati stabiliti di comune accordo. L'adozione della bilancia contapezzi e quindi la maggiore precisione ottenuta grazie alla riduzione dell'errore umano, inoltre, sono stati aspetti che hanno apportato benefici anche alla funzione logistica, in quanto la sua priorità è quella di avere un numero di pezzi preciso e fedele in magazzino.

È evidente quindi, come questo nuovo progetto non abbia apportato solo vantaggi in termini di lavoro pratico, ma abbia anche permesso un maggior dialogo tra le varie funzioni aziendali, in quanto il processo è l'aspetto trasversale e comune a tutte. Nel

momento dell'introduzione, infatti, la comunicazione è stata un po' carente e quindi l'obiettivo poteva sfuggire alle funzioni diverse dalla produzione, ma con il tempo, grazie agli allineamenti e ai confronti, si è riusciti a convergere verso uno scopo comune.

È chiaro che l'obiettivo finale sia stato raggiunto, in quanto il nuovo sistema di gestione adottato apporta molti benefici, in termini di risparmio di tempo e di precisione nei trasferimenti dei materiali. La standardizzazione effettuata, inoltre, e la maggiore disponibilità di materiali in linea secondo fabbisogno dovrebbero far sì che gli operatori in linea spendano meno tempo nella ricerca dei materiali nel bordo linea. Il risparmio totale di tempo, quindi, non riguarda solo gli alimentatori che approvvigionano il materiale, ma anche lo stesso personale in linea, a valle del processo di rifornimento dei materiali.

L'obiettivo del mantenimento dell'ordine all'interno dell'area produttiva deve essere portato avanti con costanza, non si può pensare che ciò che è stato fatto sia sufficiente a dare risultati anche in futuro. Per questa ragione, si sono stabiliti dei turni settimanali di pulizia delle postazioni per gli operatori di linea, in modo da mantenere sempre i loro carrelli ordinati e puliti.

Dando uno sguardo al fattore umano, anche sotto questo punto di vista si sono ottenuti dei risultati. Gli operatori e gli alimentatori, infatti, sono stati resi partecipi nello sviluppo di questo nuovo progetto e ne sono anche stati parte attiva, in quanto hanno contribuito, con la loro esperienza, al reperimento di informazioni utili ai fini del progetto.

Per quanto riguarda il sistema *kanban* vero e proprio, i miglioramenti raggiunti sono stati soddisfacenti, sebbene il sistema debba ancora entrare definitivamente a regime. I problemi, infatti, di smarrimento dei cartellini, di approvvigionamento costante dei materiali da parte degli operatori e di rottura della scorta si sono verificati negli ultimi mesi e non è detto che non si ripeteranno più in futuro, nonostante si siano ottenuti notevoli progressi sotto questi punti di vista.

Essendo il *kaizen* alla base di tutto il sistema *kanban*, infine, è necessario monitorare tale sistema con un aggiornamento periodico delle quantità indicate nei cartellini e nelle etichette secondo l'andamento dei fabbisogni. Tali quantità, infatti, sono state calcolate, come si è visto, su dati storici: se, quindi, si dovesse notare un *trend* di crescita o di diminuzione dei fabbisogni, nei periodi successivi sarà necessario tenere conto di queste tendenze ad aggiornare di conseguenza le quantità indicate nei cartellini. Attraverso un continuo monitoraggio, sarà inoltre possibile tener conto di nuovi codici critici che

potranno essere trasferiti in N e quindi essere gestiti in modo migliore attraverso una gestione a *kanban* o con vuoto per pieno rispetto a quella attuale delle liste di prelievo.

CONCLUSIONE

Nei precedenti capitoli si sono illustrati tutti i passaggi che hanno fatto sì che questo progetto venisse realizzato e concluso nell'arco di tempo designato per il tirocinio curricolare.

Come illustrato, gli obiettivi prefissati dall'azienda sono stati raggiunti, sebbene, come insegna la *Lean Manufacturing*, ciascun processo deve essere sottoposto al miglioramento continuo. Non si può, quindi, pensare che con l'introduzione del sistema *kanban* si veda la fine del progetto, bensì si tratta soltanto del suo inizio. Tale sistema va infatti monitorato nel tempo e aggiornato periodicamente, così da permettere un corretto funzionamento a regime.

Anche dal punto di vista del fattore umano, di cui tanto tiene conto la filosofia della *Lean Manufacturing*, sono stati raggiunti traguardi importanti. Se, infatti, in una fase iniziale il cambiamento non è stato molto ben visto dagli operatori di linea, nel corso dei vari mesi, attraverso un'attiva partecipazione alle operazioni svolte e una valorizzazione della loro esperienza, è stato accettato e anzi, incoraggiato a crescere.

I problemi ancora aperti, direttamente collegati al progetto in esame, continueranno ad essere monitorati e si continuerà ad adottare il *kaizen* nella ricerca di soluzioni sempre migliori ed innovative.

