

# POLITECNICO DI TORINO

Collegio di Ingegneria Gestionale

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale



## **Analisi tecnico-economica e riorganizzazione di layout in ottica Lean Manufacturing. Il caso Multilog Spa per Comau Spa.**

### **Relatore**

Prof.ssa Anna C. Cagliano

### **Co-relatore**

Ing. Alessandro Delpino

### **Candidato**

Maddalena Nardelli

---

Aprile 2021



*E pluribus unum.*

Dai tanti, uno.



# Indice

|   |    |
|---|----|
| <b>Introduzione</b> .....   | 3  |
| <b>Capitolo 1 – Il magazzino e la filosofia Lean</b> .....                              | 5  |
| 1.1 <i>Il magazzino</i> .....   | 5  |
| 1.1.1 <i>Analisi di layout</i> .....  | 5  |
| 1.1.2 <i>Sistemi di stoccaggio</i> .....  | 7  |
| 1.1.3 <i>Mezzi di movimentazione</i> .....  | 13 |
| 1.2 <i>Lean Manufacturing</i> .....   | 17 |
| 1.2.1 <i>I principi del Lean Thinking</i> .....   | 17 |
| 1.2.2 <i>Strumenti e metodologie utilizzate dalla Lean</i> .....                        | 19 |
| 1.2.3 <i>World Class Manufacturing</i> .....  | 24 |
| 1.3 <i>Metrica MTM</i> .....  | 24 |
| 1.3.1 <i>L'origine del metodo</i> .....   | 24 |
| 1.3.2 <i>Perché è possibile una metrica del lavoro?</i> .....                           | 26 |
| 1.3.3 <i>Il sistema Ergo-UAS</i> .....  | 26 |
| 1.3.4 <i>La metrica MTM nel mondo logistico</i> .....                                   | 30 |
| <b>Capitolo 2 – Multilog Spa e Comau Spa</b> .....                                      | 32 |
| 2.1 <i>L'azienda</i> .....  | 32 |
| 2.1.1 <i>Sede Interporto S.I.T.O.</i> .....   | 35 |
| 2.2 <i>Il rapporto tra Multilog Spa e Comau Spa</i> .....                               | 35 |
| 2.3 <i>Comau Spa</i> .....  | 36 |
| 2.3.1 <i>La storia dell'azienda</i> .....   | 36 |
| 2.3.2 <i>I settori di attività</i> .....  | 37 |
| <b>Capitolo 3 – Il caso di studio: approvvigionamento delle parti di ricambio</b> ..... | 39 |
| 3.1 <i>Requisiti di progetto</i> .....  | 39 |
| 3.1.1 <i>Requisiti del magazzino</i> .....  | 40 |
| 3.1.2 <i>Attività di ricevimento merci</i> .....  | 41 |
| 3.1.3 <i>Attività di spedizione merci</i> .....   | 42 |
| 3.1.4 <i>Le tipologie di imballaggio</i> .....  | 46 |
| 3.1.5 <i>La gestione del servizio</i> .....   | 50 |

|  |            |
|--|------------|
| 3.2 Dati forniti .....   | 51         |
| <b>Capitolo 4 – Dimensionamento del magazzino .....</b>                    | <b>56</b>  |
| 4.1 La situazione as-is .....  | 57         |
| 4.2 Ri-layout del magazzino .....  | 63         |
| 4.2.1 Aree di carico e scarico.....  | 63         |
| 4.2.2 Area di ricevimento .....  | 64         |
| 4.2.3 Area di spedizione.....  | 65         |
| 4.2.3 Area di stoccaggio .....   | 65         |
| 4.2.4 Area di confezionamento .....  | 74         |
| 4.2.4 Area qualità .....   | 78         |
| <b>Capitolo 5 – Analisi dei flussi logistici e proposta economica.....</b> | <b>81</b>  |
| 5.1 Analisi dei flussi logistici e dimensionamento risorse .....           | 81         |
| 5.1.1 Criteri per il calcolo del tempo-ciclo .....                         | 81         |
| 5.1.2 Flussi Inbound .....   | 85         |
| 5.1.3 Flussi Outbound.....   | 100        |
| 5.1.4 Dimensionamento delle Risorse.....                                   | 129        |
| 5.2 Sviluppo della base costi e della griglia tariffaria.....              | 136        |
| 3.5.1 La base costi .....  | 136        |
| 3.5.1 Pricing grid.....  | 146        |
| <b>Capitolo 6 – Conclusioni .....</b>                                      | <b>150</b> |
| 6.1 Benefici del lavoro di tesi.....                                       | 150        |
| 6.2 Limitazioni del lavoro di tesi.....                                    | 150        |
| 6.3 Passi futuri .....   | 151        |
| <b>Bibliografia .....</b>  | <b>153</b> |
| <b>Sitografia .....</b>  | <b>154</b> |
| <b>Allegati.....</b>   | <b>155</b> |
| 1. Tabella movimenti UAS-MTM.....  | 155        |
| 2. Tabella MTM per processi logistici .....                                | 163        |
| 3. Esempio di compilazione del modulo di raccolta dati packaging.....      | 165        |

# Introduzione

La logistica è quel processo di pianificazione, implementazione e controllo dell'efficiente ed efficace flusso e stoccaggio di materie prime, semilavorati e prodotti finiti e delle relative informazioni dal punto di origine al punto di consumo con lo scopo di soddisfare le esigenze dei clienti. Il modo migliore per far sì che un magazzino possa funzionare in modo efficiente è dotarsi di una logistica che possa organizzare al meglio i diversi processi. La Consulenza Logistica si inserisce nell'ambito della Supply Chain e ha come obiettivo quello di fornire un contributo lungo tutta la filiera con interventi sul piano degli approvvigionamenti, della previsione della domanda e della gestione delle scorte, della pianificazione della produzione, del network di distribuzione, dell'organizzazione dei magazzini e dei trasporti. La Consulenza Logistica dovrebbe essere in grado di supportare i propri Clienti sia nella fase più strategica che in quella operativa.

Il presente lavoro di tesi si basa sull'esperienza vissuta in Multilog Spa ed in particolare nell'ambito della consulenza operativa per il cliente Comau Spa e della partecipazione alla gara d'appalto per lo svolgimento dell'attività di gestione delle parti di ricambio di quest'ultima azienda. L'obiettivo è stato la realizzazione di un progetto sfruttando alcuni dei principi base della filosofia Lean e adottando un insieme di tecniche e di applicazioni economico – matematiche che hanno permesso di indagare gli aspetti tipici di una riorganizzazione di magazzino, come le tipologie di layout o la suddivisione in differenti aree funzionali, e quelli legati alla gestione di un nuovo progetto quali l'analisi dei requisiti e dei dati di progetto, lo studio dei flussi, la scelta delle risorse, avvicinandosi alla realtà pratica del mondo del lavoro e non focalizzandosi esclusivamente su un'analisi qualitativa. L'elaborato è organizzato come di seguito descritto.

Nel primo capitolo si presenta la contestualizzazione teorica del lavoro di tesi. Si affronta il tema dei magazzini, fornendo le principali definizioni e soffermandosi sulle tipologie di layout possibili, sui diversi sistemi di stoccaggio e sui mezzi di movimentazione adatti a ciascuna esigenza. Successivamente vengono illustrate le origini e i principi alla base della filosofia Lean. Infine, viene presentata la metrica Method Time Measurement (MTM) illustrandone le sue origini e le successive applicazioni che permettono di sfruttarla per l'analisi dei flussi logistici.

Nel secondo capitolo viene invece fornita una presentazione delle aziende Multilog Spa e Comau Spa, illustrandone brevemente la storia, gli asset, le attività svolte e il rapporto tra le due aziende per poter inquadrare l'ambito nel quale si è realizzato questo progetto di tesi.

Nel terzo capitolo verranno analizzati i requisiti richiesti da Comau e i dati forniti dalla stessa che permettono di realizzare una offerta tecnico-economica per il servizio di gestione della catena di approvvigionamento delle parti di ricambio.

Nel quarto capitolo si affronta l'analisi effettuata per il dimensionamento del magazzino e la sua riorganizzazione, illustrandone la situazione esistente nel momento di partecipazione alla gara e la possibile riorganizzazione del layout.

Nel quinto capitolo si analizzano i flussi logistici per poter quantificare i tempi di svolgimento delle diverse attività e quindi il fabbisogno in termini di risorse e mezzi. Infine, vengono illustrate le logiche seguite per lo sviluppo della proposta economica.

Nel sesto capitolo vengono invece presentate le conclusioni del presente lavoro di tesi, illustrandone i benefici ma anche le limitazioni riscontrate nello svolgimento dello stesso. Infine, si discutono alcuni miglioramenti che potrebbero permettere di svolgere il servizio per Comau Spa nel modo più efficace ed efficiente possibile.

Dalle analisi e gli studi effettuati per la realizzazione del progetto in esame, e riportati in questo lavoro, è stato possibile realizzare la presentazione di un'offerta tecnico-economica che ha permesso all'azienda di aggiudicarsi la gara in atto e la conseguente implementazione del progetto.

# Capitolo 1 - Il magazzino e la filosofia Lean

In questo capitolo si presenta la contestualizzazione teorica del lavoro di tesi.

La prima parte affronta il tema dei magazzini, fornendo le principali definizioni e soffermandosi sulle tipologie di layout possibili, sui diversi sistemi di stoccaggio e sui mezzi di movimentazione adatti a ciascuna esigenza.

La seconda parte del capitolo fornisce una descrizione del Lean Thinking, approfondendone le origini, i principi, gli strumenti e le metodologie utilizzate.

Nella terza parte del capitolo viene illustrata la metrica Method Time Measurement (MTM), ideata da Fred W. Taylor e Frank B. Gilbreth, presentando le sue origini e le successive applicazioni che permettono di sfruttarla per l'analisi dei flussi logistici.

## *1.1 Il magazzino*

Il magazzino è una struttura logistica costituita da locali, attrezzature e personale e permette di regolare flussi in entrata e in uscita delle merci. La sua progettazione e gestione comportano una serie di scelte organizzative che riguardano principalmente [3]:

- lo studio del layout, cioè la distribuzione e dislocazione all'interno del magazzino delle aree e dei beni strumentali impiegati;
- la scelta del sistema di stoccaggio più idoneo per ogni situazione;
- la scelta dei mezzi di trasporto interni da impiegare per movimentare il materiale.

In questo paragrafo verranno di seguito illustrate prima di tutto le diverse tipologie di layout possibili, la cui scelta deve consentire lo sfruttamento migliore dello spazio. Successivamente verranno anche illustrati i principali sistemi di stoccaggio e i mezzi di movimentazione che permettono i trasporti all'interno del magazzino.

### *1.1.1 Tipologie di layout*

Un magazzino può essere composto da diverse aree funzionali, principalmente quelle di ricevimento, stoccaggio, picking e spedizione. La scelta del layout cioè della loro disposizione all'interno del magazzino deve consentire lo sfruttamento migliore, in termini di superficie, dello spazio a disposizione. Deve, inoltre, consentire il raggiungimento di specifiche prestazioni quali, ad esempio, prontezza di risposta alle esigenze dei vari clienti

così da poter minimizzare i costi e massimizzare lo sfruttamento degli spazi e delle condizioni di lavoro [2].

Possiamo quindi definire i magazzini con gli schemi di layout riportati di seguito:

- *A flusso lineare*: è un flusso che va in un'unica direzione, infatti l'entrata e l'uscita degli articoli avviene in due posizioni contrapposte. I flussi sono lineari, così come i percorsi dedicati ai mezzi di movimentazione delle merci, così da evitare il rischio di coinvolgimenti tra le varie operazioni di magazzino; il tutto si traduce in operazioni semplici. Questa soluzione è ideale nel caso possano essere sfruttati gli spazi esterni al magazzino generalmente piuttosto generosi per consentire il carico e lo scarico delle merci ai lati del magazzino stesso [2]. In *figura 1.1* viene schematizzata tale configurazione.



*Figura 1.1: Layout a flusso lineare.*  
Fonte: <https://www.logisticaefficiente.it/>

- *A flusso definito a "U"*: l'entrata e l'uscita dei prodotti avvengono su un fronte unico quindi in questa tipologia di magazzino le aree di ricevimento e di spedizione delle merci sono adiacenti sullo stesso lato del magazzino. Queste due aree dovrebbero essere nettamente separate per evitare l'insorgere di pericolose interferenze che potrebbero causare incidenti sul lavoro ma anche problemi ed errori operativi. Rispetto al flusso lineare le aree di stoccaggio e di picking possono essere decisamente maggiori. Questa tipologia di layout è consigliata quando gli spazi esterni sono ridotti e di conseguenza si è costretti ad utilizzare solo una parte del magazzino con baie di carico e scarico [2]. In *figura 1.2* viene schematizzata tale configurazione.

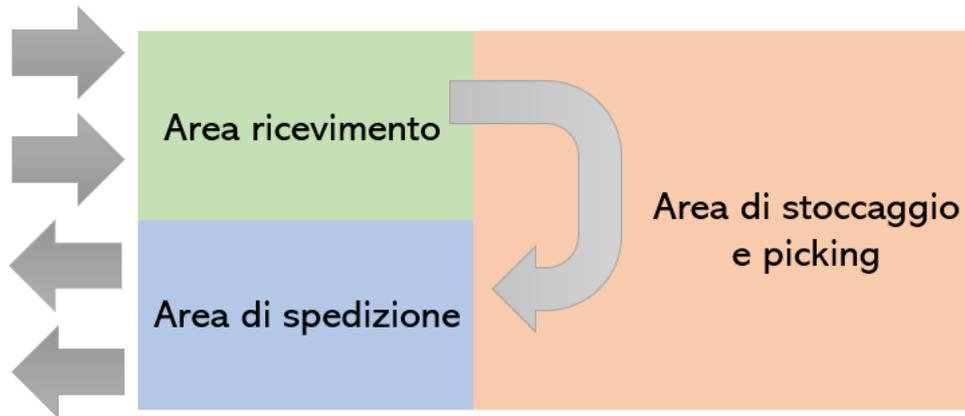


Figura 2.2: Layout a flusso a U.  
Fonte: <https://www.logisticaefficiente.it/>

- *A flusso definito a "L"*: quando le aree dedicate alla spedizione e al ricevimento della merce sono posizionate sui lati adiacenti, vale a dire confinanti del magazzino [2]. In figura 1.3 viene schematizzata tale configurazione.

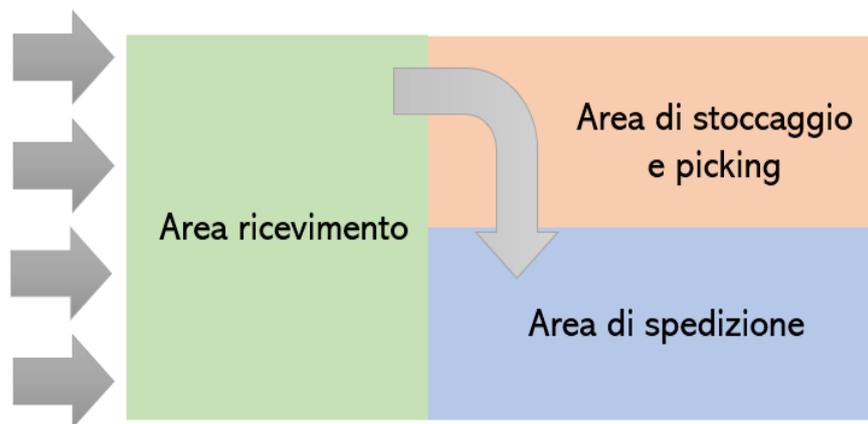


Figura 3.3: Layout a flusso a L.  
Fonte: <https://www.logisticaefficiente.it/>

### 1.1.2 Sistemi di stoccaggio

Lo stoccaggio serve a immagazzinare i prodotti per assicurarsi la disponibilità necessaria per portare a termine i processi di produzione o di distribuzione ed il corretto stoccaggio delle merci è alla base della logistica efficiente.

Le modalità di immagazzinamento dipendono prima di tutto dalle caratteristiche dei materiali da stoccare. In generale, quando si progetta un magazzino, la scelta del sistema di immagazzinamento più conveniente da adottare deve prendere in considerazione i seguenti fattori (Monte, 2009):

- *fattore tecnico*: tiene conto delle caratteristiche del prodotto da immagazzinare, del peso e del volume delle relative unità di carico, della frequenza e dell'entità dei prelievi e dei depositi, ed infine delle esigenze di sicurezza e di igiene;

- *fattore economico*: il cui obiettivo è di minimizzare il costo dell'ammortamento del capitale, della manodopera, della manutenzione e dell'eventuale perdita di valore della merce immagazzinata.

L'immagazzinamento delle unità di carico può avvenire in due modalità differenti (Monte, 2009):

- *Senza scaffalature* mediante la sovrapposizione diretta delle unità; il magazzino viene definito anche a "catasta";
- *Con scaffalature* di vari tipo e caratteristiche come scaffalature tradizionali, scaffali a gravità, scaffali passanti, scaffali mobili.

Di seguito si illustrano i principali sistemi di stoccaggio.

### ***Magazzino a catasta***

Il magazzino a catasta, visualizzabile in *figura 1.4*, viene utilizzato quando i materiali sono raccolti in contenitori non sovrapponibili gli uni sugli altri (Monte, 2009). Uno dei vantaggi di questa modalità è che non necessita di nessun investimento riguardo le infrastrutture, ed ha un elevato rendimento superficiale. Non tutti i materiali però possono essere stoccati in questo modo e le merci che lo consentono hanno comunque un limite di resistenza e un'altezza massima della catasta [3].



*Figura 1.4: Magazzino a catasta.  
Fonte: Monte, 2009*

### ***Scaffalature tradizionali***

Questo tipo di stoccaggio, illustrato in *figura 1.5*, presuppone l'utilizzo di strutture metalliche, composte da montanti verticali e correnti orizzontali, definite scaffalature per pallets o porta bancali, sono utilizzate per lo stoccaggio di merce stipata in bancali. Tali strutture possono sostenere bancali più o meno pesanti e l'altezza degli scaffali è regolabile, dipende dal sistema di movimentazione dei materiali utilizzata (*Monte, 2009*)

Questo sistema di stoccaggio è molto utilizzato all'interno dei magazzini poiché è economico e le singole unità di carico sono facilmente raggiungibili.



*Figura 1.5: Scaffalature tradizionali.*  
Fonte: <https://www.jungheinrich.ch/>

### ***Cantilever***

Il cantilever, illustrato in *figura 1.6*, è un tipo di scaffalatura metallica particolarmente resistente che permette di stoccare orizzontalmente corpi lunghi e pesanti che non possono essere contenuti all'interno dei pallet come, ad esempio, tubi, tavole, profilati, lamiere, matasse e travi.

Questa struttura può essere realizzata mono o bifronte, può essere aggregata ad altre costruzioni o rimanere indipendente. È una soluzione utilizzata ampiamente per la semplicità di installazione e di utilizzo e per l'economicità dell'investimento [3].



Figura 1.6: Cantilever  
Fonte: <https://ractem.it/>

### ***Scaffalature passanti***

Le scaffalature passanti, illustrate in *figura 1.7 e 1.8*, sono strutture di sostegno per i pallet particolarmente adatte ad unità di carico numerose e non sovrapponibili o limitatamente sovrapponibili (Monte, 2009). La caratteristica di queste strutture è la possibilità di entrare all'interno del corridoio della scaffalatura con un mezzo di movimentazione, per prelevare o posizionare un pallet.

È possibile distinguere due diverse categorie, Drive-in e Drive-through, in funzione della modalità di stoccaggio e prelievo dei pallet. La scaffalatura Drive-in prevede il posizionamento e il prelievo della merce dallo stesso lato, seguendo la logica Last In First Out (LIFO), mentre nelle scaffalature Drive-through il posizionamento avviene da un lato della scaffalatura e il prelievo sul lato opposto, secondo la logica First In First Out (FIFO). Tali strutture permettono un elevato grado di sfruttamento dello spazio, sono facilmente ampliabili e sono particolarmente indicate per lo stoccaggio di prodotti stagionali [5]. Il limite alla profondità degli scaffali passanti è determinato dal numero di unità di carico contenenti lo stesso articolo o dai vincoli che derivano dalla movimentazione dei carrelli dentro i corridoi degli scaffali.



Figura 1.7: Scaffalature Drive-through  
Fonte: <https://www.logisticaefficiente.it/>



Figura 1.8: Scaffalature drive in  
Fonte: <https://www.jungheinrich.ch/>

### ***Scaffalature a gravità***

I magazzini che prevedono l'utilizzo di scaffalature a gravità sono definiti dinamici in quanto, tali strutture prevedono che la merce cambi posizione in continuazione, contrariamente alle strutture tradizionali in cui la merce è fissa.

Come mostra la *figura 1.9*, lo scaffale a gravità consente il carico dei materiali da immagazzinare da una parte e il successivo prelievo dall'altra. Via via che si libera un posto, un'altra unità di carico avanza sopra dei rulli disposti in pendenza, frenati oppure motorizzati, fino a fermarsi contro l'apposito arresto terminale. Mediante la logica FIFO, la rotazione della merce è assicurata e le operazioni da effettuare sono solo quelle di carico e scarico dei materiali. (Monte, 2009)

Ogni corsia di uno scaffale a gravità deve contenere una specifica referenza e quindi il numero minimo di unità di carico per ognuna di esse determina la profondità dello scaffale.



*Figura 1.9: Scaffalature a gravità (FIFO).*  
Fonte: <https://www.mecalux.it/>

### ***Scaffalature mobili***

Lo scaffale, noto anche come scaffale *compactus*, è costituito da elementi mobili trasversalmente. Tali scaffalature, visualizzabili in *figura 1.10* sono dotate di ruote scorrevoli su apposite rotaie che consentono l'accesso alle locazioni di stoccaggio. Agendo su un comando posto in corrispondenza della testata di ciascun scaffale, si possono spostare gli elementi necessari per ricavare un corridoio di accesso nella posizione voluta. In questo modo l'operatore o il mezzo di trasporto, percorrendo tale corridoio, può effettuare i prelievi o i depositi di materiale. (Monte, 2009)



Figura 1.10: Scaffalature mobili.  
Fonte: <https://www.jungheinrich.ch/>

### 1.1.3 Mezzi di movimentazione

Le movimentazioni di materiali di qualsiasi tipo e forma eseguite all'interno degli stabilimenti, dall'arrivo delle materie prime alla spedizione dei prodotti finiti, sono comunemente denominate trasporti interni o, nella terminologia anglosassone, *materials handling*. Poiché il trasporto non accresce il valore dei prodotti finiti ma ne aumenta il costo, la progettazione dei reparti produttivi deve tenere in considerazione la minimizzazione dei trasferimenti dei materiali, evitando congestioni, ritardi e trasporti inutili.

Lo studio dei trasporti interni può consentire il raggiungimento dei seguenti obiettivi (Monte, 2009):

- limitare i costi grazie a un minor numero di movimentazioni e riprese dei materiali, minori percorsi, migliore sfruttamento dello spazio e un aumento della produttività;
- ridurre gli scarti e le perdite, limitando i danni durante i trasporti e aumentando le possibilità di controllo dei materiali immagazzinati;
- migliorare le condizioni di lavoro, assicurando una maggiore sicurezza e richiedendo un minore sforzo;
- aumentare l'efficienza dell'azienda, attraverso la migliore organizzazione dei magazzini e la rotazione dei materiali.

Per la scelta dei trasporti interni più adatti alle singole esigenze è necessario avere una conoscenza dei principali mezzi di movimentazione utilizzati nei magazzini e vengono di seguito presentati.

### ***Transpallet***

Il transpallet, in *figura 1.11*, è un mezzo di movimentazione ideato per lo spostamento delle merci presenti sui pallet, può essere ad azionamento manuale o elettrico. Questo carrello è indicato per il transito di brevi tratti di spostamento in quanto è caratterizzato da spazi di manovra limitati e non è adatto ai sollevamenti eccessivi, fino ad un massimo di 3 tonnellate. In commercio sono anche presenti transpallet con pesatura elettronica integrata.

### ***Carrello a forche ricoprenti e transpallet elevatore***

Il carrello a forche ricoprenti e il transpallet elevatore, in *figura 1.12*, sono due mezzi di movimentazione che rispetto al precedente sono motorizzati e permettono il sollevamento del pallet a medi livelli di altezza. Questa attrezzatura è utilizzata nei casi in cui il numero di trasporti è limitato e si vuole ridurre al minimo la larghezza dei corridoi di manovra.



*Figura 1.11: Transpallet.*  
Fonte: <https://toyota-forklifts.it/>



*Figura 1.12: Carrello a forche ricoprenti e transpallet elevatore*  
Fonte: <https://www.menabue.it/>

### ***Carrello con forche a sbalzo***

Il carrello con forche a sbalzo in *figura 1.13*, anche denominato carrello a forche frontali o mulletto, è largamente utilizzato negli impianti industriali, in quanto può circolare anche all'esterno su un terreno irregolare, e si caratterizza per la presenza del manovratore a bordo. L'altezza di sollevamento può raggiungere i 6 m, la velocità di traslazione è di 15 Km/h, mentre la velocità di elevazione è di 0,2 m/s a pieno carico, e di 0,6 m/s a vuoto. Il principale svantaggio è la necessità di corridoi di transito larghi (da 3 a 4 m).



*Figura 1.13: Carrello con forche a sbalzo.*  
Fonte: <https://www.mecalux.it/>

### ***Carrello con montanti retrattili***

Il carrello con montanti retrattili, in *figura 1.14*, è un mezzo di movimentazione elettrico che esegue gli spostamenti, le inversioni di marcia e le operazioni di sollevamento ritraendo il montante, ossia spostandolo verso il baricentro della macchina. In questo modo gli spazi per le manovre sono ridotti rispetto alle altre tipologie di mezzi e per questo vengono utilizzati in corridoi più stretti. Inoltre, questo tipo di carrello è veloce come i precedenti e consente, inoltre, di raggiungere i 7/8 m di altezza.



*Figura 1.14: Carrello con montanti retrattili.*  
Fonte: <https://www.mecalux.it/>

### ***Carrello a presa laterale***

I carrelli a forche laterali in *figura 1.15* sono dei mezzi di movimentazione caratterizzati dal fatto che le forche sono posizionate a lato rispetto alla direzione di marcia, permettono di effettuare il prelievo e il deposito dell'unità di carico senza richiedere la sterzata del carrello. Per questo motivo sono utilizzati in corridoi stretti.

### ***Carrelli commissionatori***

I carrelli commissionatori, in *figura 1.16*, vengono impiegati per svolgere l'attività di picking perché consentono all'operatore di accedere a tutte le unità di carico riposte sulla scaffalatura, in modo da prelevare i singoli colli per la preparazione degli ordinativi. L'operatore si trova su una piattaforma e può raggiungere altezze di 6-8 m da terra. Inoltre, questa attrezzatura permette di circolare in corridoi stretti meno di 3 m.



*Figura 1.15: Carrello a presa laterale.*  
Fonte: <https://www.mecalux.it/>



*Figura 1.16: Carrello commissionatore.*  
Fonte: <https://www.jungheinrich.it/>

## 1.2 Lean manufacturing

La Lean manufacturing o Lean production, in italiano produzione snella, è caratterizzata da un insieme di principi, metodi e tecniche per la gestione dei processi operativi aziendali e mira a ridurre sistematicamente gli sprechi e ad aumentare il valore percepito dal cliente. Il termine fu coniato dai ricercatori del Massachusetts Institute of Technology (MIT), James P. Womack e Daniel T. Jones nel libro “La macchina che ha cambiato il mondo” pubblicato nel 1992, nel quale gli autori, mettendo a confronto le case automobilistiche occidentali con il modello produttivo utilizzato in Toyota, evidenziano la superiore performance di quest’ultimo (*Ancora, Vendola*).

Il modello della Lean production si è poi diffuso a livello mondiale, andando ad interessare la gestione non solo delle aziende manifatturiere ma anche di servizi e pubbliche amministrazioni [4]. Negli anni il modello si è anche affinato e si è esteso anche ai concetti di *lean organization*, *lean management*, *lean service*, *lean office* e persino al *lean thinking* (pensiero snello), ad indicarne la natura di “filosofia” industriale che ispira sostanzialmente una serie di metodi e tecniche.

### 1.2.1 I principi del Lean Thinking

Il concetto di Lean Thinking, oltre che un metodo da applicare, rappresenta un una forma mentis, un approccio che deve essere interpretato come un’occasione di cambiamento radicale che interessa non solo l’aspetto operativo ma anche l’insieme di regole e valori, la cultura aziendale. È uno stile di management che mira all’abbattimento degli sprechi per creare processi standardizzati eccellenti a basso costo con il contributo delle persone. È adattabile a tutti i settori e contesti e si applica a tutte le aree aziendali [4].

La teorizzazione di questo approccio si basa su cinque principi che sono appunto alla base del pensiero snello e sono schematizzati in *figura 1.17* e di seguito presentati (*Ancora, Vendola*):

1. *Value*. Definire il Valore

Si deve dare valore alle attività e al tempo che permettono di produrre o fornire un servizio che creano valore aggiunto per il cliente, cioè quello per cui esso è disposto a pagare. Risulta quindi fondamentale definire chiaramente il valore di uno specifico prodotto o servizio dalla prospettiva del cliente, così che si possa procedere alla rimozione passo dopo passo di tutte le attività a non valore aggiunto. Bisogna tenere

presente che molte attività sono necessarie anche se non creano un Valore, come ad esempio la gestione del DDT (documenti di trasporto) e gestione degli ordini.

2. *Mapping*. Mappare il flusso del valore.

Si deve mappare il flusso del valore cioè delineare tutte le attività in cui si articola un processo operativo così che si possa identificare quelle attività che creano valore aggiunto e quelle che non creano nessun valore e porsi l'obiettivo di migliorare queste ultime in possibili scenari futuri per poter eliminare gli sprechi.

