

POLITECNICO DI TORINO

Corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica



TESI DI LAUREA MAGISTRALE

**ANALISI E OTTIMIZZAZIONE
DEL REPARTO VETRO CAVO
DELLA BOTTERO S.P.A.**

Relatore: prof. Maurizio Schenone

Studente: Silvio Quaglia

Matricola: 224673

Anno Accademico 2017-2018

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
2	BOTTERO S.P.A.	5
2.1	STORIA	6
2.2	STABILIMENTO DI CUNEO	7
3	VETRO CAVO	10
3.1	PROCESSO PRODUTTIVO	11
3.2	MACCHINA FORMATRICE	12
3.3	MECCANISMI	14
3.3.1	<i>ALIMENTATORE – ZONA DI CONDIZIONAMENTO</i>	14
3.3.2	<i>FEEDER</i>	15
3.3.3	<i>DISTRIBUTORE ELETTRONICO GOB</i>	16
3.3.4	<i>DELIVERY</i>	17
3.3.5	<i>STAMPI</i>	17
3.3.6	<i>MECCANISMO IMBUTO</i>	18
3.3.7	<i>MECCANISMO TAMPONE</i>	19
3.3.8	<i>MECCANISMO APERTURA COLLARINO</i>	19
3.3.9	<i>E-MOC E MECCANISMO APERTURA/CHIUSURA STAMPI</i>	19
3.3.10	<i>MECCANISMO MASCHIETTO</i>	20
3.3.11	<i>MECCANISMO DI INVERSIONE</i>	21
3.3.12	<i>MECCANISMO TESTA SOFFIANTE</i>	21
3.3.13	<i>MECCANISMO DI PRESA</i>	22
3.3.14	<i>PUSHER</i>	22
3.3.15	<i>CONVEYOR</i>	23
3.3.16	<i>ALTRI MECCANISMI</i>	24
3.4	CICLO DI MONTAGGIO DELLA FORMATRICE	24
4	LEAN PRODUCTION	26
4.1	KAIZEN	26
4.2	MUDA	29
4.3	5S	31
4.4	JUST IN TIME	33
4.5	KANBAN	35

5	ANALISI DEI CICLI DI LAVORO	38
5.1	ANALISI ABC.....	48
5.1.1	UTE A1.....	50
5.1.2	UTE A2.....	51
5.1.3	UTE A5.....	52
6	OTTIMIZZAZIONE DELLE POSIZIONI DI REPARTO.....	53
7	STUDIO DEL PLANT LAYOUT	58
7.1	LAYOUT DELLE AREE.....	59
7.1.1	MEZZI DI TRASPORTO.....	59
7.1.2	SCAFFALATURE E UNITÀ DI CARICO.....	62
7.2	UTE A1 E A2.....	63
7.2.1	REALIZZAZIONE.....	72
7.2.2	ANALISI DEI FLUSSI.....	75
7.2.3	ANTINCENDIO.....	79
7.2.4	POSTAZIONE DI LAVORO.....	80
7.3	UTE A5.....	82
7.3.1	PRIMA PROPOSTA DI LAYOUT.....	86
7.3.2	SECONDA PROPOSTA DI LAYOUT.....	87
7.3.3	TERZA PROPOSTA DI LAYOUT.....	88
7.3.4	REALIZZAZIONE, POSTAZIONE DI LAVORO E ANTINCENDIO.....	89
8	CONCLUSIONI.....	90
9	ALLEGATI.....	91
9.1	ANALISI DEI CICLI AREA UTE A1.....	91
9.2	ANALISI DEI CICLI AREA UTE A2.....	92
9.3	ANALISI DEI CICLI AREA UTE A5.....	93
9.4	POSIZIONI DI REPARTO CODICI MAKE OR BUY.....	94
9.5	CODICI MAKE DA SPOSTARE IN POSIZIONE DI REPARTO.....	95
10	BIBLIOGRAFIA.....	102

1 INTRODUZIONE

In un mercato globale sempre più esigente e concorrenziale, ogni azienda deve realizzare prodotti di qualità, a costi proporzionati alla clientela di riferimento e in tempi ridotti. Per soddisfare queste richieste, le aziende devono migliorare la produttività e la flessibilità dei reparti, programmando un'evoluzione continua del sistema di gestione della produzione.

In quest'ottica di miglioramento e di riduzione dei costi di produzione, l'azienda Bottero S.p.A. è sempre alla ricerca del miglior assetto produttivo, attraverso la realizzazione di nuovi layout, metodi e processi di lavorazione. L'obiettivo di questa tesi è proprio la realizzazione di un nuovo plant layout di tre aree produttive del reparto Vetro Cavo, l'analisi dei flussi e dei cicli di lavoro, la riduzione degli sprechi e l'ottimizzazione delle risorse interne al reparto.

Quest'attività permette l'applicazione pratica delle conoscenze trattate nei corsi riguardanti la produzione e gli impianti industriali. Inoltre consente di approfondire alcuni temi riguardanti gli impianti e il processo di fabbricazione dei contenitori in vetro, la Lean Production, il miglioramento continuo, la gestione e la pianificazione della produzione.

2 BOTTERO S.p.A.

L'azienda Bottero S.p.A. ha la sede centrale situata a Cuneo in via Genova 82 (Figura 1). La Bottero S.p.A. è un'azienda leader nella costruzione di macchinari e impianti per la lavorazione del vetro. I principali prodotti dell'azienda sono le linee di produzione di contenitori in vetro, le macchine per la lavorazione del vetro piano monolitico e le linee per la produzione di lastre float e laminato.

Nel dettaglio, l'azienda è organizzata in tre Business Unit di prodotto: Vetro Piano, Grandi Impianti e Vetro Cavo.

La prima si occupa della progettazione e fabbricazione delle macchine per la lavorazione di tutti i tipi di vetro piano: float, stampati, rivestiti, bassi emissivi e stratificati; utilizzati nei principali settori dell'edilizia, degli elettrodomestici, dell'arredamento e dell'automotive.

La seconda progetta, costruisce e installa gli impianti automatici per la lavorazione, il taglio, la movimentazione e l'imballaggio del vetro float o stratificato, utilizzato per il fotovoltaico e il settore automotive.

L'ultima Business Unit progetta e produce le macchine formatrici per i contenitori in vetro, l'automazione e gli equipaggiamenti complementari per la "zona calda" delle vetrerie. Il prodotto realizzato è modulare e personalizzato in base alle richieste del cliente.



Figura 1 - Sede centrale di Cuneo

2.1 STORIA

L'azienda è stata fondata nel 1957 da Pasquale Bottero con la denominazione di "Bottero Costruzioni Meccaniche". Inizialmente la dimensione è di una piccola impresa artigiana che progetta e produce macchine per la lavorazione del vetro piano. Nel 1962 inizia la costruzione del primo stabilimento a Cuneo, sulla stessa area, dove si trova tuttora la sede centrale. Negli anni '70 avviene l'internazionalizzazione della società, attraverso l'espansione della rete di vendita e di assistenza. Per aumentare l'offerta di prodotto e la capacità di produzione, la Bottero si è ampliata e specializzata nei tre settori principali che coprono il mercato della lavorazione del vetro:

- Le macchine standard per la lavorazione del vetro piano
- Il vetro cavo per la produzione di bottiglie
- La progettazione e la realizzazione di linee ad alta produttività di vetro piano (grandi impianti)

Nel corso degli anni, l'azienda ha concentrato le sue risorse nello sviluppo dell'automazione industriale, attraverso l'integrazione dell'elettronica con la parte meccanica.

Attualmente il 90% della produzione viene venduto all'estero, grazie alla capillare presenza sui principali mercati.

Oltre alla sede centrale di Cuneo, i principali centri di produzione sono a Trana, Pesaro, Montecchio Maggiore (dove ha sede la controllata Revimac) e in Cina. Inoltre è presente con sedi commerciali in Francia, Germania, Inghilterra, Brasile e Stati Uniti d'America.

Oltre alla Bottero, fanno parte del gruppo altre due società a responsabilità limitata: la Revimac e la Bimatech. La prima è un'azienda che produce sistemi e attrezzatura per il convogliamento e la movimentazione dei contenitori per l'industria del vetro cavo, mentre la seconda progetta sistemi a controllo numerico per il taglio di vetro piano.

2.2 STABILIMENTO DI CUNEO

La sede centrale di Cuneo, oltre ad accogliere tutte le funzioni amministrative e gestionali del gruppo, comprende anche l'area produttiva. In particolare, lo stabilimento, che copre una superficie di oltre 30.000 m², è suddiviso in reparti, che a loro volta sono frazionati in varie Unità Tecnologiche Elementari (UTE).

I principali reparti presenti all'interno dello stabilimento sono i seguenti (Figura 2):

- 1 **Macchine Utensili:** realizza le lavorazioni delle parti meccaniche utilizzando macchine utensili tradizionali e a controllo numerico computerizzato.
- 2 **Magazzino Centrale:** immagazzina le materie prime e i semilavorati necessari alla produzione di tutti gli altri reparti.
- 3 **Prototipi:** costruisce e sperimenta le nuove macchine e i nuovi dispositivi progettati dall'ufficio ricerca e sviluppo.
- 4 **Vetro Cavo:** costruisce e monta le macchine formatrici IS per la produzione di contenitori in vetro.
- 5 **Collaudo:** verifica e collauda i componenti provenienti dai reparti e dai fornitori, necessari per la produzione.
- 6 **Vetro Piano Standard:** esegue il montaggio delle macchine e delle linee per la lavorazione del vetro piano monolitico e laminato.

- 7 **Grandi Impianti:** realizza le linee per la produzione di vetro coater, float, laminato, mirror e solar.
- 8 **Carpenteria:** costruisce le parti in carpenteria metallica, utilizzate negli altri reparti.
- 9 **Verniciatura:** esegue le operazioni di verniciatura dei pezzi costruiti dai reparti o acquistati dai fornitori.



Figura 2 - Layout di stabilimento

All'interno dei reparti produttivi lavorano circa 200 dei 500 dipendenti presenti nello stabilimento di Cuneo. Il personale restante è impiegato negli uffici di amministrazione, progettazione e pianificazione.

Nel dettaglio, il reparto Vetro Cavo è composto di cinque Unità Tecnologiche Elementari (Figura 3):

- **UTE A1 – Banchi:** è l'area dedicata alla realizzazione dei meccanismi montati nelle macchine formatrici. Al suo interno ci sono undici banchi di lavoro e un'area di collaudo per i meccanismi assemblati.
- **UTE A2 – Feeder:** è l'area che realizza gli alimentatori per le formatrici. Al suo interno ci sono cinque banchi da lavoro e quattro supporti utilizzati per l'assemblaggio dei feeder.
- **UTE A3 – Elettrici:** è l'area che realizza i cablaggi elettrici e i quadri di comando e gestione presenti nelle macchine formatrici.
- **UTE A4 – Montaggio Macchine:** è l'area di montaggio e collaudo finale delle macchine formatrici. Ci sono nove postazioni di montaggio, ciascuna con una superficie di trecentoventi metri quadrati, in cui possono essere montate contemporaneamente le macchine formatrici. Al suo interno, sono presenti le due piega-tubi a controllo numerico e una zona adibita all'assemblaggio dei moduli.
- **UTE A5 – Area Montaggio E-moc:** è l'area dedicata alla realizzazione dei meccanismi e-moc.

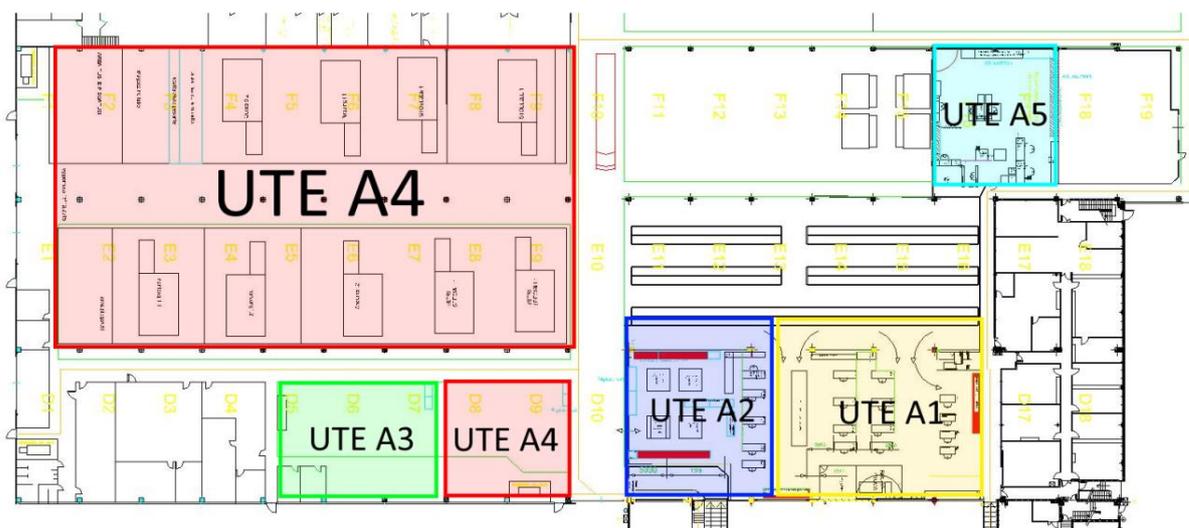


Figura 3 - Layout del reparto Vetro Cavo

3 VETRO CAVO

Il vetro è un materiale trasparente, compatto, omogeneo, impermeabile ai liquidi e ai gas, inerte alle sostanze chimiche, ecologicamente compatibile e riciclabile.

Il vetro è prodotto dalla miscela di silice (SiO_2), carbonato di sodio (Na_2CO_3) e carbonato di calcio (CaCO_3), tramite un processo di fusione ad alta temperatura (tra 1200 e 1500 °C). La fase di raffreddamento del fuso deve avvenire con velocità elevate, al fine di impedire la cristallizzazione e ottenere un solido completamente amorfo.

Le principali caratteristiche meccaniche del vetro sono la fragilità, la resistenza a compressione e a flessione. Queste proprietà possono essere variate, attraverso l'aggiunta di elementi chimici o la realizzazione di trattamenti termici, con lo scopo di ottenere il vetro più adatto all'applicazione desiderata.

Con il vetro si possono realizzare bottiglie e contenitori (vetro cavo), bicchieri, lastre, lampadine, specchi, fibre ottiche e manufatti con forme e dimensioni variabili. In particolare, grazie alle sue proprietà, il vetro è utilizzato nel settore alimentare, nell'industria farmaceutica, nella cosmetica, nell'edilizia e nella chimica in generale (Figura 4).



Figura 4 - Contenitori in vetro

3.1 PROCESSO PRODUTTIVO

La produzione di contenitori in vetro avviene con un processo di soffiatura in stampi del materiale fuso (Figura 5).

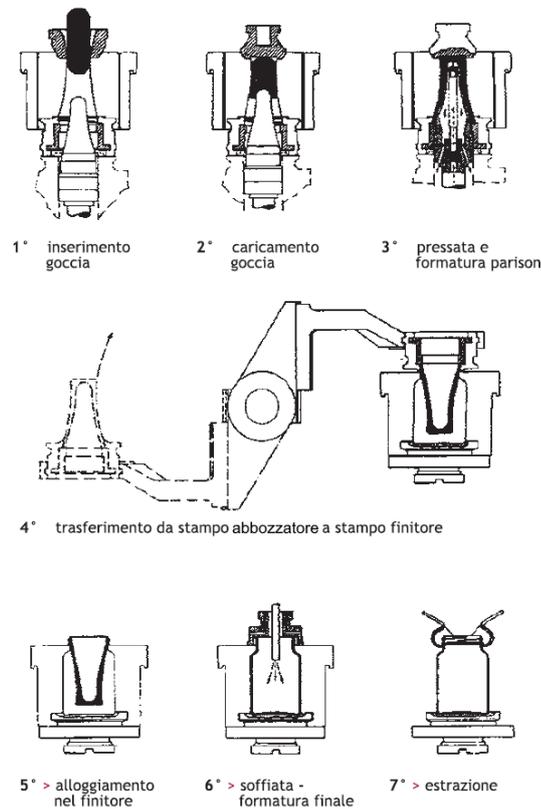


Figura 5 - Processo di Soffiatura

Le principali fasi della lavorazione sono quattro:

- **Fusione:** le materie prime miscelate vengono immerse nel forno fusorio, alimentato a gas e con temperatura regolata per permettere la corretta vetrificazione. Il vetro esce dal forno a una temperatura di circa 1500 °C.
- **Formatura:** il liquido fuso, in uscita dal forno, viene condizionato per raggiungere la viscosità opportuna da ottenere la goccia di vetro. Questa viene trasformata nella bottiglia, attraverso l'utilizzo di uno stampo abbozzatore e uno finitore. Per ottenere caratteristiche del prodotto finale differenti, il procedimento di soffiatura può essere di due tipi: soffiato-soffiato e pressato-soffiato (Figura 6).

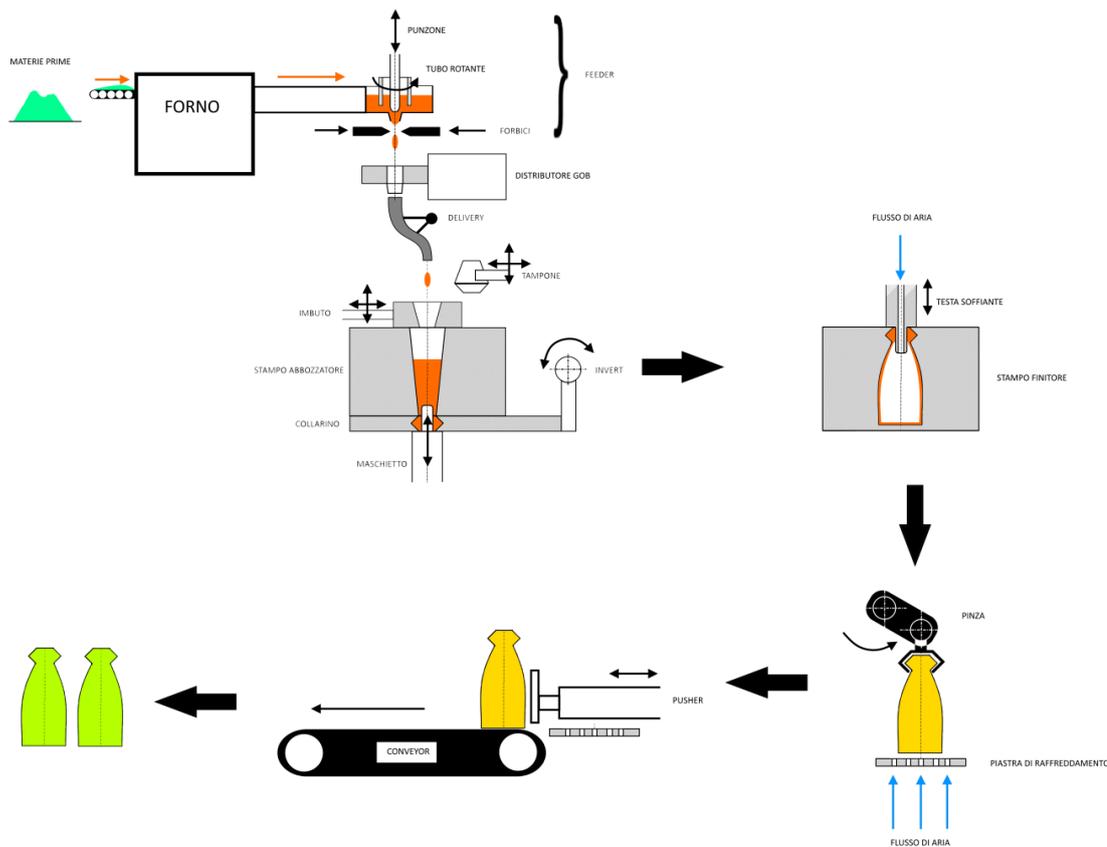


Figura 6 - Produzione dei contenitori in vetro

- **Ricottura:** per eliminare le tensioni presenti e per mantenere le proprietà meccaniche nel contenitore di vetro appena formato, viene eseguito un processo di ricottura, con un riscaldamento e un successivo raffreddamento graduale fino a temperatura ambiente.
- **Controllo della qualità:** si verifica il rispetto delle tolleranze dimensionali e geometriche, oltre alle caratteristiche d'integrità e resistenza. Questa fase avviene in modo del tutto automatico, grazie al supporto di apparecchiature computerizzate.

3.2 MACCHINA FORMATRICE

Il fulcro della produzione di vetro cavo è la macchina formatrice di tipo IS (Individual Sections). La formatrice (Figura 7) è composta da un minimo di quattro a un massimo di venti sezioni individuali, affiancate tra di loro.

Le due caratteristiche che identificano la dimensione, la produttività e la velocità della formatrice sono il numero di gocce che possono essere lavorate contemporaneamente in ogni sezione e l'interasse tra le cavità degli stampi



Figura 7 - Macchina formatrice IS

Ogni sezione della macchina può lavorare la singola goccia (SG), la doppia goccia (DG) o la tripla goccia (TG). Mentre gli interassi standard utilizzati sono 4 ¼"; 5"; 5 ½"; 6"; 6 ¼" (Tabella 1).

Interasse Macchina I.S.	4 ¼"	5"	5 ½"	6"	6 ¼"
Numero di gocce lavorate	S.G.	S.G.	S.G.	S.G.	S.G.
	D.G.	D.G.	D.G.	D.G.	D.G.
	T.G. 3"	T.G. 3 5/16"	-----	-----	T.G. 4 ¼"

Tabella 1 - Interassi e numero di gocce della macchina IS

La goccia, tagliata dal meccanismo Feeder, viene consegnata a ogni sezione sul lato abbozzatore della macchina. In questo lato avviene il pre-stampaggio della goccia attraverso l'uso di un maschietto meccanico o con un soffio di aria compressa, ricavando una tasca cava con l'imboccatura del contenitore finita (detta abbozzo o parison). In seguito l'abbozzo è trasferito da un braccio meccanico al lato finitore, dove si realizza, con aria compressa, la formatura del contenitore nella geometria definitiva. Una volta formato, il prodotto viene raffreddato e trasportato alla fase successiva del processo produttivo.

La macchina ha una struttura composta da quattro parti: la prima, chiamata basamento, è la sede delle sezioni e contiene al suo interno il collettore del sistema di raffreddamento. La seconda parte sono i montanti che hanno la funzione di sostenere il traversone e alloggiare le derivazioni dell'aria e dell'acqua. La terza è il traversone, che ha lo scopo di supportare il distributore delle gocce e il delivery. L'ultima parte è la sezione che contiene tutti i meccanismi necessari alla lavorazione del vetro.

Per il funzionamento della formatrice, sono presenti quattro impianti di servizio. L'impianto elettrico è necessario per l'alimentazione dei motori e del quadro di comando. L'impianto idraulico è utilizzato per il raffreddamento delle parti meccaniche a contatto con il vetro caldo. L'impianto pneumatico serve per fornire aria compressa, utile per la movimentazione degli attuatori. Infine l'impianto Lincoln è essenziale per la lubrificazione dei cuscinetti e delle parti in movimento.