BIBLIOGRAFIA

Womack, James P., and Daniel T. Jones. *Lean Thinking - Come creare valore e bandire gli sprechi*. 2018 ed., Guerini Next, 1996.

Galgano, Alberto. *Toyota - Perché l'industria italiana non progredisce*. 2009 ed., Guerini e Associati, 2005.

Fior, Filippo. *Gestione delle scorte tramite sistema Kanban in Ritmo S.p.A.*, Università degli studi di Padova, A.A. 2015/2016.

Santello, Andrea. *Applicazione di strumenti PULL per la gestione della fabbrica snella. Il caso Giacomini S.p.A.*, Università degli studi di Padova, A.A. 2016/2017.

Materiale didattico corso *Gestione dei progetti e degli impianti industriali*, F. Emanuele Ciarapica, A.A. 2018/2019, Università Politecnica delle Marche.

Materiale didattico corso *Sistemi di automazione industriale*, Giuseppe Conte, A.A. 2018/2019, Università Politecnica delle Marche.

Materiale didattico corso *Logistica industriale*, Maurizio Bevilacqua, A.A. 2018/2019, Università Politecnica delle Marche.

SITOGRAFIA

<https://www.blupura.com>

<https://cooltechnologies.org/equipment/blupura/>

<https://corporate.culligan.com/our-story/>

http://www.studiopsor.it/E-News0714_Lean%20Organisation%20%20sprechi.htm

<https://leanmanufacturing.myblog.it/2010/12/14/la-scatola-heijunka-un-semplce-strumento-per-il-livellament/>

<http://www.encob.net/blog/2009/12/07/cosa-e-heijunka/>

<https://www.hr.uwa.edu.au/serviceculture/continuous-improvement-tools/value-stream-mapping>

<https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/valuestreammapping.html>

<https://dmsolution.eu/shop-floor-management/>

<https://www.kanban-system.com/it/sistema-kanban-e-pull-controllo/>

<https://www.kanban.it/it/tipi-di-kanban/>

<https://www.make-consulting.it/metodo-kanban/>

<https://www.utekvision.com/it/blog/metodo-kanban.html>

<https://docplayer.it/50709015-Industria-4-0-il-pull-il-kanban-e-il-kanban-elettronico.html>

<https://kaizen-coach.com/en/2015-02-23-16-51-31/tools/kanban-and-its-positive-impact-on-logistics>

<https://www.kanban.it/it/kanban-elettronico/>

<https://www.kanban.it/it/supermarket/>

<https://www.utekvision.com/it/blog/metodo-kanban.html>

<https://www.kanban.it/it/dimensionamentokanban/>

<https://www.automationmag.com/images/stories/LWTech-files/76%20Workplace%20Organize.pdf>

http://www.itsmalignani.it/sites/default/files/download/0.Dispensa_Lean_Organization ESTRATT O.pdf

<https://www.youtube.com/watch?v=ulYhuOfpLU>

<https://www.youtube.com/watch?v=0oeSW2pl-ug>

<https://www.campeotto.it/scaffalature-a-gravita/>

<https://www.allmag.it/it/lean-manufacturing>

https://www.allmag.it/uploads/public/672_allmag-catalogo-lean.pdf

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio in primis il mio relatore, il Professor Maurizio Bevilacqua, che mi ha accompagnata in questi anni del percorso universitario e mi ha permesso di apprendere molto dai suoi insegnamenti e dalla sua esperienza. Grazie per avermi seguito anche in quest'ultimo grande momento della stesura della tesi magistrale.

Un grazie particolare a Gianni Grottini e Luca Rivasi, per avermi dato la possibilità di entrare a far parte del team Blupura, specialmente in un momento particolare come quello che stiamo attraversando oggi. Un grazie sentito a Luca per aver creduto per primo nelle mie capacità e per avermi guidato anche nel percorso di tesi.

Grazie a Giovanni Morresi, per essere stato il mio *maestro* quotidiano. Grazie per avermi trasmesso tanta conoscenza e per avermi sempre supportato (e a volte sopportato) giorno dopo giorno, senza mai perdere il sorriso.

Grazie a Giovanni Meroni che, nonostante la lontananza, è stata una preziosa guida per riuscire ad arrivare all'obiettivo finale. Grazie per il costante incoraggiamento e per la fiducia riposta nel mio lavoro.

Grazie alle mie colleghe d'ufficio, Ilenia, Ingrid, Michela e Vanessa, per avermi accolto tra loro e fatto sentire a casa fin da subito. Grazie anche al resto del Team Produzione, Maurizio e Massimiliano.

Un grazie va anche a tutti i ragazzi in linea, che sono stati il mio team durante la fase più operativa del mio lavoro. Grazie a Bruno, Andrea, Mauro e Lucio per avermi accolto nei primi giorni in cui ero ancora spaesata nel nuovo ambiente. Grazie in particolare a Simone, Daniele, Domenico, Roberto, Samuele, Fiore, Alessandro, Andrea, Francesco, Roberto, Paolo, Denis, Sandro, Lorenzo, Roberto, Fabio, Massimo, Jasmin, Jace e a tutti gli altri che per motivi di spazio non posso elencare, per aver collaborato con me verso un obiettivo comune e per aver reso leggere le ore trascorse in produzione.