3. *Flow*. Creare un flusso.

Identificate le attività che creano valore, bisogna riorganizzarle in modo che il flusso di prodotti o attività sia continuo, cioè scorra senza interruzioni attraverso le varie fasi di aggiunta di valore, utilizzando l'insieme di strumenti e tecniche lean per rimuovere tutti gli ostacoli dal flusso.

4. *Pull*. Produzione "tirata".

Soddisfare il cliente significa far sì che la produzione e la fornitura siano coordinate con le richieste di mercato cioè che sia "tirata" dal cliente e non spinta da chi produce.

5. *Perfection*. Miglioramento continuo.

La perfezione è il punto di riferimento a cui si deve tendere mediante il miglioramento continuo (Kaizen), che rappresenta l'obiettivo principale di qualsiasi azienda.

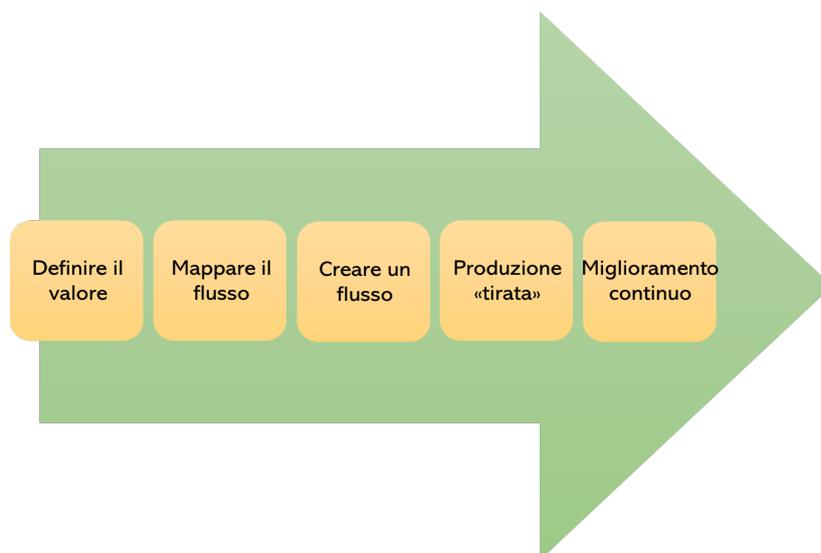


Figura 1.17: I principi del Lean Thinking  
Fonte: <https://www.organizzazioneaziendale.net/>

### *1.2.2 Strumenti e metodologie utilizzate dalla Lean*

Il lean thinking è supportato da molti strumenti e tecniche che consentono alle aziende di applicarne i principi per attuare il cambiamento. Gli strumenti che vengono principalmente utilizzati per raggiungere sono i seguenti [6]:

- Kaizen
- Kanban
- Spaghetti Diagram
- Value Stream Map (VSM)
- Metodologia 5S
- Tecnica 5W

#### *Kaizen*

Come tutti i concetti su cui è fondata la filosofia Lean, anche il termine Kaizen ha origini in Giappone. È l'unione di due parole, Kai che letteralmente significa “cambiamento” e Zen che significa “meglio”, dunque il loro congiungimento indica il cambiamento verso uno scenario migliorato rispetto alla situazione attuale. Si intende un miglioramento continuo che a piccoli passi porta a cambiare e a migliorare gli aspetti che non funzionano nell'intero processo produttivo, o intera catena logistica, a seconda dell'ambito di riferimento, con il fine di conseguire la perfezione, come suggerito dai principi fondanti il pensiero.

critica, la maggior parte delle aziende sceglie una ristrutturazione finanziaria, mentre la riorganizzazione operativa è molto più importante”.

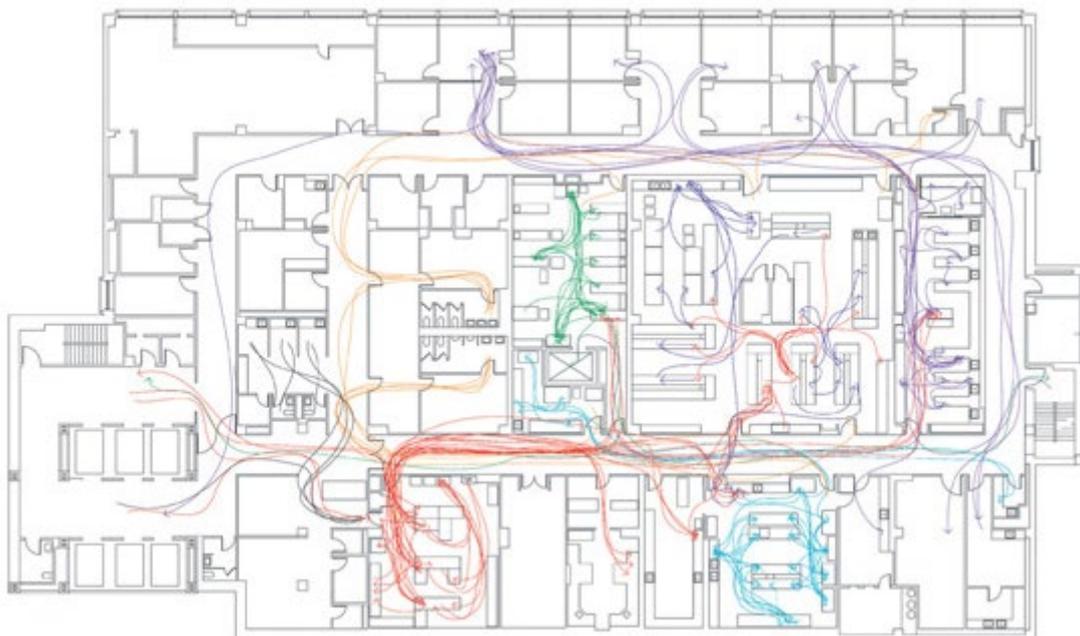
#### *Kanban*

Il nome “kanban” identifica il sistema che rende visibile l'attività compiuta in un centro di lavoro. È un termine di derivazione giapponese e il suo significato è correlato alla modalità di funzionamento della tecnica stessa. È infatti tradotto in italiano come “cartellino”. È lo strumento con cui la stazione a valle comunica i suoi fabbisogni alla stazione a monte. Tale metodologia nasce in ambito Toyota, nel Toyota Production System. Con il termine Kanban si identifica più generalmente un sistema di gestione dei materiali in un processo produttivo nel quale viene comunicato attraverso dei cartellini il fabbisogno di una determinata fase produttiva alla sua precedente.

### *Spaghetti Diagram*

Il Diagramma a Spaghetti, in *figura 1.18*, è la rappresentazione grafica di un determinato flusso. È una tecnica di rappresentazione grafica, quindi visiva, semplice e intuitiva. Normalmente utilizzato in ambienti produttivi, serve per mappare i percorsi di un operatore, e non solo, e per misurarne gli spostamenti e la percorrenza. Può assumere natura differente a seconda di quale sia l'oggetto di interesse dell'analisi. A seconda dell'ambito studiato si possono mappare i flussi e i percorsi di un prodotto, dalla materia prima al prodotto finito, all'interno di uno stabilimento durante la sua creazione, il personale di un edificio, che può essere un magazzino oppure interno ad un ufficio.

Il nome di tale diagramma deriva dalla sua natura grafica. Osservando infatti la raffigurazione dei flussi rappresentati essi appaiono come un insieme di spaghetti aggrovigliati. Essi presentano questa forma poiché sono la raffigurazione di quanto percorso dall'oggetto di interesse, ovvero i suoi movimenti fra più parti e aree analizzate. Obiettivo di chi analizza il grafico è proprio rendere tali flussi più snelli e meno intricati, con il fine ultimo sempre di eliminare gli sprechi, come tipico della Lean Production.



*Figura 1.18: Spaghetti diagram.*

Fonte: <https://www.managementacademy.it/>

## Value Stream Map (VSM)

Altro strumento molto valido per l'analisi dei processi, utilizzato per l'identificazione degli sprechi in un flusso, come in una catena logistica, è la Value Stream Map (VSM), un esempio in *figura 1.19*. Tradotto in italiano come “mappa del flusso del valore” è uno strumento adatto alla ricerca di gap ed intoppi che non permettono lo scorrere snello dei flussi. La VSM è una rappresentazione grafica di quanto segue il prodotto creato da un'azienda, a partire dal fornitore di materia prima fino a giungere nelle mani del cliente che lo ha acquistato. Attraverso una rappresentazione grafica risulta più semplice individuare quelle aree in cui si accumulano ritardi e in cui sono insite criticità, riuscendo ad agire direttamente sulle cause.

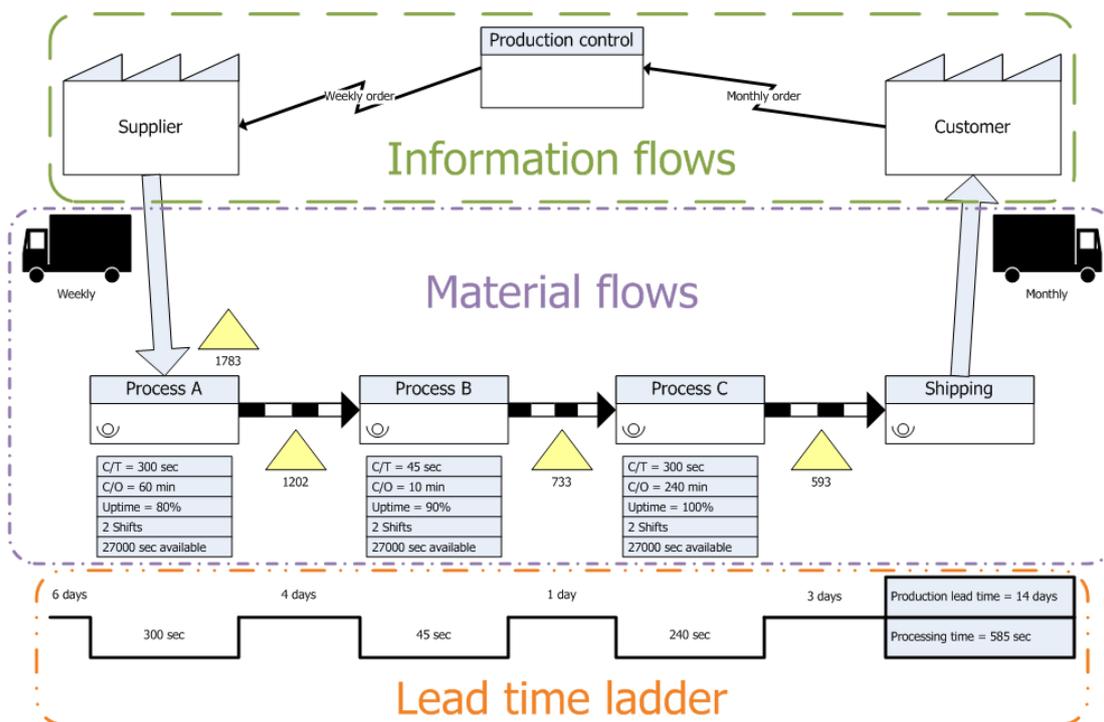


Figura 1.19: Value Stream Map.  
Fonte: <https://en.wikipedia.org/>

## La metodologia 5S

La tecnica 5S aiuta a raggiungere uno degli obiettivi fondamentali della filosofia Lean: rendere visibili i problemi. Tale approccio è finalizzato principalmente al raggiungimento dell'organizzazione del posto di lavoro (**Workplace organization – WO**). I vantaggi della filosofia Lean non possono avere successo in un ambiente di lavoro disordinato, disorganizzato o sporco. Le cattive condizioni del posto di lavoro portano a sprechi come movimento extra per evitare ostacoli, tempo speso a cercare cose e ritardi dovuti a difetti, guasti alla macchina o incidenti. Stabilire quindi le condizioni di lavoro di base è un primo passo essenziale per creare un luogo di lavoro piacevole ed efficiente. (Krar, 2017) 5S è

l'acronimo di 5 termini giapponesi che rappresentano i 5 principi da applicare per migliorare la produttività attraverso l'introduzione di procedure standard che garantiscono efficienza, ripetitività e sicurezza del lavoro.

1. *Seiri* (Separare): Separare tutto ciò che è utile da ciò che non lo è e che quindi crea disturbo e disordine in ogni postazione di lavoro. Questo è il primo passo per rendere ordinato un posto di lavoro. L'eliminazione degli oggetti inutili nell'ambiente lavorativo permette di trovare più facilmente gli strumenti necessari, senza sprecare tempo per cercarli
2. *Seiton* (Riordinare): Collocare tutti gli oggetti ritenuti necessari nella fase precedente in posizioni ben definite e facilmente raggiungibili per chi deve usarli, al fine di eliminare i tempi di ricerca. L'obiettivo è di garantire che il posto di lavoro sia ergonomico e sicuro, in modo tale che i movimenti siano ridotti al minimo e resi il più possibile esenti da stress.
3. *Seiso* (Pulire): Sporcizia, rifiuti e rottami dovrebbero essere eliminati sistematicamente, utilizzando programmi di pulizia giornalieri, settimanali, mensili e annuali., un ambiente pulito ed ordinato non nasconde le inefficienze. Un ambiente di lavoro pulito risulta più efficace. L'obiettivo di questo principio è quello di rendere evidenti i problemi.
4. *Seiketsu* (Standardizzare): standardizzare le attività del posto di lavoro e comunicare le modalità operative corrette definendo delle procedure standard in modo da garantire che i risultati ottenuti con le prime tre fasi dello strumento siano attuati sempre attraverso pratiche ripetitive. Senza un lavoro standardizzato, non si è in grado di migliorare continuamente i processi o individuare dove si verificano gli errori.
5. *Shitsuke* (Sostenere): adottare delle misure di controllo, piani di pulizia e ispezione, o check-list di autovalutazione e certificazione per poter verificare che si mantengano nel tempo e vengano rispettate le condizioni di organizzazione, ordine e pulizia. Si tratta di una corretta e continua formazione del personale per far sì che il flusso sia più efficiente possibile.

La perfezione è un traguardo molto difficile da raggiungere, se non impossibile, però il porsi sempre nuovi obiettivi e raggiungerli è la chiave del miglioramento continuo, quindi la capacità di continuare a migliorarsi per ottenere risultati sempre più precisi. Con l'applicazione di queste tecniche i vantaggi che si possono trarre sono molteplici: dalle

postazioni di lavoro più piacevoli a una maggiore soddisfazione del cliente a una maggiore crescita aziendale e maggiore qualità del prodotto.

### *La tecnica delle 5W*

La tecnica delle 5W o dei “5 perché” viene utilizzata per l’individuazione delle cause scatenanti di criticità nei processi. Spesso, quando in azienda si presentano delle criticità, non ci si preoccupa della fonte che le possa originare e, trascurandole, possono ripresentarsi o portare a problemi ulteriori. La tecnica dei “5 perché” è utilizzata proprio per riscontrare le cause da cui derivano le criticità rilevate. È una tecnica usata per l’analisi delle cause alla radice, la quale si pone come obiettivo non solo valutare quale e quando si è verificato un certo evento, ma anche perché esso si è verificato e quindi quali siano i motivi della sua presenza. Solo quando si è in grado di determinare il motivo per cui un evento si è verificato si potrà essere in grado di individuare le misure correttive attuabili che impediscono lo scaturirsi di eventi futuri del tipo osservato [6].

Questa tecnica non richiede la conoscenza e l’applicazione di complesse tecniche statistiche, ma solo impegno nell’approfondimento. Ci si domanda ripetutamente “Perché?”, non necessariamente per cinque volte, che infatti è un valore puramente simbolico, nulla impedisce di fermarsi prima, nel caso in cui la causa sia già stata individuata, o continuare se fino alla quinta iterazione non si è ancora ottenuto un risultato plausibile e soddisfacente. Attraverso questo metodo a ritroso è possibile individuare la causa principale di un problema, scavando a fondo nei sintomi del problema stesso.

Si illustra un esempio di applicazione della tecnica delle 5W in cui la criticità riscontrata è che i clienti ricevono prodotti che non soddisfano le loro specifiche [7]:

1. Perché ai clienti sono spediti i prodotti difettosi? - *Perché sono stati realizzati prodotti su una specifica diversa rispetto a quella sottoscritta dal cliente.*
2. Perché la produzione ha realizzato prodotti basati su una diversa specifica da quella venduta? - *Perché il Commerciale si interfaccia direttamente con il Responsabile di Produzione, il quale ha avviato il processo produttivo prima di ricevere le specifiche definitive.*
3. Perché il Commerciale si interfaccia direttamente con il Responsabile di Produzione per avviare la produzione invece di seguire la procedura stabilita? - *Perché la procedura prevede l’approvazione del Direttore Commerciale e questo, molto*

*spesso, e rallenta il processo di produzione (o si arresta del tutto quando questo è non disponibile).*

4. Perché la procedura prevede l'approvazione del Direttore Commerciale? - *Perché il Direttore Commerciale ha bisogno di essere costantemente aggiornato sui volumi di vendita per discutere ed aggiornare il CEO.*

In questo caso, sono bastati solo 4 perché, per individuare una causa ben precisa ed avviare un'Azione Preventiva modificando la procedura aziendale e le prassi.

### *1.2.3 World Class Manufacturing*

Ispirandosi in modo originale ai principi, ai metodi e alle tecniche della *lean production*, il Gruppo Fiat ha creato il World Class Manufacturing (WCM). Così come il Lean, si tratta di un modello integrato che riguarda l'organizzazione della fabbrica nel suo complesso: dalla gestione degli aspetti ambientali e di sicurezza sul lavoro, alla manutenzione, fino alla logistica con particolare attenzione all'eliminazione degli sprechi. Il WCM si applica a tutti gli ambiti della produzione con l'obiettivo di ottimizzare i risultati attraverso il miglioramento continuo dei processi e della qualità del prodotto, il controllo e la progressiva riduzione dei costi di produzione, la flessibilità di risposta alle esigenze del mercato e il coinvolgimento e la motivazione delle persone.

## *1.3 Metrica MTM*

In questo paragrafo viene illustrata la metrica MTM presentando l'origine della stessa e le sue successive applicazioni. Tale metrica rappresenta lo strumento utilizzato per l'analisi dei flussi logistici come si vedrà nel Capitolo 5.

### *1.3.1 L'origine del metodo*

L'idea che ha portato allo sviluppo del sistema MTM venne da Fred W. Taylor (1856 - 1915) e Frank B. Gilbreth (1868 - 1924). Gilbreth, in particolare, intuì che, all'interno di limiti ragionevoli, se tutti coloro che svolgono un processo manuale lo facessero con lo stesso sforzo e avessero le stesse abilità e capacità, allora il tempo di svolgimento di tale compito dipenderebbe esclusivamente dal metodo utilizzato per completarlo [1].

Questa è una "visione molto meccanica" che ignora molte altre influenze come, per esempio, la motivazione dell'operatore, fattori ambientali o le caratteristiche dell'oggetto su cui

lavorare, l'utilizzo di tale metodo è un fattore molto significativo. Filmando numerose sequenze di movimento, Gilbreth determinò che i movimenti umani possono essere ridotti a 17 elementi di movimento e proprio questi 17 movimenti furono i "precursori" dei movimenti di base dell'MTM (*Faber et al, 2019*).

Nonostante questi studi originali del movimento si dimostrarono un'innovazione nella gestione scientifica, non poterono essere considerati completi perché non assegnavano dei tempi ai movimenti. Fu grazie al contributo di Taylor e dei suoi studi sull'organizzazione scientifica del lavoro che si va oltre la suddivisione del lavoro per arrivare all'analisi approfondita dei tempi di lavoro e dei movimenti degli operatori.

L'unione tra lo "studio dei movimenti di Gilbreth" e "lo studio dei tempi di Taylor" ha portato allo sviluppo dei "Sistemi a tempi predeterminati" (*Predetermined Time System - PTS*) che permettono di suddividere i compiti lavorativi nei movimenti degli arti, e del corpo, ed assegnano ad ognuno di essi un determinato valore in termini di tempo; si propongono, cioè, di definire i tempi ed il ritmo standard di una prestazione lavorativa.

Il sistema MTM è uno dei PTS più utilizzati a livello internazionale e fu pubblicato con il libro "Methods-Time Measurement" nel 1948 da Maynard, Schwab e Stegemerten (*Koptak et al, 2017*). Il metodo utilizzato per ottenere i dati è descritto in modo completo nel testo e in particolare per distinguere i movimenti di base l'uno dall'altro e calcolare i loro requisiti di tempo, furono visionate migliaia di ore di riprese cinematografiche di operai di fabbrica della grande industria nelle condizioni di lavoro più diverse. Le operazioni svolte dagli operai ripresi furono analizzate nei dettagli e cronometrate, i tempi risultanti furono elaborati con l'uso di opportuni metodi statistici. Questo studio portò alla realizzazione delle note tabelle dei tempi standard MTM (*Patacchia, 2017*).

Il sistema MTM venne portato in Europa negli anni '50 e la sua applicazione ebbe grande successo prima in Svezia e più tardi in Svizzera. A partire dal 1960, il metodo MTM guadagnò un'accoglienza significativa in Germania. Inizialmente il sistema fu usato come un ausilio nella progettazione della mansione lavorativa ma gradualmente MTM si è evoluto da un sistema dei tempi predeterminati ad un metodo completo per la gestione della produttività dei sistemi di lavoro. Se paragonato ad altri sistemi di predeterminazione dei tempi di esecuzione del lavoro, MTM vanta la più ampia distribuzione mondiale come strumento di sviluppo ingegneristico industriale e di gestione razionale del tempo. MTM offre uno standard uniforme a livello mondiale utilizzabile dalle aziende per descrivere e quantificare i processi di lavoro manuale.

La diffusione del metodo MTM ha comportato un suo costante sviluppo che ha come conseguenza la nascita di un insieme di sistemi MTM che si basano tutti sulle tabelle originarie ma tendono essenzialmente ad assemblare i movimenti elementari in azioni più complesse.

### *1.3.2 Perché è possibile una metrica del lavoro?*

La possibilità tecnica di utilizzare sistemi metrici standard è una diretta conseguenza dell'estendersi dell'uso delle macchine e della conseguente semplificazione del lavoro operaio. Guardando le tabelle MTM che verranno successivamente esaminate si legge semplicemente una classificazione di movimenti e dei corrispondenti tempi. In queste tabelle non vengono presi in considerazione tutta una serie di dettagli quali la struttura fisica dell'operaio, abilità ed esperienza nel lavoro, età, grado di affaticamento, sia giornaliero che accumulato nei mesi. Inoltre, non viene effettuata una stima di quanto tempo l'operaio potrà lavorare a quei ritmi prima di contrarre certe malattie professionali, senza parlare delle condizioni ambientali (caldo, freddo, ambiente inquinato, etc) in cui l'operaio lavora. Il lavoro rappresentato dalle tabelle è un lavoro semplice e generico nel quale in nessuno modo appaiono le qualità specifiche del lavoro che si sta svolgendo (*Patacchia, 2017*).

### *1.3.3 Il sistema Ergo-UAS*

Ergo - UAS è un sistema che si propone di definire degli standard, per la misurazione della prestazione lavorativa, attraverso l'integrazione di due sottosistemi (*Caragnano, Lavatelli, 2012*):

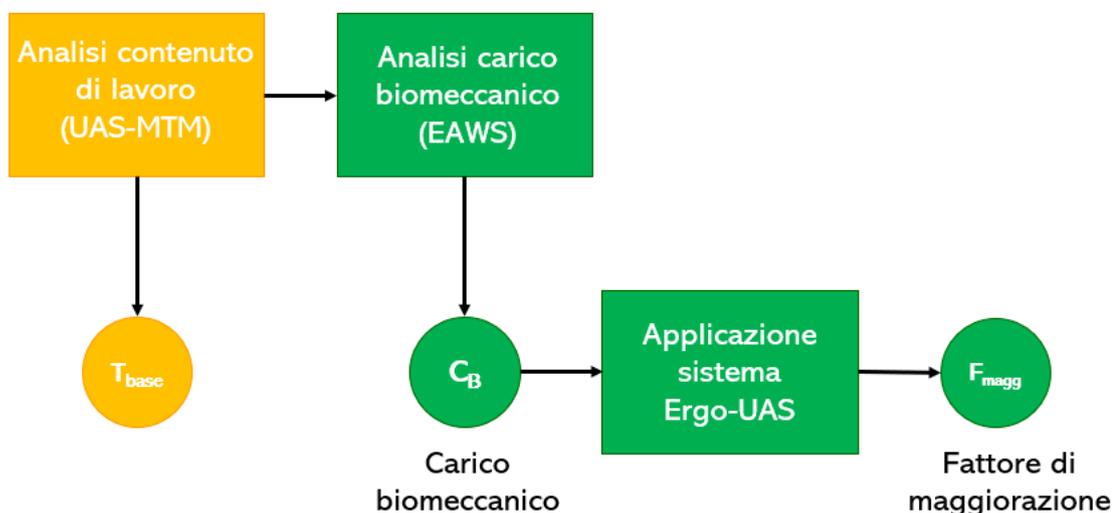
- *metodologia di metrica UAS-MTM*: utilizzato per identificare chiaramente i movimenti per svolgere un compito e per la misurazione dei tempi base di lavoro;
- *metodo European Assembly Worksheet (EAWS)*: parte ergonomica del sistema che permette di valutare i fattori di rischio ergonomico.

Tra le metriche del lavoro esistenti, Ergo - UAS è una delle poche che oltre a definire i tempi di lavoro integra al suo interno la valutazione dei fattori di rischio per la salute dei lavoratori. La novità di questo metodo risiede proprio nella metodologia utilizzata per definire il fattore di maggiorazione ( $F_{magg}$ ), anche detto fattore di riposo, del tempo relativo ad uno specifico compito. Oltre a considerare una maggiorazione che tiene conto dei fattori tecnico-

organizzativi ( $F_{t-o}$ ), tiene conto anche dei fattori di rischio ergonomico ( $F_{ergo}$ ) proprio grazie all'utilizzo del sistema EAWS.

Il processo che permette, mediante l'utilizzo del sistema Ergo-UAS, il calcolo dei tempi standard di lavoro può essere schematizzato con le seguenti attività, che vengono illustrate in *figura 1.20* e successivamente approfondite:

- Analisi del contenuto di lavoro mediante la metrica UAS-MTM per il calcolo del tempo base ( $T_{base}$ ).
- Analisi del carico biomeccanico ( $C_B$ ) mediante l'applicazione del metodo EAWS.
- Applicazione del sistema Ergo-UAS per calcolare il fattore di maggiorazione ( $F_{magg}$ ).



*Figura 1.20: Processo di determinazione tempi standard di lavoro Ergo-UAS.  
Fonte: Patacchia, 2017*

Lo strumento di misurazione della performance nel sistema Ergo-UAS si chiama UAS-MTM (*Universal Analyzing System – Method Time Measurement*). Questa metodologia di metrica permette di suddividere un processo di lavoro in diverse sequenze di azioni e operazioni elementari richieste per la sua esecuzione, misurando per ciascuna di queste i tempi base di lavorazione. Il tempo base può essere definito come “il tempo necessario ad una persona media, ben istruita, muovendosi ad una velocità media e pagando uno sforzo medio per realizzare un compito, nell'ipotesi di lavorare per un intero turno (circa 8 ore). Queste condizioni (abilità, velocità e sforzo) si fondono in un fattore chiamato prestazione di lavoro" (*Caragnano, Lavatelli, 2012*).

In genere la misurazione dei tempi base può essere effettuata sulla base di due criteri:

- utilizzo del cronometro, il cosiddetto “sistema cronometrico”

- utilizzo di tabelle, il cosiddetto “sistema a tempi predeterminati”.

La metodologia UAS-MTM, anche se, in alcuni casi, in una fase preliminare, potrebbe essere previsto un cronometraggio, rientra nell’ambito dei sistemi a tempi predeterminati poiché prevede che il calcolo dei tempi base avvenga tramite l’utilizzo di tabelle predefinite (*Patacchia, 2017*). Queste tabelle si basano su quelle originarie MTM ma tendono ad aggregare i movimenti elementari in azioni più complesse, quindi, invece di considerare le singole azioni quali raggiungere, afferrare, muovere, ruotare, posizionare, rilasciare considera singola attività come “prendere e posizionare ”.

Nelle tabelle UAS-MTM i micro-movimenti elementari che vengono presi in considerazione sono i seguenti:

- prendere e piazzare;
- piazzare;
- maneggiare mezzi ausiliari;
- azionare;
- cicli di movimenti;
- movimenti del corpo;
- controllo visivo.