3.3 MECCANISMI

La macchina IS è formata da meccanismi e dispositivi che permettono la movimentazione e la lavorazione, dalla goccia di vetro al contenitore formato. Le principali parti che compongono la macchina sono descritte nelle pagine seguenti.

3.3.1 ALIMENTATORE – ZONA DI CONDIZIONAMENTO

L'alimentatore (Figura 8) serve per regolare e condizionare la temperatura del vetro in uscita dal forno, utilizzando aria compressa. La regolazione del calore è

necessaria per ottenere prodotti con caratteristiche migliori e proprietà differenti in base al loro utilizzo.

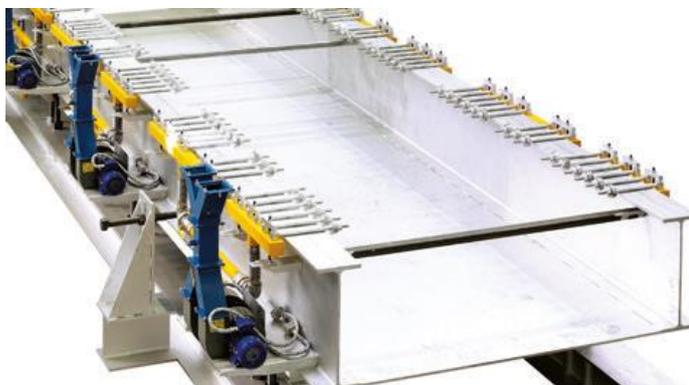


Figura 8 - Alimentatore

3.3.2 FEEDER

Il Feeder (Figura 9) è l'alimentatore che forma le gocce, attraverso il taglio periodico del flusso di vetro fuso proveniente dalla zona di condizionamento. I tre principali meccanismi, presenti al suo interno, sono il punzone, il tubo rotante e le forbici. Il primo è utilizzato per controllare e indirizzare il flusso di vetro e formare le gocce, attraverso un moto alternativo di un punzone. Il secondo è costituito da un cilindro cavo refrattario, concentrico al punzone e ha la funzione di controllare il flusso del vetro in modo ottimale e interromperlo in caso di necessità, inoltre la sua rotazione aiuta a uniformare la temperatura del vetro fuso. Infine, il terzo meccanismo è composto da lame che servono per tagliare il vetro e formare la goccia con volume prestabilito.

Il contenitore in cui il vetro fuso attende la trasformazione in goccia è detto vaschetta. Il sistema di trasmissione del moto nei vari meccanismi presenti nel Feeder, può essere di tipo meccanico o, in quelli di ultima generazione, di tipo elettromeccanico.



Figura 9 - Feeder meccanico

3.3.3 DISTRIBUTORE ELETTRONICO GOB

Questo dispositivo (Figura 10) consente la distribuzione della goccia, proveniente dal feeder, al delivery in modo preciso. Grazie all'utilizzo dell'elettronica è possibile la regolazione della quantità di gocce distribuite ai delivery di ogni sezione.

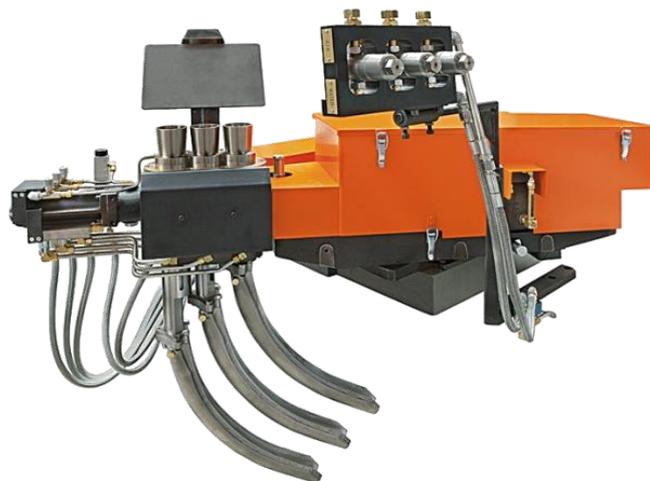


Figura 10 - Distributore elettronico

3.3.4 DELIVERY

Il delivery (Figura 11) trasferisce la goccia di vetro dal distributore a ogni singola sezione. Esso può essere costituito da un sistema coassiale o da un roller coaster per macchine con più di dieci sezioni. Il sistema è costituito dal regolatore dei deflettori e dal supporto canale.



Figura 11 - Delivery

3.3.5 STAMPI

Lo stampo (Figura 12) è l'attrezzatura utilizzata per formare il contenitore da produrre sulla macchina. In ogni sezione sono presenti due stampi: uno abbozzatore e un altro finitore. Entrambi, sono costituiti da due semi-stampi che si aprono, consentendo l'estrazione della parison e del prodotto finito. Gli stampi sono costruiti normalmente in ghisa e possono avere un sistema di canali per il raffreddamento.

Per favorire il movimento del vetro e ottenere una formatura finale con parison più corte, viene applicato il vuoto nello stampo, durante la soffiatura.

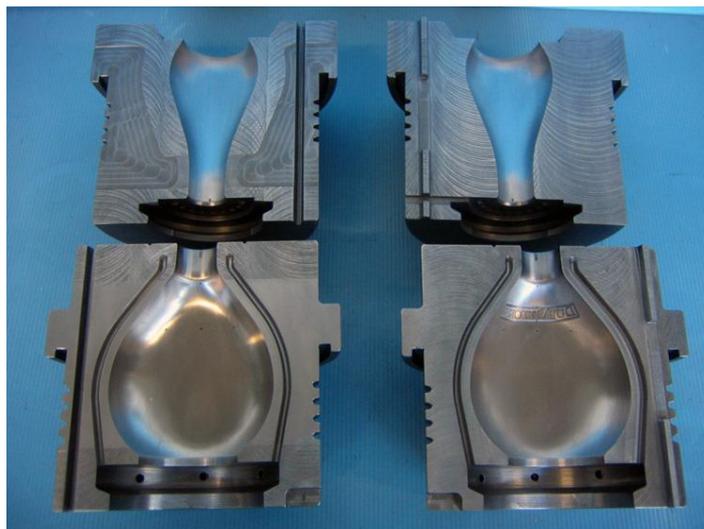


Figura 12 - Stampo abbozzatore e finitore

3.3.6 MECCANISMO IMBUTO

Per rendere agevole l'accesso della goccia di vetro nello stampo abbozzatore, è presente un imbuto (Figura 13) che è posto durante l'alimentazione e rimosso durante la fase finale di formatura della parison. L'imbuto è anche utilizzato per evitare lo scorrimento della goccia con lo stampo e per conferire una prima deformazione di allungamento al vetro fuso. Il meccanismo è costituito da un cilindro a singolo o a doppio effetto con moto roto-traslatorio, guidato da una camma.

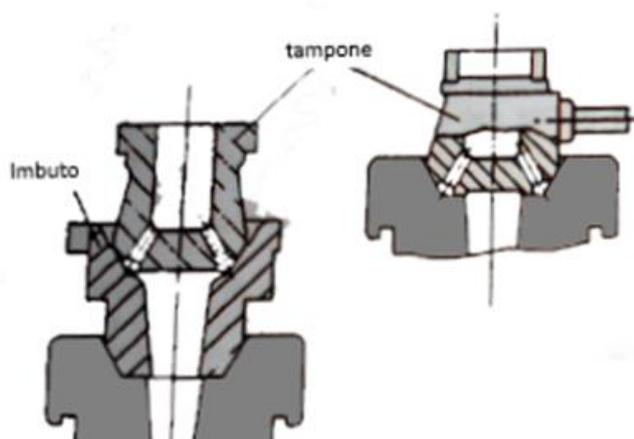


Figura 13 – Imbuto e tampone

3.3.7 MECCANISMO TAMPONE

Il meccanismo tampone (Figura 14) chiude la parte superiore dello stampo abbozzatore, utilizzata per l'introduzione della goccia nella cavità, permettendo la formatura della parison. Per ottenere segni di giunzione con qualità e visibilità differenti, si possono avere tamponi con forme geometriche diverse. Il meccanismo è costituito, come l'imbuto, da un cilindro a singolo o a doppio effetto.

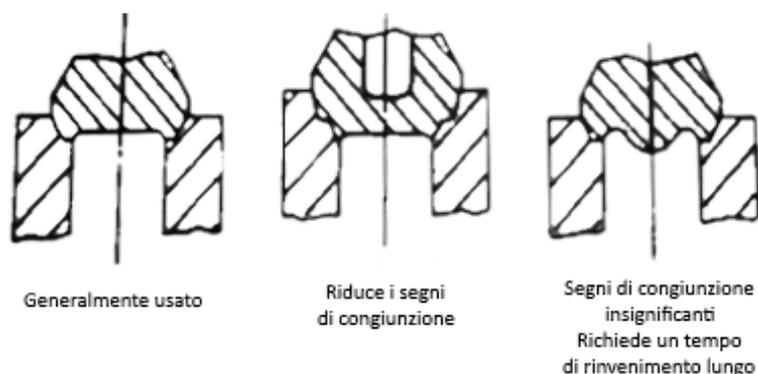


Figura 14 - Tipologie di tampone

3.3.8 MECCANISMO APERTURA COLLARINO

Il collarino, o neck-ring, ha la funzione di formare la parte esterna dell'imboccatura del contenitore e di sostenere la parison, una volta aperto lo stampo abbozzatore. L'apertura del collarino avviene quando il meccanismo d'inversione ha portato l'abbozzo sul lato finitore della macchina. Questo meccanismo fa parte del complessivo sistema d'inversione.

3.3.9 E-MOC E MECCANISMO APERTURA/CHIUSURA STAMPI

Questi meccanismi eseguono le fasi di chiusura e apertura dello stampo e permettono il loro raffreddamento uniforme in senso assiale e radiale. Il dispositivo e-moc (Figura 15) è installato all'esterno dei moduli della sezione per permettere un migliore accesso in caso di manutenzione, mentre il meccanismo tradizionale, denominato gruppo uno, è montato all'interno del modulo ed è azionato da cilindri pneumatici.

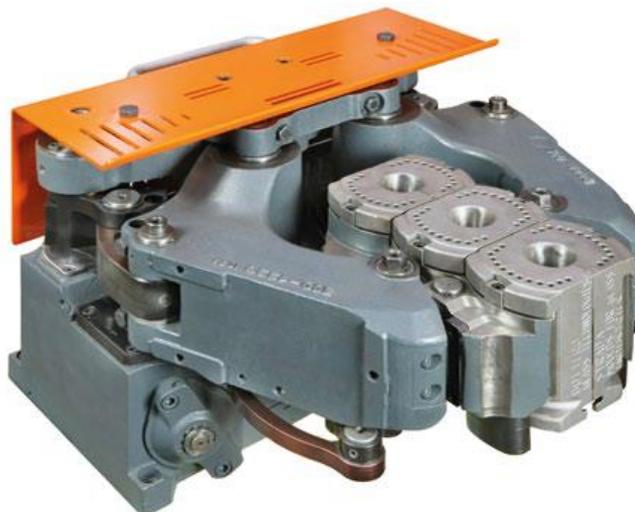


Figura 15 - Meccanismo E-moc

3.3.10 MECCANISMO MASCHIETTO

Il maschietto (Figura 16) è utilizzato per creare la cavità della parison (processo “Pressato – Soffiato”), o parte di essa (processo “Soffiato – Soffiato”) e distribuire il materiale in modo uniforme all’interno dello stampo. Il maschietto è azionato da un cilindro pneumatico a doppio effetto, con una cartuccia di posizionamento a molla per raggiungere la posizione intermedia (caricamento e soffiatura).



Figura 16 - Meccanismo maschietto

3.3.11 MECCANISMO DI INVERSIONE

Il meccanismo d'inversione (Figura 17), chiamato anche invert, ha lo scopo di trasferire e ruotare di 180° la parison dal lato abbozzatore a quello finitore. Una parte di questo complessivo è il meccanismo di apertura del collarino.

La tecnologia utilizzata dalla trasmissione è di tipo pneumatico/meccanico; ma per avere minor ingombro, affidabilità superiore e maggior facilità di costruzione, esiste la versione elettronica (servo invert) con motore passo-passo.



Figura 17 - Meccanismo d'inversione con neckring

3.3.12 MECCANISMO TESTA SOFFIANTE

La testa soffiante introduce l'aria compressa nella parison attraverso l'imboccatura creata dal maschietto. Questo permette al vetro di espandersi e di aderire alle pareti della cavità, fino a raggiungere il riempimento completo dello stampo finitore.

È composto sempre da un cilindro pneumatico e permette la regolazione della velocità e dell'aria in funzione del tipo di prodotto.

3.3.13 MECCANISMO DI PRESA

In seguito alla formatura e all'apertura dello stampo finitore, il contenitore è trasferito su una piastra di raffreddamento. Quest'operazione avviene grazie all'ausilio di una pinza (Figura 18) che si chiude attorno al collo della bottiglia, la alza e la deposita sul piattello raffreddato da un flusso d'aria. La trasmissione della pinza può essere di tipo elettromeccanico o idraulico.



Figura 18 - Meccanismo di presa

3.3.14 PUSHER

Dalla piastra di raffreddamento, il contenitore viene spinto dal meccanismo pusher sul convogliatore in uscita (conveyor) della macchina. Il trasferimento può avvenire grazie ad un cilindro pneumatico (Pusher monoasse - Figura 19) o con un meccanismo a due movimenti in modo continuo o sequenziale (Pusher doppio-asse).



Figura 19 - Pusher monoasse

3.3.15 CONVEYOR

Il trasporto della bottiglia, dalla macchina formatrice al forno di ricottura, è effettuato attraverso un nastro trasportatore in maglia metallica. Oltre al nastro, il sistema conveyor (Figura 20) comprende anche i pusher e le piastre con l'apparato di raffreddamento del prodotto.

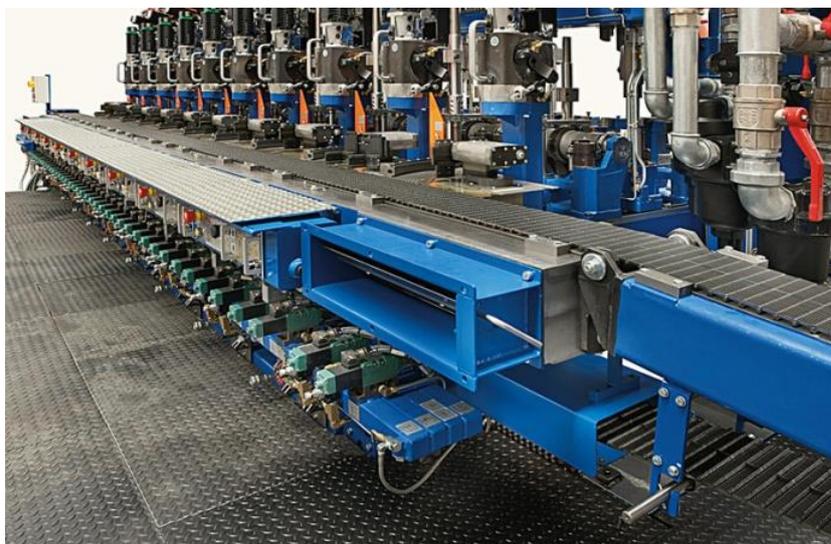


Figura 20 - Conveyor

3.3.16 ALTRI MECCANISMI

La macchina IS è composta anche da altri meccanismi elementari e dispositivi di controllo del processo produttivo non commerciali, che sono costruiti e assemblati esclusivamente dalla Bottero. Un esempio è il blocco valvole che controlla i flussi di aria ai meccanismi presenti all'interno di ogni sezione.

3.4 CICLO DI MONTAGGIO DELLA FORMATRICE

La macchina formatrice è un prodotto di grandi dimensioni, con un volume di produzione basso e non uniforme, poiché il cliente può personalizzarla in funzione del contenitore da realizzare. Per questi motivi l'assemblaggio avviene per postazioni fisse (Figura 21).

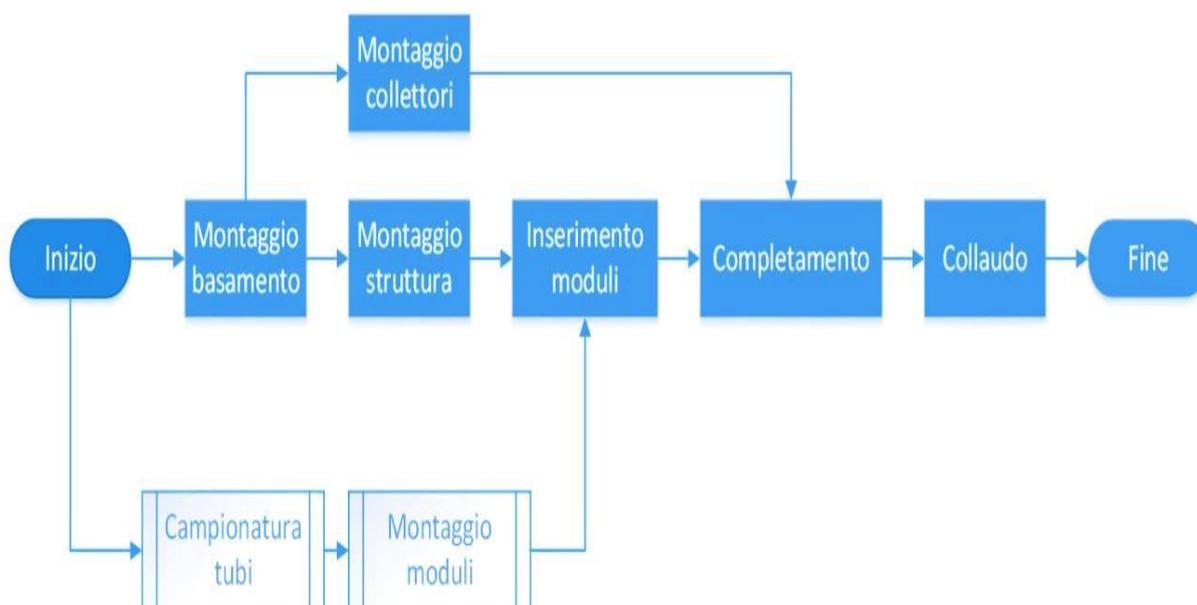


Figura 21 - Sequenza di montaggio della formatrice.

Il ciclo di montaggio inizia con la pulizia e la preparazione dell'area, successivamente avviene la disposizione dei banchi di lavoro, dei pallet di materiale necessario per il completamento della macchina e infine il posizionamento del basamento nell'area di assemblaggio assegnata. Sul basamento i tubisti montano i collettori di distribuzione dell'aria per i lati abbozzatore e finitore. In contemporanea, i meccanici montano i montanti e il traversone superiore che sarà di sostegno per il distributore e il delivery.

Il traversone è posizionato solo per poter mettere l'intera struttura in quadratura ma poi si rimuove per facilitare il posizionamento dei moduli con il carro ponte.

Parallelamente a queste operazioni, il personale addetto alla piegatubi, tramite l'ausilio di un cassone campione, esegue la fase di campionatura e la piegatura dei tubi necessari all'azionamento e alla lubrificazione dei meccanismi da inserire all'interno del modulo. Una volta ultimata questa fase, s'inizia il montaggio della singola sezione. Per effettuare quest'operazione è necessario predisporre nell'area di montaggio le strutture per il supporto dei cassoni grezzi, i pallet di materiale proveniente dal magazzino di stabilimento e i meccanismi fabbricati dal personale delle UTE A1, A2 e A5. In seguito, i moduli completati vengono installati sul basamento della macchina formatrice.

Per concludere la fase di montaggio è necessario eseguire il collegamento dei collettori alle sezioni, rimettere in posizione il traversone e installare il distributore e il delivery necessari per la formazione e la distribuzione delle gocce ai singoli stampi. L'operazione successiva è l'installazione del nastro trasportatore del conveyor, utilizzato per portare al forno di tempra i contenitori di vetro formati, l'ultima fase è il collaudo e la verifica dei software che gestiscono il sincronismo tra il delivery, il feeder, il conveyor e l'intero sistema.

4 LEAN PRODUCTION

Con la dicitura Lean Production (Produzione snella) si definisce la filosofia di gestione della produzione che permette di migliorare la qualità del luogo di lavoro (in giapponese: gemba) e la flessibilità, riducendo i tempi e i costi di produzione. Per attuare la Lean Production è necessario eliminare in modo costante gli sprechi (muda) e migliorare i flussi produttivi all'interno dell'impianto. La definizione della Lean Production deriva dai concetti adottati dal sistema di produzione Toyota e può essere integrata dalla descrizione dei cinque principi fondamentali:

1. **Definire il valore (Value):** bisogna identificare gli aspetti e le caratteristiche che aggiungono valore al prodotto e soddisfano le esigenze del cliente, in termini di qualità, servizio e prezzo.
2. **Identificare il flusso di valore (Value Stream):** bisogna evidenziare la quantità di spreco presente nelle attività necessarie per trasformare le materie prime in prodotto. Le attività si possono classificare in tre categorie:
 - Attività che creano valore.
 - Attività che non creano valore, ma necessarie.
 - Attività che non creano valore, non sono necessarie e di conseguenza possono essere eliminate.
3. **Fare scorrere il flusso (Flow):** bisogna formare un flusso continuo di tutte le attività che creano valore aggiunto, eliminando i concetti di "lotti" e "funzioni".
4. **Applicare la logica Pull:** bisogna realizzare un flusso "tirato" dal cliente, progettando e realizzando solo quello che il cliente richiede.
5. **Ricerca la perfezione (Perfection):** bisogna migliorare in modo continuo i tempi, gli spazi e i costi, con lo scopo di ridurre ed eliminare gli sprechi.

4.1 KAIZEN

Un concetto connesso con la Lean production è quello di kaizen: parola giapponese che assume il significato di "miglioramento continuo". L'obiettivo del kaizen è quello di eliminare tutte le attività che non aggiungono valore al prodotto e che comportano un costo produttivo.

Il kaizen si può ottenere attraverso un approccio orientato al processo, applicando alcuni sistemi e alcune strategie:

- Il **PDCA** è il ciclo che assicura in modo continuo il miglioramento degli standard realizzati con il kaizen (Figura 22). Le fasi del ciclo sono quattro:
 - Plan (Programmare): fissare l'obiettivo di miglioramento e studiare un metodo per raggiungerlo.
 - Do (Fare): realizzare il metodo ideato e raccogliere dati per le analisi dei punti seguenti.
 - Check (Verificare): controllare e verificare i risultati ottenuti nella fase precedente, confrontandoli con i valori attesi per rilevare eventuali differenze.
 - Act (Agire): rendere definitivi i miglioramenti ottenuti nel processo produttivo e creare un nuovo standard.