Grazie a Debora e a Stefano, per avermi aiutato nella ricerca di un'azienda e per avermi alla fine dato il suggerimento migliore che potessi ricevere.

Un grazie infinito va ai miei genitori, Silvia e Alberto, miei sostenitori in tutto e per tutto. Mi hanno accompagnato in questo cammino, appoggiando ogni mia scelta, sostenendomi moralmente ed economicamente ed hanno sopportato tutti i miei sbalzi di umore nelle lunghe sessioni d'esame. Mi hanno sempre incoraggiato affinché io trovassi la mia strada e la percorressi con impegno, passione e dedizione ed oggi, dopo 5 anni dall'inizio di questo percorso, posso dir loro di essere sicura di averla trovata e di essere felice della mia scelta.

Grazie a mio nonno Nello, che ha atteso con trepidazione questo traguardo e che finalmente può goderselo contento, a nonna Laura, la mia nonna acquisita, e ai miei nonni che non sono più qui, ma che sarebbero stati fieri di me.

Grazie a tutta la mia famiglia e in particolare ai miei zii Patrizia ed Alessandro, sempre presenti in ogni situazione, a zia Daniela e ad Angela e Alessia, che sono come parte della famiglia.

Grazie alla mia zia acquisita, Lori, e a Pierpaolo, per le loro parole di affetto che sempre mi riservano e per tutto il sostegno che mi hanno dato in questi anni.

Grazie al mio padrino Fausto, che avrebbe voluto vedermi in questa giornata con la corona d'alloro in testa, per avermi trasmesso la passione per le materie scientifiche.

Un immenso grazie alle Comari, Beatrice, Fabiola, Michela, Noemi e Noemi, le amiche con le quali ho iniziato il mio percorso universitario e che oggi, dopo 5 anni, sono come sorelle. Ognuna di loro occupa un posto speciale nel mio cuore, mi hanno sempre sostenuto ed hanno condiviso con me qualsiasi momento della vita di questi ultimi anni e sono sicura che continueranno a farlo negli anni a venire. Con loro ho i ricordi più belli, dalle ore passate in aula studio alle serate universitarie, dalle innumerevoli cene alle estati trascorse insieme.

Grazie a Beatrice, che ha sempre le parole giuste al momento giusto e che non smette mai di ricordarmi quanto siamo importanti l'una per l'altra. Grazie anche al piccolo Gabriele, che mi ha reso una zia orgogliosa.

Grazie a Fabiola, la mia compagna di avventure, nonché la mia “memoria”, che ha condiviso con me tante esperienze e che con la sua risata riesce sempre a mettermi di buon umore.

Grazie a Michela, la prima persona che ho conosciuto tra i banchi universitari, per esserci sempre stata, anche quando lontana.

Grazie a Noemi, per avermi sempre accolta come una di famiglia nella sua casa e per riserbarmi sempre dei consigli preziosi.

Grazie a Noemi, mia coinquilina per 4 anni, per aver sempre creduto in me e per avermi sostenuta nei momenti di vita quotidiana. Non avrei potuto chiedere una coinquilina migliore, abbiamo condiviso tanto e, anche se a volte abbiamo rischiato di dar fuoco alla casa, direi che alla fine ce la siamo sempre cavata alla grande.

Grazie a Fabiana, conosciuta quasi per caso fuori dalle aule dell’università e diventata un’amica speciale in poco tempo.

Grazie a Francesca, la mia compagna di studio preferita, con cui ho condiviso la maggior parte della magistrale, che da subito si è rivelata ben più di una collega, ma un’amica preziosa.

Grazie a Sara, per esserci stata sempre in questi anni, ma in particolare per avermi sostenuto nei mesi del tirocinio e della stesura della tesi.

Grazie a Serena, per la sua dolcezza e per la sua allegria con cui riempie le mie giornate.

Grazie a tutti i miei amici dell’università, Dalila, Ilaria, Giacomo, Alessandro, Giannantonio, Marius, Vittorio, Giovanni, Stefano per i bellissimi ricordi di questi anni, dalle interminabili giornate di studio alle serate piene di divertimento.

Grazie alle mie amiche e ai miei amici di sempre, per aver voluto condividere con me il traguardo di questa giornata. Anche se non si è potuta svolgere come ho sempre sognato, mi siete stati tutti accanto e in particolare un grazie alle mie compagne del liceo Irene, Letizia, Letizia, Noemi, Giaele e alle insostituibili Michela e Caterina.

E infine, grazie a me stessa, per la tenacia e la costanza di questi 5 lunghi anni, che mi hanno permesso di arrivare in fondo al percorso più complesso, ma anche più stimolante ed emozionante della mia vita.