In Allegato 1 è presente il sistema tabellare utilizzato per l’analisi dei cicli di lavoro del caso in esame, in *tabella 1.1* è possibile osservare un estratto dello stesso. Data l’estrema suddivisione del processo di lavoro, il calcolo dei tempi associati a questi singoli micromovimenti elementari, si basa su una specifica unità di tempo diversa dal minuto o dal secondo denominata *Time Measurement Unit (TMU)*, che ha un valore corrispondente a 0,036 secondi e 0,0006 minuti. Il sistema tabellare MTM dell’Allegato 1 prevede una descrizione dei movimenti effettuati, i rispettivi tempi base espressi sia in termini di TMU che in minuti e i tempi corretti con il fattore di maggiorazione.

| METODO | DESCR.   | TMU | Sec.   | Min.   |
|--------|--|-----|--------|--------|
| UAS    | Prendere facile (<1kg) e piazzare circa (<=20cm)               | 20  | 0,72   | 0,012  |
| UAS    | Prendere facile (<1kg) e piazzare stretto (<=20cm)             | 40  | 1,44   | 0,024  |
| UAS    | Prendere (>1kg a <=8kg) e piazzare libero (<=20cm)             | 40  | 1,44   | 0,024  |
| UAS    | Maneggiare mezzi ausiliari, piazzare circa (<=20cm)            | 25  | 0,9    | 0,015  |
| MTM    | Sollevatore, prendere e piazzare, altezza >4m (per m)          | 316 | 11,376 | 0,1896 |
| MTM    | Carrello elevatore, guidare all'interno, velocità ridotta      | 40  | 1,44   | 0,024  |
| MTM    | Transpallet, guidare per m (<= 500 kg)                         | 30  | 1,08   | 0,018  |
| MTM    | Transpallet, guidare per m (> 500 kg)                          | 35  | 1,26   | 0,021  |
| MTM    | Spostare (cartone, contenitore, confezione) <=30x30x30cm vuoto | 55  | 1,98   | 0,033  |
| MTM    | Spostare (cartone, contenitore, confezione) <=30x30x30cm pieno | 90  | 3,24   | 0,054  |
| MTM    | Spostare pallet vuoto  | 210 | 7,56   | 0,126  |

Tabella 1.1: Estratto della tabella UAS-MTM  
Fonte: Ing. Logistica di Multilog Spa

Come si è detto, il sistema Ergo-UAS, mediante l'utilizzo del metodo EAWS permette di effettuare una mappatura del rischio ergonomico utilizzando una lista di controllo (*checklist*) che è suddivisa in cinque sezioni e ciascuna di queste tiene in considerazione uno specifico potenziale di rischio ergonomico (Tuccino, 2010):

- postura
- forza
- movimentazione manuale dei carichi
- altri fattori: per esempio presenza di vibrazioni, utilizzo di martelli, ecc
- movimenti ripetitivi degli arti superiori

Tramite questa lista di controllo vengono assegnati dei punteggi per ciascun caso specifico in modo tale da classificare il rischio:

- *rischio assente o lieve* per valori tra 0-25, è area verde;
- *rischio medio* per valori tra 26-50, è l'area gialla e arancione;
- *rischio elevato* per valori oltre 50, è l'area rossa.

Dallo schema del processo di determinazione dei tempi standard illustrato in *figura 1.1*, risulta infine che il passaggio successivo è rappresentato dall'integrazione tra EAWS e la metodologia UAS-MTM che, come si vedrà nel paragrafo 5.1.1, dalla classificazione di rischio permette, mediante una conversione, di determinare il fattore di maggiorazione ( $F_{ergo}$ ).

Nel Paragrafo 5.1.1 verrà illustrata la metodologia di calcolo qui presentata e la sua applicazione al caso di studio.

#### *1.3.4 La metrica MTM nel mondo logistico*

MTM è il punto di partenza della catena del valore aggiunto, l'utilizzo coordinato di MTM e di sistemi Lean thinking offre l'opportunità di evitare sprechi. Le filosofie MTM e Lean sono utilizzate per analizzare tutti i processi produttivi in un'azienda per quanto riguarda i loro contributi al valore aggiunto e per migliorarli, se necessario. Generalmente la metrica MTM viene utilizzata soprattutto per la valutazione dei processi nelle aree di produzione, è noto che tale sistema viene adottato anche da Stellantis, ex Fiat Chrysler Automobiles (FCA).

Con le operazioni basilari la metrica UAS-MTM può anche offrire un valido contributo alla organizzazione e valutazione dei processi logistici. Nel contesto delle attività logistiche in divisioni differenti, si verificano molte sequenze operative comparabili che mostrano una variazione non significativa nel tempo. Sebbene tali tipiche sequenze operative possano variare nella loro complessità, possono essere ritenute operazioni standard all'interno della gamma complessiva della logistica ed è quindi possibile determinare degli standard temporali basati sulle tabelle MTM.

Nella pratica il metodo MTM e le tabelle sviluppate vengono applicate con molta frequenza a diversi processi logistici come (*Koptak et al, 2017*):

- Movimentazione del materiale mediante l'utilizzo di differenti mezzi di trasporto quali ad esempio impilatori, carrelli elevatori e transpallet.
- Carico e scarico di materiali su camion.
- Sistemazione di materiali su scaffali.
- Manipolazione di oggetti come scatole o contenitori.
- Gestione di informazioni come la ricezione di ordini.

I settori in cui il metodo viene applicato spaziano dall'industria automobilistica ai centri di distribuzione, dai servizi di spedizionieri all'ingegneria aeronautica ed altri.

Per lo studio del caso in esame oltre alla tabella MTM in Allegato 1, viene utilizzata la tabella in Allegato 2 che, come attività, prevede una serie di aggregazioni tipiche dei processi logistici, quali ad esempio le attività di ricevimento contabile, quelle di controllo ed etichettatura oppure attività che prevedono l'utilizzo di mezzi specifici come il carrello frontale o quello retrattile. Così come per il sistema tabella in Allegato 1, quello in Allegato

2 prevede una descrizione dei movimenti effettuati, i rispettivi tempi base espressi sia in termini di TMU che in minuti e i tempi corretti con il fattore di maggiorazione.

## Capitolo 2 - Multilog Spa e Comau Spa

In questo capitolo viene fornita una presentazione delle aziende Multilog Spa e Comau Spa, illustrandone brevemente la storia, gli asset, le attività svolte e il rapporto tra le due aziende per poter inquadrare l'ambito nel quale si è realizzato questo progetto di tesi.

### 2.1 L'azienda

L'azienda Multilog S.p.a., il cui logo è in *figura 2.1*, è un'azienda di logistica integrata nata come società per azioni nel 2008 dall'unione di un gruppo di professionisti/imprenditori, presenti nel settore dei trasporti da oltre 50 anni, e da cinque aziende attive principalmente nel mondo della logistica integrata e dei trasporti.



*Figura 2.1: Logo aziendale  
Fonte: Sito aziendale Multilog Spa*

Nel corso degli anni, Multilog ha diversificato la propria attività investendo in magazzini a temperatura controllata per il settore alimentare e in nuovi asset utili al trasporto distributivo quali celle frigorifere e furgoni refrigerati, nonché in soluzioni per il packaging industriale ed il project cargo per diventare sempre più efficiente e performante anche nell'ambito impiantistico.

Multilog S.p.A. ha una presenza attiva in diversi settori, tra questi il core business è il settore automotive che, come è possibile osservare nel *Diagramma 2.1*, è rappresentato dal 70% dei suoi clienti, mentre il restante 30% è costituito da clienti di diversi settori tra cui white goods, electronics, oil & gas e food & beverage.

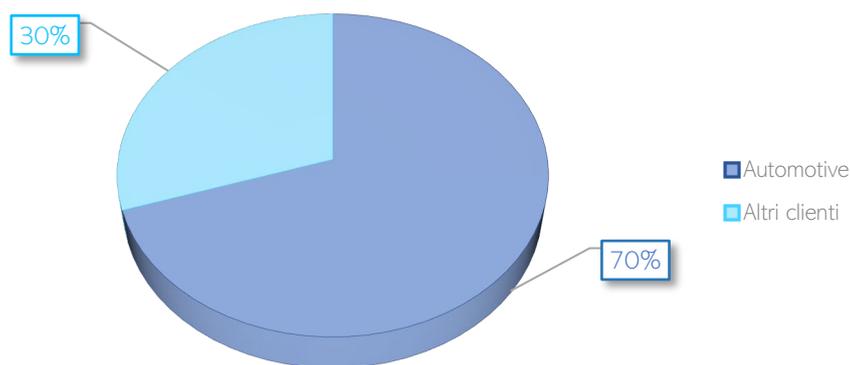


Diagramma 2.1: Settori di business della Multilog Spa.  
Fonte: Presentazione aziendale.

Il 2017 può essere considerato l'anno di svolta per l'azienda in quanto si è concretizzato il momento della principale riorganizzazione dell'impresa che ha affiancato ai manager già presenti, specialisti della logistica di produzione, nuove figure direzionali provenienti dal mondo dei servizi, al fine di portare contributi innovativi e nuovi punti di vista operativi.

Da questo momento in poi la crescita è avvenuta in maniera importante, nel giro di pochi anni la Multilog S.p.A. ha guadagnato la fiducia di molti clienti importanti e si è passati da 10 clienti nel 2017 agli attuali 130. Ha sostenuto la sua crescita con investimenti in personale, certificazioni, strutture, mezzi, sistemi informativi. Il suo fatturato ha registrato un notevole incremento e nel 2019 risulta raddoppiato rispetto agli ultimi quattro anni, come si nota nel Diagramma 2.2. Nel 2020 il fatturato risulta più basso di circa il 15% rispetto all'anno precedente ma questo è riconducibile alla situazione di emergenza nazionale e internazionale causata dal SARS-CoV-2 e che ha avuto gravi ripercussioni su quasi tutte le aziende italiane.

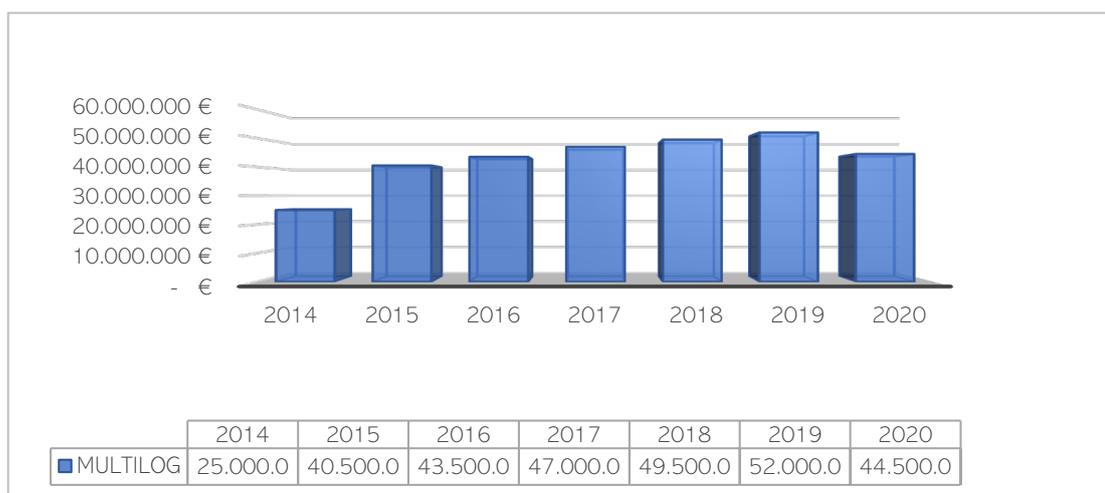


Diagramma 2.2: Andamento fatturato annuo Multilog S.p.a.  
Fonte: Dati presentazioni aziendali

Nel 2018 e nel 2019 all'azienda è stato anche riconosciuto il premio "Eccellenza dell'anno – innovazione e leadership – servizi di trasporto" delle "Fonti Awards" che fa parte dei premi internazionali IAIR in cui vengono premiate le eccellenze innovative aziendali nei diversi settori.

Multilog S.p.a. si suddivide in tre diverse unità di business - Material Handling, Transport, Value Added Service (VAS) - e offre servizi di trasporto inbound e outbound, soluzioni di packaging, attività di kitting, picking, JIS/JIT e consulenza operativa per l'ottimizzazione dei processi della supply chain dei clienti.

Per la sua attività Multilog si serve dei seguenti asset:

- 18 sedi operative
- 750 automezzi tra cui 350 di proprietà
- 550 dipendenti, tra impiegati e autisti
- 264.700 m<sup>2</sup> piazzali
- 139.900 m<sup>2</sup> magazzini coperti
- Sistema operativo GESPE NET/ARCA/MY WMS

La Multilog ha una consolidata presenza nel territorio ed in particolare:

- sedi nel Centro-Sud Italia: Cassino, Caivano, Nola, Saviano e Melfi
- in Emilia: Rubiera e Parma
- in Lombardia: Torbole Casaglia Brescia
- in Veneto: Rovigo
- in Piemonte: Venaria e Torino-Interporto Sito

Multilog S.p.a. ha inoltre avviato un processo di internazionalizzazione in Brasile, Polonia, Cina, Germania e Marocco attraverso partnership e collaborazioni con primarie aziende del settore.

Multilog S.p.A. rappresenta oggi un'azienda in forte espansione, proiettata verso il futuro, forte della sua esperienza, delle sue competenze e della sua storia.

### 2.1.1 Sede Interporto S.I.T.O.



Figura 2.2: Sede Multilog Spa - Interporto Sito  
Fonte: Presentazione aziendale

La sede all' Interporto S.I.T.O. di Orbassano, in *figura 2.2*, è la sede più recente, inaugurata nel luglio del 2018, a dimostrazione della volontà dell'azienda di portare avanti il progetto di ampliamento e radicalizzazione sul territorio. È in questa sede che l'autrice dell'elaborato ha avuto l'opportunità di svolgere un tirocinio curriculare in seguito al quale ha potuto realizzare il lavoro di tesi.

La sede dispone di un magazzino di quasi 8000 mq che va ad incrementare la già capillare presenza sul territorio nazionale con magazzini e centri di consolidamento.

In questo magazzino vengono gestite le attività per diversi clienti, tra i più importanti c'è sicuramente la Fiat Chrysler Automobiles (FCA), adesso Stellantis.

## 2.2 Il rapporto tra Multilog Spa e Comau Spa

Multilog Spa, attraverso la sua ingegneria logistica, ha la possibilità di fornire studi di fattibilità per progetti di in/out sourcing, consulenza operativa per l'ottimizzazione dei processi della supply chain di altri clienti e attività di Lean Management in linea con i dettami del World Class Manufacturing (WCM). L'azienda fornisce una gamma di servizi e, a seconda della tipologia di cliente, dei suoi assets e dei prodotti trattati, può svolgere le proprie attività presso strutture proprie o "in casa" del cliente stesso.

L'argomento di tesi, oggetto di questo elaborato, prende forma nell'ambito della richiesta di partecipazione alla gara d'appalto, indetta dalla società Comau Spa, per svolgere le attività

di gestione delle parti di ricambio di quest'ultima azienda. Nel caso specifico l'analisi e lo studio effettuati hanno come obiettivo la riorganizzazione del magazzino con sede l'Interporto Sito di Orbassano così da poter sviluppare una proposta di offerta sottoforma di presentazione tecnico-economica.

Nel Paragrafo 2.3 viene fornita una breve presentazione del cliente per poter inquadrare le sue attività e il suo ruolo a livello mondiale.

## *2.3 Comau Spa*

Comau Spa è una società completamente controllata da FCA, adesso Stellantis, il gruppo dell'automotive quotato alla Borsa di New York (Nyse) e alla Borsa Italiana (Mta). È Mauro Fenzi (CEO) a guidare la società che ha sede principale a Grugliasco (TO). Comau è leader mondiale nel campo dell'automazione industriale, sviluppa sistemi, prodotti e servizi compatibili con l'Industria 4.0. Il portafoglio include soluzioni per giunzioni, assemblaggio e lavorazione meccanica studiati per la produzione di veicoli tradizionali ed elettrici, sistemi di produzione robotizzati, una famiglia completa di robot (comprese soluzioni di robotica collaborativa e indossabile), strumenti di logistica a guida autonoma. La competenza di Comau deriva da oltre 45 anni di esperienza comprovata sul campo e dalla forte presenza in tutti i principali paesi industrializzati.

### *2.3.1 La storia dell'azienda*

Comau, infatti, nasce come Consorzio MACchine Utensili nel 1973 per riunire le aziende dell'area torinese che hanno contribuito alla costruzione dello storico impianto automobilistico Volga in Russia.

Negli anni Ottanta si dedica a creare i primi sistemi di produzione flessibile (FMS, Flexible Manufacturing Systems) e a sviluppare tecnologie di lavorazione meccanica ad alta velocità; le competenze e le capacità di innovazione di Comau richiamano l'attenzione di General Motors, che investe nel gruppo rilevandone il 20%. Nella seconda metà degli anni Ottanta inizia lo straordinario sviluppo della tecnologia laser e Comau, in collaborazione con Trumpf, crea i primi robot laser, molto richiesti in GM.

Agli inizi degli anni Novanta Comau si espande in altri paesi europei nonché in Nord e Sud America e in Asia.

Agli albori del nuovo millennio nasce un nuovo paradigma, la Lean Production e Comau continua a rimanere all'avanguardia nel mondo della tecnologia e inizia a sviluppare nuove soluzioni in vari settori: industria aerospaziale, veicoli commerciali e mezzi pesanti, ferrovie ed energie rinnovabili.

Dopo avere rilevato Renault Automation SA in Francia – azienda specializzata in ingegneria, processi di taglio di lamiere, assemblaggi meccanici e assemblaggio finale delle scocche – Comau rileva anche PICO, una società statunitense leader nella produzione di scocche, acquisendone le attività negli Stati Uniti, in Messico, in Germania e nel Regno Unito.

Di pari passo con il consolidamento delle soluzioni tecnologiche Comau e l'avvio dell'attività del gruppo in settori diversi da quello automotive, Comau costituisce nuove business unit – Comau Aerospace, eComau e Comau Adaptive Solutions – per rispondere meglio alle esigenze del mercato. Comau continua a creare soluzioni adattive basate sui concetti fondanti della produzione snella, che migliorano sempre di più l'efficienza operativa nei vari settori in cui opera il gruppo: settore aerospaziale, veicoli commerciali e mezzi pesanti, ferrovie ed energie rinnovabili.

Oggi Comau sta anche ampliando la gamma di prodotti, a partire dai robot a piccolo payload (la famiglia Racer e il robot Rebel-S SCARA), arrivando a realizzare strategie di progettazione innovative che permettono di personalizzare tecnologie standard per molteplici applicazioni: pistole di saldatura, bordatura con rullo RHEvo, il centro di lavoro modulare e flessibile SmartDrive800L, e la tecnologia ibrida laser LHYTE.

### *2.3.2 I settori di attività*

Comau opera in diversi settori industriali, offre servizi di automazione e controllo per il settore dell'automotive, focalizzandosi su un'offerta di soluzioni affidabili per efficienza, flessibilità, durabilità e un veloce ritorno sull'investimento.

L'esperienza, l'attenzione allo sviluppo e all'innovazione e una cooperazione con le società aerospaziali nel mondo permettono di offrire servizi anche per *l'industria aerospaziale* e rispondere alle specifiche esigenze del settore dell'aviazione sia civile che militare.

L'azienda ha una competenza nel *settore dei veicoli commerciali* che le permette di adattare la propria tecnologia per gestire le duplici esigenze della produzione flessibile e delle strutture pesanti.

È presente nel *settore dell'industria pesante* offrendo un processo affidabile e flessibile per rispondere alle richieste sempre diverse di questo settore. Automazione per l'industria ferroviaria: gestione e controllo dei processi produttivi

Nel *settore ferroviario* l'azienda pone l'attenzione sulla progettazione e sull'attuazione di nuovi processi di produzione volti a ottenere flessibilità nelle operazioni di assemblaggio dei componenti ferroviari e un flusso produttivo ottimale.

Le aziende di tutto il mondo, in questo momento, si concentrano sul settore delle *energie rinnovabili* e Comau aiuta a sviluppare soluzioni per realizzare in modo più efficiente prodotti e sistemi flessibili per rispondere alle richieste del settore.

industria generale (gestione processi aziendali e sistemi di automazione).

Comau negli anni ha creato una rete internazionale di 32 centri operativi in 14 paesi, come si può vedere *in figura 2.3*, così da poter rispondere rapidamente alle esigenze dei clienti, in qualsiasi momento, dovunque perché i mutamenti del mercato globale sono estremamente rapidi e non ammettono ritardi. Con una massiccia presenza a livello globale è possibile garantire di essere sempre presenti anche a livello locale.



Figura 4.3: Presenza globale Comau  
Fonte: Sito aziendale Comau Spa

# Capitolo 3 - Il caso di studio: gestione approvvigionamento parti di ricambio

In questo capitolo verranno analizzati i requisiti richiesti da Comau e i dati forniti dalla stessa che permettono di realizzare una offerta tecnico-economica per il servizio di gestione della catena di approvvigionamento delle parti di ricambio.

## *3.1 Requisiti di progetto*

In questo paragrafo verranno illustrati i requisiti di progetto, presentati nel capitolato di gara trasmesso dall'azienda Comau a tutti i possibili fornitori del servizio, i cosiddetti Provider che partecipano alla gara. Il documento appena citato descrive il contenuto, specialmente tecnico, e informazioni complete riguardo le prestazioni da rispettare a seguito del quale si invitano i fornitori ad un'offerta, col fine di decidere l'azienda più qualificata per svolgere tale compito. Nel caso specifico l'azienda vincitrice si dovrà occupare della catena di approvvigionamento delle parti di ricambio per conto Comau.

La prima informazione importante da tenere in considerazione è che l'azienda Comau opera attraverso tre distinte Business Unit (B.U.):

- Robotics
- Automation System
- Machining

e la gestione delle attività di logistica richieste deve essere tenuta separata ed indipendente per le suddette tre BU, quindi risulta necessaria la separazione fisica dei materiali in tre macro aree, un'area per ogni BU, così da garantire e rendere più agevole il riconoscimento dei materiali immagazzinati per le tre BU.

Di seguito vengono elencate le attività di cui dovrà occuparsi il fornitore:

- Gestione di tutte le attività di logistica separate per le tre distinte B.U.
- Ricezione dei beni di proprietà Comau che di volta in volta verranno consegnati presso il Magazzino da fornitori o clienti di Comau o da Comau medesima.
- Ricevimento, smistamento dei materiali in base a disposizioni date da Comau, la loro movimentazione, l'imballo e la spedizione gestita da Comau di tali beni.

- Servizi ausiliari per la spedizione delle merci a terzi indicati da Comau.

### 3.1.1 *Requisiti del magazzino*

Uno dei requisiti previsti da Comau per la realizzazione del progetto è la disponibilità di un magazzino nell'area di Torino che rispetti determinate caratteristiche, nello specifico si richiede:

- disponibilità di capannone coperto, chiuso con muri perimetrali e che sia idoneo per le seguenti attività:
  - carico e scarico di automezzi;
  - per l'immagazzinamento di materiale a terra;
  - per l'immagazzinamento di materiale su strutture verticali;
- disponibilità di sistemi informatici/lettori barcode per identificazione materiali e documentazione in/out;
- le attività di movimentazione (carico/scarico) e stoccaggio dei beni dovranno essere svolte dal fornitore a propria cura, garantendo l'integrità e la corretta conservazione delle merci, con l'utilizzo di proprie attrezzature idonee e a norma di legge e tramite proprio personale opportunamente formato e qualificato;
- Area Qualità in cui vengono raccolti tutti i componenti per i quali risulta necessaria un'ispezione. Sarà compito del personale Comau occuparsi del controllo qualità dei materiali in ingresso presso il Provider e quindi comunicare agli operatori tutte le informazioni necessarie per la gestione dei materiali in ingresso da ispezionare, in particolare la suddivisione in:
  - 1) *Materiali da ispezionare direttamente c/o provider*: dovranno essere riposti dal personale del Provider direttamente nell'Area Qualità dove il personale Comau eseguirà l'ispezione. Se il controllo darà esito positivo, Comau comunicherà al provider di procedere con lo stoccaggio delle merci. Nel caso in cui invece il controllo dia esito negativo, il Provider provvederà al reso al fornitore tramite documenti forniti da Comau.
  - 2) *Materiali da ispezionare in Comau*: dovranno essere inviati dal provider a Comau per essere ispezionati a campione o sul 100% della fornitura. Se il controllo darà esito positivo, Comau rispedirà i materiali al fornitore per lo stoccaggio e dovrà essere effettuato il relativo trasferimento contabile in magazzino. Nel caso in cui invece il controllo dia esito negativo, il personale

Comau procederà con la procedura di scarto mediante non conformità, in tal caso l'intero lotto presente dal fornitore dovrà essere spedito alla sede di Comau di Grugliasco, oppure essere rispedito direttamente dal provider al fornitore.

3) *Materiali non da ispezionare* (free pass): non necessitano di ispezione qualitativa, pertanto potranno essere direttamente immagazzinati. Nel caso di materiali danneggiati riscontrati in fase di ricevimento il personale del Provider provvederà ad allocare la merce in Area Qualità, inibirà il prelievo e chiederà l'intervento del personale Comau.

Altri requisiti di magazzino che Comau ritiene necessari sono i seguenti:

- disponibilità di antifurto perimetrale e interno collegato alle forze dell'ordine o Istituti di Vigilanza o con sorveglianza diretta;
- assicurazione incendio, calamità naturali per una copertura di euro 2.500.000 senza franchigia, furto e/o atti vandalici.

Nella trattazione dei sottoparagrafi che seguono verranno illustrate le indicazioni date da Comau, come guida per i provider, per lo svolgimento delle attività di ricezione dei beni di proprietà Comau, della loro movimentazione, dell'eventuale imballaggio di tali beni da spedire per conto Comau.

### *3.1.2 Attività di ricevimento merci*

Il provider riceve la merce dai fornitori di pezzi di ricambio o dai clienti di Comau e, al ricevimento della stessa, il personale del magazzino dovrà svolgere le seguenti attività di verifica:

- verificare l'integrità degli imballi e nel caso in cui questi fossero rovinati/deteriorati o presentino evidenti segni di caduta o schiacciamenti, non devono essere ritirati e rimandati al mittente;
- verificare la corrispondenza del numero dei colli pervenuti rispetto a quanto indicato sul documento di trasporto (DDT);
- verificare l'esistenza del numero sul DDT;
- verificare la presenza e la completa compilazione del "Cartellino di Identificazione" cioè l'etichetta con codice identificativo del prodotto dato dal fornitore, dei disegni e delle dichiarazioni di conformità;

Nel caso in cui dovessero presentarsi dei casi di anomalia tra quantità fisica del materiale e quanto riportato nel documento DDT il provider comunicherà a Comau tramite e-mail e allegando copia del DDT di riferimento il dettaglio di tutte le casistiche possibili tra quelle seguenti:

- quantità eccedenti
- quantità mancanti
- materiali danneggiati
- materiali incongruenti (non identificabili, non coerenti con DDT)

Se invece non dovessero presentarsi anomalie, allora il fornitore potrà procedere allo scarico del materiale, timbrando e firmando tutte le copie del DDT, e alla verifica fisica delle merci. Successivamente si procederà alla registrazione di ingresso merci sul sistema informatico SAP e quindi al successivo stoccaggio delle merci entro le 48h dall'ingresso in azienda delle stesse. È necessario che tutti i materiali in ingresso siano identificati chiaramente con targhetta adesiva ben visibile e leggibile con il codice identificativo della merce cioè il "codice Comau". In assenza dell'etichetta sarà compito del Provider provvedere ad etichettatura della merce.

Per rendere la trattazione più comprensibile, si è scelto il flow chart, *diagramma 3.1*, come strumento per rappresentare in maniera schematizzata la fase di ricevimento merci, mettendo in evidenza quelle che sono le attività principali di questo processo.

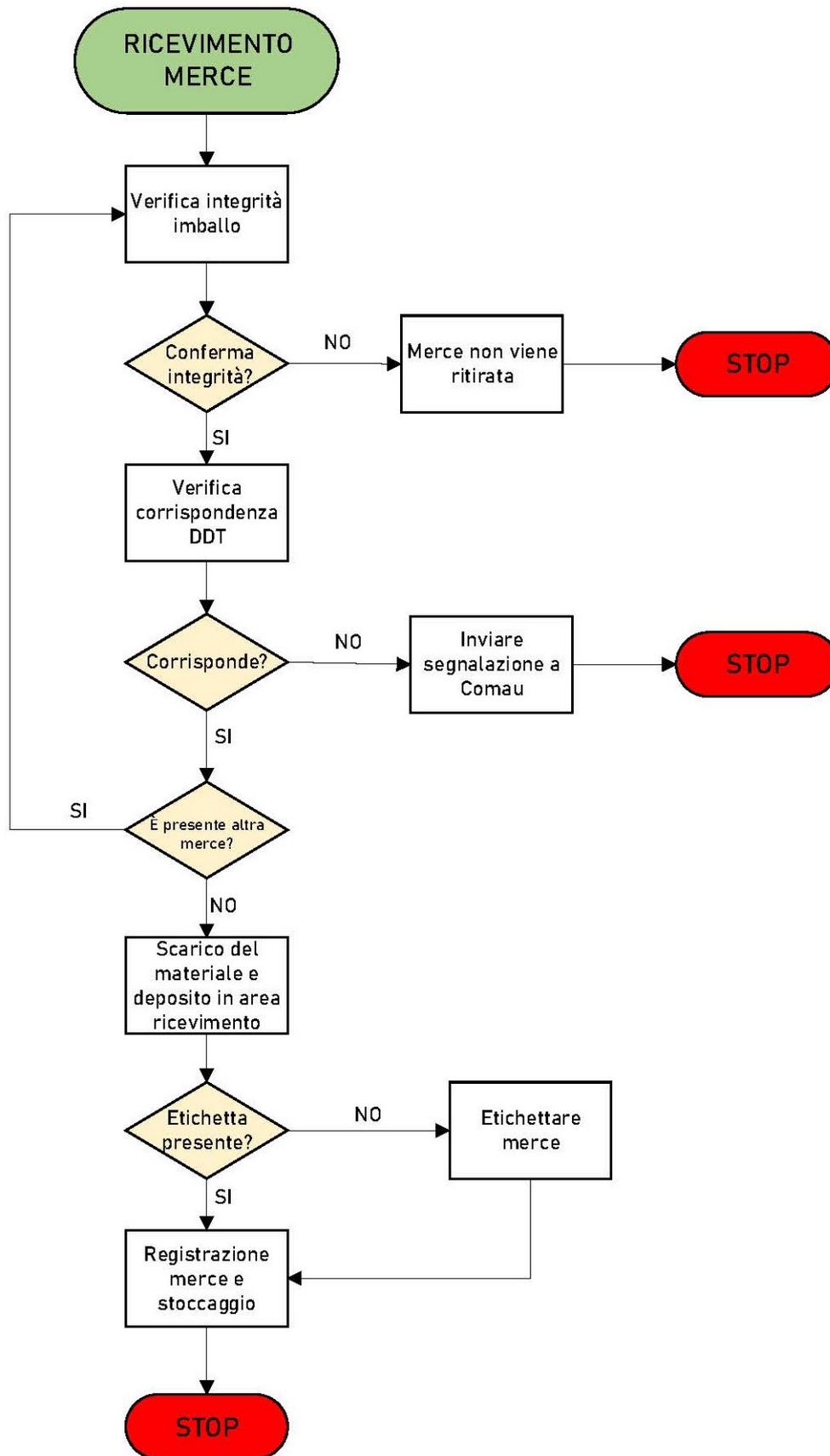


Diagramma 3.3: Flow chart attività di ricevimento merci

### 3.1.3 Attività di spedizione merci

In questo sottoparagrafo vengono illustrate le attività a cui il provider dovrà provvedere ogni qual volta si riceva una richiesta d'ordine sul sistema informatico:

- picking di tutto il materiale elencato nella richiesta d'ordine;
- preparazione del/degli imballo/i, in base alle specifiche riportate nel Sottoparagrafo 3.1.4, necessario/i per soddisfare la richiesta;
- comunicazione a Comau di dimensioni e peso netto – lordo del/degli imballo.