		SCHEDA KAIZEN A28		Proposta: Team ANNO 2017 Team: Quaranta Alex	
Tema: Modifica cilindri Gruppi Uno					
PLAN Sui cilindri dei Gruppi Uno è presente su una sola testata un O-ring di tenuta. Per garantire la tenuta dell'aria e l'accoppiamento tra le parti, oltre alla guarnizione, viene utilizzato anche del sigillante (pasta grigia - codice SP201)			Do Si richiede di valutare l'eliminazione del O-ring, considerando che l'utilizzo del solo sigillante permette una tenuta equivalente alla soluzione attuale e si riduce il tempo di montaggio del cilindro, con i relativi costi.		
ACT La soluzione adottata risulta di facile esecuzione e permette di eliminare un codice superfluo dalla distinta del cilindro e dalle voci di magazzino			OK! CHECK		

Figura 22 – Esempio di scheda Kaizen con ciclo PDCA

- Il **SDCA** è il ciclo che stabilizza i processi di produzione in uso, assicurando in modo continuo il mantenimento degli standard attuali. Le fasi del ciclo riprendono quelle del PDCA, eccetto che per il primo punto:
 - Standardize (Standardizzare)

- Do (Fare)
- Check (Verificare)
- Act (Agire)
- Il **QCD** (Quality – Cost – Delivery) è l'obiettivo finale della gestione e consiste nell'offerta di un prodotto di qualità, contenendo i costi di produzione e di gestione, mantenendo i tempi di consegna. Il risultato di ciascun obiettivo è la conseguenza degli altri due. La gestione e il controllo dei costi sono realizzati migliorando la qualità e la produttività, accorciando la linea di produzione e riducendo le scorte, i fermi macchina, gli spazi e la durata dei processi.
- Il **TQM** (Total Quality Management) e **TQC** (Total Quality Control) sono le attività di gestione, di organizzazione e di controllo del processo della qualità, in tutti gli aspetti della funzione economica. La fase di controllo deve avvenire su dati oggettivi, per consentire una misurazione del fenomeno analizzato, attraverso l'uso di strumenti forniti dalla statistica.
- Il **JIT** (Just In Time) è il sistema di produzione atto a eliminare le attività improduttive e che non aggiungono valore (talvolta è usato come sinonimo della parola "kaizen").
- Il **TPM** (Total Productive Maintenance) ha lo scopo di migliorare l'efficienza e la qualità delle attrezzature e delle macchine utilizzate all'interno dell'azienda. Questo strumento coinvolge tutto il personale impiegato in ogni reparto. Per realizzare la TPM si devono applicare prima le 5S.
- La **Policy Deployment** è la direzione per politiche applicata dal management per stabilire le strategie di breve e lungo periodo, al fine di dare uno scopo all'applicazione del kaizen.
- Il **Sistema dei Suggerimenti** è lo strumento utilizzato per sviluppare l'autodisciplina e il kaizen tra i dipendenti. Questo è attuato attraverso la proposta e la realizzazione di suggerimenti da parte dei lavoratori, che sono registrati mediante la compilazione della scheda o del modulo specifico.

Se il miglioramento non avviene in piccoli passi e in modo continuo, ma al contrario si verifica con elevata entità e nel breve periodo, non si parla di kaizen, ma

d'innovazione. Le principali differenze tra le due fasi di miglioramento sono descritte nella Tabella 2.

	Kaizen	Innovazione
Effetto	A lungo termine e prolungato ma non traumatico	A breve termine ma traumatico
Ritmo	A piccoli passi	A grandi passi
Tempo	Continuo e crescente	Intermittente e non crescente
Cambiamento	Graduale e costante	Improvviso e instabile
Coinvolgimento	Tutti	Pochi "campioni" Selezionati
Approccio	Attività di gruppo, sforzi collettivi, approccio sistematico	Estremo individualismo, idee e sforzi individuali
Metodo	Manutenzione e miglioramento	Scartare e ricostruire
Punto di partenza	Know how convenzionale e stato dell'arte	Progressi tecnologici, nuove invenzioni, nuove teorie
Requisiti pratici	Richiede scarsi investimenti ma notevoli sforzi per mantenerli	Richiede ingenti investimenti ma pochi sforzi per mantenerli
Orientamento dell'attività	Persone	Tecnologia
Criteri di valutazione	Processi e sforzi per ottenere risultati migliori.	Risultati per il profitto

Tabella 2 - Differenze tra Kaizen e Innovazione

4.2 MUDA

In Giappone, con il termine muda s'intende lo "spreco"; nello specifico può significare un'attività che non aggiunge valore o non è produttiva.

In un'azienda si possono rilevare sette categorie di Muda (Figura 23):

1. La sovrapproduzione avviene quando la quantità prodotta è maggiore di quella realmente richiesta dal mercato e dal cliente, o quando la produzione avviene prima del necessario.

2. Le scorte sono un valore che non ha realizzato ancora un guadagno e rappresentano il risultato della sovrapproduzione. La loro gestione comporta dei costi notevoli di manodopera e di amministrazione.
3. Gli scarti sono il frutto di un cattivo funzionamento del processo. I prodotti con uno o più difetti dovranno essere scartati, o in alternativa riparati, comportando un aumento dei costi.



Figura 23 - Muda

4. I movimenti delle persone o dei macchinari devono aggiungere valore al prodotto, altrimenti risultano improduttivi e possono comportare rischi alla sicurezza.
5. Le lavorazioni e i progetti eseguiti con delle tecnologie inadeguate o superiori a quelle richieste dal processo sono esempi di costi non indispensabili.
6. I tempi di attesa presenti tra le operazioni del processo produttivo, o quelli prima della consegna al cliente non aggiungono valore al prodotto.
7. I trasporti non comportano trasformazione del prodotto e di conseguenza non aggiungono valore. Inoltre ogni spostamento può provocare danni al prodotto e rischi per la sicurezza.

Altri due concetti chiave utilizzati per descrivere gli sprechi nella Lean Production sono "Muri" e "Mura". Il primo indica il lavoro faticoso dei lavoratori, delle macchine e

del processo produttivo. Mentre il secondo significa irregolarità ed è presente quando avviene un'interruzione di un processo, causata da vari fattori.

4.3 5S

Un metodo per applicare la produzione snella è la tecnica, descritta nella procedura kaizen, delle 5S. Le fasi per migliorare il luogo di lavoro, attraverso un processo di pulizia e di riduzione degli sprechi, sono riassunte in cinque passi (Figura 24).

1. **Seiri:** scegliere e separare

La prima fase consiste nella classificazione degli oggetti presenti nell'area in esame. Gli oggetti inutilizzati o presenti in quantità superiore al necessario, devono essere scartati o immagazzinati. Per individuare questi oggetti, si può utilizzare il metodo "red-tag", che consiste nel segnalare fisicamente con un cartellino rosso gli oggetti potenzialmente non necessari all'interno dell'area in esame. Se il cartellino è convalidato, l'oggetto dovrà essere spostato in magazzino o in un'area apposita.

2. **Seiton:** sistemare e organizzare

Gli oggetti rimanenti dalla fase precedente devono essere ordinati e sistemati in posizioni accessibili, al fine di consentire un efficace e comodo utilizzo da parte dell'operatore. L'obiettivo della riorganizzazione è l'eliminazione degli sprechi di tempo nella produzione e l'aumento di fluidità e linearità. Per scegliere una posizione appropriata degli oggetti si può applicare il principio dell'economia di movimento, al fine di analizzare le cause degli sprechi.

3. **Seiso:** ordinare e pulire

In questa fase bisogna mantenere l'ordine e la pulizia del luogo di lavoro. Quest'attività deve essere compiuta ogni giorno in modo costante e non come un evento straordinario. La noncuranza di questa fase può generare problemi di sicurezza, di qualità e maggiori scarti di produzione.

4. **Seiketsu:** sistematizzare e standardizzare

Si devono definire metodi e procedure per eseguire e realizzare le fasi di pulizia e organizzazione. Queste devono avvenire seguendo processi uniformi, per osservare immediatamente le anomalie che si possono verificare

nel posto di lavoro. Per attuare la standardizzazione si devono definire i responsabili dei processi, integrare le attività lavorative e mantenere la produzione sotto controllo.

5. **Shitsuke:** sostenere e diffondere

Per mantenere gli standard creati dalle fasi precedenti e proseguire il miglioramento continuo all'interno del gemba, è assolutamente necessaria l'acquisizione dell'autodisciplina da parte di tutti i dipendenti.



Figura 24 - Rappresentazione delle 5S

Al fine di aumentarne l'efficacia, il livello delle 5S applicato all'interno del luogo di lavoro deve essere valutato, attraverso cinque modi: l'autovalutazione da parte dell'esecutore, la valutazione di un consulente esterno o di un dirigente superiore, la competizione tra i vari reparti e i diversi gruppi e infine la combinazione dei modi precedenti.

4.4 JUST IN TIME

Per applicare il Just In Time a un processo produttivo, bisogna passare da un approccio di tipo Push a uno di tipo Pull.

Con Push s'intende una produzione nella quale si realizza la massima quantità di prodotto possibile e s'immagazzina l'invenduto. Questo permette di ottenere la massima produttività dalle macchine, ma comporta la realizzazione di magazzini per i prodotti non immediatamente venduti o consegnati alla fase di lavorazione successiva.

Al contrario con la logica Pull, si produce solo la quantità di prodotto venduta o che si prevede di vendere in un intervallo di tempo limitato, riducendo la dimensione dei magazzini.

L'obiettivo principale del JIT è di ridurre le scorte a magazzino e il Lead time, migliorare l'affidabilità del processo e aumentare la qualità e il servizio al cliente. Si possono fare alcune considerazioni su questo sistema di produzione: la prima è la presenza di un legame tra le richieste del cliente e il produttore; la seconda è la flessibilità della produzione che permette di andare incontro alle richieste del cliente; la terza è la reattività alla presenza di anomalie e scarti che permette una rapida risoluzione dei problemi; la quarta è la possibilità di programmare la produzione in modo flessibile, senza dover prevedere la domanda futura del prodotto; infine l'ultima considerazione è sulle previsioni di vendita, che sono fatte con maggior accuratezza grazie all'aiuto di questo sistema di produzione.

Il JIT non può essere applicato senza modificare il flusso operativo, di conseguenza deve essere analizzato e allestito un nuovo plant layout dei reparti produttivi. Inoltre bisogna conoscere in modo dettagliato il takt time, cioè il tempo necessario per produrre un pezzo in ogni processo. Questo serve per eliminare le muda e risolvere le anomalie del ciclo produttivo. Uno dei principali strumenti utilizzati per attuare il JIT è il Kanban.

Il passaggio da un metodo di produzione tradizionale, basato sulla produzione continua e sulla logica Push, al Just In Time, basato sulla logica Pull, permette di

trasformare gli aspetti negativi e gli svantaggi in peculiarità e benefici di tipo economico-sociale per l'azienda, il prodotto e il personale impiegato.

I punti principali di cambiamento della mentalità produttiva sono riassunti nella Tabella 3.

Metodo di produzione tradizionale	Metodo di produzione Just In Time
La qualità costa	La qualità non costa.
I progettisti e i manager sono gli esperti e i lavoratori ubbidiscono a loro.	I lavoratori sono gli esperti, mentre i progettisti e i manager costituiscono il loro supporto.
Gli errori sono comunque presenti e gli scarti che ne conseguono vanno esclusi dalla fornitura del cliente.	Gli errori rappresentano l'esperienza che porta al miglioramento del processo produttivo fino all'annullamento degli errori.
Le scorte aiutano e consentono che la produzione proceda senza intoppi.	Le scorte costituiscono uno spreco e vanno di conseguenza eliminate.
Lotto di tipo economico.	Lotto piccolo e possibilmente tendente a un pezzo singolo.
Code di semilavorati (Work in progress) utili per mantenere un'elevata utilizzazione dei materiali.	Non devono essere presenti code di semilavorati perché la produzione deve essere sempre puntuale.
L'automazione è importante perché riduce la componente lavoro nel prodotto.	L'automazione è importante perché incrementa la qualità del prodotto finito.
La riduzione dei costi è dovuta a una maggiore automazione della produzione.	La riduzione dei costi è dovuta alla maggiore velocità del ciclo di produzione.
I materiali vengono "spinti" dall'ingresso all'uscita dalla fabbrica.	I materiali vengono "tirati" dall'uscita all'ingresso.
Componenti "intermedi" (non ultimati) sono necessari.	Tutto ciò che non aggiunge direttamente valore è da considerarsi uno spreco.
La produzione procede a grandi passi ed eventuali interruzioni devono essere preventivate.	La produzione procede a piccoli passi, in modo costante in modo da limitare le interruzioni.
Fornitori numerosi.	Fornitore singolo.
I solleciti sono accettabili.	I solleciti sono un male.

Tabella 3 - Confronto tra produzione tradizionale e JIT

Le principali tipologie di gestione della produzione Pull che si possono utilizzare all'interno di un'azienda sono le tre seguenti:

- **Supermarket Pull System**

Ogni processo utilizza un magazzino di dimensioni ridotte, chiamato supermarket, che contiene una quantità definita di ogni prodotto realizzato. Il processo deve ripristinare il vuoto creato dall'utilizzo del supermarket relativo. Ogni processo preleva il materiale dal supermarket del processo precedente. Il prelievo deve avvenire utilizzando il cartellino del Kanban, contenente le informazioni del prodotto prelevato e che deve essere di conseguenza ripristinato.

- **Sequential Pull System**

Per grandi quantità di pezzi o per elevate dimensioni, è possibile realizzare il prodotto "su ordinazione". Normalmente queste parti richiedono trattamenti particolari (un esempio è la verniciatura) e hanno costi elevati. Per questi motivi si deve gestire la produzione mediante lo studio del giusto mix produttivo, in base alle varie esigenze. In particolare ogni processo a valle deve produrre per quello a monte, secondo la logica FIFO (First In First Out – il primo pezzo prodotto è il primo che viene "venduto").

- **Mixed Pull System**

La combinazione dei due sistemi, descritti precedenti, prevede l'utilizzo sia del supermarket e sia della gestione "su ordinazione" per una parte dei componenti. Questa è la soluzione maggiormente adottata, in quanto si riforniscono le linee con un supermarket mediante l'utilizzo di Kanban e per i prodotti verniciati, ingombranti o molto costosi si prevede una gestione su richiesta, rifornendo le linee solo al momento necessario.

4.5 KANBAN

Il kanban, in giapponese, significa segnale ed è un metodo per attuare la produzione con flusso di tipo Pull. L'obiettivo del kanban è di evitare la sovrapproduzione e far circolare all'interno dell'azienda le informazioni necessarie per realizzare la produzione.

La realizzazione del kanban è basata su dei cartellini, in cui sono scritte le informazioni di produzione, d'acquisto e di movimentazione dei materiali nell'impianto produttivo. Solitamente il kanban contiene tutte le informazioni necessarie per eseguire l'operazione richiesta: il codice del componente, il fornitore, il cliente, la quantità, il tempo, la posizione del contenitore da utilizzare e altri dati specifici per la produzione.

Il sistema kanban deve essere utilizzato seguendo due semplici regole: il numero di kanban circolanti deve essere definito e rimanere costante; la produzione deve avvenire solo con la presenza del cartellino e si deve fermare quando il contenitore è saturo.

I vantaggi del kanban, oltre all'eliminazione della sovrapproduzione, sono l'aumento della flessibilità e della reattività alle richieste del cliente, la semplificazione della gestione della produzione, la presenza di rapporti integrati tra le varie funzioni e i reparti produttivi e la riduzione delle scorte.

Le due tipologie principali di kanban sono di movimentazione e di produzione. I primi sono utilizzati per spostare il materiale verso un processo produttivo; mentre i secondi sono ordini di produzione che autorizzano l'esecuzione di una lavorazione nel processo.

In base al contesto di utilizzo, i kanban possono essere gestiti con diversi metodi.

- **Tradizionale:** per ogni parte si utilizza un numero di contenitori con dimensione predefinita, a cui è associato un kanban di ripristino. I contenitori vuoti rappresentano l'ordine di ripristino.
- **Doppio contenitore:** per ogni codice sono presenti due contenitori che svolgono direttamente il ruolo di kanban. Quando un contenitore è vuoto, esso diventa l'ordine di ripristino.
- **Segnale:** è usato per fornitori con lotti di produzione grandi rispetto ai consumi del cliente. Il kanban non è associato al contenitore, ma alla quantità di pezzi consumati.
- **Lotto:** è simile al kanban tradizionale, con la differenza che la produzione dei componenti, da parte del fornitore, attende l'accumulo di un numero precisato di ordini per ogni singolo codice. Ogni cartellino viene riposto su un tabellone

che presenta tre diverse zone colorate (Figura 25): la zona verde non permette la produzione del codice, la zona gialla permette l'avvio della produzione e la zona rossa obbliga la produzione di quel componente.



Figura 25 - Tabellone Kanban

- **Capacità Produttiva:** il kanban non indica la produzione di una quantità di pezzi determinata, ma la disponibilità di capacità produttiva. È usato per le aziende che non producono componenti a catalogo.

5 ANALISI DEI CICLI DI LAVORO

Per aumentare l'efficienza produttiva e l'organizzazione del reparto è necessario verificare se le postazioni di lavoro installate sono adeguate al carico di lavoro e se il numero di posizioni di reparto presenti sono sufficienti per garantire l'approvvigionamento di materiale alle UTE. Per eseguire quest'analisi è necessario conoscere alcuni dati dei cicli di lavoro (Tabella 4) realizzati in un intervallo di tempo specifico: come riferimento si è preso il periodo gennaio - ottobre 2016.

La tabella dei dati iniziali contiene le informazioni riguardanti l'UTE di appartenenza, il codice interno del prodotto, la descrizione del prodotto stesso, il numero di ciclo, il tempo realmente impiegato per l'esecuzione dell'operazione, il tempo ipotizzato durante la programmazione del lavoro e altre informazioni secondarie.

UTE	Codice prodotto	Descrizione prodotto	Ciclo	Tempo impiegato [ore]	Tempo obbiettivo [ore]
A1	A1013-...	MONTAGGIO CASSONE MODULO DG.5-1	628078	3,39	3,50
A1	A1013-...	MONTAGGIO CASSONE MODULO DG.5-1	628079	24,06	24,51
A1	A1013-...	MONTAGGIO CASSONE MODULO DG.5-1	628093	28,80	28,00
A2	A107-...	ZONA CONDIZIONAMENTO (FEEDER)	646869	1,51	0,50
A2	A107-...	ZONA CONDIZIONAMENTO (FEEDER)	642666	0,81	1,50
A2	A107-...	ZONA CONDIZIONAMENTO (FEEDER)	645124	1,44	1,50
A2	A140-...	COLLETTORE BRUCIATORI VASCA	645087	0,85	0,90
A2	A140-...	BY-PASS ELETTROVALVOLA SKINNER	629848	1,26	1,00
A2	A140-...	BY-PASS ELETTROVALVOLA SKINNER	630197	3,04	1,00
A2	A140-...	BY-PASS ELETTROVALVOLA SKINNER	632112	0,60	0,50
...

Tabella 4 - Database dei cicli di lavoro

Considerando che il numero di righe presenti nel database risulta superiore a 24.000 operazioni e sono presenti circa 3.100 cicli, è necessario elaborare questi dati in modo da poter ottenere dei risultati, che saranno approssimati ma coerenti con la realtà produttiva.

La prima operazione eseguita sul database è la disposizione crescente delle operazioni in base al ciclo di appartenenza, per poter individuare le fasi di realizzazione del prodotto. Successivamente si sono sommati i tempi obiettivi delle varie operazioni da cui è composto ogni singolo ciclo, ottenendo il risultato mostrato nella Tabella 5.

UTE	Codice prodotto	Descrizione prodotto	Ciclo di lavoro	N° Operazione	Descrizione operazione	Tempo obiettivo [ore]
A2	AA0281...	ALIMENTAT."81" H.S.D.G.4-3/8"	559400	10	montaggio macchina	75,99
A2	AA0281...	ALIMENTAT."81" H.S.D.G.4-3/8"	559400	20	costruzione dei carter	7,99
A2	AA0281...	ALIMENTAT."81" H.S.D.G.4-3/8"	559400	25	montaggio tubazione	15,99
A2	AA0281...	ALIMENTAT."81" H.S.D.G.4-3/8"	559400	30	modifiche varie	4,01
A2	AA0281...	ALIMENTAT."81" H.S.D.G.4-3/8"	559400	40	smontaggio e carico	4,00
559400						107,98

Tabella 5 - Ciclo di lavoro 559400

Con il tempo totale di ciascun ciclo si è passati a realizzare una classificazione in base ai range di durata appartenente, in modo da raccogliere tutti i cicli con tempi di realizzazione simili, al fine di ottenere otto tipologie differenti. Per esempio il ciclo 559400 ha una durata di 107,98 ore, di conseguenza è classificato come tipologia di ciclo H. Il risultato finale è descritto nella Tabella 6.

Tipologia di Ciclo	Tempo inferiore [ore]	Tempo superiore [ore]
A	0	0,5
B	0,51	1
C	1,01	2
D	2,01	4
E	4,01	8
F	8,01	16
G	16,01	32
H	32,01	360,07

Tabella 6 - Suddivisione delle tipologie di ciclo

In seguito alla suddivisione, i cicli sono stati codificati in base all'area UTE e alla tipologia di ciclo (Tabella 7), per renderli facilmente riconoscibili. Per esempio un ciclo realizzato nell'area UTE A1 e con un tempo obiettivo di 2,5 ore, ha una codifica UTE-Ciclo "A1D".

Codice U.t.e.	Codice prodotto	Descrizione prodotto	Ciclo	Tempo obiettivo [ore]	Tipo ciclo	Codifica UTE-Ciclo
A2	AA0281-...	ALIMENTAT."81" H.S.D.G.4-3/8"	559400	107,98	H	A2H
A1	AA391M-...	MODULO I.S.4-1/4" IN D.G.	559434	360,07	H	A1H
A1	AA0395-...	DISTRIBUTORE ELETTRONICO	580144	36,25	H	A1H
A1	AA8086-...	GR.MECC. SERVO NECKRING	580156	4,00	D	A1D
A1	AA9046-...	APPL.PUSHER 2 ASSI X IS6	580164	6,00	E	A1E
A2	AA0495-...	PUNZONE ELETTRONICO	580620	50,25	H	A2H
A2	AA0885-...	GRUPPO FORBICI PARALLELE	580621	52,50	H	A2H
A2	AA0703-...	ALIMENT.TIPO 703	580622	12,00	F	A2F
A1	AA0395-...	DISTRIBUTORE ELETTRONICO	580623	34,75	H	A1H
A1	AA9048-...	APPL.PUSHER 2 ASSI X IS 8	580629	8,00	E	A1E
A1	AA5741-...	SISTEMA S/GOISS POMPA	580634	8,00	E	A1E
A2	VA0703-...	ALIMENTAT. "703" H.S.D.G.4-3/8"	583817	49,98	H	A2H
A1	VA0395-...	DISTRIBUTORE ELETTRONICO	583818	70,02	H	A1H
A1	AA904A-...	APPL.PUSHER 2 ASSI X IS 10SE	583823	10,00	F	A1F
...