A seguito delle informazioni ricevute dal Provider, Comau provvederà a preparare ed inviare i documenti di spedizione da applicare sugli imballi e ad organizzare il prelievo da parte del trasportatore scelto da Comau per la consegna.

Ciascuna spedizione in uscita è necessario che venga corredata da DDT/Packing list. La documentazione ricevuta da Comau deve essere usata come documento di trasporto per l'accompagnamento della merce (DDT/Packing list) e come indirizzo da applicare sui colli mediante busta adesiva trasparente.

Le indicazioni che vengono date per la compilazione dei DDT sono le seguenti:

- Il/i DDT compilato e/o ricevuto, oltre che ad essere utilizzato/i come marcatura da apporre sui colli mediante busta adesiva o fissata sulle casse a mezzo di spillatrice, dovrà/dovranno essere compilato/i secondo istruzioni Comau, fotocopiato/i e consegnato/i al vettore designato da Comau che si occuperà del trasporto al cliente/fornitore.
- Per le spedizioni camionistiche fuori Italia nei paesi UE oltre al/ai DDT bisogna munire l'autista anche della Lettera di Vettura Internazionale (CMR).
- Per le spedizioni camionistiche nei paesi extra UE oltre al/ai DDT bisogna munire l'autista anche della/e fattura/e Comau, della bolla doganale forniti da Comau e del CMR.
- Per le spedizioni aeree nei paesi extra UE oltre al DDT bisogna munire l'autista anche della/e fattura/e Comau e della bolla doganale forniti da Comau.

Come è stato fatto per la fase di ricevimento, anche per quella di spedizione delle merci viene utilizzato un flow chart, *diagramma 3.2*, per schematizzare il processo e renderlo graficamente intuitivo.

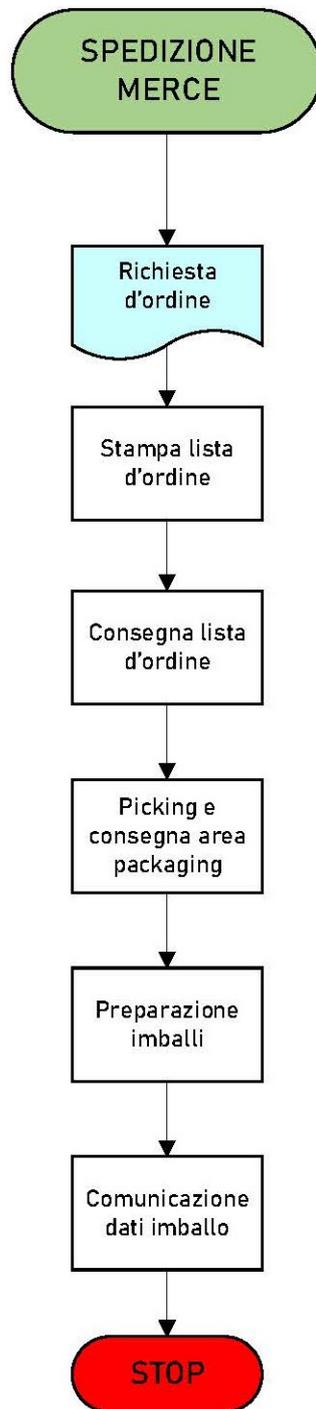


Diagramma 3.4: Flow chart attività di spedizione merci.

### 3.1.4 Le tipologie di imballaggio

Nel capitolato vengono presentate le indicazioni sulle *tipologie di imballo* che è consentito utilizzare e vengono descritte di seguito:

- *Scatole di cartone*, in figura 3.1, che devono essere utilizzate per materiali con peso minore o uguale a diciotto chilogrammi e possono essere utilizzate per spedizioni all'interno o all'esterno dell'Unione Europea.



Figura 3.1: Scatole di cartone

- *Scatole di cartone su pedana in legno*, in figura 3.1, che devono essere utilizzate per materiali con peso maggiore di diciotto chilogrammi e solo per spedizioni via camion o aereo. Inoltre, le pedane in legno, tranne quelle destinate ai paesi europei, devono avere il trattamento di pre-fumigazione previsto dalla Normativa FAO ISPM 15 per prevenire la diffusione di malattie e il trasporto internazionale di insetti, fattori che potrebbero avere conseguenze negative su piante ed ecosistemi.



Figura 3.2: Scatole di cartone su pedana in legno

- *Casse in compensato di misura standard* che devono essere utilizzate per materiali di misura standard "EPAL" cioè che non superano le dimensioni 120x80 cm, per quei materiali che sono potenzialmente danneggiabili durante le operazioni di

handling e che hanno peso maggiore di diciotto chilogrammi. Le parti in legno massello, tranne quelle destinate nei paesi europei, devono avere il trattamento di pre-fumigazione.

Questo tipo di imballo può essere utilizzato per tutte le destinazioni, EU ed Extra EU. In caso di trasporto marittimo deve essere applicato il sacco barriera ed i sali disidratanti, rispettivamente *figura 3.3 e 3.4*, che sono indispensabili per proteggere la merce dalla umidità, garantiscono impermeabilità e resistenza alla luce, alle temperature e agli UV, resistono a strappi, lacerazioni e alla tenuta del vuoto. Tutti i materiali internamente devono essere bloccati tramite sistemi di fissaggio (es. parti in legno inchiodate, viti per legno ecc.)



*Figura 3.3: Sacco barriera*



*Figura 3.4: Sali disidratanti*

- *Altre tipologie di imballo* quali gabbie o casse in legno fuori misura standard vengono valutate all'occorrenza.

A seconda dello specifico caso vanno utilizzate scatole o casse in legno di dimensioni standard.

Per quanto riguarda le scatole da utilizzare le dimensioni esterne sono le seguenti, espresse in centimetri:

25x20x20; 35x30x20; 40x30x30; 50x50x30; 50x50x50; 60x40x20; 60x40x40; 80x56x50.

Tutte le scatole di cartone devono essere sigillate sia sull'apertura inferiore che superiore con nastro adesivo con logo Comau.

Per quanto riguarda invece le casse in legno o in compensato fenolico possono essere utilizzate quelle con le seguenti dimensioni esterne in centimetri:

45x35x47; 46x29x53; 54x26x53; 80x60x42; 35x25x35; 60x40x50.

Se si utilizzano i parietali, in *figura 3.5*, che sono delle fasce di contenimento per pallet in legno con pareti modulari unite tra di loro tramite cerniere in acciaio che si posizionano sui pallet per realizzare imballi simili a casse, questi possono avere le seguenti dimensioni:

- 120x80x altezza modificabile con i parietali a multipli di 20 cm o 30 cm
- 80x60x altezza modificabile con i parietali a multipli di 20 cm



*Figura 3.5: Parietali*

Le linee guida presentate da Comau sono da applicare a varie tipologie di materiali tra quelli che seguono, per i quali deve essere effettuato l'imballaggio:

- Componenti meccanici sciolti.
- Componenti elettrici/elettronici sciolti.
- Componenti idraulico/pneumatici sciolti.
- Gruppi meccanici parzialmente o totalmente montati.
- Gruppi elettrici e/o elettronici parzialmente o totalmente montati.
- Gruppi idraulico/pneumatici parzialmente o totalmente montati.
- Documentazione tecnica, per esempio istruzioni di montaggio, schede tecniche.
- Gadget promozionali.
- Pinze di saldatura automatiche e manuali.
- Attrezzature di lavoro manuale, per esempio avvitatore pneumatico, rivettatrice, ecc.

Nel capitolato vengono fornite precise indicazioni sulle procedure di imballaggio che è necessario seguire per alcune tipologie di materiale.

Nello specifico per *i materiali meccanici* vengono date le seguenti indicazioni:

- Stabilire che tipo di imballaggio utilizzare in base al/ai componente/i ed alla destinazione finale.
- Effettuare l'oliatura mediante olio "Petronas Mecafluid P116 o P100" su parti non trattate da verniciature o da trattamenti antiossidanti, incluse le parti che hanno trattamento di brunitura.
- Disporre uno strato di pluriball/sacchetto istapack sul fondo dell'imballo prima di inserirvi il materiale.
- Disporre uno strato di carta oliata sul pluriball e mettervi sopra il materiale in modo da avvolgerlo prima con la carta oliata e poi con il pluriball.
- Fissare il materiale all'interno dell'imballo tramite riempimenti se scatole o eventualmente se casse ove è permesso dal tipo di materiale oppure sempre nelle casse mediante il fissaggio con travetti legno inchiodati.
- Chiudere l'imballaggio (scatola, cassa, gabbia).
- Pesare e misurare le dimensioni da comunicare a Logistica Comau che dovrà poi riportare sui documenti di spedizione.

Per *i materiali elettrici o elettronici* vengono date le seguenti indicazioni:

- Stabilire che tipo di imballaggio utilizzare in base al/ai componente/i ed alla destinazione finale
- Disporre uno strato di pluriball sul fondo dell'imballo prima di inserirvi il materiale.
- Inserire il materiale ed avvolgerlo con il pluriball.
- Fissare il materiale all'interno dell'imballo tramite riempimenti se scatole o eventualmente se casse ove è permesso dal tipo di materiale oppure sempre nelle casse mediante il fissaggio con travetti legno inchiodati.
- Chiudere l'imballaggio (scatola, cassa, gabbia).
- Pesare e misurare le dimensioni che dovranno poi essere inserite dal provider sui DDT per la parte UE e per la parte extra UE da comunicare a Logistica Comau che dovrà poi riportare sui documenti di spedizione.

Per *i materiali pneumatici* vengono date le seguenti indicazioni:

- Stabilire che tipo di imballaggio utilizzare in base al/ai componente/i ed alla destinazione finale.
- Disporre uno strato di pluriball sul fondo dell'imballo.
- Inserire il materiale ed avvolgerlo con il pluriball.
- Fissare il materiale all'interno dell'imballo tramite riempimenti se scatole o eventualmente se casse ove è permesso dal tipo di materiale oppure sempre nelle casse mediante il fissaggio con travetti legno inchiodati.
- Chiudere l'imballaggio (scatola, cassa, gabbia).
- Pesare e misurare le dimensioni che dovranno poi essere inserite dal provider sui DDT per la parte UE e per la parte extra UE da comunicare a Logistica Comau che dovrà poi riportare sui documenti di spedizione.

Vengono anche date indicazioni per *materiali non ingombranti* con peso minore o uguale a diciotto chilogrammi:

- Se il materiale è meccanico, avvolgerlo con carta oliata e successivamente con pluriball, altrimenti per le altre categorie (elettrico/elettronico e pneumatico) usare solo la pluriball.
- Riempire con cartone la scatola che conterrà il materiale.
- Inserire il tutto nella scatola e chiuderla.
- Pesare e misurare le dimensioni che dovranno poi essere inserite dal provider sui DDT per la parte UE e per la parte extra UE da comunicare a Logistica Comau che dovrà poi riportare sui documenti di spedizione.

### *3.1.5 Gestione del servizio*

Il provider ritenuto più qualificato per svolgere il servizio richiesto, come si è detto nel Paragrafo 2.1, dovrà occuparsi della catena di approvvigionamento delle parti di ricambio tenendo in considerazione le indicazioni date da Comau per lo svolgimento dell'attività e che vengono riportate di seguito.

Comau come *orari di servizio* richiede tutti i giorni lavorativi per otto ore al giorno. Per BU Robotica occorre disporre una reperibilità extra, cioè la possibilità di prelevare materiale ed

eseguire l'imballo per una spedizione urgente, nell'orario feriale sino ore 19.00, sabati e festivi dalle ore 09.00 alle 18.00.

Per quanto riguarda le *tempistiche di servizio* l'imballo deve essere preparato entro:

- Giorno N per Italia / UE con richieste entro ore 11.00 del giorno N
- 24 ore dalla richiesta d'ordine;
- 48 ore dalla richiesta d'ordine;
- 96 ore dalla richiesta d'ordine.

Tali tempistiche sono legate al livello di urgenza della richiesta d'ordine e saranno segnalate al momento della ricezione della stessa.

Per la gestione dei servizi è previsto l'utilizzo del *sistema informatico* SAP da parte del provider per ingressi merci e spedizioni ambito UE e per la gestione di dettaglio delle movimentazioni di magazzino.

### 3.2 *Dati forniti*

Ad accompagnare il capitolato di gara, l'azienda Comau fornisce una serie di dati da utilizzare come riferimento per lo sviluppo della proposta di offerta tecnico-economica.

I dati forniti sono osservabili nelle *tabelle 3.1 e 3.2*, inserite alla fine del paragrafo, e sono suddivisi in due diverse sezioni.

La sezione di *handling*, in *tabella 3.1*, cioè di movimentazione dei materiali presenta un insieme di operazioni di trasporto, stoccaggio, controllo del materiale. Per ogni attività viene presentato un volume medio giornaliero per ciascuna BU, il volume medio giornaliero totale e il volume medio mensile, calcolato moltiplicando il volume medio giornaliero per 20 giorni lavorativi al mese. Viene inoltre fornita per ciascun dato l'unità di misura associata alle tariffe, cioè quella serie di prezzi attribuiti a ciascuna operazione e che risultano fissati al momento della quotazione nella proposta di offerta.

Di seguito vengono analizzati nel dettaglio i dati assegnati:

- *Movimentazione Pallet in & out*: il dato è espresso come numero di pallet al mese e la tariffa richiesta verrà espressa in €/pallet. Questa tariffa terrà in considerazione tutta una serie di attività come lo scarico del pallet dal mezzo, il controllo di corrispondenza tra pallet e DDT, l'etichettatura, le movimentazioni del pallet per lo stoccaggio o il prelievo, e tempi e costi previsti per il loro svolgimento.

- *Etichettatura pezzi*: il dato è espresso come etichette al mese e la tariffa richiesta verrà espressa in €/etichetta. Tale attività prevede l'etichettatura per quei pezzi di ricambio chiesti da Comau in casi di necessità e quindi è prevista esclusivamente per la BU Robotics. La tariffa terrà in considerazione tempi e costi necessari per la stampa e l'applicazione dell'etichetta.
- *Gestione documenti in & out*: questo dato è espresso come documenti al mese (doc/mese) e la tariffa richiesta verrà espressa in €/doc. In questa attività viene considerata tutta l'attività documentale, in ingresso e in uscita, che comprende la ricezione dei documenti e l'inserimento a sistema, la stampa delle etichette, la ricezione degli ordini e la preparazione degli ordini di prelievo e la prenotazione del trasportatore per il ritiro della merce. La tariffa richiesta dovrà considerare il lavoro svolto dal responsabile che si occupa della presente attività.
- *Riga ordine in*: il dato è espresso come righe d'ordine in ingresso al mese e la tariffa richiesta verrà espressa in €/riga. La tariffa da proporre dovrà, ad esempio, considerare il tempo necessario per il controllo tra quanto specificato sulla riga d'ordine e le quantità fisiche, quello per l'inserimento di ciascuna riga d'ordine a sistema o per l'applicazione delle etichette; maggiore sarà il numero di righe e quello delle quantità richieste, maggiore sarà il tempo necessario per svolgere queste attività, di conseguenza maggiori saranno i costi. La discriminante per il calcolo di tale tariffa è che non viene assegnata informazione relativa alla quantità per ciascuna riga d'ordine, quindi bisognerà considerare una quantità variabile.
- *Riga out*: questo dato è espresso come righe d'ordine da processare al mese e la tariffa richiesta verrà espressa in €/riga. Come nel caso delle righe d'ordine in ingresso, la discriminante per il calcolo di questa tariffa è quello di considerare la quantità come variabile perché non si conoscono informazioni relative alle quantità per ciascuna riga. Nel sottoparagrafo 3.1.5 si è visto che esistono quattro diverse tempistiche di servizio, di conseguenza nel caso delle righe in uscita vengono eseguite le distinzioni in base a tali tempistiche con cui devono essere processate, ovviamente minore è il tempo a disposizione per farlo, maggiore sarà la tariffa associata. I dati presentati sono i seguenti:
  1. Riga d'ordine da processare entro giorno A con richiesta entro le ore 11 del giorno A
  2. Riga d'ordine da processare entro 24h
  3. Riga d'ordine da processare entro 48h

#### 4. Riga d'ordine da processare entro 96h

La tariffa dovrà ad esempio considerare il tempo necessario per svolgere l'attività di prelievo dei pezzi da magazzino e la movimentazione di questi nell'area di confezionamento. Maggiore sarà il numero di righe o quelle delle quantità richieste per ciascuna riga, maggiore sarà il tempo per svolgere queste attività.

- *Ordini mensili*: il dato è espresso in numero di ordini al mese permette di stimare il numero medio di righe per ciascuna richiesta d'ordine, non è richiesta una tariffa.
- *Posti pallet*: questo dato viene espresso come numero di posti pallet a disposizione per lo stoccaggio, che come si può vedere in *tabella 3.1* devono essere almeno 1620, e viene richiesta una tariffa espressa in €/posto pallet al mese. Questa tariffa deve tenere in considerazione il fitto dell'immobile e l'ammortamento degli scaffali utilizzati.
- *Area stock a terra*: viene richiesta una disponibilità di almeno 300 m<sup>2</sup> fissi (vedi *tabella 1*) per svolgere l'attività e un'ulteriore area da mettere a disposizione per materiale delle commesse. La tariffa dovrà essere espressa in €/m<sup>2</sup> al mese e questa dovrà considerare il fitto dell'immobile.
- *Navettamento*: Comau richiede anche la quotazione di un trasporto con navetta da o verso la sede di Comau a Grugliasco in quei casi in cui hanno necessità di materiale per la produzione. Richiedono tariffa di quotazione espressa come €/viaggio e come €/mezzo.

Nella sezione di *confezionamento*, nei dati in *tabella 3.2*, vengono indicate diverse tipologie di cluster di imballaggio, presentati nel Sottoparagrafo 3.1.4. A ciascun gruppo viene associato il volume medio al mese per ciascuna BU e il totale mensile.

Ciascun dato viene assegnato con un driver di volume di riferimento espresso in numero di confezioni al mese, l'output per il cliente Comau in sede di offerta sarà una tariffa espressa in €/confezione. La tariffa associata deve tenere in considerazione i costi del materiale di imballaggio (scatola, cassa o pallet), quelli del materiale ausiliario riempitivo o protettivo e del costo della manodopera e quindi del tempo necessario per l'imballaggio.

| Handling   | Driver volume riferimento | MACHINING        | ROBOTICS         | AUTOMATION       | Volume medio giorno tot | Volume medio mese tot | Tariffa       |
|--|---------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------|-----------------------|---------------|
|  |                           | Vol.medio giorno | Vol.medio giorno | Vol.medio giorno |                         |                       |               |
| Movimentazione Pallet in&out   | pallet/mese               | 3                | 14               | 4                | 28                      | 560                   | €/pallet      |
| Etichettatura pezzi ( stampa e applicazione etichetta)   | etichette/mese            |                  | 5                |                  | 5                       | 100                   | €/etichetta   |
| Gestione documenti In&out  | documenti/mese            | 15               | 20               | 5                | 40                      | 800                   | €/documento   |
| Riga ordine in ( = item in con quantità variabile)   | righe ordine/mese         | 35               | 15               | 10               | 60                      | 1200                  | €/riga        |
| Riga out (= item out con quantità variabile ) da processare entro giorno A con richiesta entro 11 del giorno A | righe ordine/mese         | 5                | 5                | 0                | 10                      | 200                   | €/riga        |
| Riga out (= item out con quantità variabile ) da processare entro 24h  | righe ordine/mese         | 15               | 5                | 0                | 20                      | 400                   | €/riga        |
| Riga out (= item out con quantità variabile ) da processare entro 48h  | righe ordine/mese         | 10               | 20               | 5                | 35                      | 700                   | €/riga        |
| Riga out (= item out con quantità variabile ) da processare entro 96h  | righe ordine/mese         | 0                | 20               | 5                | 25                      | 500                   | €/riga        |
| Ordini giorno  | ordini/mese               | 10               | 15               | 5                | 30                      | 600                   | -             |
| Posti Pallet (scaffalature con portata kgs3200 per piano contenenti 3 europallets)                             | Posti Pallet              | 300              | 1300             | 20               | 1620                    | 1620                  | €/pallet/mese |
| Area stock a terra (esclusi posti pallet)  | mq                        | 500              | 600              | 100              | 1200                    | 300                   | € mq/mese     |
| Area stock a terra (esclusi posti pallet) materiale commesse   | mq                        |                  |                  |                  |                         | 301-2500              | € mq/mese     |
| Navettamento da o verso Comau Grugliasco con Daily centinato AxA   | viaggio/mese              |                  |                  |                  | 1                       | 20                    | €/viaggio     |
| Navettamento da o verso Grugliasco con Daily centinato AxA (disponibilità mezzo/giorno)                        | mezzo/giorno              |                  |                  |                  | su richiesta            |                       | € mezzo gg    |

Tabella 3.2: Dati: Handling

| Confezionamento  | Driver      | MACHINING      | ROBOTICS       | AUTOMATION     | Volume medio mese tot | Volume medio mese tot | tariffa*     |
|--|-------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------|-----------------------|--------------|
|  |             | Vol.medio mese | Vol.medio mese | Vol.medio mese |                       |                       |              |
| Scatole cartone doppia onda piccole (25x20x20-35x30x20-40x30x30) | numero/mese | 20             | 130            | 20             | 170                   | 170                   | €/confezione |
| Scatole cartone doppia onda medie (50x50x30-60x40x20)            | numero/mese | 20             | 15             | 20             | 55                    | 55                    | €/confezione |
| Scatole cartone doppia onda grandi (60x40x40-80x56x60)           | numero/mese | 20             | 5              | 20             | 45                    | 45                    | €/confezione |
| Casse in legno/compensato fenolico tipo 1 (45x35x47-46x29x53)    | numero/mese | 5              | 30             | 5              | 40                    | 40                    | €/confezione |
| Casse in legno/compensato fenolico tipo 2 (54x26x53-80x60x42)    | numero/mese | 5              | 0              | 5              | 10                    | 10                    | €/confezione |
| Casse in legno/compensato fenolico tipo 3 (35x25x35)             | numero/mese | 0              | 25             | 0              | 25                    | 25                    | €/confezione |
| Casse in legno/compensato fenolico tipo 4 (60x40x50)             | numero/mese | 0              | 10             | 0              | 10                    | 10                    | €/confezione |
| Europallet 120x80  | numero/mese | 5              | 80             | 5              | 90                    | 90                    | €/confezione |
| Europallet 120x80 + coperchio 120x80                             | numero/mese | 2              | 80             | 2              | 84                    | 84                    | €/confezione |
| Paretali 120x80x20   | numero/mese | 10             | 80             | 10             | 100                   | 100                   | €/confezione |
| Europallet 80x60   | numero/mese | 5              | 50             | 5              | 60                    | 60                    | €/confezione |
| Europallet 80x60 + coperchio 80x60                               | numero/mese | 5              | 50             | 5              | 60                    | 60                    | €/confezione |
| Paretali 80x60   | numero/mese | 15             | 50             | 15             | 80                    | 80                    | €/confezione |

Tabella 3.3: Dati: Confezionamento

## Capitolo 4 - Dimensionamento del magazzino

In questo capitolo verrà affrontata l'analisi effettuata per il dimensionamento del magazzino e la sua riorganizzazione. Si illustra prima di tutto la situazione as-is, quella esistente nel momento di partecipazione alla gara, e successivamente si propone la possibile riorganizzazione del layout che permette la gestione del servizio per Comau Spa.

Lo studio del layout è lo studio della progettazione della sistemazione planoaltimetrica di un impianto industriale e viene effettuato principalmente in tre diverse situazioni (*Monte, 2009*):

- realizzazione di nuovi stabilimenti industriali o magazzini
- ampliamento di quelli esistenti
- riorganizzazione di quelli attualmente in servizio.

Nelle pagine che seguono verrà presentato tale studio effettuato applicando i principi del Lean Thinking compatibilmente con la situazione esistente. Nello specifico, l'applicazione dei principi della filosofia Lean mira alla riduzione di tutte le attività che non creano valore per il cliente e che per tale motivo vengono considerate sprechi. L'applicazione delle tecniche e dei principi della Lean al magazzino, avvalendosi dell'osservazione diretta delle attività e dei flussi, ha come obiettivo quello di identificare eventuali criticità e proporre soluzioni. In fase di progettazione non risulta però possibile servirsi di tale analisi quindi, considerando gli obiettivi della Lean, tra cui la riduzione degli sprechi, in termini di tempo, spazio, costi, sforzo, si può realizzare una riorganizzazione del layout che permetta al flusso di scorrere senza interruzioni, cercando di ridurre al minimo le movimentazioni dei materiali e quindi le fasi inefficienti. Ed è proprio questo quello che è stato fatto e viene mostrato nel presente capitolo. In particolare, si vedrà nel Paragrafo 4.2 che, per l'individuazione di ciascuna area funzionale si sono considerate, compatibilmente con lo spazio libero a disposizione all'interno del magazzino, le distanze tra ciascuna area per poter minimizzare le percorrenze e di conseguenza anche i tempi per le movimentazioni. Inoltre, nel caso della postazione di confezionamento è stato necessario, già in fase di progettazione, predisporla in modo da poter facilitare l'applicazione dei principi Lean nelle fasi successive del progetto, con l'obiettivo di rendere l'attività efficiente. Sarà poi necessario, durante la fase di implementazione, tenere sotto controllo il processo e affrontare con i mezzi e i metodi opportuni l'emergere di eventuali criticità, non prevedibili in fase di progettazione.

Considerando l'analisi dei requisiti di magazzino richiesti da Comau e presentati nel Sottoparagrafo 3.1.1, il primo passo è stato identificare l'immobile idoneo per lo svolgimento dell'attività che è il magazzino dell'Interporto Sito di Orbassano, localizzato a 4,5 km dalla sede di Comau a Grugliasco. Nel caso in esame è quindi necessario prevedere uno studio di riorganizzazione del magazzino sulla base delle caratteristiche pre-esistenti e compatibilmente con le attività che vengono svolte all'interno dello stesso e che saranno presentate nel Paragrafo 4.1.

#### *4.1 Situazione as-is*

In questo paragrafo viene illustrata la situazione as-is, quella esistente nel momento di partecipazione alla gara, descrivendo le caratteristiche del magazzino e le attività svolte all'interno dello stesso.

Il magazzino all'Interporto sito di Orbassano, in *figura 4.1* il suo layout, attualmente dedicato allo svolgimento delle attività della Multilog Spa, si estende su uno spazio di 7925 m<sup>2</sup> con circa 800 m<sup>2</sup> di piazzale coperto e 7125 m<sup>2</sup> di magazzino coperto, di cui 800 m<sup>2</sup> sono occupati da una porzione della tettoia esterna, una volta aperta sui lati, che è stata chiusa per esigenze aziendali con pannelli di tamponamento prefabbricati e che viene definita canopy. Nel magazzino sono presenti due tipologie di area di carico e scarico:

Le **aree di carico e scarico integrate** nel magazzino in esame si trovano nel lato est del fabbricato e sono costituite da 11 *baie di carico collegate all'edificio* che consentono ai camion di attraccare direttamente alla parete del magazzino e permettono lo scarico o il carico del mezzo dalla parte posteriore. È possibile osservare fotografia delle baie in *figura 4.2*.

L'**area di carico e scarico indipendente** è situata nel lato ovest esterno al magazzino, ma comunque all'interno del perimetro del fabbricato, è costituita da un grande piazzale, in questo caso coperto con tettoia, al quale i camion accedono direttamente. I veicoli vengono parcheggiati in modo tale che possano essere caricati o scaricati lateralmente mediante l'utilizzo di carrelli elevatori. In *figura 4.3* è possibile visualizzare una riproduzione realistica in 3D dell'area di scarico sotto tettoia.

Le principali attività svolte nel magazzino fanno riferimento al settore automotive e prevedono l'utilizzo di camion telonati che vengono scaricati e caricati lateralmente, per questo motivo solo alcune baie di carico sono attualmente utilizzate.

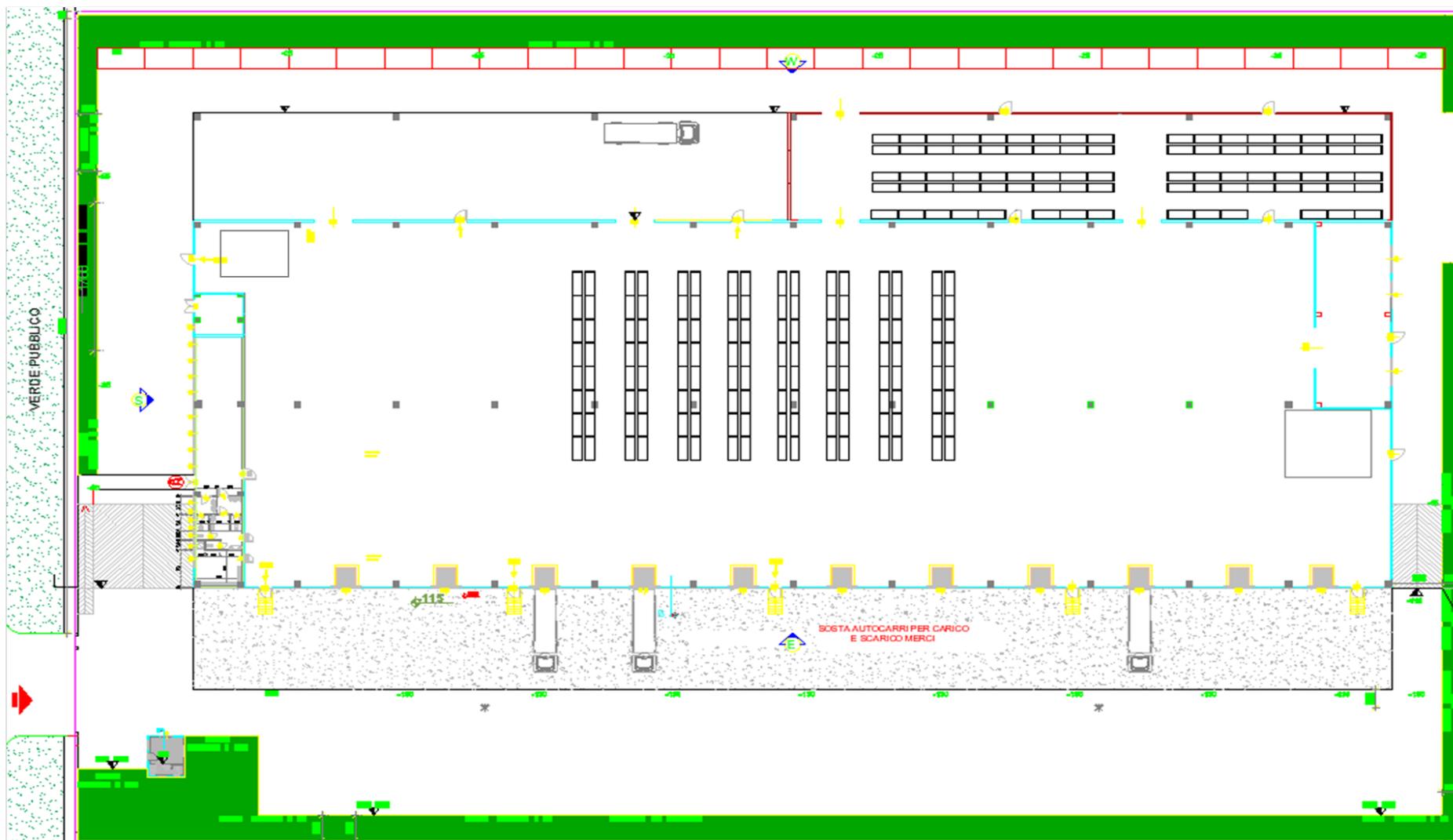


Figura 4.1: Layout magazzino: situazione as-is.  
 Fonte: Materiale aziendale della Multilog Spa



*Figura 4.2: Area di carico e scarico integrata: baie di carico  
Fonte: Materiale aziendale Multilog Spa*



*Figura 4.3: Riproduzione 3D dell'area di carico e scarico indipendente: piazzale  
Fonte: Realizzata da Ing. Logistica Multilog Spa*

Una parte del magazzino è occupata dalle **aree di servizio** in cui rientrano gli uffici generali e di controllo, i bagni e le aree destinate alla manutenzione e alla ricarica delle batterie dei mezzi di movimentazione, come carrelli elevatori o transpallet elettrici.

La superficie più estesa del magazzino è costituita dall'**area di stoccaggio** ed è predisposta per la giacenza della merce.

Nel magazzino in esame la Multilog Spa svolge attività di stoccaggio e trasporto per i seguenti clienti:

- HUB FCA (adesso STELLANTIS).

- LEONI.
- ANTALIS.
- VISGEL.
- VODA.
- SCHNEIDER.
- BITO.
- PARENA per CAFFÈ VERGNANO.

All'interno dello stesso si differenziano due diversi tipi di stoccaggio:

- direttamente a terra;
- su scaffalature di tipo tradizionale.

Per il cliente FCA, adesso STELLANTIS, viene svolta un'attività di cross docking in cui le merci vengono conservate per un periodo molto breve in attesa di transitare verso gli stabilimenti FIAT o suoi fornitori, quindi viene adoperato lo stoccaggio direttamente a terra e l'area occupata per svolgere queste attività è quella vicina al piazzale coperto, come si può vedere in *figura 4.4*.

Lo stoccaggio direttamente a terra viene adoperato anche per Schneider.

Per lo stoccaggio dei prodotti di genere alimentare per il cliente Visgel viene utilizzata una cella frigorifera di 65 m<sup>2</sup> ad una temperatura di 0-4 °C, localizzata nelle vicinanze dell'area di ricarica dei mezzi di movimentazione.

Per gli altri clienti è previsto principalmente lo stoccaggio su scaffalature tradizionali; sono presenti 16 file di scaffalature bifronti, ciascuna con 8 scaffali e i corridoi hanno un'ampiezza di 3,20m che è la larghezza minima di una corsia che permette le manovre di un carrello retrattile, mezzo principale utilizzato all'interno dell'area di stoccaggio. Nel canopy sono invece presenti delle scaffalature a corsie strette, di 2 m, e per le movimentazioni viene utilizzato il carrello Aisle Master indispensabile per questa tipologia di corsie.

Nel layout di magazzino in *figura 4.4* vengono messe in evidenza le aree appena presentate e occupate al momento dello studio di riorganizzazione del magazzino.

In *figura 4.5* vengono invece messe in evidenza in rosso le aree di carico e scarico, in giallo le aree di servizio ed in blu l'area di stoccaggio.

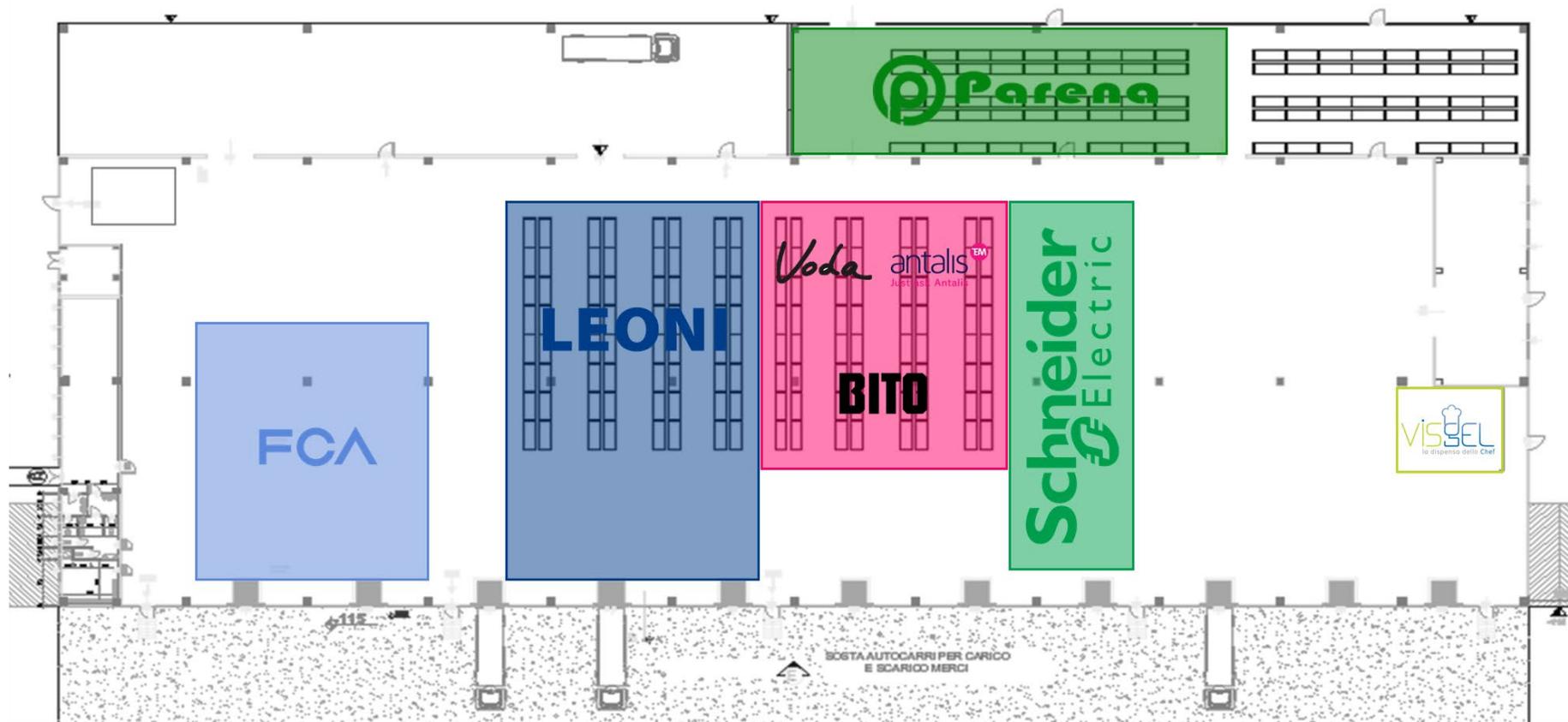


Figura 4.4: Layout magazzino: aree occupate da altri clienti

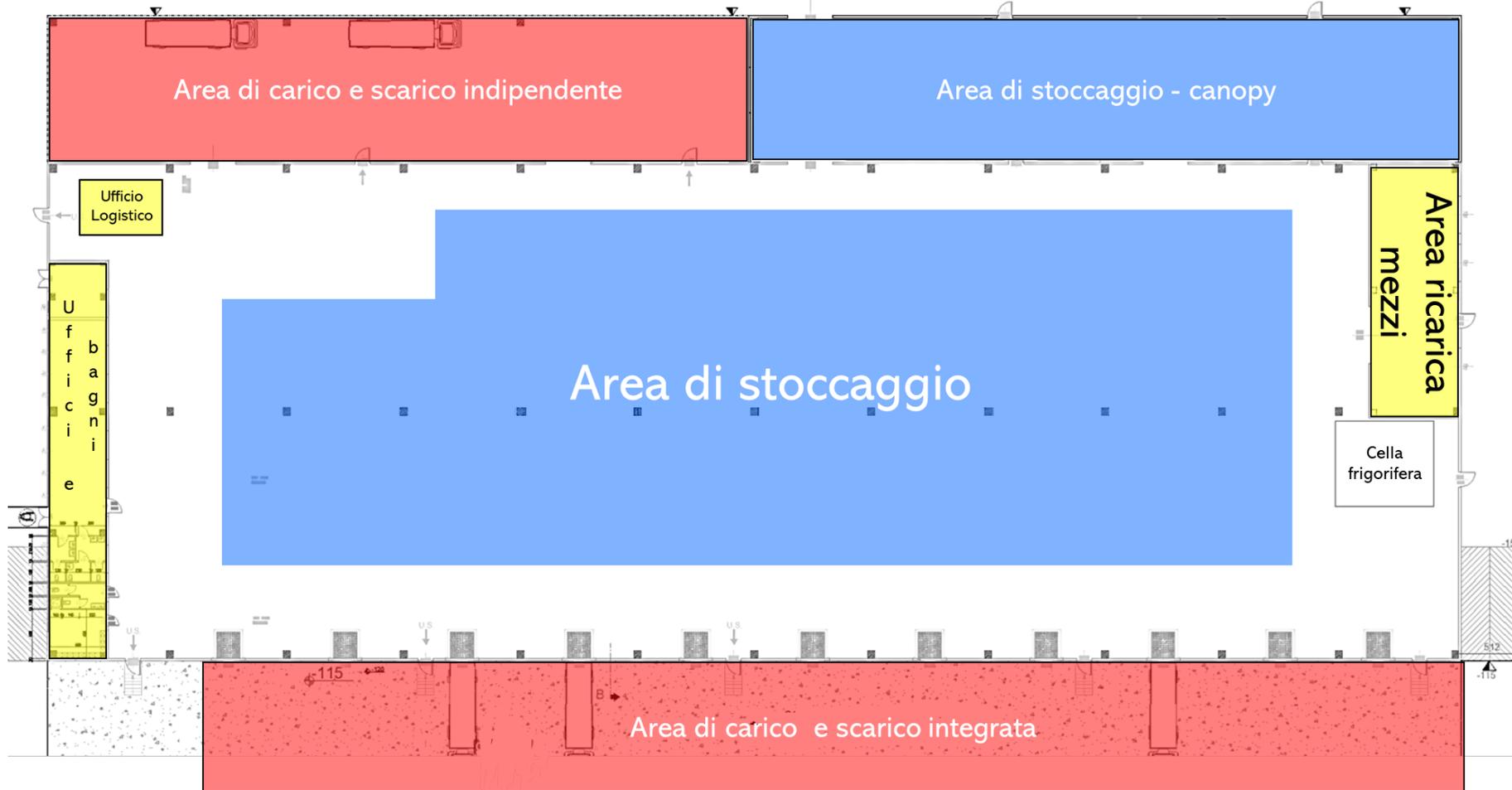


Figura 4.5: Layout magazzino Multilog Spa: aree principali.

## 4.2 Ri-layout del magazzino

Per svolgere l'attività di gestione dei pezzi di ricambio all'interno del magazzino dell'Interporto Sito di Torino è necessario prevedere uno studio di riorganizzazione dello stesso sulla base delle caratteristiche pre-esistenti e compatibilmente con le attività che vengono svolte al suo interno.

Per la progettazione e riorganizzazione degli spazi per lo svolgimento dell'attività per conto Comau si deve definire il posizionamento delle seguenti aree funzionali:

- Area di carico e scarico
- Area di ricevimento
- Area qualità
- Area di stoccaggio
- Area di preparazione ordini o confezionamento
- Area di spedizione

Ci sono diverse possibilità di layout di magazzino e bisogna scegliere quella più appropriata in modo da sfruttare al meglio lo spazio a disposizione e da agevolare le operazioni di movimentazione.

Il primo passo è rappresentato dall'individuazione delle aree utilizzate per il carico e lo scarico delle merci, a seguire vengono identificate le aree più idonee per lo svolgimento delle attività di ricevimento e spedizione, quindi l'area di stoccaggio e di confezionamento in modo da minimizzare gli spostamenti e infine l'area per il controllo qualità.

Per l'individuazione di ciascuna di queste aree si è considerato lo spazio libero all'interno del magazzino che risultasse più idoneo per lo svolgimento delle rispettive attività e, compatibilmente con gli obiettivi Lean di riduzione degli sprechi, si focalizza l'attenzione sulle distanze tra le diverse aree per poter minimizzare le percorrenze e di conseguenza anche i tempi per le movimentazioni.

### 4.2.1 Aree di carico e scarico

Le prime aree da considerare sono quelle predisposte per il carico e lo scarico delle merci; come si è visto nel Paragrafo 4.1, nel magazzino in esame è possibile utilizzare sia il piazzale coperto che le baie di carico.

Ipotizzando uno schema di layout a flusso lineare, in un'unica direzione, presentato nel Capitolo 1, lo scarico delle merci dovrebbe avvenire nel piazzale coperto mentre il carico

dalle baie di carico o viceversa. Nel caso di un flusso ad U l'ingresso e l'uscita delle merci avviene su un unico fronte, quindi nel piazzale coperto oppure mediante l'utilizzo delle baie. Per evitare di attraccare i camion alle baie ottenendo maggiore velocità di movimentazione si è optato per la scelta di layout con area di carico e scarico nel piazzale coperto nel lato ovest del magazzino, in particolar modo nell'ipotesi in cui le spedizioni da effettuare sono pacchi di piccole dimensioni, come può avvenire nel mondo della ricambistica. Con questa modalità i veicoli vengono parcheggiati e possono essere scaricati o caricati, sia dalla parte laterale che posteriore del veicolo, con l'ausilio di carrelli elevatori oppure manualmente all'occorrenza.

#### 4.2.2 Area di ricevimento

L'area di ricevimento è un'area vuota che serve per scaricare velocemente il materiale e deve essere idonea per svolgere le attività viste nel Sottoparagrafo 3.1.2 come il controllo preliminare di verifica dell'integrità degli imballi e quello di corrispondenza tra DDT e numero di colli pervenuti.

Sempre con l'obiettivo Lean di riduzione degli sprechi in termini di tempi di percorrenza, per il posizionamento di questa area si tiene in considerazione che la stessa sia contigua all'area di scarico della merce, che si è detto essere il piazzale coperto, per poter velocizzare le movimentazioni e allo stesso tempo sia in prossimità dell'Ufficio Logistico in cui vengono svolte tutte le attività documentali, che sono comunque strettamente collegate alle attività fisiche. Dovendo lasciare uno spazio libero per il transito dei mezzi di movimentazione e considerando l'area riservata per FCA, quest'area di circa 50 m<sup>2</sup>, è posizionata ad una distanza di circa 22 metri dal piazzale di scarico, come si può osservare in *figura 4.6*.

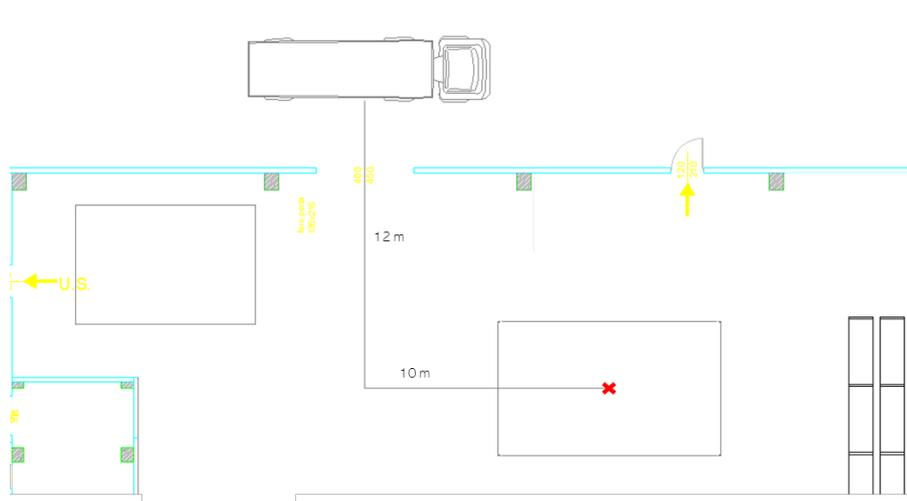


Figura 4.6: Area ricevimento del cliente Comau, distanza dal piazzale di scarico.

### 4.2.3 Area di spedizione

L'*area di spedizione* è quella in cui convergono le merci che sono pronte per essere caricate sugli automezzi, anche questa è un'area vuota che permette di preparare in maniera adeguata le spedizioni. Tale area di circa 40 m<sup>2</sup> è stata posizionata nei pressi dell'area di carico dei mezzi, ad una distanza di circa 22 metri dal piazzale coperto in modo da minimizzare le percorrenze e quindi trarre utilità in termini di tempo, in linea con il Lean thinking; inoltre, dato lo stretto collegamento con l'attività documentale in uscita, la sua posizione è nei pressi dell'Ufficio Logistico. In *figura 4.7* viene illustrato il posizionamento di tale area e la distanza dal piazzale di carico.

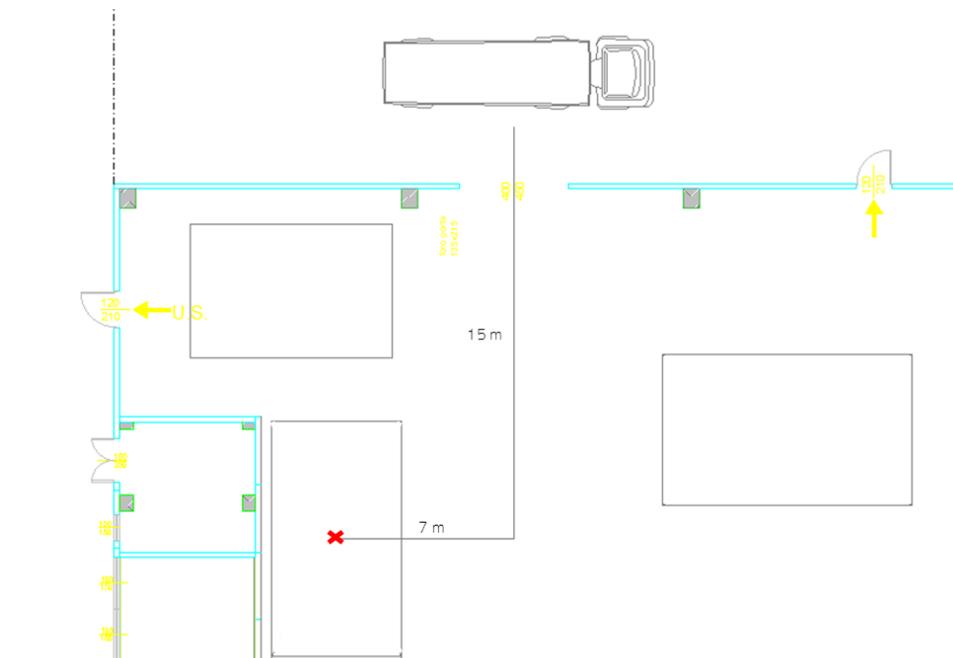


Figura 4.7: Area di spedizione per cliente Comau, distanza dal piazzale di carico

### 4.2.3 Area di stoccaggio

Quando la merce diventa disponibile, perché è free pass (materiali da non ispezionare) o perché passa i controlli qualitativi, viene portata nell'*area di stoccaggio*.

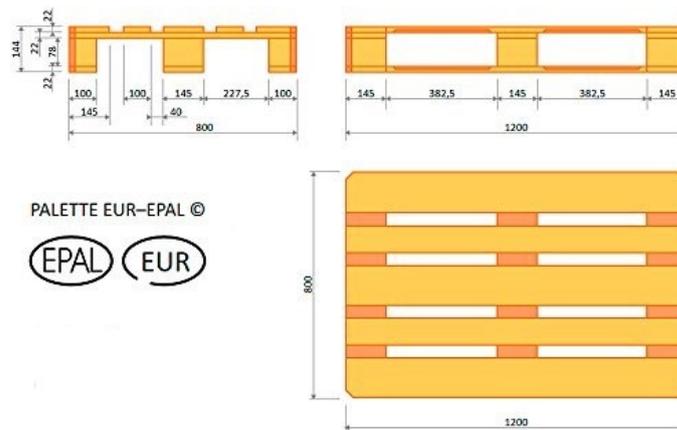
Dai dati in *tabella 3.1* analizzata nel Paragrafo 3.2 è necessario dare disponibilità di un'area per lo stoccaggio di almeno 1620 posti pallet e un'area di stock a terra di 300 m<sup>2</sup>.

L'individuazione dell'area è avvenuta prendendo in esame alcune variabili;

- L'area di stoccaggio viene posizionata il più vicino possibile alle aree utilizzate per lo scarico e il carico delle merci e all'area di ricevimento.

- L'area occupata per lo svolgimento dell'attività di cross docking di FCA, presentata nel Paragrafo 4.1, non può essere modificata.
- La merce dei clienti Antalis, Voda e Bito può essere spostata nel canopy perché le movimentazioni mensili sono molto limitate come mostrano i report aziendali dell'Area Logistica.
- Il carico e lo scarico dei mezzi, per conto Leoni, vengono effettuati mediante l'utilizzo di baie, data la presenza di queste ultime su tutto il lato est del magazzino e non essendo quindi necessaria la vicinanza al piazzale coperto, è più opportuno spostare l'area di stoccaggio di Leoni nelle file di scaffalature lontane dal piazzale coperto, a seguire quelle occupate per Comau come si vedrà di seguito.

Per la scelta dell'area di stoccaggio bisogna prima di tutto tenere conto che i bancali comunemente utilizzati come unità di movimentazione sono di misura condivisa a livello europeo, cosiddetti EPAL, che hanno una base standard 800x1200 millimetri, come si può vedere in *figura 4.8*.



*Figura 4.8: Dimensioni delle unità di movimentazioni, EPAL.*  
 Fonte: <https://it.wikipedia.org/wiki/Pallet>

Supponendo per assurdo di posizionare i pallet a terra:

- area occupata da ciascun pallet:  $0,8\text{m} \times 1,2\text{m} = 0,96 \text{ m}^2$
- area occupata da 1620 posti-pallet:  $1620 \times 0,96 \text{ m}^2 = 1555,2 \text{ m}^2$

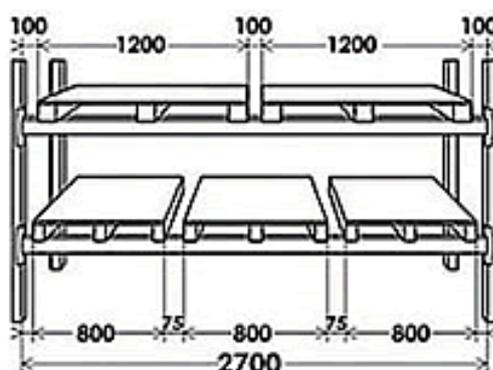
Il valore dell'area appena calcolato non tiene in considerazione la creazione di corridoi di accesso ai pallet che aumenterebbe ancora questo valore, quindi è impensabile l'ipotesi di collocazione dei pallet in un'area a terra ma è indispensabile l'utilizzo di scaffalature.

Le scaffalature a disposizione della Multilog Spa sono scaffalature tradizionali porta-pallet antisismiche di dimensione fissa di 2,70 m come distanza tra i due montanti, visualizzabili in *figura 4.9*.

In questa tipologia di scaffalature è possibile sistemare i bancali secondo due modalità come si osserva in *figura 4.10*, la prima prevede la disposizione di due bancali per ciascun piano se questi vengono inforcati dal lato lungo, altrimenti, inforcandoli dal lato corto, se ne possono collocare tre. La richiesta di Comau, come si legge nei dati in *tabella 3.1*, è la disposizione di tre unità di movimentazione per piano, questo permette un'ottimizzazione degli spazi.



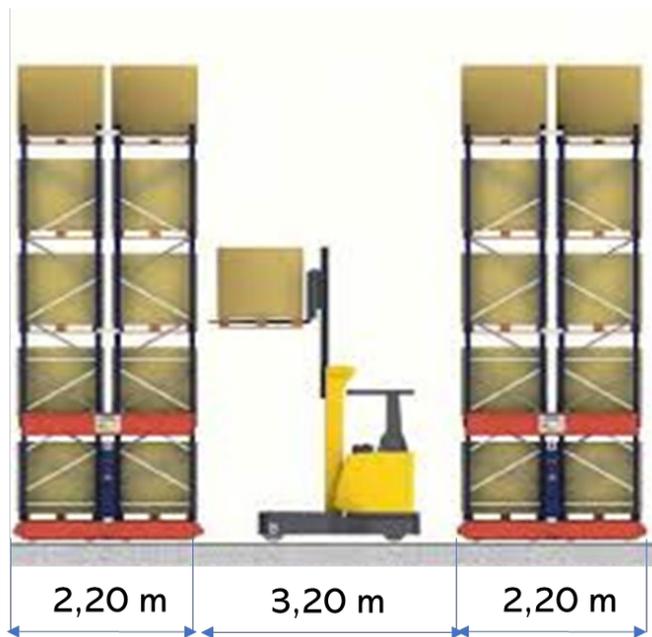
*Figura 4.9: Scaffalature tradizionali bifronte.*  
Fonte: foto scattata in azienda



*Figura 4.10: Disposizione pallet in scaffalature tradizionali.*  
Fonte: <https://www.tuttoscaffali.it/>

Per sfruttare al massimo l'altezza di oltre 10 m dell'immobile, le scaffalature utilizzate, e già presenti in magazzino, hanno un'altezza di 9,50 m. Gli scaffali sono sistemati in modo tale

da essere accessibili da due corridoi adiacenti, cosiddette *scaffalature bifronti*, come si osserva in *figura 4.11*, con una profondità di 2,20 m. Per massimizzare la superficie di stoccaggio bisogna ridurre al minimo gli spazi per le corsie, tenendo però in considerazione l'area necessaria per la movimentazione dei mezzi che operano nelle stesse. Ciascun corridoio ha quindi un'ampiezza di 3,20 m che è la larghezza minima di una corsia per le manovre di un carrello retrattile, normalmente utilizzato all'interno del magazzino della Multilog Spa.