Tabella 7 - Codifica UTE-Cicli

Il passo successivo è la conversione dei cicli nell'unità di carico fisica utilizzata principalmente all'interno della Bottero: il pallet. Per fare ciò, si sono dovuti scegliere dei coefficienti di conversione in rapporto alla durata del ciclo e all'UTE (Tabella 8, Tabella 9, Tabella 10). I diversi coefficienti di conversione sono stati valutati considerando le caratteristiche di produzione e le dimensioni dei vari meccanismi assemblati all'interno delle singole aree. Il risultato ottenuto è il numero di pallet per ogni tipologia di ciclo, movimentati nei dieci mesi in esame.

UTE A1			
Tipo Ciclo	Dimensione Ciclo [pallet]	N° cicli	N° pallet
A	0,5	191	96
B	0,5	151	76
C	1	225	225
D	1	421	421
E	1	424	424
F	1,5	258	387
G	2	196	392
H	4	183	732
Totale		2049	2753

Tabella 8 - Pallet UTE A1

UTE A2			
Tipo Ciclo	Dimensione Ciclo [pallet]	N° cicli	N° pallet
A	1	74	74
B	2	103	206
C	3	178	534
D	5	170	850
E	7	144	1008
F	10	55	550
G	14	43	602
H	20	101	2020
Totale		868	5844

Tabella 9 - Pallet UTE A2

UTE A5			
Tipo Ciclo	Dimensione Ciclo [pallet]	N° cicli	N° pallet
A	0,5	4	2
B	0,5	17	9
C	1	16	16
D	1	24	24
E	1	71	71
F	1,5	56	84
G	1,5	17	26
H	2	8	16
Totale		213	248

Tabella 10 - Pallet UTE A5

I risultati preliminari dettagliati dell'analisi dei cicli per le tre aree sono visibili negli allegati 9.1, 9.2 e 9.3.

Con i valori ottenuti si è potuto ricavare l'istogramma del numero di cicli presenti per ogni tipologia (Grafico 1) e il grafico della quantità di pallet (Grafico 2).

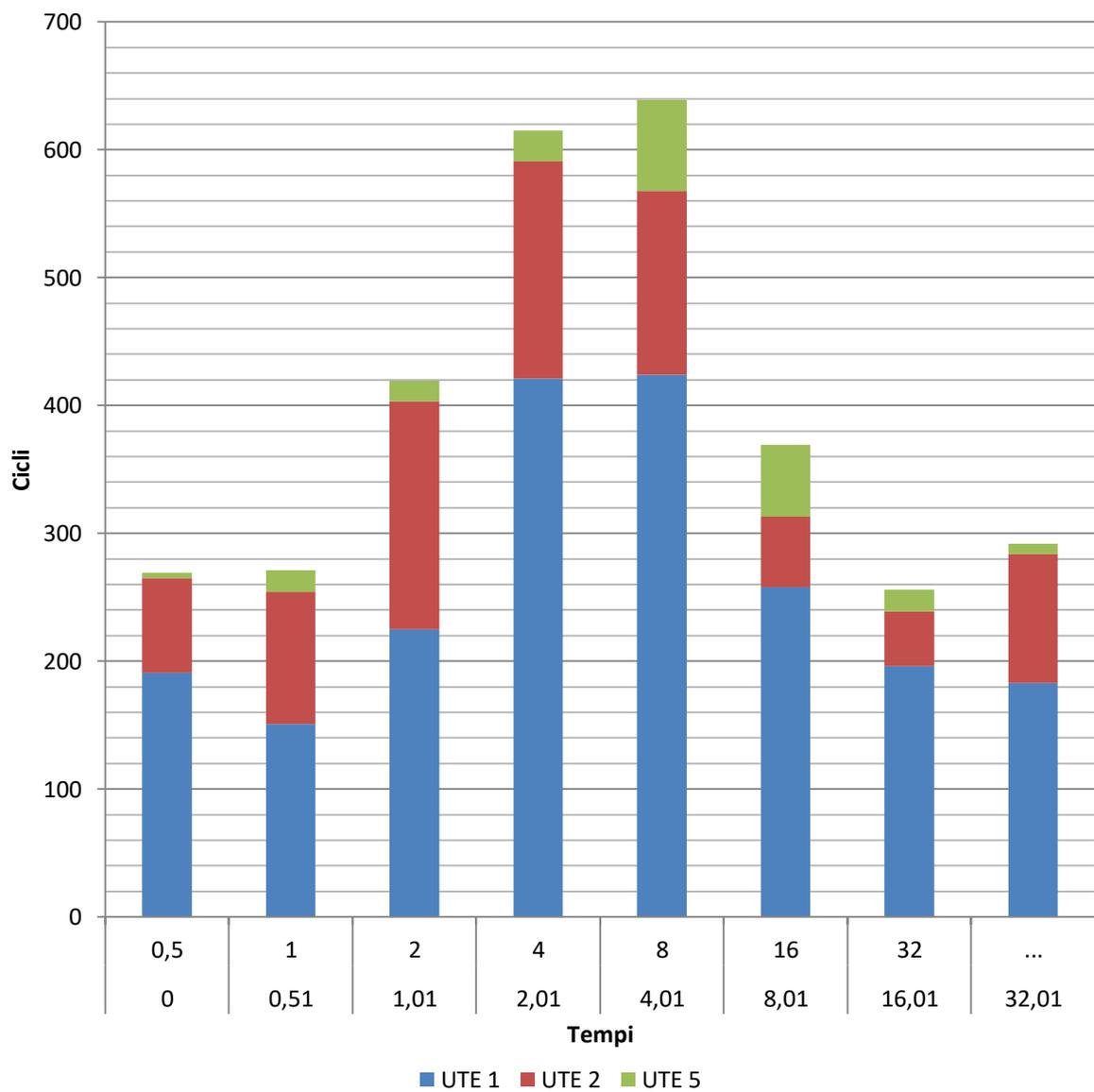


Grafico 1 – Numero di cicli per tipologia

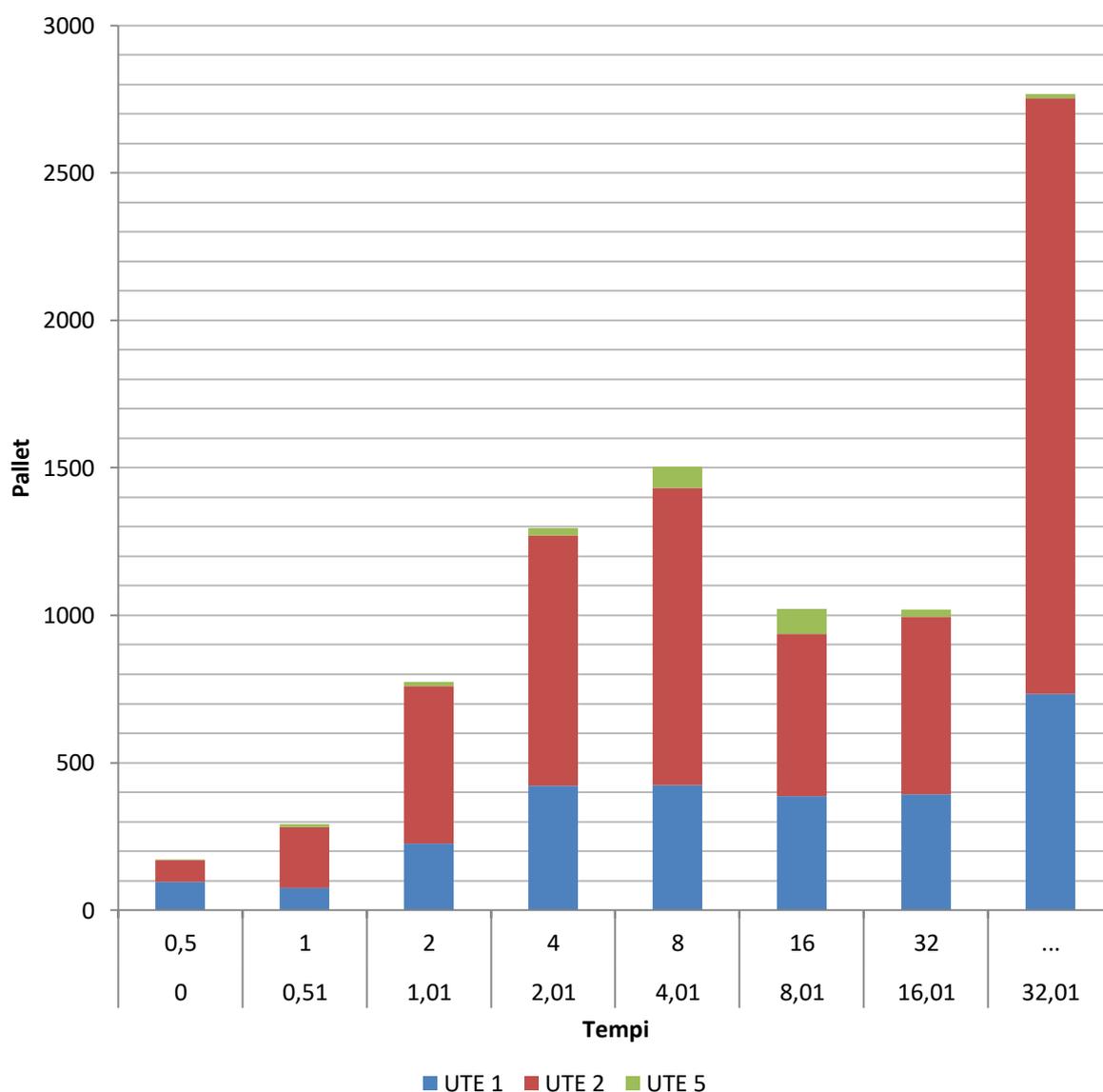


Grafico 2 - Numero di pallet per tipologia

Con questi risultati preliminari, è possibile passare alla fase finale dell'analisi dei cicli. Per ogni UTE si è calcolato il numero di operatori teorico necessario per eseguire i cicli di lavoro, utilizzando il tempo obiettivo totale risultante e le ore lavorative nell'intervallo di tempo analizzato. In seguito, per il calcolo del numero di operatori reale da impiegare nelle tre aree, si è ipotizzato un coefficiente di efficienza del reparto pari al 20% (Tabella 11).

	UTE A1	UTE A2	UTE A5	TOTALE
Tempo obiettivo totale (ore)	22467,47	9640,4	1884,52	33992,39
N° operatori teorico	14	6	1	21
N° operatori reale	11	5	1	17
Postazioni di lavoro presenti	11	5	3	19

Tabella 11 - Calcolo del numero di operatori

$$Ore\ lavorative = 8 \frac{ore}{giorno} \times 5 \frac{giorni}{settimana} \times 4 \frac{settimane}{mese} \times 10\ mesi = 1600\ ore$$

$$N^{\circ}\ operatori\ teorico = \frac{Tempo\ Obiettivo\ Totale}{Ore\ lavorative}$$

$$N^{\circ}\ operatori\ reale = N^{\circ}\ operatori\ teorico \times (1 - 20\%)$$

Confrontando i risultati ottenuti con le postazioni di lavoro realmente presenti (identificabili con il numero dei banchi di lavoro), si possono dimostrare l'uguaglianza tra i valori per le aree UTE A1 e A2. Per quanto riguarda l'UTE A5 si è rilevata una differenza, dovuta alla variabilità del carico di lavoro per quest'area.

L'ultimo passaggio è la verifica del numero di posizioni delle scaffalature presenti nelle aree. I dati di partenza usati sono la quantità mensile di pallet (impiego) e il tempo di attesa massimo in cui i cicli rimangono sulla scaffalatura, prima della loro realizzazione.

	UTE A1	UTE A2	UTE A5	TOTALE
Impiego annua (pallet)	3304	7013	298	//
Impiego mensile (pallet)	278	586	27	//
Tempo di attesa (giorni)	15	10	20	//
Posizioni di reparto teorico (pallet)	209	293	27	529
Posizioni di reparto reale (pallet)	168	236	128	532
Δ	-41	-57	101	3

Tabella 12 - Verifica delle posizioni di reparto

$$\text{Impiego annuo} = N^{\circ} \text{ pallet}_{(10 \text{ mesi})} \times \frac{12}{10}$$

$$\text{Impiego mensile} = \frac{\text{Impiego annuo}}{12}$$

$$\text{Posizioni di reparto teorico} = \text{Impiego mensile} \times \frac{\text{Tempo di attesa}}{\text{Giorni lavorativi mensili}}$$

$$\Delta = \text{Posizioni di reparto reale} - \text{Posizioni di reparto teorico}$$

Confrontando il numero di posizioni di reparto calcolato con quello realmente presente all'interno delle UTE, è stato possibile ottenere la differenza di posizioni Δ, che nel complessivo risulta positiva, mentre nel dettaglio di ogni area, i risultati sono contrastanti (Tabella 12). I valori ricavati dai calcoli concordano con la situazione reale: infatti, durante i periodi di massimo carico di lavoro, può succedere di stoccare alcuni pallet nelle posizioni di reparto di un'altra area. Nell'analizzare questi risultati, si deve tenere conto anche di un campo di tolleranza, dovuto alle assunzioni fatte nella valutazione dei cicli e in particolar modo nella scelta della suddivisione delle tipologie di cicli e dei giorni di attesa.

5.1 ANALISI ABC

Per approfondire l'analisi dei risultati, si sono esaminati i cicli sui quali bisogna esercitare un maggiore controllo, durante la loro esecuzione. Quest'operazione è possibile attraverso l'applicazione dell'analisi ABC sui cicli di ogni singola UTE.

L'analisi ABC è una delle applicazioni pratiche del principio di Pareto che prevede che, in un dato fenomeno da analizzare, una grande percentuale degli effetti è imputabile a una parte minoritaria delle cause e, viceversa, la maggioranza delle cause produce una parte minoritaria degli effetti. Il metodo ABC è utilizzato per analizzare il materiale immagazzinato al fine di ridurre il peso della gestione dei magazzini. Infatti, se si porta sull'ascissa di una coppia di assi cartesiani il numero delle voci immagazzinate (in questo caso il numero di tipologie di cicli) espresse in percentuale, e sull'ordinata il valore delle voci (la quantità di pallet) espresse a sua volta in percentuale, si rileva teoricamente che:

- Meno del 10-20% dei cicli (classe A) rappresenta da solo il 70-80% del valore dei pallet sulle scaffalature;
- Circa il 20-25% dei cicli (classe B) rappresenta il 20-30% del valore totale;
- Una percentuale superiore al 60-70% dei cicli (classe C) rappresenta soltanto il 5% circa del valore totale dei pallet a magazzino di reparto.

Tale suddivisione consente di assegnare un'importanza diversa a ciascuna classe A, B e C.

Per ottenere un risultato finale migliore, si possono incrociare due analisi ABC per ottenere una matrice con nove categorie; per esempio si possono interpolare l'analisi ABC della giacenza con quella della frequenza di movimentazione.

La realizzazione dell'analisi ABC si ottiene calcolando la cumulata percentuale del numero di pallet assegnati a ogni tipologia di ciclo e tracciando la curva "80-20" dei risultati ottenuti (Figura 26).

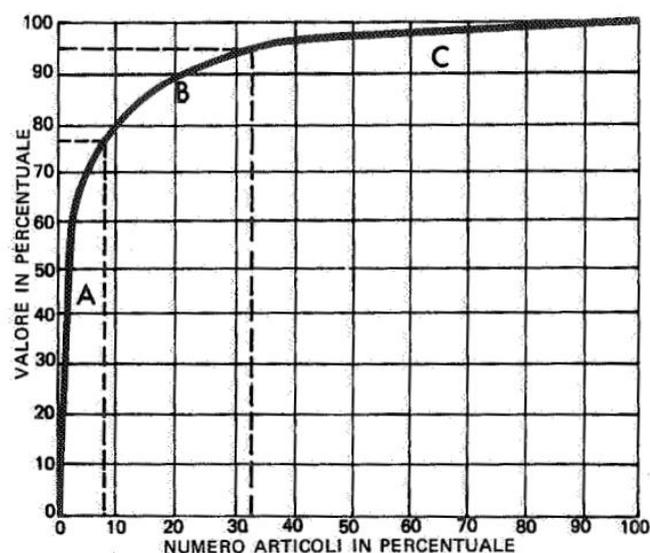


Figura 26 - Esempio di curva ABC "80-20"

A causa del numero ridotto delle tipologie di cicli, non è possibile ottenere un risultato dell'analisi soddisfacente. Per questo motivo l'analisi è stata eseguita in modo parziale, senza tracciare la curva "80-20".

L'obiettivo di quest'analisi è il miglioramento della gestione dei pallet e la riduzione dei tempi di approvvigionamento delle risorse, che possono essere realizzati tramite la scelta delle posizioni sulle scaffalature presenti in reparto. In teoria, un pallet con un ciclo di classe A dovrebbe essere collocato sui piani inferiori della scaffalatura, rendendo l'accesso alla posizione, da parte dell'operatore, più agevole. Al contrario, un pallet con un ciclo di classe C potrebbe essere collocato ai piani superiori della scaffalatura.

La mancanza di dati stabili, riguardanti la frequenza di movimentazione o a valori di tipo economico, non ha permesso la creazione dell'analisi ABC incrociata, che consentirebbe uno studio maggiormente dettagliata della situazione delle posizioni di reparto.

5.1.1 UTE A1

UTE A1					
Tipo Ciclo	N° Pallet	% Pallet	Cumulata	Classe	% Tipo
H	732	27%	27%	A	13%
E	424	15%	42%	A	25%
D	421	15%	57%	A	38%
G	392	14%	72%	A	50%
F	387	14%	86%	B	63%
C	225	8%	94%	C	75%
A	96	3%	97%	C	88%
B	76	3%	100%	C	100%

Tabella 13 - Analisi ABC dell'UTE A1

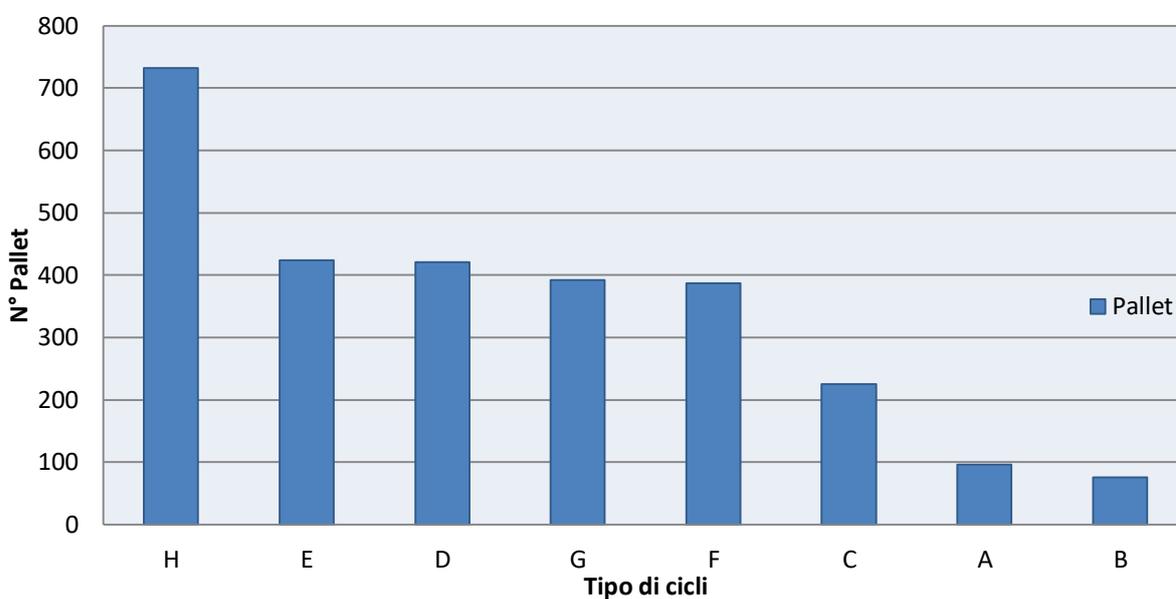


Grafico 3 - Impiego di pallet per l'UTE A1

Per l'area UTE A1, i cicli con durata superiore a due ore sono di classe A e B e richiedono una gestione migliore, considerando che derivano una quantità di pallet movimentata maggiore (Tabella 13 - Grafico 3).

5.1.2 UTE A2

UTE A2					
Tipo Ciclo	N° Pallet	% Pallet	Cumulata	Classe	% Tipo
H	2020	35%	35%	A	13%
E	1008	17%	52%	A	25%
D	850	15%	66%	A	38%
G	602	10%	77%	A	50%
F	550	9%	86%	B	63%
C	534	9%	95%	C	75%
B	206	4%	99%	C	88%
A	74	1%	100%	C	100%

Tabella 14 - Analisi ABC dell'UTE A2

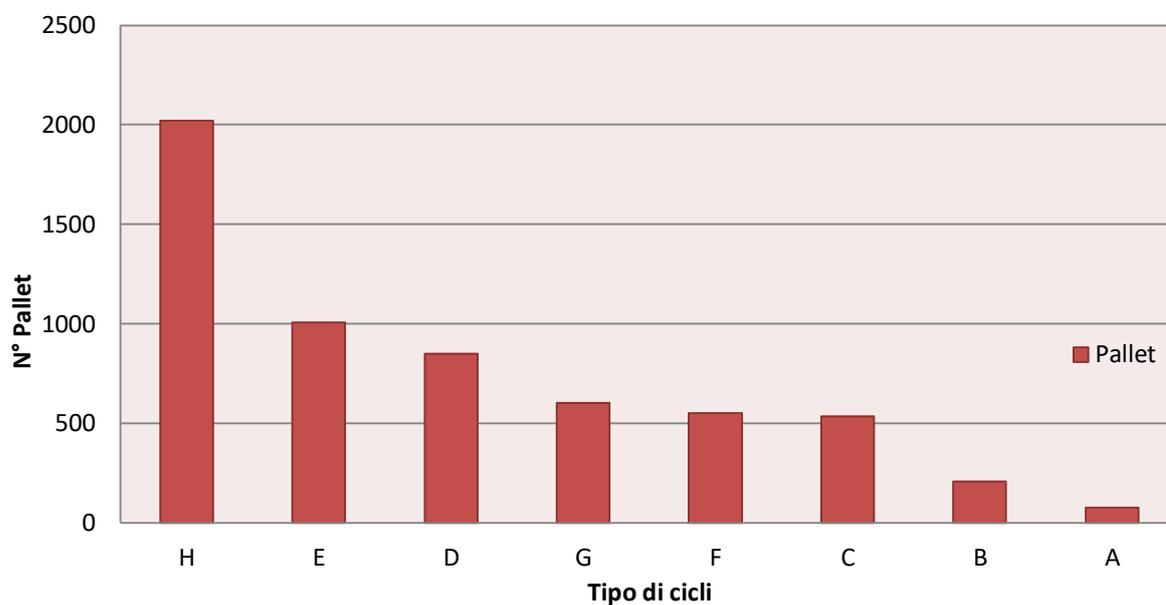


Grafico 4 - Giacenza di pallet per l'UTE A2

Per l'area UTE A2, i cicli con durata superiore a sedici ore e compresi tra le due e le otto ore sono di classe A e richiedono una gestione migliore, poiché deriva una quantità di pallet movimentata maggiore (Tabella 14- Grafico 4).

5.1.3 UTE A5

UTE A5					
Tipo Ciclo	N° Pallet	% Pallet	Cumulata	Classe	% Tipo
F	84	34%	34%	A	13%
E	71	29%	63%	A	25%
G	26	10%	73%	A	38%
D	24	10%	83%	B	50%
H	16	6%	89%	B	63%
C	16	6%	96%	C	75%
B	9	4%	99%	C	88%
A	2	1%	100%	C	100%

Tabella 15 - Analisi ABC dell'UTE A5

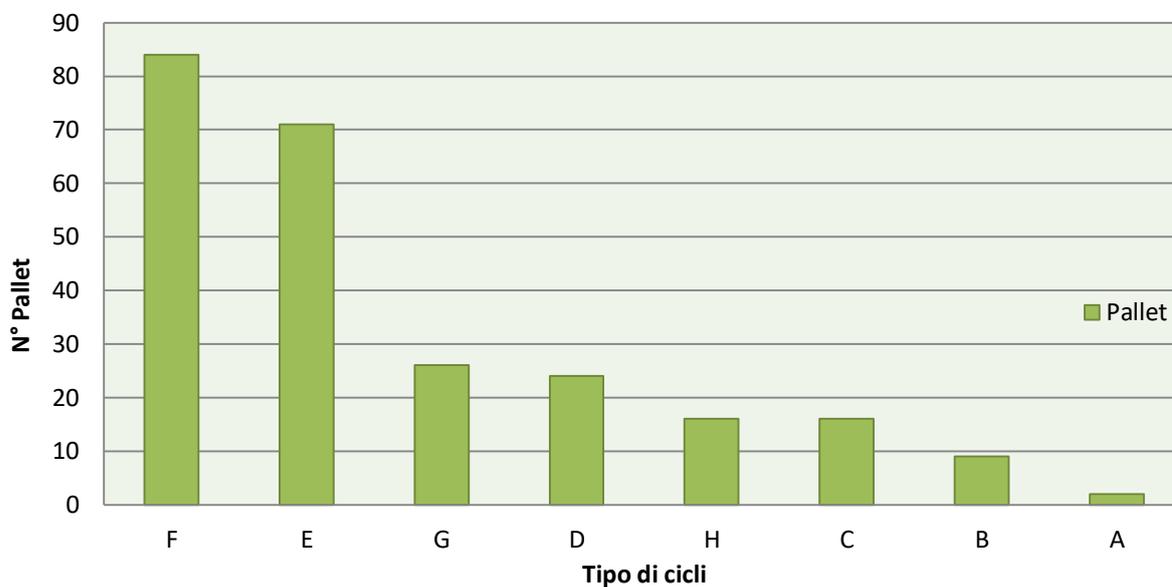


Grafico 5 - Giacenza di pallet per l'UTE A5

Per l'area UTE A5, i cicli con durata compresi tra le quattro e le trentadue ore sono di classe A e necessitano di una gestione migliore, dato che deriva una quantità di pallet movimentata maggiore (Tabella 15 - Grafico 5).

6 OTTIMIZZAZIONE DELLE POSIZIONI DI REPARTO

Sulla scaffalatura, presente all'interno del reparto, sono collocate le parti necessarie per il montaggio dei meccanismi che compongono la macchina formatrice IS. Questi meccanismi si possono suddividere in due gruppi in base alla politica di produzione: i primi sono quelli che possono essere prodotti sia all'interno sia all'esterno, in base al carico di lavoro del reparto (Politica Make or Buy - Tabella 16); i secondi invece sono quelli assemblati esclusivamente all'interno dello stabilimento (Politica Make - Tabella 17). Attualmente, alcuni componenti dei meccanismi sono posizionati sulle scaffalature all'interno del reparto, senza distinzione tra le due politiche.

Per ottimizzare le posizioni di reparto e aumentare l'efficienza produttiva, si è pensato di trasferire i codici Make or Buy in magazzino e quelli Make nelle scaffalature delle aree a cui sono destinati. Quest'operazione ha l'obiettivo di liberare posizioni di reparto, da destinare ad altro materiale e di ridurre il tempo di prelievo dei codici da parte del personale del magazzino.

Meccanismo	Codice Campione	Politica	N° codici in distinta
Blocco valvole	AB391-7410-A01	Make or Buy	16
Meccanismo apertura collarino	A300-4-GR1	Make or Buy	25
Meccanismo imbuto	A223-D-13GR3G	Make or Buy	65
Meccanismo invert pneumatico	A391-D-7481GR8	Make or Buy	72
Meccanismo pinza idraulica	A338-9-H14	Make or Buy	149
Meccanismo tampone	A300-7-GR1	Make or Buy	59
Meccanismo testa soffiante	A300-6-GR1A	Make or Buy	54
Servo meccanismo elettrico invert	A808-1-A10	Make or Buy	90
Servo takeout	AX57-09-05	Make or Buy	146

Tabella 16 - Meccanismi con politica Make or Buy

Meccanismo	Codice Campione	Politica	N° codici in distinta
Alimentatore	A710-1-GR1A	Make	24
Braccio tampone	A625-7-AA	Make	24
Cartuccia idraulica	A391-F-7792GR1	Make	16
Cartuccia maschietto	A57-15-01	Make	22
Delivery - Regola deflettori	A850-11-BA	Make	34
Delivery - Supporto canale	A589-1-B6	Make	285
Distributore elettronico GOB	AA0395-00-692	Make	616
E-moc abbozzatore	A300-1-GR9	Make	203
E-moc finitore	A300-2-GR9	Make	224
Feeder meccanico	JAA0703-00-001	Make	616
Forbici parallele	A885-00-MN0001	Make	242
Inserito	A625-E1-C1	Make	6
Meccanismo maschietto	A516-2-AB	Make	32
Meccanismo maschietto alta prestazione	A57-05-154	Make	41
Punzone elettronico	AA0495-00-01	Make	298
Pusher doppio asse	A904-9-A100	Make	119
Pusher mono asse	A504-7-A100	Make	61
Servo invert	A808-1-A10	Make	63
Tube rotante	A715-00-MN0015	Make	203
Valvole intermittenza	A55-15-5255A	Make	17
Valvole proporzionali	A638-2-A1	Make	21

Tabella 17 - Meccanismi con politica Make

Per arrivare ai codici esclusivamente Make or Buy da spostare in magazzino è stato necessario analizzare ed elaborare il database delle posizioni di reparto dello stabilimento (Tabella 18), attraverso i seguenti passaggi, eseguiti con il software Microsoft Office Excel.

Dv	Codice	Descrizione anagrafica	Posiz.mag.
VC	PT9025...	TUBO TRAFIL.ZINC.BIANCO EN10216-1, P235TR2-N 1/4"	1 F2
VC	PT9028...	TUBO ACC.INOX X2.CRNIMO.1712-2 TRAFIL.S/S. D.1/4"	1 F2
VC	PT9022...	TUBO ACCIAIO RAMATO S/S. DIAM.1/8"(3,17) SP.0,71	1 F2
VC	PT9021...	TUBO CAPILLARE RAME CU-DHP DIAM.1/8"(3,17) SP.0,71	1 F2
VC	MM6580...	MOLLA A TAZZA DIN-2093 D.20,0X10,2X0,4 -BAUER-	1 F1602E06
VC	PT9025...	TUBO TRAFIL.ZINC.BIANCO EN10216-1, P235TR2-N 3/8"	1 F2
VC	PT9025...	TUBO TRAFIL.ZINC.BIANCO EN10216-1, P235TR2-N 5/8"	1 F2
VC	A391-74...	PERNO DI MANOVRA CON SPINA (L= 35)	1 S0101Y
VC	EC8390...	CONTATTO MASCHIO 09 15 000 6302 HARTING 0,75	1 D0627D03
VC	AX338-...	VALVOLA A 3 VIE N.C. (VERSIONE IN METALLO)	1 S0101Z
VC	PT9025...	TUBO TRAFIL.ZINC.BIANCO EN10216-1, P235TR2-N 1/2"	1 F2
VC	PT9028...	TUBO ACC.INOX X2.CRNIMO.1712-2 TRAFIL.S/S. D.1/8"	1 F2-E2
VC	A375-B-...	SUPPORTO (PER TUBOLARI 40X20X3 - LAMIERE	1 L11
VC	PE52869...	BOBINA (SOLENOIDE) VEP-0 (VEP-3121)	1 F1504E02
VC	A2520...	SEGMENTO TAGLIO BAIONETTA 1-1/2" X 1/8"	1 F1602D08
...

Tabella 18 - Database delle posizioni di reparto

- Sono stati selezionati dal database solamente i codici utilizzati dal reparto Vetro Cavo: 9414 su 18054 codici. Le posizioni di reparto all'interno dello stabilimento, impiegate per contenere questi codici, sono 2191.
- Nell'analisi non sono stati considerati i codici commerciali, ma solo quelli a disegno, cioè tutte le parti progettate e costruite in esclusiva dalla Bottero. Le posizioni di reparto occupate dai 4070 codici a disegno del Vetro Cavo sono 612.
- Confrontando le distinte dei meccanismi con politica Make or Buy con i codici a disegno presenti in posizione di reparto, si ottengono 128 codici e 47 posizioni di reparto corrispondenti.

- Analizzando in dettaglio questi risultati e confrontandoli con le distinte dei meccanismi con politica Make, si ottengono 29 posizioni di reparto, contenenti esclusivamente pallet di codici utilizzati dai meccanismi con politica Make or Buy e che di conseguenza possono essere spostati nel magazzino centrale dello stabilimento (Tabella 19, Tabella completa nell'allegato 9.4).

Numero	Posizioni Pallet Make or Buy
1	1 D12A05
2	1 D12C01
3	1 D12C03
4	1 D12C04
5	1 D12C05
6	1 D12C06
7	1 D12D01
8	1 D12D03
9	1 D12D04
10	1 D12D05
...	...

Tabella 19 - Posizioni di reparto di pallet Make or Buy

- Considerando solamente le distinte dei meccanismi con politica Make (1392 codici corrispondenti a 199 posizioni di reparto) si possono individuare i codici che sono stoccati in magazzino e che si potrebbero spostare in posizione di reparto (318 codici - Tabella 20, tabella completa nell'allegato 9.5). Per ottenere questo risultato si sono supposte due considerazioni. La prima valuta i consumi durante l'ultimo anno, infatti, i codici con consumi nulli sono stati scartati. La seconda considerazione invece riguarda il magazzino verticale automatico: i codici presenti al suo interno sono stati scartati, a causa della ridotta dimensione delle parti e della maggiore efficienza che questa tecnologia garantisce.

Numero	Codice politica Make	Posizione Magazzino
1	A140-13-5A	X DE3Z
2	A140-20-5A	X CE2X
3	A140-8-1	Y CC2
4	A140-8-3	Y CA0
5	A173-6-11	Y DD1
6	A187-25-22	Y CC2
7	A187-25-6	Y CG1
8	A187-25-7	Y CG1
9	A187-25-8	Y CG1
10	A187-25-9	Y CD2
...

Tabella 20 - Codici Make in posizioni di magazzino

L'obiettivo di quest'analisi è la riduzione dei tempi di approvvigionamento del materiale alle UTE in esame e l'eliminazione degli sprechi di risorse, con conseguente diminuzione dei costi, aumento di efficienza e maggiore produttività.

7 STUDIO DEL PLANT LAYOUT

Studiare un plant layout significa progettare la sistemazione plano-altimetrica di un impianto industriale. L'esecuzione avviene quando si avvia una produzione di un nuovo prodotto, si varia la domanda, si devono ridurre i costi di produzione, si progetta un nuovo stabilimento o si modifica la disposizione delle macchine e degli arredamenti. L'obiettivo del plant layout è di ottimizzare l'utilizzo dello spazio a disposizione, ridurre i costi di trasporto interno, aumentare la sicurezza del personale e pianificare i futuri ampliamenti.

Il procedimento dello studio di un nuovo plant layout si sviluppa in tre fasi:

1. Raccolta dei dati di partenza

Si devono conoscere le caratteristiche e le quantità dei prodotti lavorati, i cicli di lavoro utilizzati, la manodopera necessaria, i macchinari e gli impianti, inoltre bisogna prevedere le future variazioni della produzione.

2. Studio delle soluzioni possibili

Le soluzioni adottabili sono ricavate prendendo in esame la modalità di lavorazione (in serie o per commessa), i sistemi di trasporto interno (i volumi movimentati e la dimensione dei magazzini) e la postazione di lavoro (collocazione del materiale e degli utensili, accessibilità alle macchine, posizione dell'operatore).

Di particolare importanza è lo spazio riservato ai corridoi. Si possono distinguere tre tipi di passaggio: il corridoio principale dello stabilimento, i corridoi di reparto e i passaggi pedonali.

3. Selezione della migliore soluzione

La soluzione migliore deve essere valutata in base ai costi di realizzazione, al risparmio di spazio, all'incremento di produttività, alla riduzione dei costi di trasporto, manutenzione e immagazzinamento, al consumo dell'energia e ai vantaggi produttivi ottenuti.

Per aiutare la scelta e valutare il progetto, si possono utilizzare alcuni metodi, come per esempio il metodo grafico che valuta i flussi all'interno dei reparti produttivi.

7.1 LAYOUT DELLE AREE

Per aumentare l'efficienza del reparto Vetro Cavo è fondamentale analizzare le problematiche presenti all'interno delle UTE A1, UTE A2 e UTE A5 e riqualificare queste aree tramite un nuovo plant layout.

L'obiettivo dello studio di un nuovo plant layout è quello di migliorare i flussi di materiale e ottimizzare lo spazio a disposizione, garantendo un aumento di produttività e flessibilità delle aree in esame.

Come dati di partenza, si conoscono i mezzi di trasporto utilizzati, la tipologia di scaffalatura installata, la geometria dell'arredo e delle attrezzature presenti all'interno delle aree, la dimensione della campata del capannone (20 x 8 metri) e le esigenze produttive.

7.1.1 MEZZI DI TRASPORTO

All'interno del reparto sono utilizzati diversi mezzi di trasporto per la movimentazione del materiale in lavorazione.

- **Carrello per palette ad azionamento manuale** (Transpallet manuale): è usato per il trasporto manuale di pallet all'interno delle UTE (Figura 27).

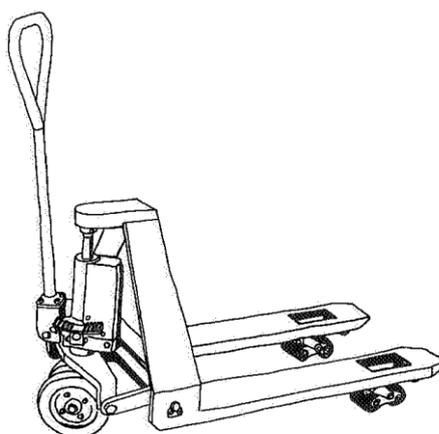


Figura 27 - Transapallet manuale

- **Carrello elevatore con manoperatore a terra** (Transpallet elettrico): è usato per prelevare i pallet dai piani inferiori delle scaffalature e per il trasporto all'interno del reparto (Figura 28).

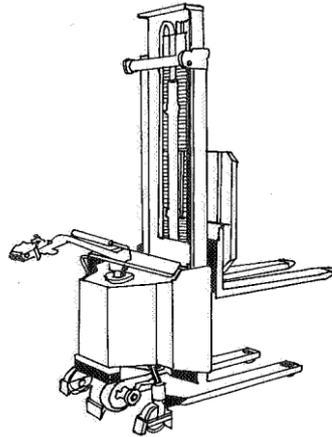


Figura 28 - Transpallet elettrico

- **Carrello elevatore con forche a sbalzo frontali e con manoperatore a bordo** (Muletto): è usato per prelevare i pallet dai piani superiori delle scaffalature e per la movimentazione dei Feeder ultimati (Figura 29). La larghezza del corridoio di manovra, per garantire il prelievo dei pallet dalla scaffalatura, è pari a 3 metri.



Figura 29 – Carrello elevatore

- **Carrello a traslazione umana a quattro ruote:** sono utilizzati per spostare attrezzatura e materiale dai vari banchi di lavoro, all'interno delle UTE (Figura 30). Ogni postazione di lavoro possiede un carrello, che permette di aumentare la superficie utile del banco di lavoro.

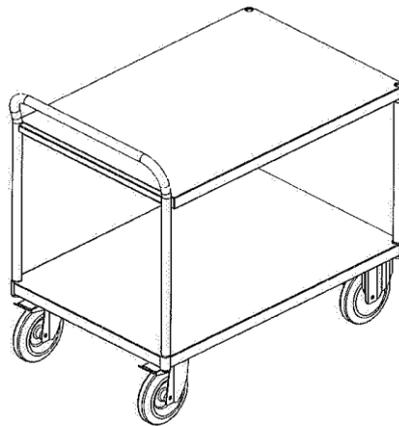


Figura 30 - Carrello manuale

- **Carroponte:** è utilizzato per sollevare e movimentare i componenti e i prodotti finiti di maggiore massa e dimensione, all'interno del reparto (Figura 31). All'interno delle aree UTE A1 e A2 sono presenti un carroponte con portata massima di sollevamento di venti tonnellate e uno con prestazioni inferiori, di due tonnellate. Nell'UTE A5 è utilizzato solo un carroponte con portata massima di due tonnellate.

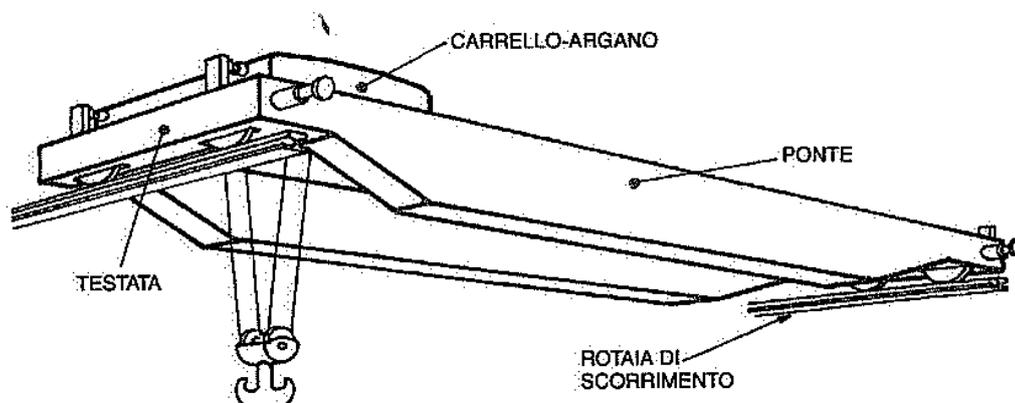


Figura 31 - Carroponte

7.1.2 SCAFFALATURE E UNITÀ DI CARICO

Il materiale in attesa di essere utilizzato per la produzione è immagazzinato sulle scaffalature, in pallet o in cassette in polipropilene.

I pallet (Figura 32) utilizzate sono in legno, con dimensione standard 800x1200 mm. Per contenere al meglio il materiale, i pallet possono essere dotati di sponde rimovibili, alte 190 mm, che permettono la creazione di casse dall'altezza variabile. Queste sponde sono costruite in legno e possono essere ripiegate durante l'inutilizzo del pallet. Il vantaggio di questo sistema è la modularità: si possono usare una o più sponde, per ottenere altezze differenti. L'immagazzinamento avviene mediante scaffali di tipo tradizionale con vani da due o tre posizioni e su cavalletti porta pallet da sei posizioni su due piani.



Figura 32 – Pallet con sponde

Le cassette (Figura 33) hanno dimensione differente in base al codice contenuto, sono sistemate su scaffalatura leggera di tipo tradizionale o a gravità e sono utilizzate principalmente per materiale a kanban.

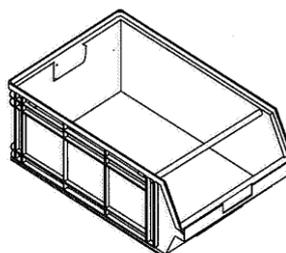


Figura 33 – Cassetta

7.2 UTE A1 E A2

La prima fase dell'analisi, consiste nello studiare e capire la dinamica dei processi produttivi, valutare le criticità presenti nel layout e rilevare eventuali vincoli di progetto (Figura 34).

All'interno delle aree, gli addetti eseguono operazioni manuali per la maggior parte su banchi da lavoro, l'unica eccezione è nell'area UTE A2, dove le operazioni di montaggio finale del Feeder avvengono su dei supporti appositi e con l'ausilio del carroponete. Una volta concluso il montaggio, i meccanismi sono collaudati con attrezzatura specifica, situata all'interno di aree preposte.

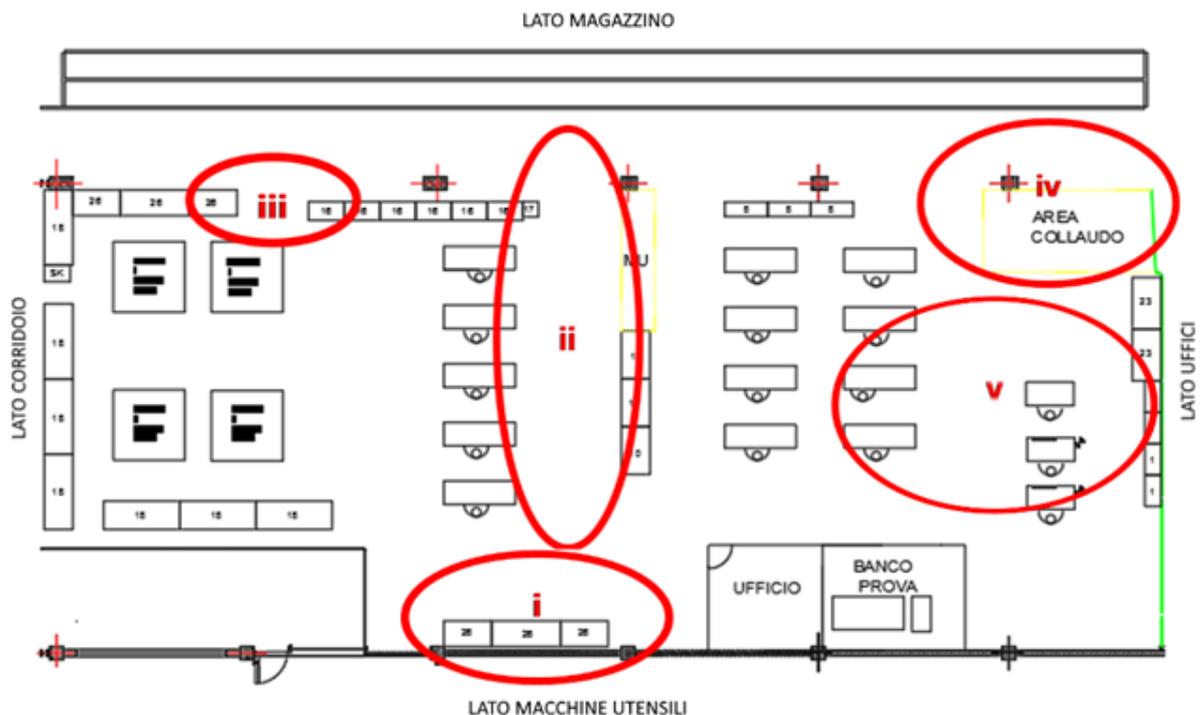


Figura 34 - Layout precedente delle UTE A1 e A2

Le principali criticità riscontrate all'interno del layout precedente sono le seguenti:

- La scaffalatura (Figura 35) posta sul lato Macchine Utensili e adiacente all'ufficio occupa spazio e rende il flusso di materiale non lineare. Peraltro il corridoio di manovra risulta spesso occupato da materiale in attesa di lavorazione o spedizione.