*Figura 4.11: Sistemazione scaffalature bifronti.*

La luce di ciascuna scaffalatura, cioè la distanza tra due correnti, è di 1,20 m; questa misura è stata ipotizzata supponendo di accogliere bancali che abbiano dimensione massima di 1 m<sup>3</sup> e considerando che al fine di garantire lo stoccaggio e il recupero in sicurezza è necessario lasciare uno spazio libero tra le unità di carico e i componenti della scaffalatura. Ciascuna scaffalatura, come si può vedere in *figura 4.12*, è caratterizzata da sette diversi livelli di cui il primo a terra:

$$\frac{9,5 \text{ m}}{1,2 \text{ m}} = 7,9 \text{ m} = 7 \text{ livelli}$$

Il numero di ubicazioni totali disponibili per ciascuna campata è di tre per ciascuno dei sette livelli:

$$3 \cdot 7 = 21$$

Per coprire la richiesta di posti-pallet servono 78 scaffalature:

$$\frac{1620}{21} = 77,14 \approx 78$$

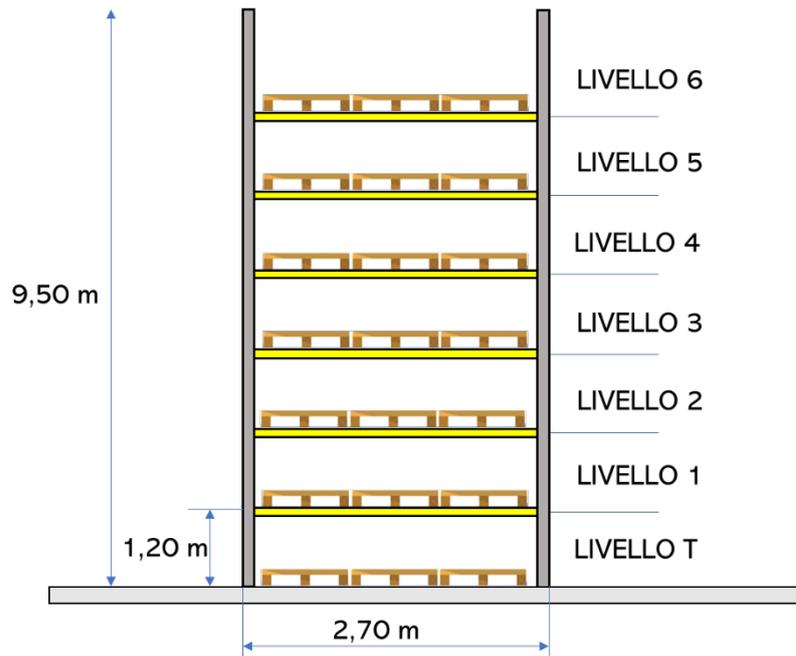


Figura 4.12: Configurazione dei livelli strutturali delle scaffalature.

Mantenendo la stessa configurazione di scaffalature, vista nel Paragrafo 4.1 e cioè ciascuna fila costituita da 8 campate, per coprire la disponibilità di posti pallet per lo stoccaggio Comau verrebbero utilizzate 10 file di scaffalature:

$$\frac{78}{8} = 9,75 \approx 10$$

Per evitare sprechi in termini di spazio e quindi di tempo per gli spostamenti, si sceglie di concentrare l'area di stoccaggio il più possibile vicino all'area occupata per le attività in ingresso e in uscita e per sfruttare l'area davanti alle baie che è inutilizzata quindi le scaffalature vengono spostate più vicine al portone di ingresso di all'incirca 5 metri e, in tutta l'area di stoccaggio, per ciascuna fila vengono montate due ulteriori campate. Si hanno quindi 16 file di scaffalature da 10 campate ciascuna, tranne per le file che si trovano in corrispondenza della porta di emergenza, costituite da 9 campate, per avere maggior spazio libero per ragioni di sicurezza.

Le prime 8 file di scaffalature riescono a coprire la disponibilità di posti pallet per il cliente Comau che deve essere di almeno 1620:

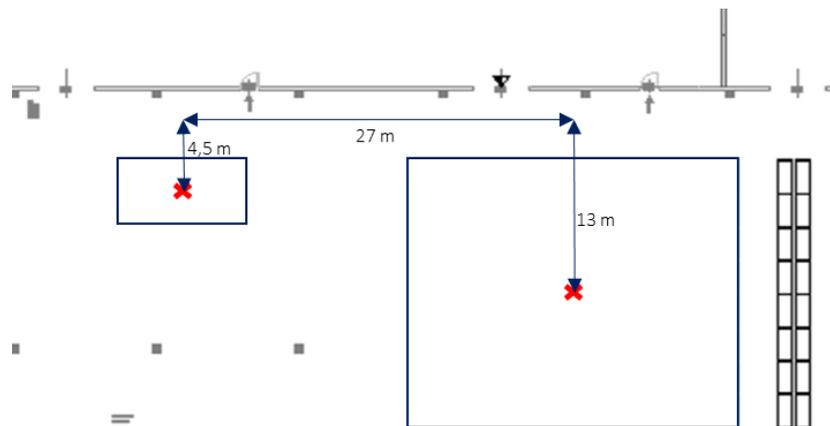
$$21 \frac{\text{posti pallet}}{\text{scaffale}} * 10 \frac{\text{scaffali}}{\text{fila}} * 6 \text{ file} + 21 \frac{\text{posti pallet}}{\text{scaffale}} * 9 \frac{\text{scaffali}}{\text{fila}} * 2 \text{ file} = 1638 \text{ posti pallet}$$

Rispetto alla configurazione precedente le distanze e quindi le rispettive percorrenze dall'area di ricevimento all'area di stoccaggio risultano diminuite. A dimostrazione si misura

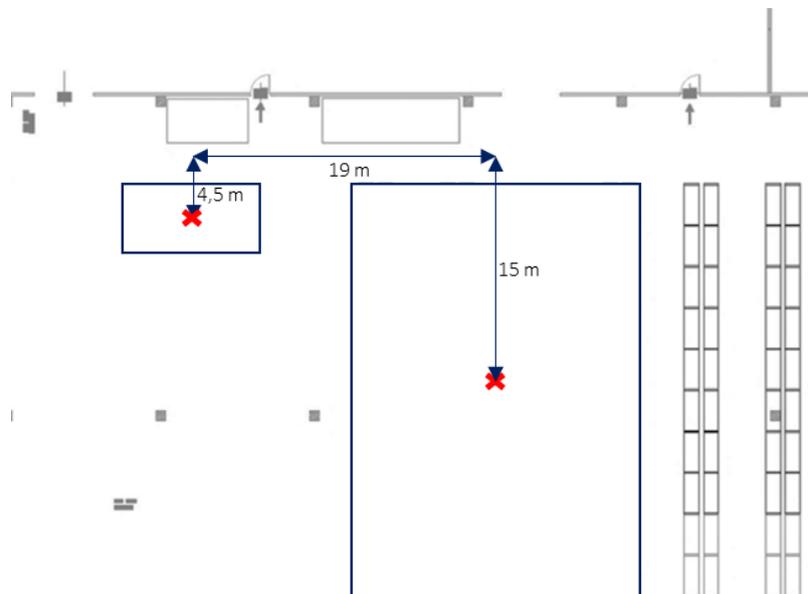
la distanza tra il punto baricentrico dell'area di ricevimento e quello dell'area di stoccaggio nelle due diverse configurazioni, mostrate nelle *figure 4.13 e 4.14*.

Nella configurazione as-is la distanza totale calcolata è circa 44,5 metri, mentre nella configurazione to-be tale distanza risulta essere di circa 38,5 metri:

*configurazione to – be = 38,5 m < 44,5 m = configurazione as – is*



*Figura 4.13: Distanza tra baricentro area di ricevimento e area di stoccaggio: configurazione as-is.*



*Figura 4.14: Distanza tra baricentro area di ricevimento e area di stoccaggio: configurazione to-be.*

Una volta stabilita la configurazione delle scaffalature si passa alla suddivisione in blocchi per le tre diverse BU in quanto Comau richiede la separazione fisica dei materiali per ciascuna di queste. Analizzando i dati riportati in *tabella 4.1* ed estratti da *tabella 3.1*, si valuta l'importanza di ciascuna BU in termini di movimentazioni giornaliere e di righe d'ordine da processare al giorno. Quanto più alto sarà il numero di movimentazioni in

ingresso e quello giornaliero delle righe da processare tante più volte sarà necessario recarsi in area stoccaggio per il prelievo del materiale.

|                 |   | MACHINING        | ROBOTICS         | AUTOMATION       | TOT                 |
|-----------------|---|------------------|------------------|------------------|---------------------|
| <b>Handling</b> | Driver volume riferimento                 | Vol.medio giorno | Vol.medio giorno | Vol.medio giorno | Volume medio giorno |
|                 | <i>Movimentazione Pallet in &amp; out</i> | 10               | 14               | 4                | 28                  |
|                 | Riga out                                  | 30               | 50               | 10               | 90                  |

Tabella 4.1: Estrazione dati sezione Handling (da tabella 3.1)

Le movimentazioni di pallet al giorno in ingresso e in uscita risultano le seguenti:

$$14 > 10 > 4$$

e le righe d'ordine processate:

$$50 > 30 > 10$$

quindi le BU hanno il seguente livello di importanza in termini di volumi movimentati

$$Robotics > Machining > Automation$$

Per quanto appena visto è più opportuno posizionare il blocco di scaffalature della BU Robotics più vicino all'area di ricevimento, a seguire il blocco di Machining e quindi quello di Automation.

Di seguito vengono riportate le operazioni effettuate per il calcolo del numero di scaffalature da rendere disponibili per ciascuna BU per soddisfare la richiesta di posti pallet per ognuna di esse.

I dati utilizzati sono il numero di posti pallet richiesti per ciascuna BU mostrati in *tabella 3.1* e il numero di ubicazioni per ciascuno scaffale, 21, calcolato in questo Sottoparagrafo.

Numero scaffalature necessarie per Machining:  $\frac{300}{21} = 14,28 \approx 15$

Numero scaffalature necessarie per Robotics:  $\frac{1300}{21} = 61,9 \approx 62$

Numero scaffalature necessarie per Automation:  $\frac{20}{21} = 0,95 \approx 1$

In *figura 4.15* viene mostrata la configurazione scelta per l'area di stoccaggio, in giallo sono evidenziate le 62 campate utilizzate per la BU Robotics, in verde le 15 campate occupate da Machining ed infine in azzurro 1 campata occupata da Automation.

Data la richiesta da parte di Comau di rendere disponibile un'area di stock a terra di 300 m<sup>2</sup>, a tale scopo viene adibita l'area davanti alle baie di carico in corrispondenza dell'area di stoccaggio su scaffalature che risulta altrimenti inutilizzata.

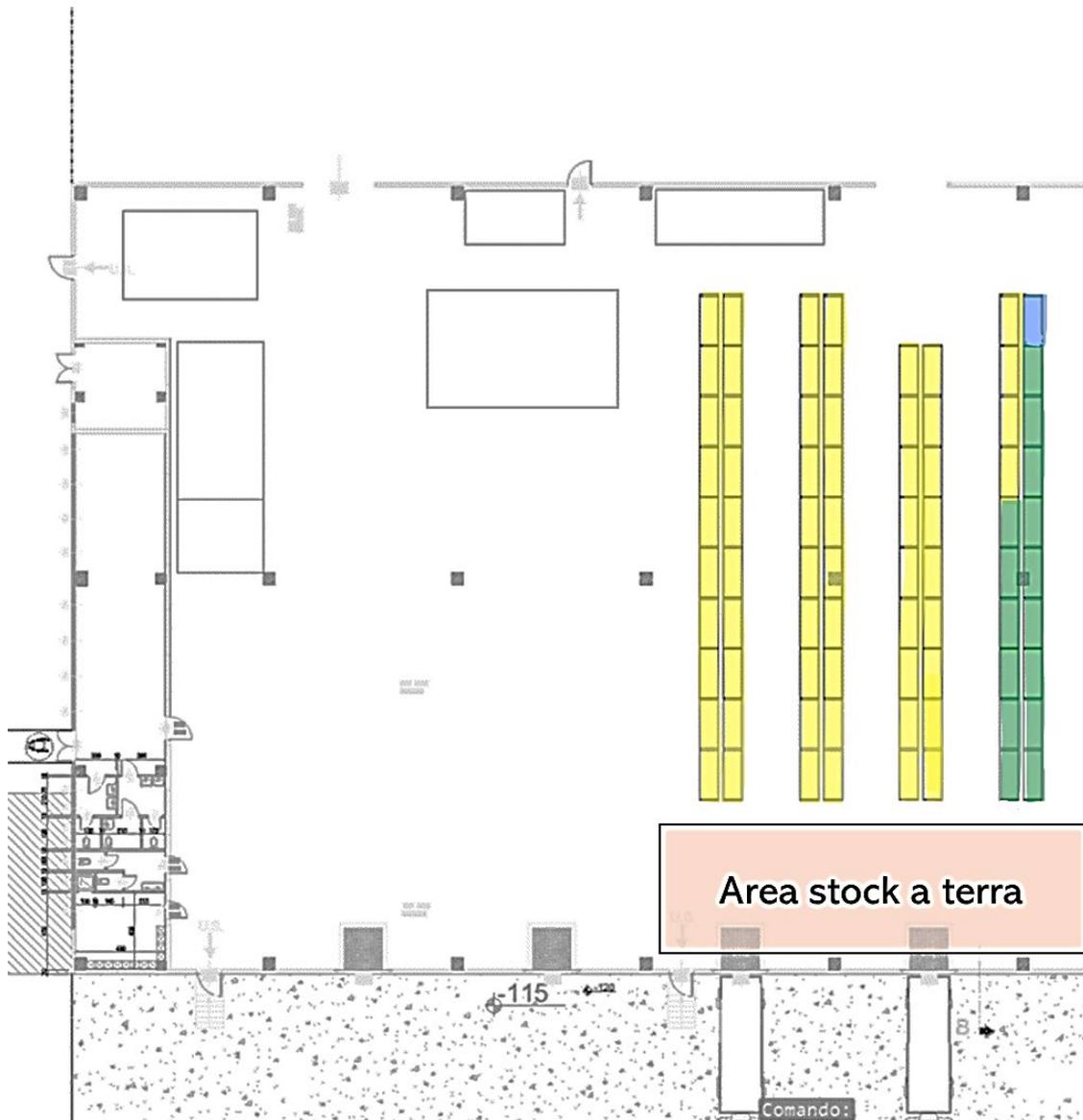


Figura 4.15: Configurazione dell'area di stoccaggio per cliente Comau

### ***La tracciabilità***

Per garantire un alto livello di servizio verso il cliente, un maggiore controllo ma soprattutto una maggiore efficienza operativa è necessario predisporre di sistemi di identificazione e di tracciabilità informatica della merce. Il sistema utilizzato nel magazzino dell'Interporto Sito è quello del codice a barre, un'immagine composta da linee di spessore variabile che, attraverso un apposito lettore, vengono decodificate fornendo informazioni sulla tipologia di merce e sulla locazione esatta in magazzino.

Come si può osservare in figura 4,16, ciascuna ubicazione sugli scaffali è contrassegnata dal numero identificativo a cui corrisponde il codice a barre. Il numero identificativo è caratterizzato da cinque diversi valori:

- MF: magazzino fisico quindi l'Interporto Sito
- ML: magazzino logico quindi il codice identificativo del cliente
- SCA: scaffale
- PO: posizione
- PI: piano

Generalmente un'ubicazione può contenere una sola tipologia di materiale quindi un singolo codice merce oppure diverse tipologie di pezzi, cosiddette celle multi-codice. La scelta ricade su quest'ultima tipologia per poter ottimizzare gli spazi del magazzino perché il mondo dei ricambi ha un numero di referenze/disegni molto alto, nel caso di Comau ci sono più di 7000 codici differenti.



*Figura 4.16: Etichetta identificativa di una ubicazione.  
Fonte: foto scattata in azienda*

Per potere unire il flusso di merci e quello delle informazioni è necessario predisporre l'utilizzo del sistema informatico che è in grado di raccogliere, processare e restituire dati strutturati. Per controllare, coordinare e ottimizzare i movimenti, i processi e le fasi operative che si svolgono all'interno del magazzino è previsto l'utilizzo del Warehouse Management System (WMS) che è il software utilizzato per la gestione del magazzino. Il WMS garantisce diverse funzioni a supporto dei processi, ad esempio, viene utilizzato per la gestione della merce in entrata o in uscita, per l'allocazione della stessa all'interno del magazzino e può tornare utile per effettuare il controllo e la gestione dello stock.

#### 4.2.4 Area di confezionamento

Una volta effettuato lo stoccaggio del materiale si conclude la fase di entrata della merce, quando questa verrà richiesta inizierà la fase di uscita.

Come si è visto nel Sottoparagrafo 3.1.3 a seguito di richiesta d'ordine da parte di Comau si dovrà provvedere al prelievo di un pallet completo oppure frazionato, cosiddetto *picking*, del materiale necessario che quindi potrà essere il prelievo di colli, prodotti o altro da un'unità più grande. Una volta effettuato il prelievo del materiale, questo viene trasferito in un'area di preparazione ordini cioè *nell'area di imballaggio e confezionamento (packaging)*.

Per individuare l'area più idonea per lo svolgimento di questa attività bisogna tenere in considerazione le linee guida presentate nel Sottoparagrafo 3.1.4 ma soprattutto bisogna garantire il rispetto dell'ergonomia e della sicurezza del lavoro.

Un ambiente di lavoro progettato ergonomicamente contribuisce a ridurre il rischio di infortunio. Applicando i principi dell'ergonomia durante la progettazione ed installazione dei posti di lavoro, è possibile evitare eventuali costi aggiuntivi e un lavoratore sano e motivato garantisce inoltre un rendimento maggiore.

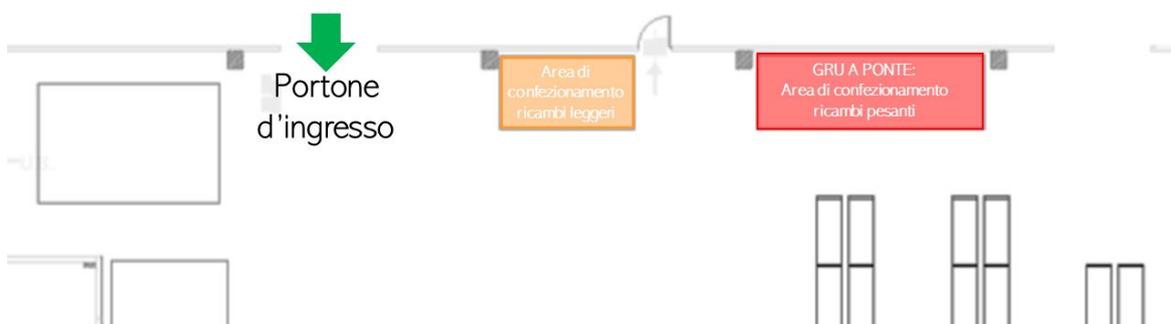
L'articolo 168 del Codice Civile nell'ambito della movimentazione manuale dei carichi sui luoghi di lavoro prevede che non possano essere effettuate operazioni di sollevamento in modalità manuale, cioè senza ausili meccanici, di carichi superiori a:

- 25 kg per l'uomo tra i 18 e 45 anni;
- 20 kg per l'uomo per l'uomo di età inferiore a 18 anni o superiore a 45 anni;
- 20 kg per la donna tra i 18 e 45 anni;
- 15 kg per la donna e l'uomo di età inferiore a 18 anni o superiore a 45 anni.

In base a quanto appena visto è necessario predisporre un'area per il confezionamento dei ricambi leggeri e una per quelli pesanti in cui prevedere la presenza di un ausilio meccanico. L'area per lo svolgimento dell'attività di imballaggio viene posizionata nei pressi dell'area di stoccaggio e di quella di spedizione, essendo questa l'attività immediatamente successiva, in modo tale da minimizzare le movimentazioni.

Per il confezionamento di ricambi leggeri per i quali vengono utilizzate scatole di cartone viene realizzata una postazione in un'area libera vicino al portone di ingresso. L'ausilio meccanico destinato al sollevamento ed allo spostamento di materiali pesanti, per i quali devono essere utilizzate casse di legno come imballaggio (Sottoparagrafo 3.1.4), è una gru a ponte con paranco che viene posizionata in un'area adiacente a quella destinata all'imballaggio dei ricambi leggeri. In questo modo le due aree adibite al confezionamento,

all'incirca 40 m<sup>2</sup>, sono adiacenti tra loro ed entrambe si trovano vicine all'area di stoccaggio e a quella di spedizione. In *figura 4.17* viene illustrata la configurazione delle aree di confezionamento appena illustrata.



*Figura 4.17: Configurazione delle aree adibite al confezionamento per cliente Comau.*

In seguito all'individuazione delle aree idonee per lo svolgimento di tale attività, è stato necessario predisporre, in fase di progettazione, la postazione di confezionamento in modo da poter facilitare l'applicazione dei principi Lean durante l'implementazione del progetto e con l'obiettivo di rendere l'attività efficiente. Di seguito vengono illustrate le linee guida che si sono seguite.

### ***Lean thinking per la progettazione della postazione di lavoro***

Per svolgere un lavoro efficiente e di alta qualità, è necessario trovarsi in un ambiente pulito e sicuro, con strumenti facilmente accessibili in modo tale da consentire ai lavoratori di concentrarsi sul compito da svolgere piuttosto che lasciarsi distrarre su questioni organizzative. La progettazione della postazione di lavoro si ispira ai principi della filosofia Lean o del WCM, in particolare si pone come obiettivo quello di seguire le linee guida del pilastro Workplace Organization (WO), illustrato nel Capitolo 1, e, nello specifico, la tecnica delle 5 S. Già in fase di progettazione è necessario predisporre la postazione in modo da poter facilitare l'applicazione di tale sistema con l'obiettivo di rendere l'attività efficiente. Bisognerà, in fase di implementazione, accertarsi che le direttive assegnate vengano rispettate.

Con l'obiettivo di rendere facilmente individuabile gli oggetti necessari si prevede di identificare chiaramente la posizione di ciascun oggetto, nello specifico si dispongono ausili visivi, quali etichette adesive, per la distinzione di ciascun cluster di confezionamento in modo tale che ciascuna tipologia sia immediatamente riconosciuta. È opportuno considerare l'utilizzo di una serie di organizzatori, nello specifico si opta per piccoli scaffali in cui riporre

gli imballi utilizzati per il confezionamento e pannelli portaoggetti per conservare gli strumenti di lavoro necessari per lo svolgimento dell'attività quali possono essere il nastro adesivo, il taglierino o la penna. Per poter standardizzare le attività del posto di lavoro e comunicare le modalità operative corrette a tutti è necessario prevedere una serie di regole e di procedure per lo svolgimento delle attività. A tal proposito vengono, ad esempio, affisse le procedure per la corretta compilazione del modulo di raccolta dei dati di packaging, visualizzabile nell'Allegato 3, e quindi si prevede una lista dei cluster degli imballi Comau visibile a tutti.

Con l'obiettivo della standardizzazione delle attività e dei processi di lavoro è necessaria una fase di formazione per la condivisione e spiegazione degli stessi, in particolare per le direttive da seguire per le varie tipologie di imballaggio seguendo le indicazioni che sono state date da Comau e che sono state illustrate nel Paragrafo 3.1.

In fase di implementazione bisognerà accertarsi che la postazione venga quotidianamente riordinata per tenere a portata di mano solo ciò che è immediatamente necessario e che la postazione di lavoro sia pulita giornalmente in quanto un ambiente di lavoro pulito risulta più efficace. Quindi, una volta che gli elementi chiave delle 5S sono stati introdotti, sarebbe opportuno prevedere delle ispezioni condotte regolarmente e il feedback sui miglioramenti suggeriti del processo dovrebbe essere trasmesso alle parti appropriate.

Nelle figure che seguono, realizzate con l'utilizzo del programma Sketchup, vengono mostrate le riproduzioni in 3D delle due ipotetiche aree di confezionamento. Nello specifico nelle *figure 4.18 e 4.19* è osservabile, da due diversi punti di osservazione, la postazione per i ricambi leggeri, mentre in *figura 4.20* si può visualizzare la riproduzione della postazione per il confezionamento dei ricambi pesanti, per la quale è prevista la presenza della gru con paranco e l'utilizzo del transpallet.



*Figura 4.18: Riproduzione 3D della postazione ricambi leggeri.*



*Figura 4.19: Riproduzione 3D della postazione ricambi leggeri.*

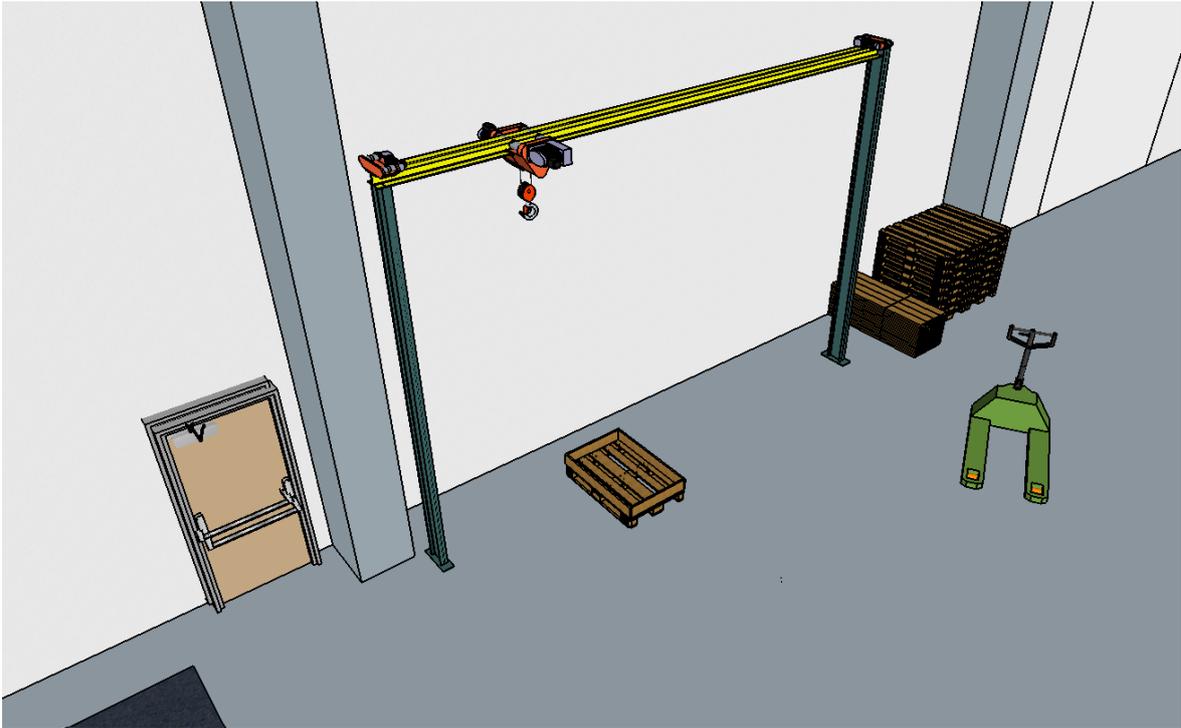


Figura 4.20: Riproduzione 3D della postazione ricambi pesanti.

#### 4.2.5 Area qualità

Come si è visto nel Sottoparagrafo 3.1.1 è necessario riservare un'area qualità in cui verranno collocati quei materiali in ingresso che devono essere ispezionati e che non saranno né visibili in magazzino e né disponibili al prelievo fino a quando non sarà effettuato il controllo e questo dia esito positivo. In quest'area verranno collocati anche quei materiali per cui non era prevista ispezione, ma si riscontrano dei problemi in fase di ricevimento. È il caso di materiali in ingresso che non sono chiaramente identificati con una targhetta adesiva o che risultano danneggiati.

Per quanto appena detto, quest'area è stata localizzata nei pressi dell'area di ricevimento così da minimizzare i tempi di spostamento del materiale, compatibilmente con gli spazi liberi a disposizione nel magazzino e senza creare intralcio alle altre attività. Questa è un'area di circa 20 m<sup>2</sup>.

Il posizionamento di tutte le area funzionali appena analizzate per il cliente Comau viene illustrato in *figura 4.21* mentre in *figura 4.22* viene illustrata la nuova configurazione del magazzino con le relative aree occupate dai vari clienti ottenuta in seguito allo studio di riorganizzazione del layout di magazzino.