Figura 35 - Scaffalatura adiacente all'ufficio

- Il corridoio di accesso alla scaffalatura (Figura 36), che attraversa trasversalmente l'area produttiva, costituisce un pericolo al personale, a causa del passaggio del carrello elevatore.



Figura 36 - Corridoio per carrello elevatore

- Il carrello elevatore, per accedere alla zona di montaggio dei Feeder, deve transitare dal corridoio della scaffalatura e passare in un varco (Figura 37) di larghezza ridotta in proporzione al carico trasportato.



Figura 37 - Accesso alla zona dei Feeder

- L'area di collaudo dei meccanismi (Figura 38) è posizionata in un angolo sul lato Uffici, lontano dal magazzino inter-operazionale e di conseguenza non permette una linearità dei flussi.



Figura 38 - Area di collaudo e corridoio della scaffalatura

- Alcuni banchi non sono allineati agli altri, a causa della presenza del corridoio di accesso alla scaffalatura sul lato Uffici.
- Il passaggio pedonale per raggiungere l'ufficio dall'esterno dell'area non è indicato dall'opportuna segnaletica orizzontale.

Prima di eseguire alcune modifiche sul layout, per risolvere i problemi elencati precedentemente, si è dovuto tenere conto di alcuni vincoli strutturali e produttivi:

- La dimensione dell'area non può essere aumentata e non si possono variare le proporzioni.
- Per motivi di natura tecnico-economica, l'ufficio e gli impianti di distribuzione dell'aria compressa e dell'elettricità non possono essere spostati.
- La presenza del condotto di areazione (Figura 39) limita l'altezza utile per l'installazione della scaffalatura in alcune parti del corridoio del magazzino di reparto.

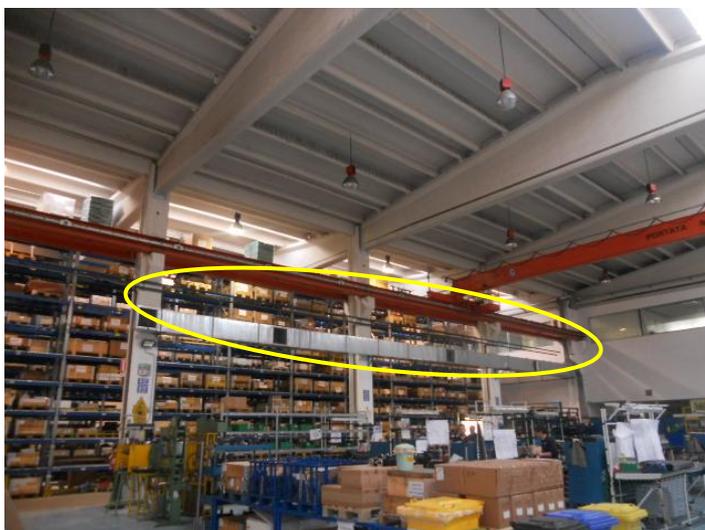


Figura 39 - Condotto di areazione

- Il carro ponte (Figura 40) deve poter servire in modo adeguato i banchi, di conseguenza non è possibile la loro installazione ai lati delle campate, ma solo nella zona centrale.



Figura 40 - Carroponte

Il nuovo plant layout ha l'obiettivo di risolvere le criticità presenti e migliorare la qualità dei flussi di materiale e di persone all'interno delle aree. Un altro punto fondamentale da rispettare è stato il mantenimento di tutto l'arredo (Tabella 21), presente nel layout precedente, nella soluzione dello studio.

ID	Tipo	Dimensioni Ingombro Superficiale [mm]	Quantità
1	Scaffalatura per cassette	1300x680	4
2	Armadio attrezzatura	5000x700	1
3	Armadio attrezzatura	1300x500	1
4	Armadio attrezzatura	2240x600	2
5	Armadio attrezzatura	1020x500	1
6	Trapano	950x900	3
7	Mola da banco	700x700	1
8	Pressa	1700x800	2
9	Scaffale per cassette	1800x600	3
10	Cavalletto pallet (Magazzino interoperazionale)	2000x1200	3
11	Armadio per attrezzatura	1180x450	2
12	Contenitore oli e lubrificanti	1550x1030	1
13	Scaffale attrezzatura MU	1100x600	1
14	Armadio attrezzatura	3000x1020	1
15	Armadio attrezzatura	1020x490	1
16	Scaffale per cassette	1500x800	6
17	Scaffale bulloneria	650x650	1
18	Cavalletto porta pallet (Feeder)	3200x1200	6
19	Supporto cassoni Feeder	1750x1900	4
20	Scaffalatura pallet	2000x1200	6
21	Scaffalatura pallet	2900x1200	18
22	Lavatrice a ultrasuoni (Safety Kleen)	1100x700	1
23	Scrivania Computer di reparto	1500x800	1
24	Armadio archivio disegni	1000x500	4
25	Banco da lavoro	2300x800	16
26	Armadio del banco	1500x600	12

Tabella 21 - Arredo e attrezzatura UTE A1 e A2

Inizialmente si è pensato di realizzare una ristrutturazione totale delle aree, creando un nuovo layout che potesse soddisfare le esigenze produttive, risolvendo le criticità, garantendo flussi perfettamente ottimizzati e delimitando tre spazi per il magazzino, i banchi da lavoro e il collaudo dei meccanismi.

Nel primo progetto di plant-layout (Figura 41) si possono individuare alcune peculiarità che si possono ottenere con una riprogettazione completa dell'aree analizzate:

- Per migliorare il flusso di materiale, si realizza un corridoio principale per le scaffalature dei pallet e uno secondario per i kanban.
- Le aree di collaudo e di prova dei meccanismi sono collocate centralmente sul lato macchine utensili, con lo scopo di essere facilmente accessibili agli operatori e di rendere i flussi lineari.
- I banchi da lavoro sono posizionati in senso longitudinale per aumentare il numero di postazioni e lo spazio a disposizione degli operatori.
- La realizzazione di un passaggio diretto con uno dei corridoi principali dello stabilimento, rende maggiormente accessibile la zona di montaggio dei cassoni Feeder.
- La predisposizione di un'area di espansione, per un futuro ampliamento delle postazioni di lavoro, consente di garantire maggiore flessibilità di produzione.
- Le macchine utensili (trapani e mole da banco) presenti all'interno delle UTE, spostate accanto all'ufficio, permettono di non ostacolare i flussi tra le aree, pur mantenendo una posizione centrale rispetto ai banchi da lavoro.

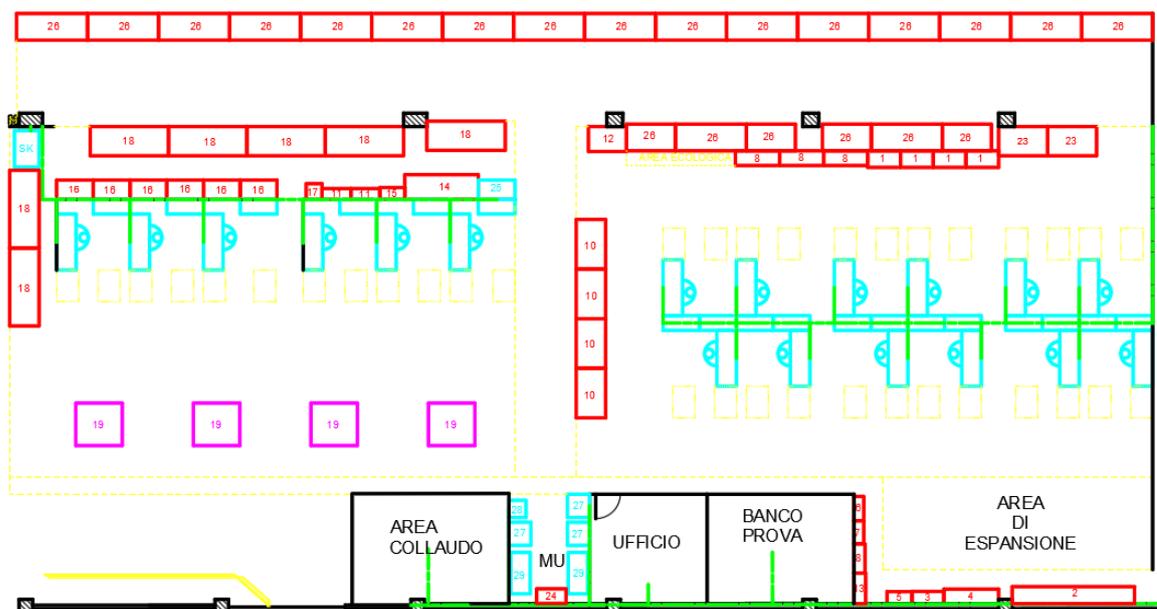


Figura 41 - Plant Layout ristrutturazione totale

A causa del budget a disposizione e del tempo limitato per realizzare la ristrutturazione delle UTE, si sono dovute variare alcuni cambiamenti effettuati nel progetto precedente. Principalmente nel nuovo plant-layout si è dovuto lasciare invariato l'impianto elettrico e anche quello di distribuzione di aria compressa ai banchi da lavoro (indicati con linee verdi continue).

Nel secondo progetto di plant-layout si è realizzata una ristrutturazione parziale delle UTE. In particolare sono state corrette tutte le principali criticità evidenziate nelle pagine precedenti ed è stato dato un peso d'importanza inferiore all'analisi dei flussi.

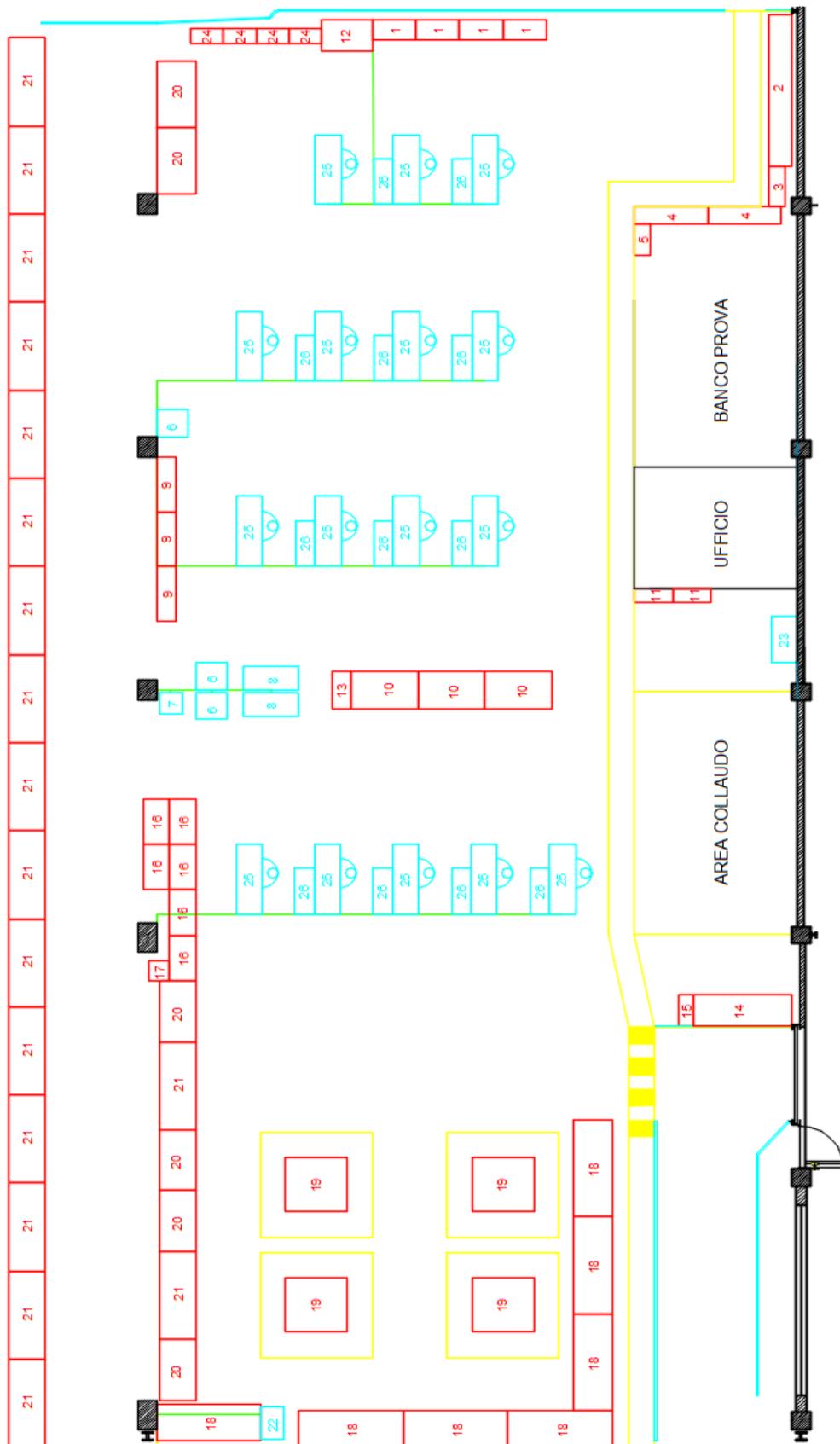


Figura 42 – Nuovo plant layout UTE A1 e A2

Nel nuovo layout (Figura 42) si possono individuare le modifiche effettuate:

- Le scaffalature sono state spostate sul lato Magazzino, in modo da creare un unico corridoio di accesso alle posizioni di reparto e ai kanban.
- L'area di collaudo è stata posizionata centralmente, accanto all'ufficio.
- Per garantire la facilità di ingresso alla zona di montaggio dei feeder, è stato aperto un passaggio per il carrello elevatore, dal corridoio di collegamento con il reparto Macchine Utensili.
- Per la sicurezza del personale, è stata tracciata la segnaletica del passaggio pedonale, delle aree di lavoro dei feeder e del collaudo.
- Per garantire maggiore flessibilità è stata creata un'area di espansione per un eventuale aumento delle postazioni di lavoro,
- Gli archivi dei documenti cartacei sono stati dislocati in posizione laterale, sul lato Uffici.

L'attrezzatura e l'arredamento presenti all'interno dell'area di collaudo, dell'ufficio e del banco prova, non sono stati rappresentati nel layout, perché non sono stati soggetti a modifiche.

7.2.1 REALIZZAZIONE

Una volta validato il progetto di layout dai responsabili preposti, si è passati alla fase di realizzazione fisica del lavoro.

La prima fase è stata la rimozione dell'arredamento e del materiale presente. In seguito ad un'accurata pulizia, una ditta specializzata ha posato una pavimentazione antiscivolo in resina di quarzo, con caratteristiche appropriate alle attività svolte nelle aree in questione.

Ultimato il pavimento, è stato necessario realizzare un layout apposito per la tracciatura della segnaletica orizzontale, che delimita il passaggio pedonale, l'area collaudo e la zona di lavoro dei supporti per i cassoni feeder (Figura 43).

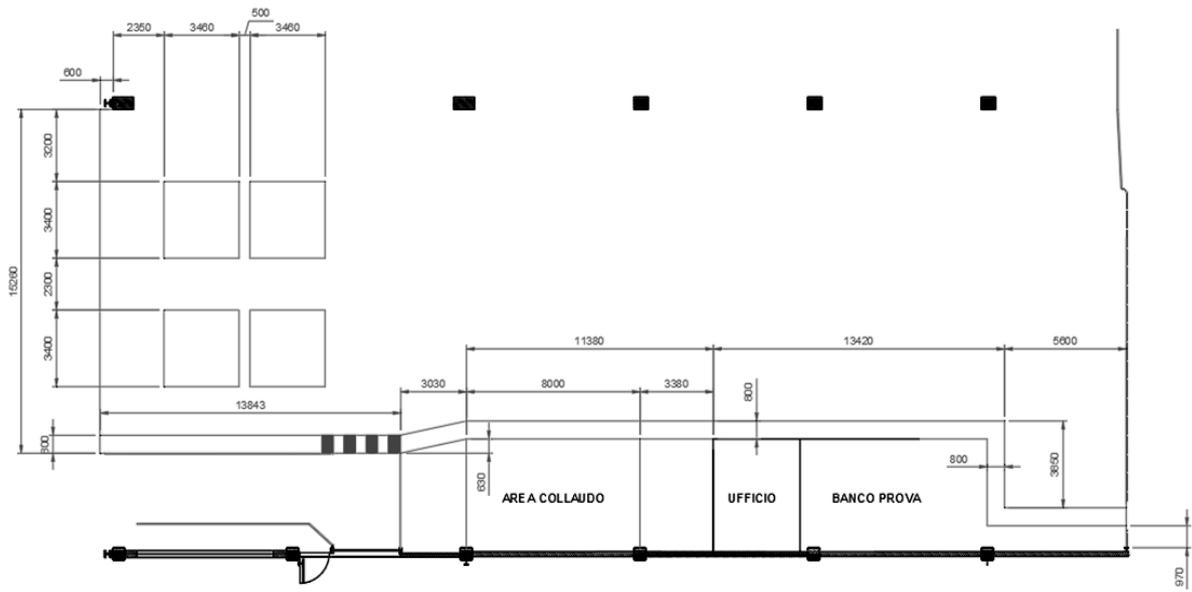


Figura 43 - Layout della segnaletica orizzontale



Figura 44 - Segnaletica orizzontale UTE A2



Figura 45 - Segnaletica orizzontale UTE A1

Una volta conclusi questi lavori eseguiti da una ditta esterna (Figura 44 - Figura 45), si è passati alla fase d'installazione dell'arredo e dell'attrezzatura da parte del personale del reparto. Durante questa fase sono state apportate ancora alcune modifiche di tipo operativo al progetto: per esempio come la sostituzione degli armadi dell'archivio disegni, l'adeguamento di un trapano a colonna agli standard attuali di sicurezza e la sostituzione del calcolatore a disposizione dell'area collaudo.

Il risultato finale (Figura 46 - Figura 47) ha permesso di ottenere maggiore ordine e pulizia, migliorando, in generale, l'ambiente di lavoro e soprattutto ha risolto le principali criticità presenti all'interno delle aree considerate.



Figura 46 - Nuova posizione delle scaffalature



Figura 47 - Posizionamento dell'arredo

7.2.2 ANALISI DEI FLUSSI

Durante la progettazione è stato necessario fare uno studio qualitativo dei flussi di materiale che attraversano le UTE. Il primo passo è stato l'individuazione dei collegamenti interni tra le strutture delle aree (Figura 48 - Tabella 22).

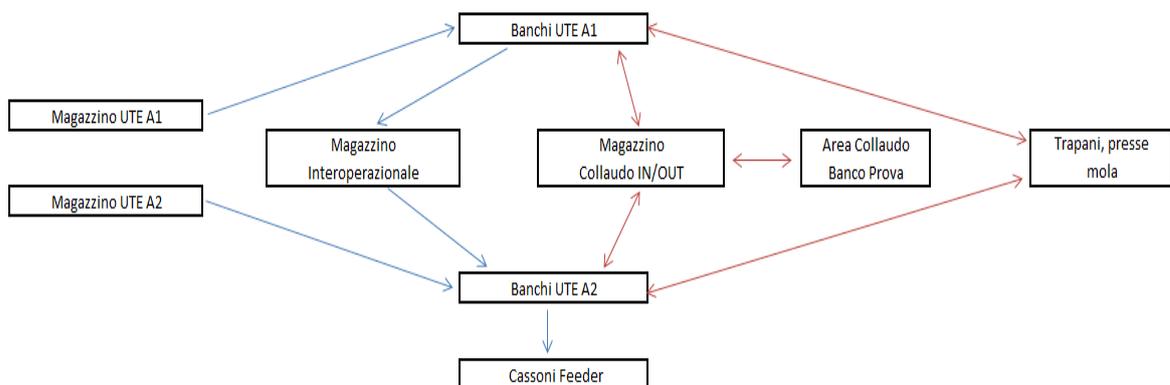


Figura 48 - Flussi semplificati

In seguito, si è passati ad analizzare la situazione del layout precedente, utilizzando lo Spaghetti Chart.

ID FLUSSO	DESCRIZIONE DEL FLUSSO
1	Prelievo di materiale dalle posizioni di reparto
2	Meccanismi destinati all'area di collaudo e al banco prova
3	Meccanismi posizionati nel magazzino inter-operazionale
4	Prelievo di materiale dal magazzino inter-operazionale
5	Meccanismi destinati ai feeder
6	Flusso di materiale per lavaggio
7	Meccanismi in uscita
8	Materiale destinato alle posizioni di reparto

Tabella 22- Descrizione dei flussi

Lo Spaghetti Chart è uno strumento che consente di mappare i flussi di materiale all'interno di un sito produttivo. Il risultato del grafico è la traccia degli spostamenti, che permette di individuare alcune zone critiche e la linearità o meno dei flussi.

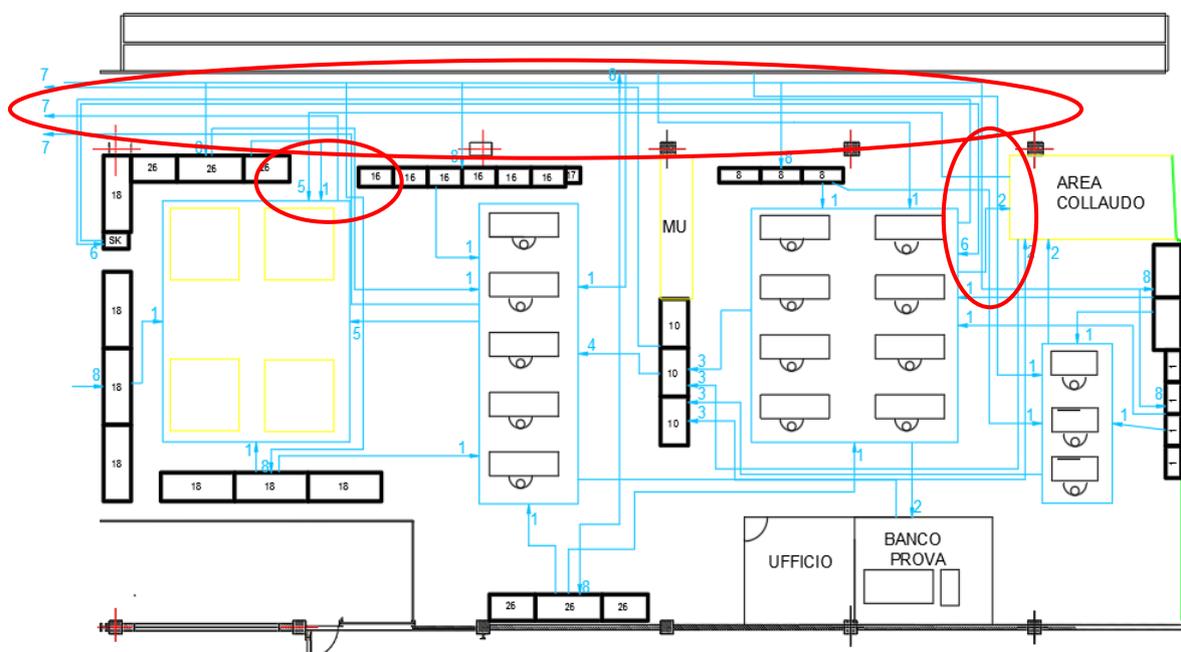


Figura 49 - Spaghetti Chart del layout precedente

Il grafico (Figura 49) ottenuto permette di individuare tre aree maggiormente sollecitate dai flussi: la prima è sicuramente il corridoio del magazzino di reparto, la seconda l'ingresso alla zona dei supporti Feeder e l'ultima è il corridoio utilizzato per l'area collaudo e per la scaffalatura adiacente.

Per comprendere il miglioramento che è stato compiuto con la realizzazione del nuovo layout, si è tracciato un'altra volta lo Spaghetti Chart (Figura 50).

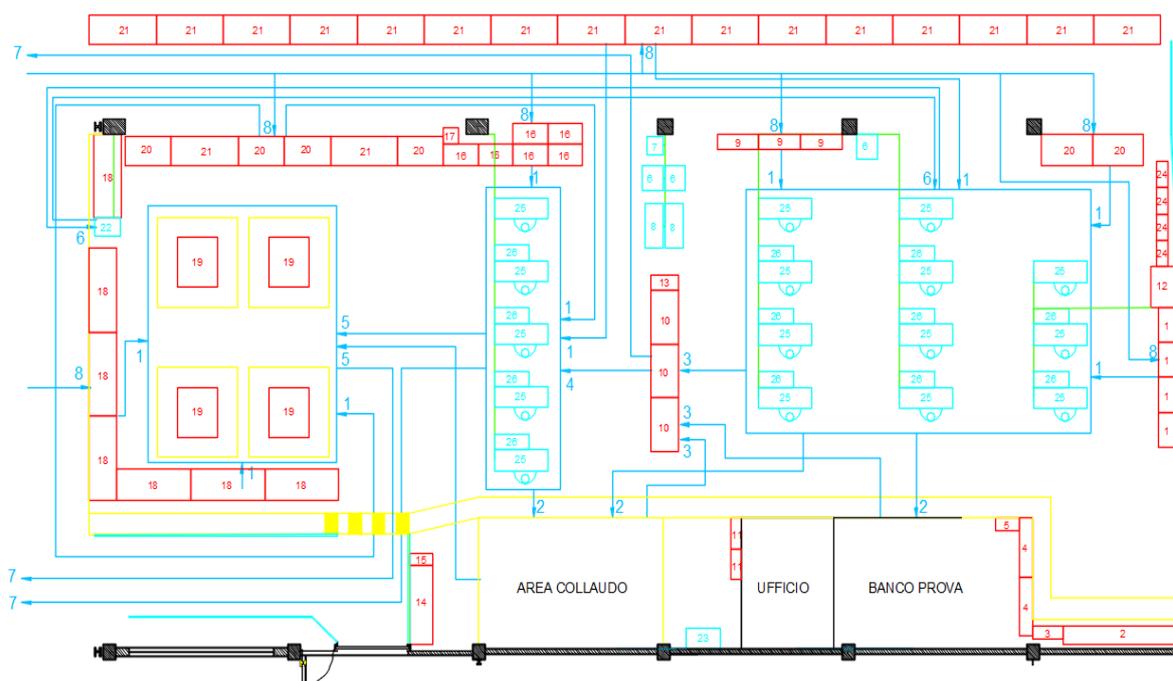


Figura 50 - Spaghetti Chart del nuovo layout

Le linee tracciate non rappresentano il flusso reale di materiale. Questo perché nello Spaghetti Chart si sono considerati dei sotto gruppi, come per esempio i banchi e le scaffalature e non sono stati analizzati i flussi dei singoli banchi o delle singole posizioni delle scaffalature. Il motivo di questa scelta è dovuto alla mancanza di dettagli sui singoli flussi e alla flessibilità di produzione delle aree esaminate.

Confrontando i due risultati si possono notare come sono state eliminate due zone critiche individuate nel layout precedente. Per quanto riguarda il corridoio del magazzino di reparto, c'è stato un alleggerimento dei flussi, sfruttando il nuovo accesso dell'area di montaggio Feeder. Inoltre, si è cercato di raccogliere tutti i flussi

provenienti dall'esterno nel corridoio del magazzino, con alcune eccezioni che potrebbero essere eliminate collocando il materiale in posizioni di reparto differenti.

Per approfondire in modo quantitativo l'analisi dei flussi, si è calcolato la lunghezza degli spostamenti percorsi dal materiale all'interno delle aree. Per ottenere un miglioramento e una riduzione dei tempi di flusso, i percorsi misurati nel layout attuale devono essere inferiori a quelli rilevati nella disposizione precedente.

ID FLUSSO	DESCRIZIONE DEL FLUSSO	L _{OLD} [m]	L _{NEW} [m]	Efficienza
1	Prelievo di materiale dalle posizioni di reparto	108,5	69,2	36,2%
2	Meccanismi destinati all'area di collaudo e al banco prova	41,8	15,7	62,4%
3	Meccanismi posizionati nel magazzino inter-operazionale	58,7	21,6	63,2%
4	Prelievo di materiale dal magazzino inter-operazionale	3,5	3,5	0,0%
5	Meccanismi destinati ai feeder	42,4	19,8	53,3%
6	Flusso di materiale per lavaggio	104,7	98,3	6,1%
7	Meccanismi in uscita	85	89	-4,7%
8	Materiale destinato alle posizioni di reparto	288,4	207,7	28,0%
Totale		733	524,8	28,4%

Tabella 23 - Analisi quantitativa dei flussi

L'analisi quantitativa dei flussi (Tabella 23) ha permesso di calcolare l'efficienza dei percorsi. In particolare su otto tipologie, solo il percorso del flusso dei meccanismi in uscita (ID Flusso 7) risulta maggiore, a causa dello spostamento della via di accesso alla zona di montaggio dei feeder.

I maggiori miglioramenti si possono osservare nei flussi diretti all'area di collaudo e al banco prova (ID Flusso 2), questo grazie al loro nuovo posizionamento. Per quanto riguarda il flusso dei meccanismi posti nel magazzino inter-operazionale (ID Flusso 3), la maggiore efficienza è dovuta alla disposizione dei banchi nell'UTE A1, considerati come un gruppo unico e non divisi in due parti.

7.2.3 ANTINCENDIO

Con il restyling delle aree, è emersa l'obsolescenza delle posizioni degli estintori presenti. Per questo motivo si è resa necessaria una verifica del numero di dispositivi e una ricollocazione più funzionale e sicura.

Il calcolo della quantità di estintori da installare è disciplinato dal DM 10/03/98 ed è basato in funzione del rischio d'incendio.

Gli estintori installati nel reparto contengono polvere, hanno una capacità di 6 kg e un potere estinguente 34 A – 233 B – C.

La superficie totale interessata dall'analisi è di circa 960 m². Considerando che all'interno dell'area non ci sono grandi quantità di materiale infiammabile, si può considerare il reparto come una zona a basso rischio (200 m² - Tabella 24).

TIPO DI ESTINTORE	SUPERFICIE PROTETTA DA UN ESTINTORE [m ²]		
	Rischio basso	Rischio medio	Rischio elevato
13 A – 89 B	100	-	-
21 A – 113 B	150	100	-
34 A – 233 BC	200	150	100
55 A – 233 BC	250	200	200

Tabella 24 - Tabella della superficie protetta dagli estintori

Il calcolo del numero di estintori è il rapporto tra la superficie totale e quella coperta dal singolo estintore.

$$N^{\circ} \text{ estintori} = \frac{960}{200} = 4.8 \Rightarrow 5$$

La posizione degli estintori e dell'idrante a muro con tubazione flessibile (UNI 45), rappresentata nella Figura 51, permette di coprire l'intera area con ampio margine di sicurezza: come da norma di legge, la distanza che una persona deve percorrere per utilizzare l'estintore, non supera i 30 m.

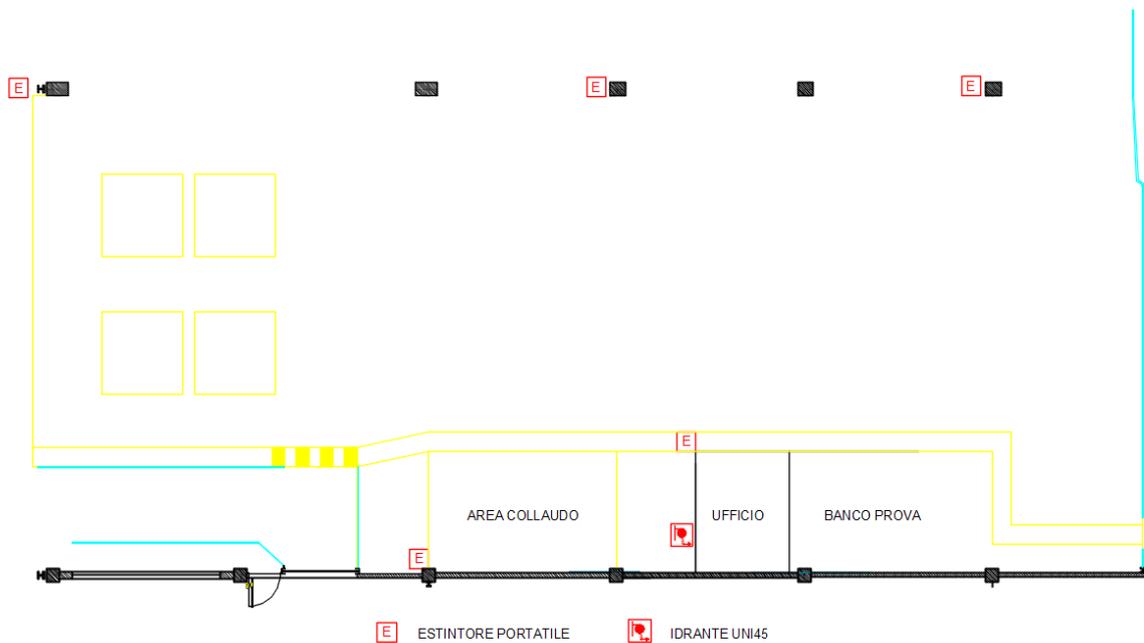


Figura 51 - Layout antincendio

7.2.4 POSTAZIONE DI LAVORO

Per aumentare l'efficienza della postazione di lavoro si è pensato di dotare ogni banco con un computer all-in-one con schermo touch screen (Figura 52).

L'obiettivo di tale innovazione è quello di eliminare il consumo di carta per i disegni dei meccanismi e ridurre il tempo necessario per compilare le schede di lavoro e per consultare le distinte.

Ogni calcolatore sarà collegato alla rete aziendale tramite connessione wireless e sarà installato in modo da rispettare le norme sull'ergonomia del posto di lavoro, attraverso la possibilità di regolazioni della posizione di tali dispositivi.

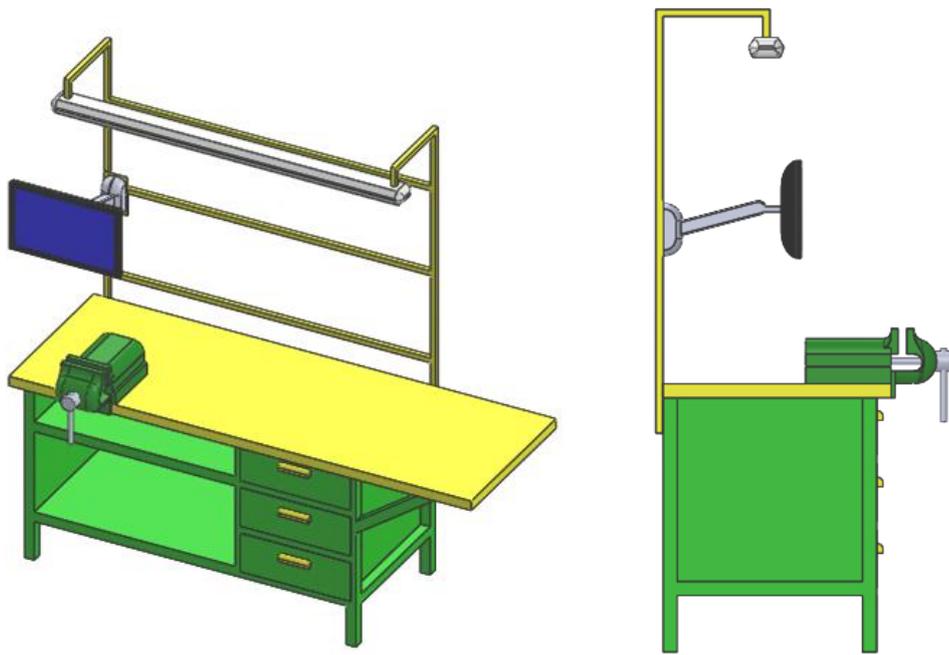


Figura 52 - Banco da lavoro con terminale video

L'utilizzo di un braccio a parete porta monitor permette, oltre di supportare il dispositivo, anche di regolare la posizione per una migliore visualizzazione della schermata.

L'unica modifica ai banchi, necessaria per l'installazione del braccio, è la realizzazione di una staffa o di una piastra di collegamento. Per quanto riguarda l'alimentazione dei computer, è semplicemente necessario il cablaggio di una guaina dal quadro elettrico presente nel banco.

Un esempio commerciale delle caratteristiche del braccio di supporto è riportato nella Figura 53.

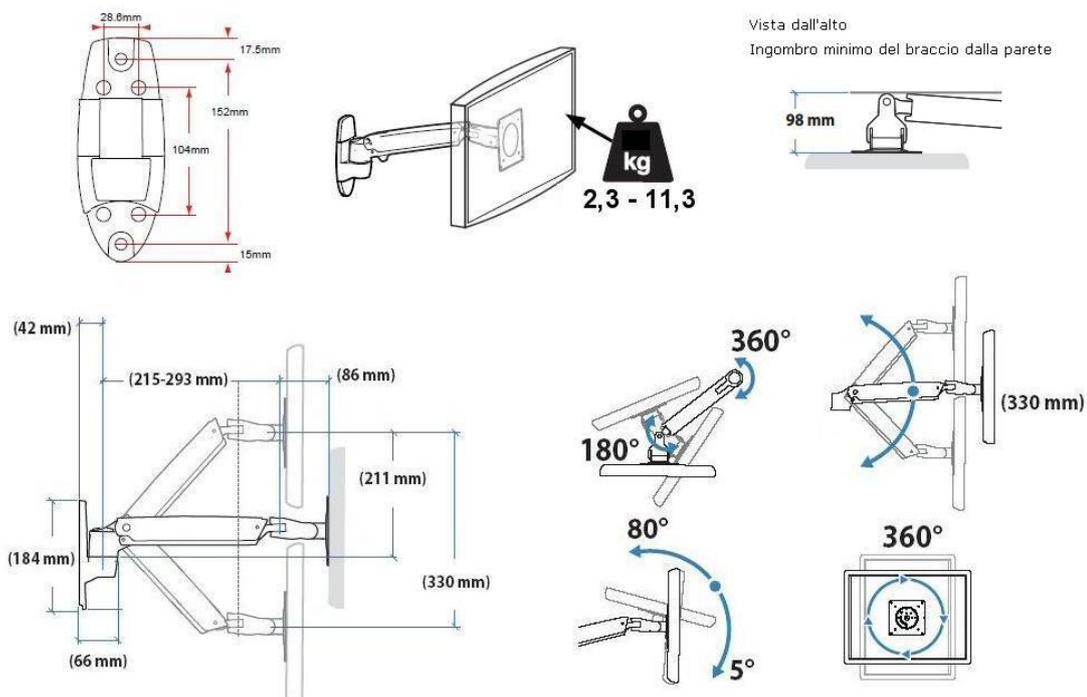


Figura 53 – Regolazioni e caratteristiche di un braccio porta monitor

7.3 UTE A5

Analizzando l'area di montaggio degli e-moc (Figura 54) si nota come la distribuzione delle scaffalature (Figura 55 - Figura 56) non permetta un efficiente sfruttamento della superficie occupata a causa della presenza dei relativi corridoi di accesso.

Come nel caso delle aree UTE A1 e UTE A2 ci sono alcuni vincoli da rispettare, come il mantenimento dell'arredamento attuale (Tabella 25) e la presenza delle canaline dell'impianto elettrico e dell'aria compressa. Per quest'ultimo motivo, si è cercato di mantenere le attrezzature di collaudo nella loro posizione attuale.

Per quanto riguarda l'analisi dei flussi, non è possibile ottenere grandi miglioramenti, poiché l'entrata e l'uscita del materiale avvengono attraverso un unico accesso localizzato sul lato grandi impianti e l'area a disposizione non è abbastanza ampia da impostare un layout a "U".

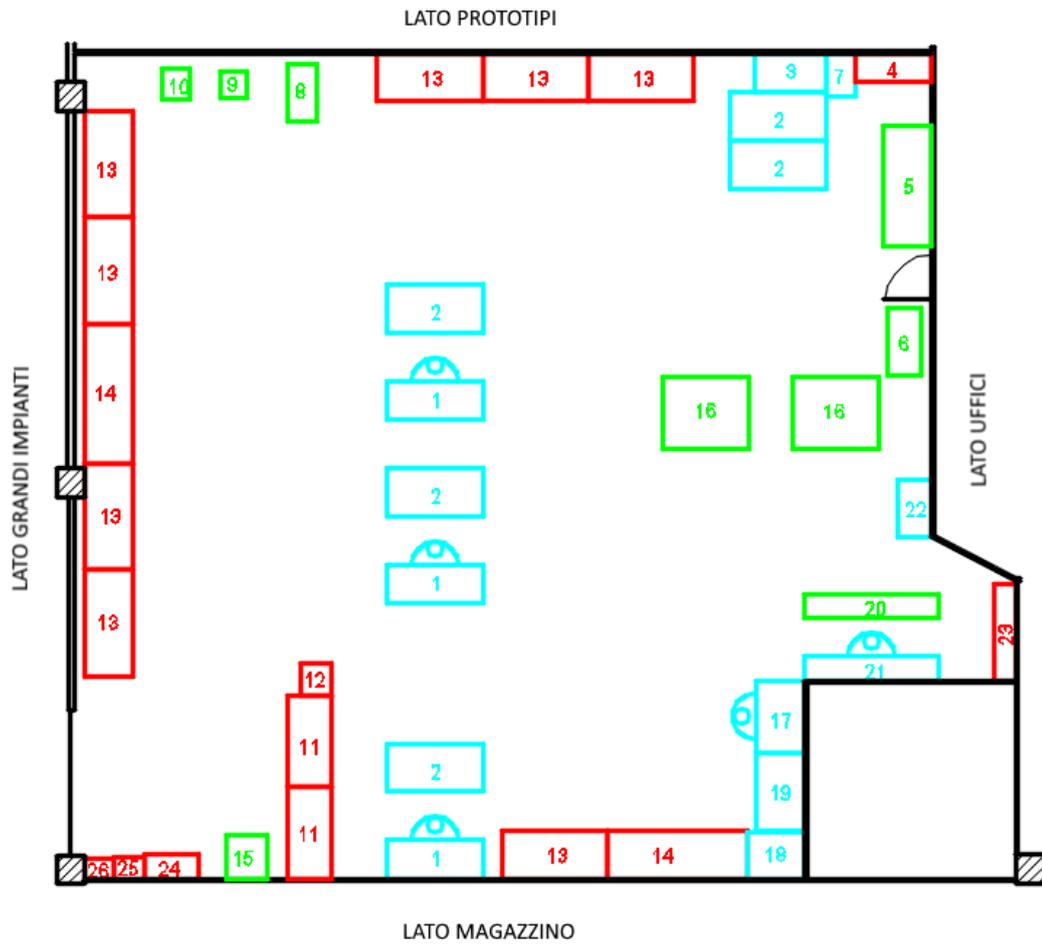


Figura 54 - Layout attuale dell'UTE A5

ID	Tipo	Dimensioni d'ingombro superficiale [mm]	Quantità
1	Banco da lavoro	2000x800	3
2	Banco da lavoro	2000x1000	5
3	Banco per maschi	1500x800	1
4	Scaffale attrezzatura maschi	1600x600	1
5	Macchina di collaudo maschi	2500x1000	1
6	Pressa	1400x700	1
7	Tavolo per calcolatore	600x900	1
8	Trapano a colonna	600x1200	1
9	Mola da banco	550x550	1
10	Pressa	600x660	1
11	Scaffale per cassette	1900x900	2
12	Scaffale per bulloneria	650x650	1
13	Scaffalatura pallet	2400x1000	8
14	Scaffalatura pallet	2900x1000	2
15	Lavatrice a ultrasuoni (Safety Kleen)	850x900	1
16	Macchina di collaudo e-moc	1800x1500	2
17	Tavolo per calcolatore	1500x1000	1
18	Banco prova	1200x950	1
19	Banco prova	1600x1000	1
20	Banco prova	2800x400	1
21	Banco da lavoro	2800x500	1
22	Banco da lavoro	2000x450	1
23	Armadio attrezzatura	1200x700	1
24	Armadio attrezzatura	620x450	1
25	Armadio attrezzatura	620x450	1
26	Armadio attrezzatura	620x400	1

Tabella 25 - Arredo e attrezzatura dell'UTE A5



Figura 55 - Scaffalature lato prototipi e grandi impianti



Figura 56 - Scaffalatura lato magazzino

Per risolvere questo problema si è pensato alla creazione di un apposito corridoio di servizio per tutte le tre scaffalature presenti. In questo caso, la bassa densità di attrezzatura e di arredamento permette la loro modularità. Infatti, è possibile avanzare tre proposte di layout variando semplicemente la posizione del corridoio degli scaffali.

7.3.2 SECONDA PROPOSTA DI LAYOUT



Figura 58 - Layout 1 UTE A5

Questo layout (Figura 58) consiste nella creazione di un corridoio dedicato al magazzino di pallet e di un'area specifica per la produzione.

Questa soluzione permette un maggiore sfruttamento dello spazio disponibile, con conseguente possibilità di aumento delle postazioni di lavoro e della produttività.

La posizione delle scaffalature obbliga due cambi di direzione da parte del carrello elevatore per accedere ai pallet.