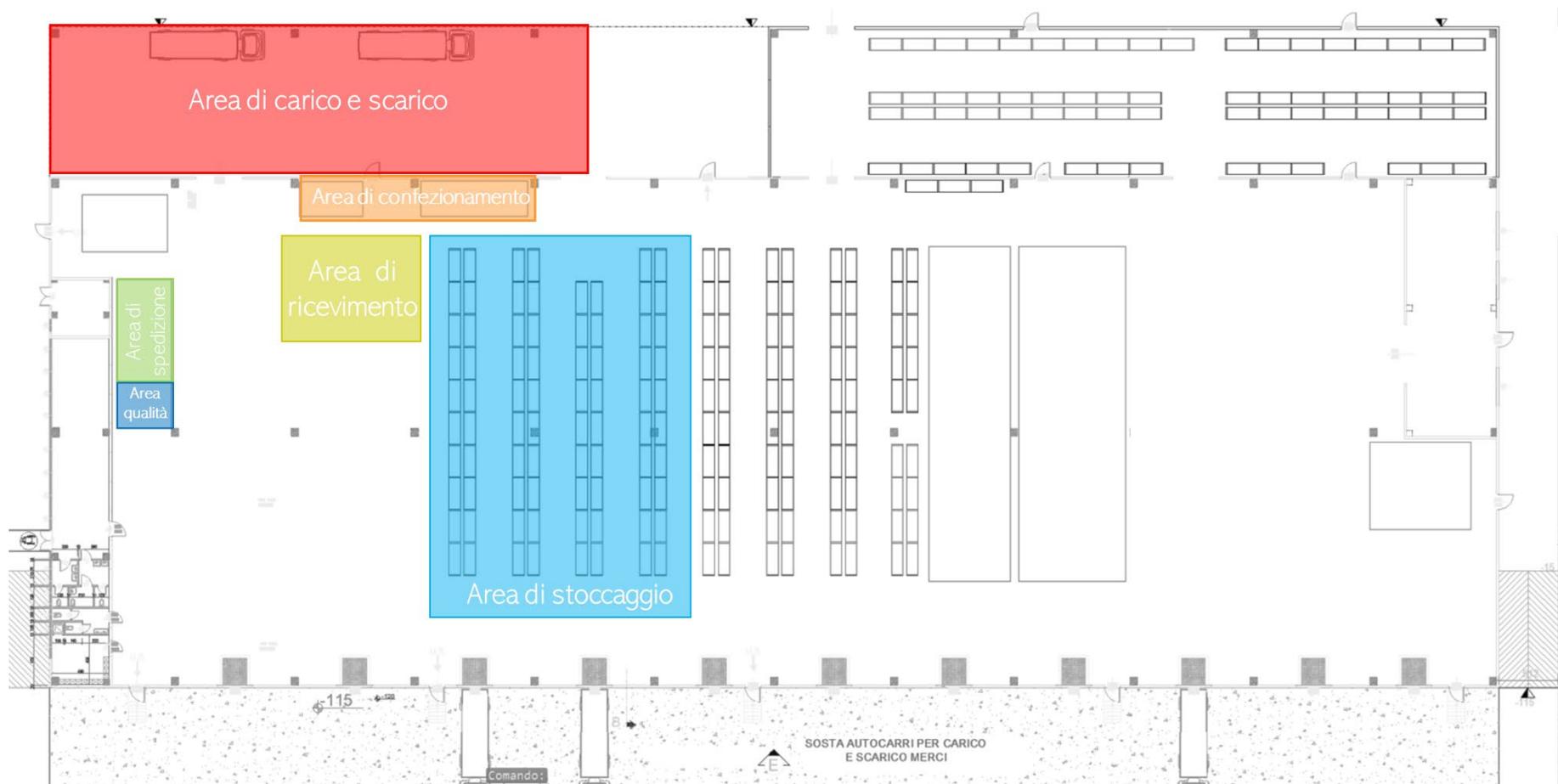


Figura 4.21: Aree funzionali del cliente Comau

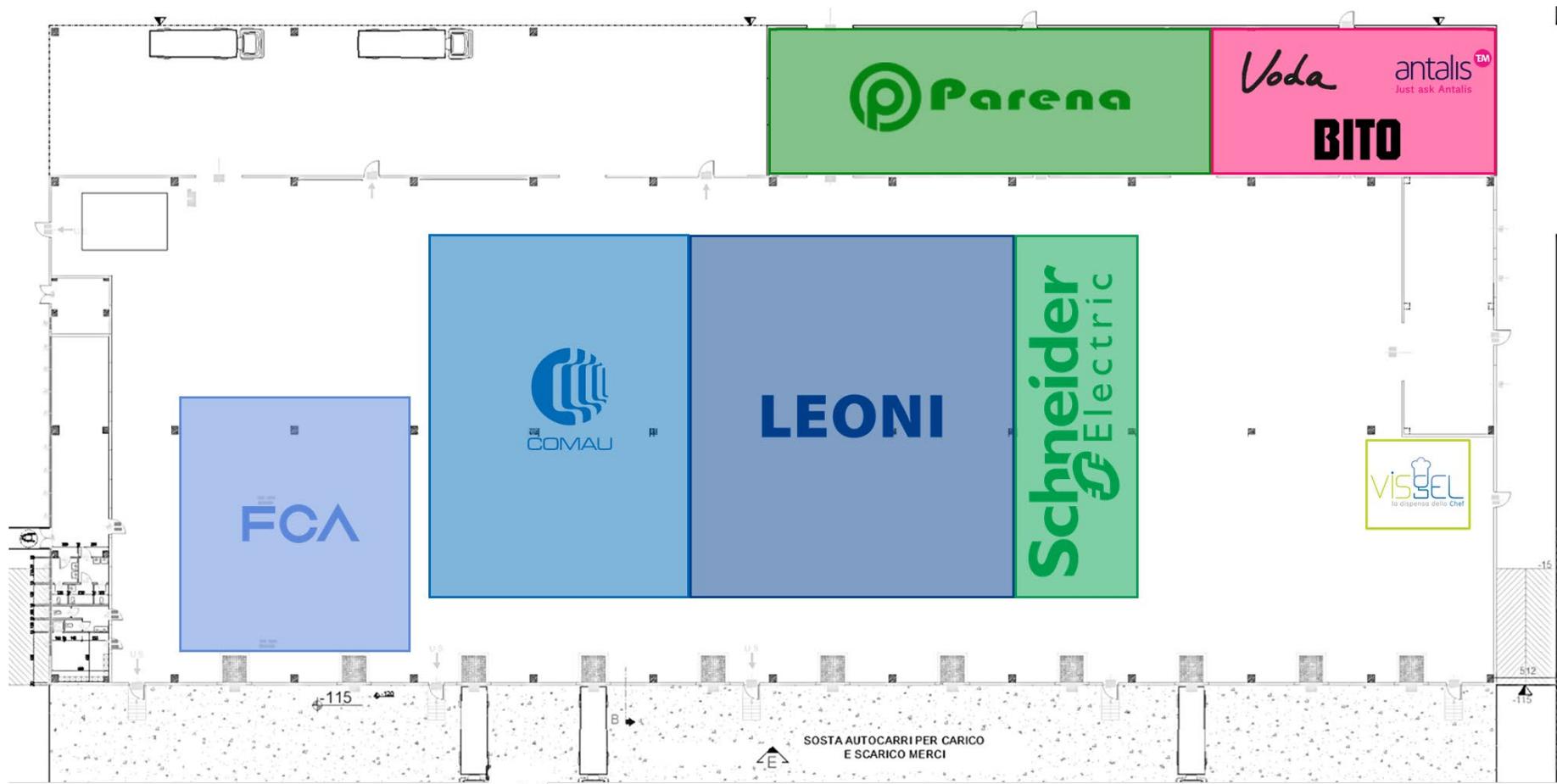


Figura 4.22: Nuova configurazione del magazz

# Capitolo 5 – Analisi dei flussi logistici e proposta economica

In questo capitolo, analizzando i flussi logistici, vengono quantificati i tempi di svolgimento delle diverse attività e quindi il fabbisogno in termini di risorse e mezzi. Infine, vengono illustrate le logiche seguite per lo sviluppo della proposta economica.

## *5.1 Analisi dei flussi logistici e dimensionamento delle risorse*

In questo Paragrafo viene presentato lo studio dei flussi logistici effettuato utilizzando il sistema Ergo-UAS, presentato nel Capitolo 1, per poter analizzare i cicli di lavoro dell'intero processo logistico simulando le attività svolte in ciascuna fase. Con questa metodologia è possibile calcolare mediamente i tempi di svolgimento delle attività e quindi quantificare il fabbisogno di risorse impiegate giornalmente, sia in termini di Risorse Umane che di Material Handling Equipment (MHE - Attrezzature di movimentazione dei materiali).

Per svolgere tale analisi si sono utilizzati i dati forniti dal Cliente e presentati nel Paragrafo 3.2, le procedure mostrate nel Paragrafo 3.1 e le tabelle MTM in Allegato 1 e 2 che sono state presentate nel Capitolo 1. Nel Sottoparagrafo 5.1.1 vengono illustrati i criteri seguiti per il calcolo del tempo-ciclo.

### *5.1.1 Criteri per il calcolo del tempo-ciclo*

La procedura per il calcolo del tempo-ciclo effettivo di un processo di lavoro può essere suddivisa nelle seguenti tre operazioni principali:

- 1) definizione del tempo base di lavorazione;
- 2) definizione del fattore correttivo del tempo base ( $F_{\text{magg}}$ );
- 3) calcolo del tempo ciclo complessivo.

La prima operazione di definizione del tempo base di lavorazione prevede, come si è visto nel Sottoparagrafo 1.3.3, prima di tutto la scomposizione del lavoro nei micro-movimenti di base e l'individuazione delle quantità di tempo base in TMU associate ai singoli micro-movimenti contenute nelle tabelle a tempi predeterminati e che è possibile esprimere in minuti.

Una volta definiti i tempi base si passa all'aggiustamento del valore mediante l'applicazione dei fattori correttivi variabili (EAWS) e fissi (tecnico-organizzativi). Come affermato nel Sottoparagrafo 1.3.3, con il metodo EAWS è possibile classificare il livello di rischio ergonomico e, effettuando una conversione, è possibile ottenere il valore percentuale del fattore di rischio ergonomico ( $F_{ergo}$ ). Tale conversione che permette di passare dai valori degli indici ricavati da EAWS ai valori delle percentuali di maggiorazione di tempo da assegnare ad uno specifico compito lavorativo può essere osservata nel grafico in *figura 5.1* o in forma tabellare in *tabella 5.1*; ad esempio per valori EAWS tra 0-25 non si assegna nessuna maggiorazione, tra 25-30 si ha una maggiorazione del 1,5% del tempo di ciclo, e così via.

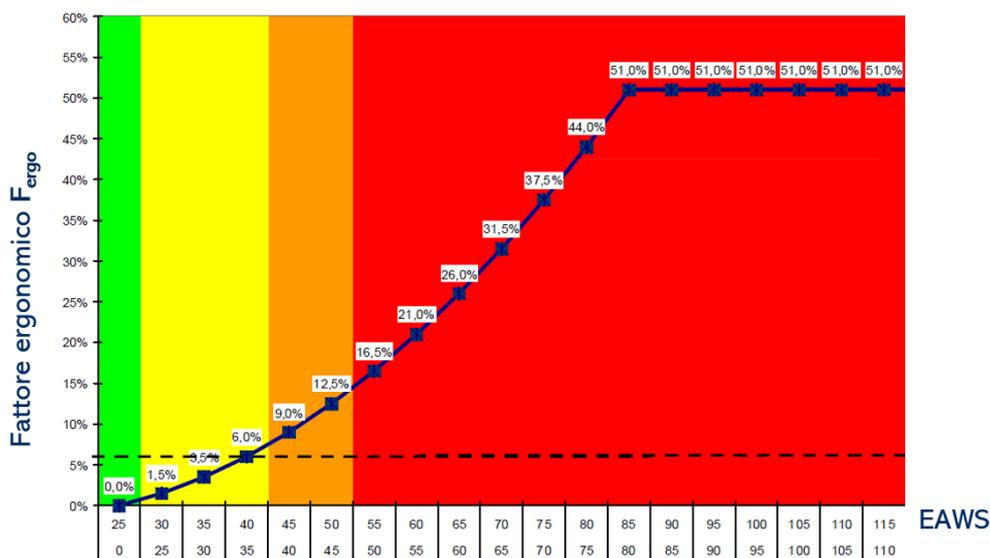


Figura 5.1: Modello Ergo-UAS per la determinazione del fattore ergonomico  $F_{ergo}$   
Fonte:

| VALORI EAWS | $F_{ergo}$ | $F_{t-o}$ | $F_{magg}$ |
|-------------|------------|-----------|------------|
| 0-25        | 0          | 1%        | 1%         |
| 25-30       | 1,50%      | 1%        | 2,50%      |
| 30-35       | 3,50%      | 1%        | 4,50%      |
| 35-40       | 6,00%      | 1%        | 7%         |
| 40-45       | 9,00%      | 1%        | 10%        |
| 45-50       | 12,50%     | 1%        | 73,50%     |
| 50-55       | 16,50%     | 1%        | 71,50%     |
| 65-70       | 31,50%     | 1%        | 32,50%     |
| 80-85       | 51%        | 1%        | 52%        |
| 90-95       | 51%        | 1%        | 52%        |
| 120-125     | 51%        | 1%        | 52%        |

Tabella 5.1: Tabella di conversione dei valori EAWS

Il fattore correttivo di maggiorazione del tempo base ( $F_{magg}$ ) viene calcolato come somma del fattore Ergonomico ( $F_{ergo}$ ) e del fattore Tecnico-Organizzativo ( $F_{t-o}$ ):

$$F_{magg}=F_{ergo}+ F_{t-o}$$

Il *fattore ergonomico* viene determinato in funzione:

- della sequenza di operazioni assegnate;
- del carico ergonomico statico complessivo;
- del carico ergonomico dinamico.

Il *fattore tecnico-organizzativo*, che è pari in ogni caso all'1%, è una maggiorazione utile come copertura sia delle variazioni non assorbite dall'elasticità del sistema MTM e indipendenti dal carico biomeccanico che di eventi non pianificabili ma strutturali come, ad esempio, ricevere istruzioni straordinarie dal supervisore o delle piccole perdite di tempo non riportate.

In termini matematici, la seguente formula sintetizza il calcolo del tempo standard di lavoro ( $T_{std}$ ) mediante il sistema Ergo-UAS:

$$T_{std}=T_{base} *(1+ F_{ergo}+ F_{t-o})$$

$$T_{std}=T_{base} *(1+ F_{magg})$$

Nel caso di studio affrontato per la definizione del fattore correttivo di maggiorazione si considera una situazione di rischio media collocandosi su valori di indice EAWS compresi tra 40 e 45 a cui corrispondono, dalla *tabella 5.1*:

$$F_{ergo}=9\%$$

$$F_{t-o}=1\%$$

$$F_{magg}=9\%+1\%=10\%$$

I valori di tempo associati a ciascuna attività, come si può osservare nelle tabelle MTM negli *Allegati 1 e 2*, vengono maggiorati di un fattore pari al 10%:

$$T_{std}=T_{base} *(1+ 10\%)$$

Una volta calcolato il tempo standard di ogni attività elementare ( $m_1, m_2, m_3...$ ) si ottiene il tempo di ciascun ciclo di lavorazione mediante la somma di questi tempi:

$$Tc=T_{m1}+ T_{m2}+ T_{m3}+.....= \Sigma TM$$

Nell'analisi MTM per ciascuna attività del ciclo vengono considerate le seguenti voci:

- Il *driver* di riferimento della singola attività;
- La *quantità totale al giorno* cioè il numero di volte in cui giornalmente viene svolta una determinata attività;

- Il *numero di turni* di lavoro di 8 ore ciascuno, nel caso specifico si lavora tutti i giorni su un solo turno, come previsto nel Sottoparagrafo 3.1.5;
- La *quantità per turno* permette di sapere il numero di volte per turno in cui si svolge quella attività dividendo la quantità totale per il numero di turni giornalieri:

$$\text{Quantità turno} = \frac{\text{Quantità totale gg}}{\text{turni}} \quad (5.1)$$

- I *tempi unitari* per ciascuna attività vengono selezionati dalle tabelle MTM negli *Allegati 1 e 2*;
- I *tempi totali al giorno* permette di calcolare il tempo totale durante la giornata impiegato per svolgere quella determinata attività moltiplicando i tempi unitari per il numero di volte al giorno in cui viene svolta la singola attività

$$\text{Tempi totali gg} = \text{Quantità totale gg} * \text{tempi unitari} \quad (5.2)$$

I tempi totali al giorno di ciascuna attività vengono sommati così da ottenere il *tempo totale al giorno del ciclo di lavoro*, cioè il tempo impiegato durante la giornata per svolgere quel determinato processo:

$$\text{Tempo ciclo al giorno} = \sum \text{tempi totali gg} \quad (5.3)$$

- I *tempi totali per turno* permette di calcolare il tempo totale durante il turno impiegato per svolgere quella determinata attività moltiplicando i tempi unitari per il numero di volte per turno in cui viene svolta la singola attività oppure dividendo i tempi totali giorno per il numero di turni al giorno

$$\text{Tempi totali turno} = \text{Quantità turno} * \text{tempi unitari} \quad (5.4)$$

oppure

$$\text{Tempi totali turno} = \frac{\text{Tempi totali gg}}{\text{turni}} \quad (5.5)$$

I tempi totali per turno di ciascuna attività vengono sommati così da ottenere il *tempo totale per turno del ciclo di lavoro*, cioè il tempo impiegato durante il turno di lavoro per svolgere quel determinato processo:

$$\text{Tempo ciclo per turno} = \sum \text{tempi totali turno} \quad (5.6)$$

- I *minuti totali FTE* (Full-Time Equivalent) è un valore fisso che esprime il tempo effettivo di lavoro giornaliero considerando un turno da 8 ore con una pausa di 30 minuti:

$$60 \frac{\text{min}}{\text{h}} * 8 \text{ h} = 480 \text{ min}$$

$$\text{FTE} = 480 \text{ min} - 30 \text{ min} = 450 \text{ min}$$

- *FTE al giorno* permette di ottenere l'incidenza del tempo impiegato per svolgere giornalmente ciascun ciclo di lavoro sul tempo effettivo di lavoro dividendo tempi totali al giorno per i minuti totali FTE:

$$FTE\ gg = \frac{\Sigma\ Tempi\ totali\ gg}{Minuti\ totali\ FTE} \quad (5.7)$$

- *FTE per turno* permette di ottenere l'incidenza sul tempo effettivo di lavoro, del tempo impiegato per svolgere ciascun ciclo di lavoro durante un turno dividendo tempi totali al giorno per i minuti totali FTE:

$$FTE\ turno = \frac{\Sigma\ Tempi\ totali\ turno}{Minuti\ totali\ FTE} \quad (5.8)$$

In alcuni casi, in particolare quei cicli di lavoro che prevedono degli spostamenti, è necessario considerare anche altre voci che sono:

- L'*impilabilità* che indica il numero di volte che è possibile impilare un mezzo di movimentazione, nei casi in cui sarà necessario prendere in analisi anche questa voce verrà considerato il caso peggiore quindi valore 1 che indica la possibilità di non impilare i pallet;
- La *distanza* che viene considerata nei casi in cui un'attività prevede uno spostamento, è necessario utilizzare valore totale che considera l'andata e il ritorno (A+R).

In questi casi per il calcolo dei tempi totali è necessario considerare anche queste voci appena descritte:

- SE *distanza*≠0

$$Tempi\ totali\ gg = \frac{Tempi\ unitari * Quantità\ totale\ gg * distanza}{impilabilità} \quad (5.9)$$

- SE *distanza*=0

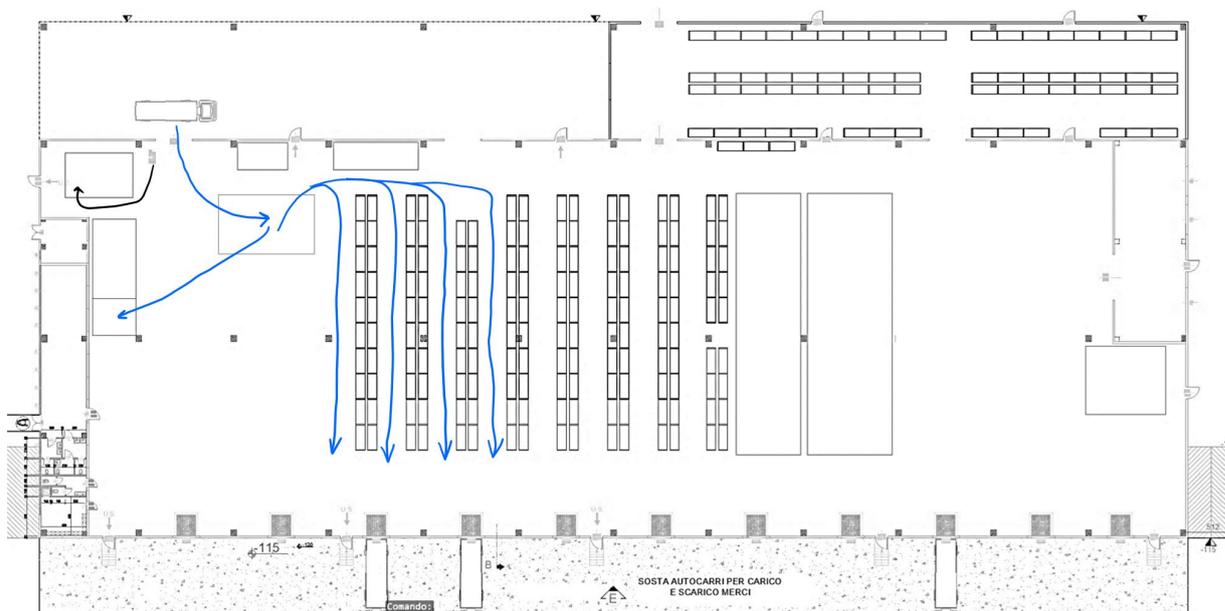
$$Tempi\ totali\ gg = \frac{Tempi\ unitari * Quantità\ totale\ gg}{impilabilità} \quad (5.10)$$

### 5.1.2 Flusso Inbound

Nel Paragrafo 3.1 sono state presentate le procedure da svolgere dal momento in cui la merce fa ingresso nel magazzino fino al momento di uscita della stessa. Tali attività costituiscono le fasi del ciclo operativo che può essere suddiviso in un flusso Inbound ed uno Outbound, a seconda che il materiale arrivi in magazzino per essere ubicato a scaffale, oppure che, a

seguito della richiesta d'ordine, venga prelevato, imballato, sistemato nelle apposite aree pronto per lasciare il magazzino.

Attraverso l'utilizzo dello Spaghetti Diagram, in *figura 5.2*, si sono messi in evidenza i flussi di materiale in blu, e gli spostamenti dell'operatore in nero, nel ciclo di Inbound:



*Figura 5.2: Spaghetti Diagram: flussi nel ciclo di Inbound.*

Il primo processo di lavoro analizzato è quello di **gestione dei documenti in ingresso** le cui attività sono svolte dal personale dell'Ufficio Logistico.

Le attività che vengono considerate sono le seguenti:

- a) L'addetto riceve i DDT dall'autista e si prepara per la lavorazione;
- b) L'addetto effettua a terminale la registrazione dei DDT consegnati cioè l'inserimento a sistema delle righe in ingresso relative alla merce ricevuta;
- c) L'addetto una volta registrati i DDT appone un timbro su ognuno;
- d) L'addetto effettua una copia del DDT;
- e) L'addetto consegna all'autista la documentazione;
- f) Correzione bolle errate: bisogna considerare una % sul totale delle bolle, in questo caso si considera il 20%;
- g) Archiviazione bolle: nella tabella MTM il tempo associato è indicativo per l'archiviazione di 10 bolle.

L'analisi effettuata è visualizzabile in *tabella 5.2* alla fine di questo Sottoparagrafo, di seguito vengono mostrati i principali calcoli effettuati.

La quantità totale al giorno per ciascuna attività viene attribuita in base ai dati forniti e presentati nel Paragrafo 3.2. Per le attività *a), c), d), e)* in cui il driver è il DDT si considera

il valore 6 corrispondente al dato “Documenti in”, per l’attività *b*) in cui il driver sono le righe si considera il valore 60 corrispondente al dato “Righe in”. Per l’attività *f*) si calcola la quantità di bolle errate considerando una percentuale del 20% sul totale delle bolle e arrotondando al valore intero:

$$Qtà\ totale\ gg\ (bolle\ errate) = 6 * 0,20 = 1,2 \approx 1$$

Per l’attività *g*) la quantità totale al giorno di bolle archiviate viene calcolata, arrotondando per eccesso al valore intero, considerando che nella tabella MTM in *Allegato 1* il valore del tempo unitario è indicativo per 10 bolle quindi:

$$Qtà\ totale\ gg\ (bolle\ archiviate) = \frac{6}{10} = 0,60 \approx 1$$

Le quantità per turno vengono calcolate con la formula (5.1) introdotta nel Sottoparagrafo 5.1.1; nello specifico per le attività *a*), *c*), *d*), *e*) con driver DDT

$$Qtà\ turno(a, c, d, e) = \frac{6}{1} = 6$$

per l’attività *b*) con driver le righe abbiamo

$$Qtà\ turno(b) = \frac{60}{1} = 60$$

per le attività *f*) e *g*) abbiamo invece

$$Qtà\ turno(f, g) = \frac{1}{1} = 1$$

I valori dei tempi unitari associati a ciascuna attività vengono assegnati selezionandoli dalle tabelle MTM in *Allegato 1*, tali valori sono già corretti con il fattore di maggiorazione illustrato nel Sottoparagrafo 5.1.1 e sono espressi in minuti.

Il tempo totale giorno per ciascuna attività viene calcolato sfruttando la formula (5.2) introdotta nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$tempo\ totale\ giorno(a) = 6 * 0,119 = 0,713\ min$$

$$tempo\ totale\ giorno(b) = 60 * 1,284 = 77,022\ min$$

$$tempo\ totale\ giorno(c) = 6 * 0,143 = 0,858\ min$$

$$tempo\ totale\ giorno(d) = 6 * 0,099 = 0,594\ min$$

$$tempo\ totale\ giorno(e) = 6 * 0,119 = 0,713\ min$$

$$tempo\ totale\ giorno(f) = 1 * 1,284 = 1,284\ min$$

$$tempo\ totale\ giorno(g) = 1 * 1,114 = 1,114\ min$$

Il tempo totale turno per ciascuna attività può essere calcolato utilizzando la formula (5.4) introdotta nel Sottoparagrafo 5.1.1 e in tal caso i calcoli non sono differenti da quelli appena effettuati per il calcolo del tempo totale giorno poiché le quantità totali al giorno sono uguali a quelle per turno poiché si lavora su un solo turno giornaliero. Di seguito si mostrano i calcoli effettuati utilizzando la formula (5.5) ottenendo gli stessi valori:

$$tempo\ totale\ turno(a) = 0,713/1 = 0,713\ min$$

$$\text{tempo totale turno}(b) = 77,022/1 = 77,022 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(c) = 0,858/1 = 0,858 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(d) = 0,594/1 = 0,594 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(e) = 0,713/1 = 0,713 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(f) = 1,284/1 = 1,284 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(g) = 1,114/1 = 1,114 \text{ min}$$

Una volta calcolati il tempo totale al giorno o per turno per ciascuna attività si calcola il tempo totale dell'intero ciclo di lavoro applicando rispettivamente le formule (5.3) e (5.6) sempre mostrate nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$\text{Tempo ciclo al giorno} = 0,713 + 77,022 + 0,858 + 0,594 + 0,713 + 1,284 + 1,114 = 82,298 \text{ min}$$

$$\text{Tempo ciclo per turno} = 0,713 + 77,022 + 0,858 + 0,594 + 0,713 + 1,284 + 1,114 = 82,298 \text{ min}$$

Una volta calcolato il tempo ciclo si convertono tali valori in termini di FTE applicando le formule (5.7) e (5.8) viste nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$FTE \text{ gg} = \frac{82,298}{450} = 0,183$$

$$FTE \text{ turno} = \frac{82,298}{450} = 0,183$$

I principali risultati ottenuti dall'analisi vengono riassunti nella *tabella 5.3* riportata di seguito:

| GESTIONE DOCUMENTI IN | tempi totali gg (min) | tempi totali turno (min) | minuti FTE turno | FTE gg | FTE turno |
|-----------------------|-----------------------|--------------------------|------------------|--------|-----------|
|                       | 82,298                | 82,298                   | 450              | 0,183  | 0,183     |

*Tabella 5.3: Risultati FTE dell'attività di gestione documenti in ingresso.*

Il secondo **processo** è quello di **ricevimento** che prevede il prelievo dei pallet dal mezzo e il successivo deposito degli stessi in Area Ricevimento, si procederà quindi al controllo d'integrità e all'etichettatura; l'attività viene svolta dal carrellista di magazzino addetto allo scarico.

Le attività considerate sono le seguenti:

- a) Prelievo del pallet dal mezzo e deposito in Area di Ricevimento;
- b) Viaggio dal mezzo all'Area di Ricevimento: è necessario considerare la distanza di andata e ritorno (A+R);
- c) Il controllo d'integrità di primo livello cioè il controllo visivo delle pedane;
- d) Richiamare DDT da sistema e stampare etichette;
- e) Dividere ed attaccare le etichette sulla merce in ingresso.

L'analisi effettuata è visualizzabile in *tabella 5.4* alla fine di questo Sottoparagrafo, di seguito vengono mostrati i principali calcoli effettuati.

La quantità totale al giorno per ciascuna attività viene attribuita in base ai dati forniti e presentati nel Paragrafo 3.2. Per le attività *a*), *b*), *c*) in cui il driver è il mezzo di raccolta (MdR) intendendo il pallet, si considera il valore 6 corrispondente al dato “Movimentazioni pallet in”, per l’attività *d*) il driver sono le righe e si considera il valore 60 corrispondente al dato “Righe in”, per l’attività *e*) in cui il driver sono le etichette si considera il valore 60 corrispondete al dato “Righe in” poiché è necessario stampare almeno un’etichetta per ciascun codice pezzo indicato nelle righe in.

Le quantità per turno vengono calcolate con la formula (5.1) introdotta nel Sottoparagrafo 5.1.1; nello specifico per le attività *a*), *b*), *c*), con driver MdR

$$Qtà\ turno(a,b,c) = \frac{6}{1} = 6$$

per le attività *d*) ed *e*) abbiamo invece

$$Qtà\ turno(d,e) = \frac{60}{1} = 60$$

I valori dei tempi unitari associati a ciascuna attività vengono assegnati selezionandoli dalle tabelle MTM in Allegato 1, tali valori sono già corretti con il fattore di maggiorazione come illustrato nel Sottoparagrafo 5.1.1 e sono espressi in minuti.

Tale processo prevede degli spostamenti quindi per la simulazione del ciclo viene considerata una distanza di 44 metri, considerando il percorso, visualizzabile in *figura 5.3*, dal baricentro dell’area di ricevimento fino al mezzo parcheggiato nel piazzale coperto nei pressi del portone di ingresso.