7.3.3 TERZA PROPOSTA DI LAYOUT

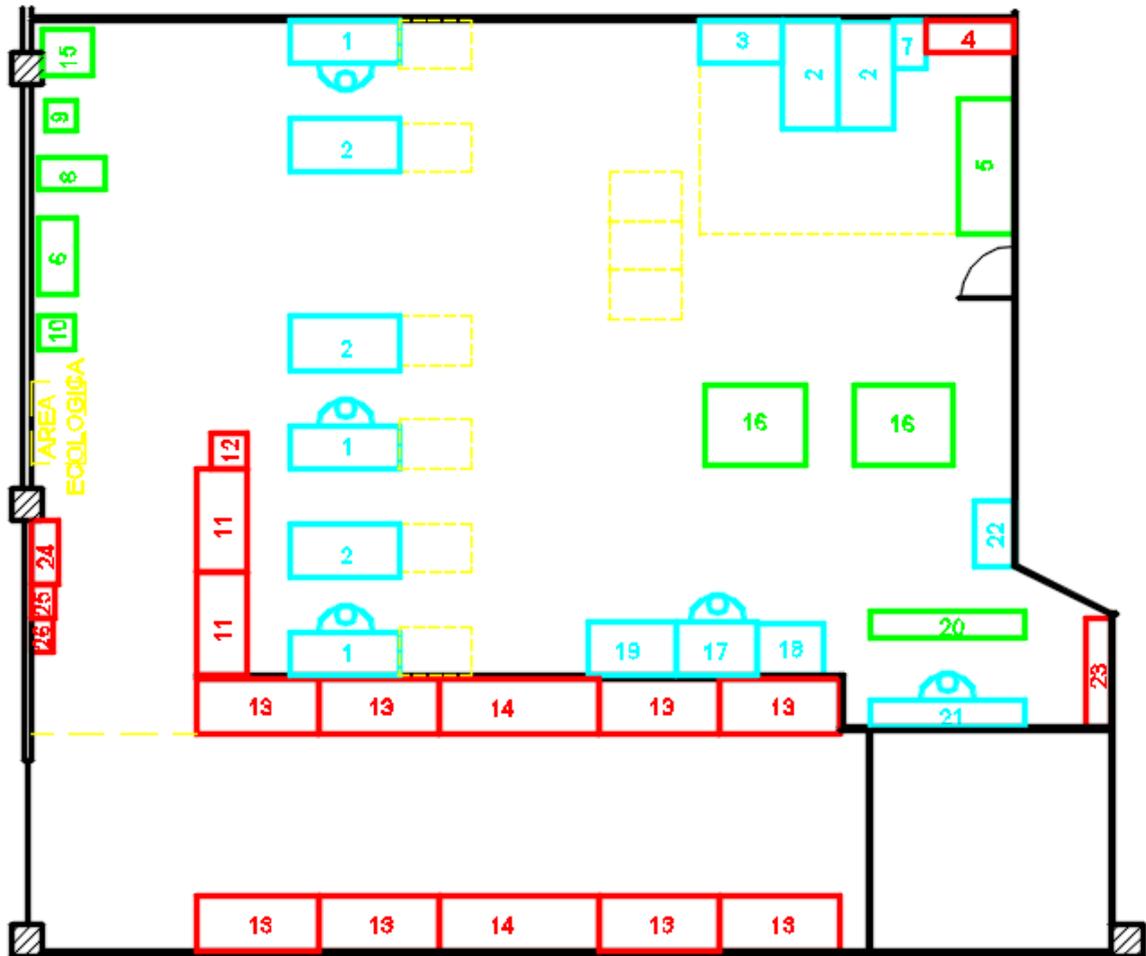


Figura 59 - Layout 1 UTE A5

L'ultima proposta di layout (Figura 59) è quella che richiede maggiori modifiche e spostamenti, ma permette un miglior accesso alla scaffalatura da parte del carrello elevatore.

Lo svantaggio maggiore è la larghezza ridotta dell'entrata di accesso all'area di produzione, ma comunque sufficientemente ampia per permettere l'eventuale passaggio del carrello elevatore.

7.3.4 REALIZZAZIONE, POSTAZIONE DI LAVORO E ANTINCENDIO

Attualmente per l'UTE A5 non si è ancora realizzato il progetto, poiché si prevede di aumentare la produttività dell'area con lo sviluppo delle tecnologie prodotte o assegnando nuovi processi produttivi. Per questi motivi l'area potrebbe essere soggetta a nuovi studi di layout in un prossimo futuro.

Anche per i banchi presenti all'interno dell'area, si prevede l'installazione del calcolatore con braccio porta monitor, con l'obiettivo di aumentare la flessibilità della postazione di lavoro.

Per quanto riguarda la protezione antincendio, nel layout attuale è posizionato un solo estintore accanto alla porta sul lato uffici. Considerando i parametri simili alle due aree, analizzate precedentemente e valutando la superficie totale occupata, si può verificare se il numero di estintori è adeguato.

$$N^{\circ} \text{ estintori} = \frac{280}{200} = 1.4 \Rightarrow 1$$

L'approssimazione per difetto tiene conto del numero di persone impiegate nell'area (non superiore alle tre unità) e della presenza di un naspo a pochi metri dall'ingresso dell'area. In conclusione, tutte le tre proposte di layout permettono di mantenere la posizione attuale dell'estintore.

8 CONCLUSIONI

Il lavoro svolto in questa tesi ha permesso di ottenere alcuni vantaggi e di risolvere le criticità rilevate all'interno delle aree UTE del reparto Vetro Cavo, analizzate.

Nel dettaglio, l'analisi dei cicli ha permesso la verifica del numero di postazioni di lavoro e della quantità di posizioni a reparto necessarie alle tre UTE; mentre con l'analisi delle posizioni di reparto è stato possibile ottimizzare i codici presenti, per ridurre i tempi di gestione del magazzino per l'approvvigionamento del materiale al reparto produttivo.

Inoltre lo studio del nuovo plant layout ha portato a migliorare alcuni aspetti del reparto. In particolar modo la nuova posizione dell'area di collaudo, vicina al magazzino inter-operazionale, ha permesso di migliorare i flussi in ingresso e in uscita e in secondo luogo ha aumentato la superficie disponibile di circa il 20%. Un secondo risultato ottenuto dal nuovo layout è la presenza di un'area di ampliamento nell'UTE A1, in grado di contenere da due a tre banchi da lavoro in più. Il terzo aspetto è la nuova disposizione delle scaffalature per pallet lungo un unico corridoio, che permette di eliminare il pericolo derivante dal passaggio del carrello elevatore nel corridoio interposto tra l'UTE A1 e A2. Il risultato finale ottenuto, garantisce una maggiore linearità e un miglior ordine dei flussi, eliminando i punti nei quali c'erano maggiori criticità.

In generale, il lavoro di tesi ha permesso di entrare nell'ottica produttiva di una grande azienda che costruisce macchine complesse e tecnologicamente avanzate, di applicare le conoscenze acquisite durante i corsi di studio e di apprenderne di nuove. Oltre a ciò, ha consentito di comprendere l'utilità del lavoro di tesi all'interno dell'azienda, grazie alla possibilità di osservare e di partecipare alla realizzazione materiale di parte del progetto.

9 ALLEGATI

9.1 ANALISI DEI CICLI AREA UTE A1

UTE A1							
Tipo Pallet	Cicli	Pallet	Cicli/mese	Pallet/mese	Tempo ore	% Tempo	Tempo medio ciclo
	10 mesi	10 mesi	1 mese	1 mese	ore		ore
A	191	96	19,1	10	66,34	0,30%	0,35
B	151	76	15,1	8	132,10	0,59%	0,87
C	225	225	22,5	22,5	353,09	1,57%	1,57
D	421	421	42,1	42,5	1363,96	6,07%	3,24
E	424	424	42,4	42,5	2560,12	11,39%	6,04
F	258	387	25,8	39	2981,60	13,27%	11,56
G	196	392	19,6	39,5	4711,47	20,97%	24,04
H	183	732	18,3	73,5	10298,79	45,84%	56,28
TOTALE	2049	2753	204,9	277,5	22467,47		

Tabella 26

9.2 ANALISI DEI CICLI AREA UTE A2

UTE A2							
Tipo Pallet	Cicli	Pallet	Cicli/mese	Pallet/mese	Tempo ore	% Tempo	Tempo medio ciclo
	10 mesi	10 mesi	1 mese	1 mese	ore		ore
A	74	74	7,4	7,5	31,13	0,32%	0,42
B	103	206	10,3	21	91,36	0,95%	0,89
C	178	534	17,8	53,5	303,63	3,15%	1,71
D	170	850	17,0	85	537,81	5,58%	3,16
E	144	1008	14,4	101	934,38	9,69%	6,49
F	55	550	5,5	55	629,03	6,52%	11,44
G	43	602	4,3	60,5	975,57	10,12%	22,69
H	101	2020	10,1	202	6137,49	63,66%	60,77
TOTALE	868	5844	86,8	585,5	9640,4		

Tabella 27

9.3 ANALISI DEI CICLI AREA UTE A5

UTE A5							
Tipo Pallet	Cicli	Pallet	Cicli/mese	Pallet/mese	Tempo ore	% Tempo	Tempo medio ciclo
	10 mesi	10 mesi	1 mese	1 mese	ore		ore
A	4	2	0,4	0,5	1,6	0,08%	0,40
B	17	9	1,7	1,0	14,55	0,77%	0,86
C	16	16	1,6	2,0	28,3	1,50%	1,77
D	24	24	2,4	2,5	82,3	4,37%	3,43
E	71	71	7,1	7,5	424,29	22,51%	5,98
F	56	84	5,6	8,5	563,49	29,90%	10,06
G	17	26	1,7	3,0	384,99	20,43%	22,65
H	8	16	0,8	2,0	385	20,43%	48,13
TOTALE	213	248	21,3	27	1884,52		

Tabella 28

9.4 POSIZIONI DI REPARTO CODICI MAKE OR BUY

Numero	Posizioni Pallet BUY
1	1 D12A05
2	1 D12C01
3	1 D12C03
4	1 D12C04
5	1 D12C05
6	1 D12C06
7	1 D12D01
8	1 D12D03
9	1 D12D04
10	1 D12D05
11	1 D12E01
12	1 D12F01
13	1 D12G05
14	1 F1503D06
15	1 F1504A01
16	1 F1504A02
17	1 S01N1Z
18	1 S01N2Y
19	1 S01N2Z
20	1 S01N3X
21	1 S01O0Y
22	1 S01P1Z
23	1 S01P2X
24	1 S01P3X
25	1 S01P3Z
26	1 S01Q0Z
27	1 S01Q1Y
28	1 S01R4Y
29	2 S01R4Z

Tabella 29

9.5 CODICI MAKE DA SPOSTARE IN POSIZIONE DI REPARTO

Numero	Codice	Posizione	Numero	Codice	Posizione
1	A140-13-5A	X DE3Z	22	A243-3-11	Y AC0
2	A140-20-5A	X CE2X	23	A248-2203	Y DA1
3	A140-8-1	Y CC2	24	A248-2204	Y CC2
4	A140-8-3	Y CA0	25	A248-2205	Y CD2
5	A173-6-11	Y DD1	26	A248-2210	YBC2
6	A187-25-22	Y CC2	27	A248-3504	Y BC0
7	A187-25-6	Y CG1	30	A248-58200	Y AC2
8	A187-25-7	Y CG1	31	A248-58600	Y CC0
9	A187-25-8	Y CG1	32	A248-58602	Y BB0
10	A187-25-9	Y CD2	33	A248-58626	Y AC1
11	A187-29-101A	Y AA1R	34	A248-61215	Y ZA18
12	A187-29-10704	X CP0Z	35	A248-65601	Y BB1
13	A187-29-111	Y BH1	37	A248-70411	Y AG0
14	A187-29-126	Y AE1Q	38	A248-70411A	Y AE3
15	A187-29-130	Y CB1	39	A248-73205	Y AD0
16	A187-29-137	X CB3X	40	A248-73381A	Y DB1
17	A187-29-77	Y CA0	41	A248-83201A	Y AD0
18	A187-34-12	Y AB2	42	A248-86605	Y BA0
19	A223-15100	Y AC2	43	A248-86606	Y BG2
20	A223-5438A	Y CD0	44	A248-86607	Y CA1
21	A223-5477	YAF1	45	A248-86632	Y CB0

Numero	Codice	Posizione	Numero	Codice	Posizione
46	A248-88244	Y CD2	71	A281-1259	Y BD1
48	A262-2878	Z AC1	72	A281-1286	Y CC2
49	A262-2978	Y AD2	73	A281-1293A	Y CD2
50	A262-2979B	Y AB1	74	A281-1300	Y BF1
51	A262-2981A	Y DA2	75	A281-1303	Y BD1
52	A281-1020	Y BG1	76	A281-1304	Y BG1
53	A281-1021	X EA4X	77	A281-1305	Y ZA80
54	A281-1027	X DD3Z	78	A281-1350	Y BA2
55	A281-1029	X EF7Y	79	A281-1356	Y DA2
56	A281-1030	Y BG1	80	A281-1398	Y CD2
57	A281-1031	Y CD2	81	A281-1399	Y AH0
58	A281-1032	Y BG1	82	A281-1425	Y BA0
59	A281-1042	Y CC2	83	A281-1435	Y BA2
60	A281-1044	Y CB1	84	A281-1731	X CL6X
61	A281-1045	Y CD2	85	A281-2114	Y BH2
62	A281-1047	Y BA2	86	A281-2115	Y CA2
63	A281-1050	Y CE1	87	A281-2118	Y DE1
64	A281-1073	Y BD1	88	A281-2120	Y CC2
65	A281-1082	Y CC2	89	A281-2121	Y CD2
66	A281-1084	Y CD2	90	A281-2183	Y CC2
67	A281-1085	Y BA2	91	A281-2228	Y BG1
68	A281-1110	Y AE1	92	A281-2281	Y BB2
69	A281-1157	X FG7X	93	A281-2449	Y BA2
70	A281-1255	Y CA0	94	A281-2464	Y DD0

Numero	Codice	Posizione	Numero	Codice	Posizione
95	A281-2474	Y CE0	120	A300-1216	Y AD0
96	A281-2587	Y CD2	121	A300-1235A	Y DC3
97	A281-2587A	Y CC2	122	A306-624	Y DD0
98	A281-2588	Y AB1	123	A313-525	Y BE0
99	A281-2656	Y BE2	124	A313-526	Y DE2
100	A281-3236	Y BG1	125	A313-534A	X DE3Y
101	A281-3276	Y CA0	126	A313-538A	Y CF1
102	A281-3664	X EA6Z	127	A313-544	X DC5X
103	A281-3666	Y AA2	128	A315-2108B	X CC1Y
104	A281-3756	Y DA0	129	A315-504	Y DE0
106	A281-3963A	Y CH1	130	A315-602	Y DD1
107	A281-3964A	Y AH1	131	A315-729	Y CC0
108	A281-4184	Y AG0	132	A338-D-1415	Y BH2
109	A281-4262	Y BG2	133	A338-D-1416	Y AC2
110	A281-4300	Y AB0	134	A340-1010	Y AC1
111	A281-4316	Y CB1	135	A344-10559	Y AD0
112	A281-4389	Y CA0	136	A344-1109	Y AE0
113	A281-4510	Y CE0	137	A344-1977	Y DE1
114	A281-605/1	Y BF1	138	A344-22001/15	Y ZA10
115	A281-605/13	Y CB1	139	A344-329	Y CH2
116	A281-605/27	Y BE2	141	A344-54	Y CC2
117	A281-605/4	Y BB1	142	A344-795	Y BG1
118	A281-6317	Y BF1	143	A375-11-554	Y BA1
119	A294-2034	Y AE2	144	A375-11-555	Y BA1

Numero	Codice	Posizione	Numero	Codice	Posizione
145	A375-11-556	Y BA1	169	A395-16-9	Y CD1
146	A375-11-557	Y BA1	170	A395-2-11	X FE0YZ
147	A375-D-337	Y CB1	171	A395-2-28	Y CA1
148	A391-11324	Y AA1	172	A395-2-4	Y DD1
149	A391-11331	X DB6Y	173	A395-2-92	Y CC1
150	A394-5157	Y AE0	174	A395-5-334	Y CD2
151	A394-5459	Y AB0	175	A395-5-568	X EF8Z
152	A394-5460	Y BB1R	176	A395-7-36	X CB3X
153	A394-5488	Y BD0	177	A395-7-38	Y AH2
154	A394-5489	Y DD0	178	A395-7-60	Y CF1
155	A394-5497	Y BC0	179	A395-8-11	Y CA0
156	A394-5544B	X CC1Y	180	A395-8-13	Y BC1
157	A394-5551	Y AB1	181	A395-8-27	Y CF0
158	A394-5552	X CI3Y	182	A395-8-28	Y AA0
159	A394-5554	Y DE1	183	A395-8-34	X CN4Z
160	A394-5557	Y DE0	184	A395-8-41	X EC5Z
161	A394-5558	Y AD0	185	A395-8-46	Y BA1
162	A394-5564C	Y AE1	186	A395-8-6	Y BD1
163	A394-5644	Y AC0	187	A395-9-1	Y AC1
164	A395-11-40	Y CH1	188	A395-9-11	Y BB1
165	A395-15-16	Y CB1	189	A395-9-2	X DE3Z
166	A395-15-20	Y BA0	190	A485-11-6A	X FB9X
167	A395-15-24	Y BD1	191	A485-2-8	Y CD1
168	A395-16-16A	Y DF2	192	A495-2-1	X CI8X

Numero	Codice	Posizione	Numero	Codice	Posizione
193	A495-2-10	Y AA2	217	A57-11130	X FG7X
194	A495-2-12	YCG1	218	A57-20080	X EB5Y
195	A495-2-13	Y AA0	219	A57-20081	Y DD0
196	A495-2-14	Y BC2	220	A57-20144	Y CD0
197	A495-2-15	Y CD0	221	A57-20171	X EB5Y
198	A495-2-7	Y CC2	222	A57-20185	Y CE0
199	A495-2-8	Y AA2	223	A57-20226	X DB6Y
200	A495-2-9	Y AA2	224	A57-20227	X DB6Y
201	A495-3-5	Y BB1	225	A57-20275	Y BA2
202	A495-7-7	Y BB2	226	A57-20280	Y DC2
203	A504-7-10	X EB7Y	227	A585-5-11A	Y CF0Q
204	A504-7-2	Y AH0	228	A589-1-1	X CQ4Z
205	A504-7-4	X CD2Y	229	A589-1-10	Y AA1
206	A504-7-5	Y DA1	230	A589-1-16	Y AC1
207	A504-7-6	Y DA1	231	A589-1-2	X CG3Z
208	A504-7-8	Y AB1	232	A589-1-24	Y AD0
209	A55-15-322	Y CC0	233	A589-1-4	X CQ4Z
210	A55-E-8115A	Y DF2	234	A589-1-9	Y CA1
211	A57-10709	Y CE1	235	A689-30-7	Y DD2
212	A57-10715	Y BB0	236	A703-5096A	X DL0X
213	A57-10725	X FD8X	237	A703-5098	Y DC1
214	A57-10963	Y CF0	238	A703-5116	Y AD1
215	A57-11084	Y BE1	239	A703-5416A	Y AF2
216	A57-11127	X CD5X	240	A703-5468	Y BH2

Numero	Codice	Posizione	Numero	Codice	Posizione
241	A703-5480	Y AC0	265	A703-6303	Y BC0
242	A703-5494	Y CA2	266	A703-6304	Y CC2
243	A703-5495	XDM4X	267	A703-6305	Y AC0
244	A703-5496	Y AD0	268	A703-6308	Y DC1
245	A703-5508	Y AE1	269	A703-6311	Y ZA93
246	A703-5542	X CB5Z	270	A703-6312	Y CD2
247	A703-5543	Y BE1	271	A703-6314A	Y CC2
248	A703-5618	X EG2Y	272	A703-6330	X BD4X
249	A703-5619	X CI2Y	273	A703-6331	X BM5Y
250	A703-5656	Y BF0	274	A703-6342	X CP6Z
251	A703-5659	Y AC1	275	A703-6346	X CC5Y
252	A703-5758	Y AC0	276	A703-6429	X FB8Z
253	A703-6001	Y DC0	277	A703-6465	Y DC1
254	A703-6067	Y DA1	278	A703-6466	Y CD2
255	A703-6068	Y DC0	279	A703-6475	X FB8Z
256	A703-6082A	Y CC0	280	A703-6614	X FG1Y
257	A703-6083	Y BE0	281	A703-6615	Y DD1
258	A703-6265A	X DN8Y	282	A710-5159	X CF3X
259	A703-6269	X FG5X	283	A715-5093	YCG2
260	A703-6273	Y DD0	284	A715-5109	Z BH1B
261	A703-6274A	Y AD1	285	A715-6103	X DF2X
262	A703-6281	Y BA0	286	A715-6106	X EA5Z
263	A703-6282A	Y CC2	287	A715-6112	Y DD2
264	A703-6290A	Y CC1	288	A715-6113	Y DC1

Numero	Codice	Posizione	Numero	Codice	Posizione
289	A885-10-46	X FF1Y	304	A904-9-28	Y AA2
290	A885-10-9	Y DF1	305	A904-9-51	Y CC1
291	A885-1-5	Y CB2	306	A904-9-9	Y DG2
292	A885-2-1	Y DA0	307	AX57-10407	YBE1
293	A885-4-5	Y BE1	308	AX57-10486	Y BA1
294	A885-5-1	Y AC1	309	AX57-10490	Y CA1
295	A885-5-2	Y DA0	310	AX57-10562	Y DC0
296	A885-6-1	Y BC0	311	AX57-10569	Y CD0
297	A885-8-2	Y BD0	312	AX57-10576	Y DD0
298	A885-8-3	Y DD2	313	AX57-10593	Y CA2
299	A904-9-12	Y CD1	314	AX57-10704	Y DB1
300	A904-9-16	Y CF1	315	AX57-10714	Y CB0
301	A904-9-17	Y CG 2	316	AX57-10726	X CM6Z
302	A904-9-21	Y BE1	317	AX57-10728	X EC6X
303	A904-9-25	Y DG2	318	AX885-2-17	Y DB1

Tabella 30

10 BIBLIOGRAFIA

- Masaaki Imai, “*Gemba Kaizen*”, editore McGraw Hill, 1997
- Enrico Caffagnini, “*Contenitori di Vetro*”, editore Hoepli, 1995
- Armando Monte, “*Elementi di Impianti Industriali – volume 1*”, edizioni Libreria Cortina, 2003
- Armando Monte, “*Elementi di Impianti Industriali – volume 2*”, edizioni Libreria Cortina, 2003
- Vittorio Zignoli, “*Tecnica ed Economia della produzione*”, editore Hoepli, 1972
- Womack, Jones, Roos, “*The Machine that changed the World*”, Simon & Schuster, 1985
- Pinedo, “*Planning and Scheduling in Manufacturing and Services*”, Springer, 2005
- Milanato, Pinto, “*Modellazione dei sistemi produttivi – volume 1, facility layout planning, capacity management, operations scheduling*”, Editore Pitagora, 2007
- Calligaris, Fava, Tomasello, “*Manuale di Meccanica*”, editore Hoepli, 2006
- Materiale e dispense ad uso interno di Bottero S.p.A.

- www.bottero.com
- www.assovetro.it
- www.torinovetro.it
- www.vetrolab.com
- www.leanmanufacturing.it
- www.lean-manufacturing.it
- www.kanban.it
- www.leanproducts.eu
- www.bracciportamonitor.it