Il tempo totale giorno per le attività *a*) e *b*) viene calcolato rispettivamente sfruttando le

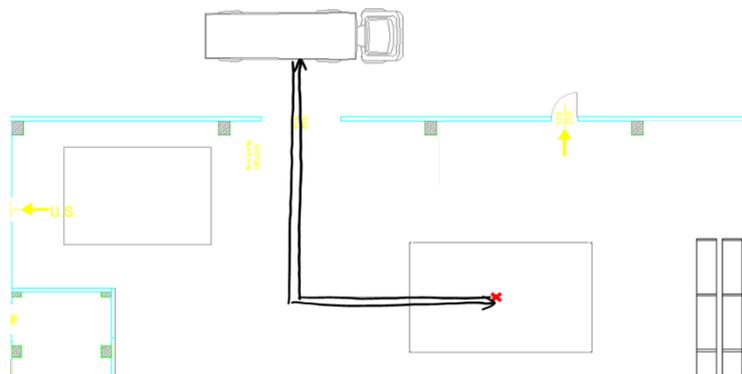


Figura 5.3: Percorso dal mezzo all'Area di Ricevimento.

formule (5.10) e (5.9) introdotte nel Sottoparagrafo 5.1.1 e considerando il valore di impilabilità 1 e la distanza di 44 metri in quanto sono previsti degli spostamenti:

$$tempo\ totale\ giorno(a) = \frac{6 * 0,616}{1} = 3,696\ min$$

$$tempo\ totale\ giorno(b) = \frac{6 * 0,0132 * 44}{1} = 3,485\ min$$

Per le attività *c)*, *d)* ed *e)* non essendo previsti spostamenti il tempo totale giorno viene calcolato con la formula (5.3) vista nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$\text{tempo totale giorno}(c) = 6 * 0,264 = 0,264 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno}(d) = 60 * 0,132 = 7,920 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno}(e) = 60 * 0,319 = 19,140 \text{ min}$$

Il tempo totale turno per ciascuna attività viene calcolato sfruttando la formula (5.5):

$$\text{tempo totale turno}(a) = 3,696/1 = 3,696 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(b) = 3,485/1 = 3,485 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(c) = 0,264/1 = 0,264 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(d) = 7,290/1 = 7,920 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(e) = 19,140/1 = 19,140 \text{ min}$$

Una volta calcolati il tempo totale al giorno o per turno per ciascuna attività si calcola il tempo totale dell'intero ciclo di lavoro applicando rispettivamente le formule (5.3) e (5.6) sempre mostrate nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$\text{Tempo ciclo al giorno} = 3,696 + 3,485 + 0,264 + 7,920 + 19,140 = 15,365 \text{ min}$$

$$\text{Tempo ciclo per turno} = 3,696 + 3,485 + 0,264 + 7,920 + 19,140 = 15,365 \text{ min}$$

Una volta calcolato il tempo ciclo si convertono tali valori in termini di FTE applicando le formule (5.7) e (5.8) viste nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$FTE \text{ gg} = \frac{15,365}{450} = 0,034$$

$$FTE \text{ turno} = \frac{15,365}{450} = 0,034$$

I principali risultati ottenuti dall'analisi vengono riassunti nella *tabella 5.5* riportata di seguito:

| RICEVIMENTO, CONTROLLO 1° LIVELLO ED ETICHETTATURA | tempi totali gg (min) | tempi totali turno (min) | minuti FTE turno | FTE gg | FTE turno |
|--|-----------------------|--------------------------|------------------|--------|-----------|
|  | 15,365                | 15,365                   | 450              | 0,034  | 0,034     |

*Tabella 5.5: Risultati FTE dell'attività di ricevimento, controllo ed etichettatura.*

In seguito alle attività di ingresso e di ricevimento della merce si procede con l'**ubicazione** della stessa all'interno dell'area di stoccaggio; tale attività viene svolta dal carrellista di magazzino. Per il processo di ubicazione viene fatta una distinzione per le tre BU e, non essendo possibile simulare il processo per ciascuna ubicazione presente nell'area, si va a considerare la distanza dal punto baricentrico dell'area di ricevimento e il deposito del pallet nella campata posizionata in corrispondenza del punto baricentrico di ciascuna BU.

Le attività previste sono le seguenti:

- a) Prelievo del pallet dall'Area di Ricevimento e deposito in una ubicazione posizionata ad un livello intermedio quindi altezza di 4 m;
- b) Viaggio a magazzino: si considera la distanza andata e ritorno (A+R)
- c) Lettura del codice a barre: la lettura viene effettuata due volte, sul codice identificativo dell'ubicazione e sull'etichetta associata all'unità di movimentazione.

#### *Ubicazione per BU Machining*

L'analisi effettuata è visualizzabile in *tabella 5.6* alla fine di questo Sottoparagrafo, di seguito vengono mostrati i principali calcoli effettuati.

La quantità totale al giorno per ciascuna attività viene attribuita in base ai dati forniti e presentati nel Paragrafo 3.2. Per le attività *a)* e *b)* in cui il driver è il MdR si considera il valore 3 corrispondente al dato "Movimentazioni pallet in" per la BU Machining, per l'attività *c)* il driver è l'etichetta e si considera che la lettura del codice a barre avviene due volte, per l'etichetta dell'ubicazione e per quella dell'unità di movimentazione:

$$Qtà\ totale\ gg\ (lettura\ codice) = 3 * 2 = 6$$

Le quantità per turno vengono calcolate con la formula (5.1) introdotta nel Sottoparagrafo 5.1.1; nello specifico per le attività *a)* e *b)* con driver MdR

$$Qtà\ turno(a,b) = \frac{3}{1} = 3$$

per l'attività *c)* abbiamo invece

$$Qtà\ turno(c) = \frac{6}{1} = 6$$

I valori dei tempi unitari associati a ciascuna attività vengono assegnati selezionandoli dalle tabelle MTM in Allegato 1, tali valori sono già corretti con il fattore di maggiorazione come illustrato nel Sottoparagrafo 5.1.1 e sono espressi in minuti.

Tale processo prevede degli spostamenti quindi per la simulazione del ciclo si considera come percorso quello dal baricentro dell'area di ricevimento ad una ubicazione collocata nel punto baricentrico dell'area di stoccaggio della BU Machining; tale percorso può essere visualizzato in *figura 5.4* e la distanza percorsa è di 45 m quindi considerando sia l'andata che il ritorno:

$$Machining\ viaggio\ A + R = 45\ m * 2 = 90\ m$$

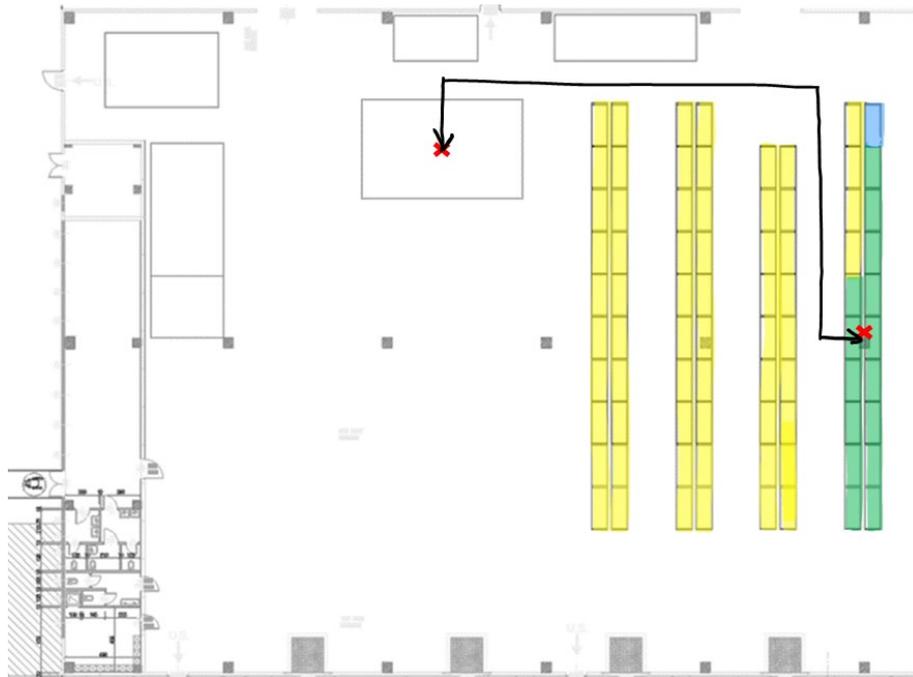


Figura 5.4: Viaggio a magazzino per ubicazione Machining.

Il tempo totale giorno per le attività *a)* e *c)* viene calcolato rispettivamente sfruttando la formula (5.10) mentre per l'attività *b)* si usa la formula (5.9), introdotte nel Sottoparagrafo 5.1.1; si considera il valore di impilabilità 1 e la distanza di 90 metri essendo previsti gli spostamenti:

$$\text{tempo totale giorno}(a) = \frac{3 * 1,191}{1} = 3,574 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno}(b) = \frac{3 * 0,0165 * 90}{1} = 4,455 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno}(c) = \frac{6 * 0,040}{1} = 0,238 \text{ min}$$

Il tempo totale turno per ciascuna attività viene calcolato sfruttando la formula (5.5):

$$\text{tempo totale turno}(a) = 3,574/1 = 3,574 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(b) = 4,455/1 = 4,455 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(c) = 0,238/1 = 0,238 \text{ min}$$

Una volta calcolati il tempo totale al giorno o per turno per ciascuna attività si calcola il tempo totale dell'intero ciclo di lavoro applicando rispettivamente le formule (5.3) e (5.6) sempre mostrate nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$\text{Tempo ciclo al giorno} = 3,574 + 4,455 + ,0,238 = 8,267 \text{ min}$$

$$\text{Tempo ciclo per turno} = 3,574 + 4,455 + ,0,238 = 8,267 \text{ min}$$

Una volta calcolato il tempo ciclo si convertono tali valori in termini di FTE applicando le formule (5.7) e (5.8) viste nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$\text{FTE } gg = \frac{8,267}{450} = 0,018$$

$$FTE \text{ turno} = \frac{8,267}{450} = 0,018$$

I principali risultati ottenuti dall'analisi vengono riassunti nella *tabella 5.7* riportata di seguito:

| UBICAZIONE PALLET MACHINING | tempi totali<br>gg (min) | tempi totali<br>turno (min) | minuti FTE<br>turno | FTE gg | FTE<br>turno |
|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------|--------|--------------|
|                             | 8,267                    | 8,267                       | 450                 | 0,018  | 0,018        |

*Tabella 5.7: Risultati FTE dell'attività di ubicazione pallet Machining.*

### *Ubicazione per BU Robotics*

L'analisi effettuata è visualizzabile in *tabella 5.8* alla fine di questo Sottoparagrafo, di seguito vengono mostrati i principali calcoli effettuati.

La quantità totale al giorno per ciascuna attività viene attribuita in base ai dati forniti e presentati nel Paragrafo 3.2. Per le attività *a)* e *b)* in cui il driver è il MdR si considera il valore 5 corrispondente al dato "Movimentazioni pallet in" per la BU Robotics, per l'attività *c)* il driver è l'etichetta e si considera che la lettura del codice a barre avviene due volte, per l'etichetta dell'ubicazione e per quella dell'unità di movimentazione:

$$Qtà \text{ totale gg (lettura codice)} = 5 * 2 = 10$$

Le quantità per turno vengono calcolate con la formula (5.1) introdotta nel Sottoparagrafo 5.1.1; nello specifico per le attività *a)* e *b)* con driver MdR

$$Qtà \text{ turno}(a,b) = \frac{5}{1} = 5$$

per l'attività *c)* abbiamo invece

$$Qtà \text{ turno}(c) = \frac{10}{1} = 10$$

I valori dei tempi unitari associati a ciascuna attività vengono assegnati selezionandoli dalle tabelle MTM in Allegato 1, tali valori sono già corretti con il fattore di maggiorazione come illustrato nel Sottoparagrafo 5.1.1 e sono espressi in minuti.

Tale processo prevede degli spostamenti quindi per la simulazione del ciclo si considera come percorso quello dal baricentro dell'area di ricevimento ad una ubicazione collocata nel punto baricentrico dell'area di stoccaggio della BU Robotics; tale percorso può essere visualizzato in *figura 5.5e* la distanza percorsa è di 39 m quindi considerando sia l'andata che il ritorno:

$$Robotics \text{ viaggio } A + R = 39 \text{ m} * 2 = 78 \text{ m}$$

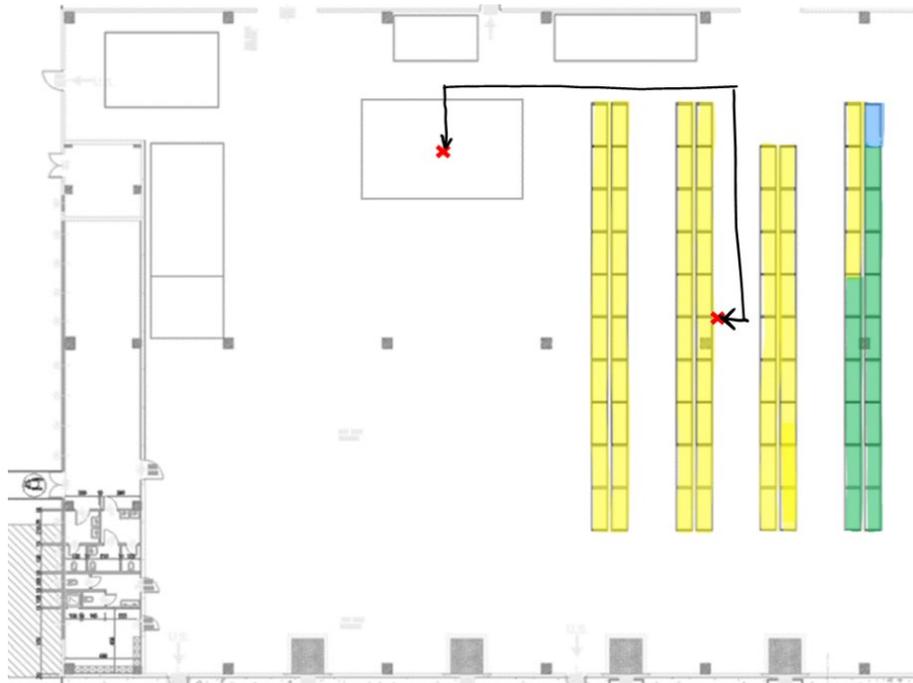


Figura 5.5: Viaggio a magazzino per ubicazione Robotics.

Il tempo totale giorno per le attività *a)* e *c)* viene calcolato rispettivamente sfruttando la formula (5.10) mentre per l'attività *b)* si usa la formula (5.9), introdotte nel Sottoparagrafo 5.1.1; si considera il valore di impilabilità 1 e la distanza di 78 metri essendo previsti gli spostamenti:

$$\text{tempo totale giorno}(a) = \frac{5 * 1,191}{1} = 5,957 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno}(b) = \frac{5 * 0,0165 * 90}{1} = 6,435 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno}(c) = \frac{5 * 0,040}{1} = 0,396 \text{ min}$$

Il tempo totale turno per ciascuna attività viene calcolato sfruttando la formula (5.5):

$$\text{tempo totale turno}(a) = 5,957/1 = 5,957 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(b) = 6,435/1 = 6,435 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(c) = 0,396/1 = 0,396 \text{ min}$$

Una volta calcolati il tempo totale al giorno o per turno per ciascuna attività si calcola il tempo totale dell'intero ciclo di lavoro applicando rispettivamente le formule (5.3) e (5.6) sempre mostrate nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$\text{Tempo ciclo al giorno} = 5,957 + 6,435 + 0,396 = 12,788 \text{ min}$$

$$\text{Tempo ciclo per turno} = 5,957 + 6,435 + 0,396 = 12,788 \text{ min}$$

Una volta calcolato il tempo ciclo si convertono tali valori in termini di FTE applicando le formule (5.7) e (5.8) viste nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$FTE\ gg = \frac{12,788}{450} = 0,028$$

$$FTE\ turno = \frac{12,788}{450} = 0,028$$

I principali risultati ottenuti dall'analisi vengono riassunti nella *tabella 5.9* riportata di seguito:

| UBICAZIONE PALLET ROBOTICS | tempi totali gg (min) | tempi totali turno (min) | minuti FTE turno | FTE gg | FTE turno |
|----------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------|--------|-----------|
|                            | 12,788                | 12,788                   | 450              | 0,028  | 0,028     |

*Tabella 5.9: Risultati FTE dell'attività di ubicazione pallet Robotics.*

### *Ubicazione per BU Automation*

L'analisi effettuata è visualizzabile in *tabella 5.10* alla fine di questo Sottoparagrafo, di seguito vengono mostrati i principali calcoli effettuati.

La quantità totale al giorno per ciascuna attività viene attribuita in base ai dati forniti e presentati nel Paragrafo 3.2. Per le attività *a)* e *b)* in cui il driver è il MdR si considera il valore 1 corrispondente al dato "Movimentazioni pallet in" per la BU Automation, per l'attività *c)* il driver è l'etichetta e si considera che la lettura del codice a barre avviene due volte, per l'etichetta dell'ubicazione e per quella dell'unità di movimentazione:

$$Qtà\ totale\ gg\ (lettura\ codice) = 1 * 2 = 2$$

Le quantità per turno vengono calcolate con la formula (5.1) introdotta nel Sottoparagrafo 5.1.1; nello specifico per le attività *a)* e *b)* con driver MdR

$$Qtà\ turno(a,b) = \frac{1}{1} = 1$$

per l'attività *c)* abbiamo invece

$$Qtà\ turno(c) = \frac{2}{1} = 2$$

I valori dei tempi unitari associati a ciascuna attività vengono assegnati selezionandoli dalle tabelle MTM in Allegato 1, tali valori sono già corretti con il fattore di maggiorazione come illustrato nel Sottoparagrafo 5.1.1 e sono espressi in minuti.

Tale processo prevede degli spostamenti quindi per la simulazione del ciclo si considera come percorso quello dal baricentro dell'area di ricevimento ad una ubicazione collocata nel punto baricentrico dell'area di stoccaggio della BU Automation; tale percorso può essere visualizzato in *figura 5.6* e la distanza percorsa è di 39 m quindi considerando sia l'andata che il ritorno:

$$Automation\ viaggio\ A + R = 37\ m * 2 = 74\ m$$

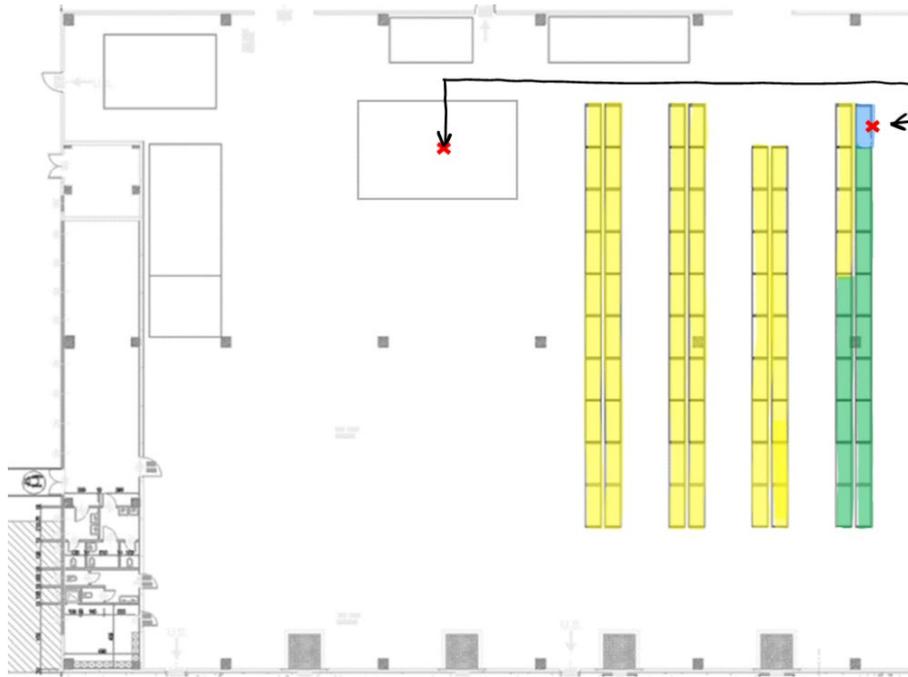


Figura 5.6: Viaggio a magazzino per ubicazione Automation.

Il tempo totale giorno per le attività *a)* e *c)* viene calcolato rispettivamente sfruttando la formula (5.10) mentre per l'attività *b)* si usa la formula (5.9), introdotte nel Sottoparagrafo 5.1.1; si considera il valore di impilabilità 1 e la distanza di 74 metri essendo previsti gli spostamenti:

$$\text{tempo totale giorno}(a) = \frac{1 * 1,191}{1} = 1,191 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno}(b) = \frac{a * 0,0165 * 74}{1} = 1,221 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno}(c) = \frac{2 * 0,040}{1} = 0,079 \text{ min}$$

Il tempo totale turno per ciascuna attività viene calcolato sfruttando la formula (5.5):

$$\text{tempo totale turno}(a) = 1,191/1 = 1,191 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(b) = 1,221/1 = 1,221 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(c) = 0,079/1 = 0,079 \text{ min}$$

Una volta calcolati il tempo totale al giorno o per turno per ciascuna attività si calcola il tempo totale dell'intero ciclo di lavoro applicando rispettivamente le formule (5.3) e (5.6) sempre mostrate nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$\text{Tempo ciclo al giorno} = 1,191 + 1,221 + 0,079 = 2,492 \text{ min}$$

$$\text{Tempo ciclo per turno} = 1,191 + 1,221 + 0,079 = 2,492 \text{ min}$$

Una volta calcolato il tempo ciclo si convertono tali valori in termini di FTE applicando le formule (5.7) e (5.8) viste nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$\text{FTE gg} = \frac{2,492}{450} = 0,006$$

$$FTE \text{ turno} = \frac{2,492}{450} = 0,006$$

I principali risultati ottenuti dall'analisi vengono riassunti nella *tabella 5.11* riportata di seguito:

| UBICAZIONE PALLET<br>AUTOMATION | tempi totali<br>gg (min) | tempi totali<br>turno (min) | minuti FTE<br>turno | FTE gg | FTE<br>turno |
|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------|--------|--------------|
|                                 | 2,492                    | 2,492                       | 450                 | 0,006  | 0,006        |

*Tabella 5.11: Risultati FTE dell'attività di ubicazione pallet Automation.*

Con l'operazione di ubicazione della merce termina il ciclo di Inbound. Si veda il Sottoparagrafo 5.1.3 per l'analisi del ciclo di Outbound.

A seguire vengono riportate le *tabelle 5.2, 5.4, 5.6, 5.8 e 5.10* già citate precedentemente relative alle analisi effettuate per ciascun processo.

| GESTIONE DOCUMENTI IN  | Driver | Qtà totale gg |  | %bolle errate | turni | Qtà turno | tempi unitari | tempi totali gg (min) | tempi totali turno (min) | minuti FTE turno | FTE gg       | FTE turno    |
|--|--------|---------------|--|---------------|-------|-----------|---------------|-----------------------|--------------------------|------------------|--------------|--------------|
| L'addetto riceve i DDT dall'autista e si prepara per la lavorazione                              | DDT    | 6             |  |               | 1     | 6         | 0,119         | 0,713                 | 0,713                    |                  |              |              |
| L'addetto effettua a terminale la registrazione dei DDT consegnati - inserimento righe a sistema | RIGHE  | 60            |  |               | 1     | 60        | 1,284         | 77,022                | 77,022                   |                  |              |              |
| L'addetto una volta registrati i DDT appone un timbro su ognuno                                  | DDT    | 6             |  |               | 1     | 6         | 0,143         | 0,858                 | 0,858                    |                  |              |              |
| L'addetto effettua una copia dei DDT   | DDT    | 6             |  |               | 1     | 6         | 0,099         | 0,594                 | 0,594                    |                  |              |              |
| L'addetto consegna all'autista la documentazione   | DDT    | 6             |  |               | 1     | 6         | 0,119         | 0,713                 | 0,713                    |                  |              |              |
| Correzione bolle errate (bisogna determinare una % sul totale bolle)                             | DDT    | 1             |  | 20%           | 1     | 1         | 1,284         | 1,284                 | 1,284                    |                  |              |              |
| Archiviazione bolle (10 bolle)   | DDT    | 1             |  |               | 1     | 1         | 1,114         | 1,114                 | 1,114                    |                  |              |              |
|  |        |               |  |               |       |           |               | <b>82,298</b>         | <b>82,298</b>            | <b>450</b>       | <b>0,183</b> | <b>0,183</b> |

Tabella 5.2: Analisi MTM dell'attività di gestione dei documenti in ingresso.

| RICEVIMENTO, CONTROLLO 1° LIVELLO ED ETICHETTATURA              | Driver    | Qtà totale gg | impilabilità | distanza | turni | Qtà turno | tempi unitari | tempi totali gg (min) | tempi totali turno (min) | minuti FTE turno | FTE gg       | FTE turno    |
|---|-----------|---------------|--------------|----------|-------|-----------|---------------|-----------------------|--------------------------|------------------|--------------|--------------|
| Prelievo pallet dal mezzo e deposito pallet in area ricevimento | MdR       | 6             | 1            |          | 1     | 6         | 0,616         | 3,696                 | 3,696                    |                  |              |              |
| Viaggio ad area ricevimento ricambi (A+R)                       | MdR       | 6             | 1            | 44       | 1     | 6         | 0,013         | 3,485                 | 3,485                    |                  |              |              |
| Controllo integrità di 1° livello (controllo visivo pedane)     | MdR       | 6             |              |          | 1     | 6         | 0,044         | 0,264                 | 0,264                    |                  |              |              |
| Richiamo ddt da sistema e stampa etichette                      | righe     | 60            |              |          | 1     | 60        | 0,132         | 7,920                 | 7,920                    |                  |              |              |
| Divisione etichette e attaccare etichette                       | etichetta | 60            |              |          | 1     | 60        | 0,319         | 19,140                | 19,140                   |                  |              |              |
|   |           |               |              |          |       |           |               | <b>15,365</b>         | <b>15,365</b>            | <b>450</b>       | <b>0,034</b> | <b>0,034</b> |

Tabella 5.4: Analisi MTM dell'attività di ricevimento, controllo di 1° livello ed etichettatura.

| UBICAZIONE PALLET MACHINING                                   | Driver    | Qtà totale gg | impilabilità | distanza | turni | Qtà turno | tempi unitari | tempi totali gg (min) | tempi totali turno (min) | minuti FTE turno | FTE gg       | FTE turno    |
|---|-----------|---------------|--------------|----------|-------|-----------|---------------|-----------------------|--------------------------|------------------|--------------|--------------|
| Prelievo pallet da area accettazione e deposito in ubicazione | MdR       | 3             | 1            |          | 1     | 3         | 1,191         | 3,574                 | 3,574                    |                  |              |              |
| Viaggio a magazzino (A+R)                                     | MdR       | 3             | 1            | 90       | 1     | 3         | 0,017         | 4,455                 | 4,455                    |                  |              |              |
| Lettura codice a barre pallet                                 | etichetta | 6             | 1            |          | 1     | 6         | 0,040         | 0,238                 | 0,238                    |                  |              |              |
|   |           |               |              |          |       |           |               | <b>8,267</b>          | <b>8,267</b>             | <b>450</b>       | <b>0,018</b> | <b>0,018</b> |

Tabella 5.6: Analisi MTM dell'attività di ubicazione pallet Machining.

| UBICAZIONE PALLET ROBOTICS                                    | Driver    | Qtà totale gg | impilabilità | distanza | turni | Qtà turno | tempi unitari | tempi totali gg (min) | tempi totali turno (min) | minuti FTE turno | FTE gg       | FTE turno    |
|---|-----------|---------------|--------------|----------|-------|-----------|---------------|-----------------------|--------------------------|------------------|--------------|--------------|
| Prelievo pallet da area accettazione e deposito in ubicazione | MdR       | 5             | 1            |          | 1     | 5         | 1,191         | 5,957                 | 5,957                    |                  |              |              |
| Viaggio a magazzino (A+R)                                     | MdR       | 5             | 1            | 78       | 1     | 5         | 0,017         | 6,435                 | 6,435                    |                  |              |              |
| Lettura codice a barre pallet                                 | etichetta | 10            | 1            |          | 1     | 10        | 0,040         | 0,396                 | 0,396                    |                  |              |              |
|   |           |               |              |          |       |           |               | <b>12,788</b>         | <b>12,788</b>            | <b>450</b>       | <b>0,028</b> | <b>0,028</b> |

Tabella 5.8: Analisi MTM dell'attività di ubicazione pallet Robotics.

| UBICAZIONE PALLET AUTOMATION                                  | Driver    | Qtà totale gg | impilabilità | distanza | turni | Qtà turno | tempi unitari | tempi totali gg (min) | tempi totali turno (min) | minuti FTE turno | FTE gg       | FTE turno    |
|---|-----------|---------------|--------------|----------|-------|-----------|---------------|-----------------------|--------------------------|------------------|--------------|--------------|
| Prelievo pallet da area accettazione e deposito in ubicazione | MdR       | 1             | 1            |          | 1     | 1         | 1,191         | 1,191                 | 1,191                    |                  |              |              |
| Viaggio a magazzino (A+R)                                     | MdR       | 1             | 1            | 74       | 1     | 1         | 0,017         | 1,221                 | 1,221                    |                  |              |              |
| Lettura codice a barre pallet                                 | etichetta | 2             | 1            |          | 1     | 2         | 0,040         | 0,079                 | 0,079                    |                  |              |              |
|   |           |               |              |          |       |           |               | <b>2,492</b>          | <b>2,492</b>             | <b>450</b>       | <b>0,006</b> | <b>0,006</b> |

Tabella 5.10 : Analisi MTM dell'attività di ubicazione pallet Automation.

### 5.1.3 Flusso Outbound

Con la ricezione della richiesta d'ordine ha inizio la fase di uscita delle merci, il cosiddetto flusso di Outbound, attraverso l'utilizzo dello Spaghetti Diagram, in *figura 5.7*, vengono messi in evidenza i flussi di materiale in blu e gli spostamenti dell'operatore in nero, nel ciclo di Outbound:

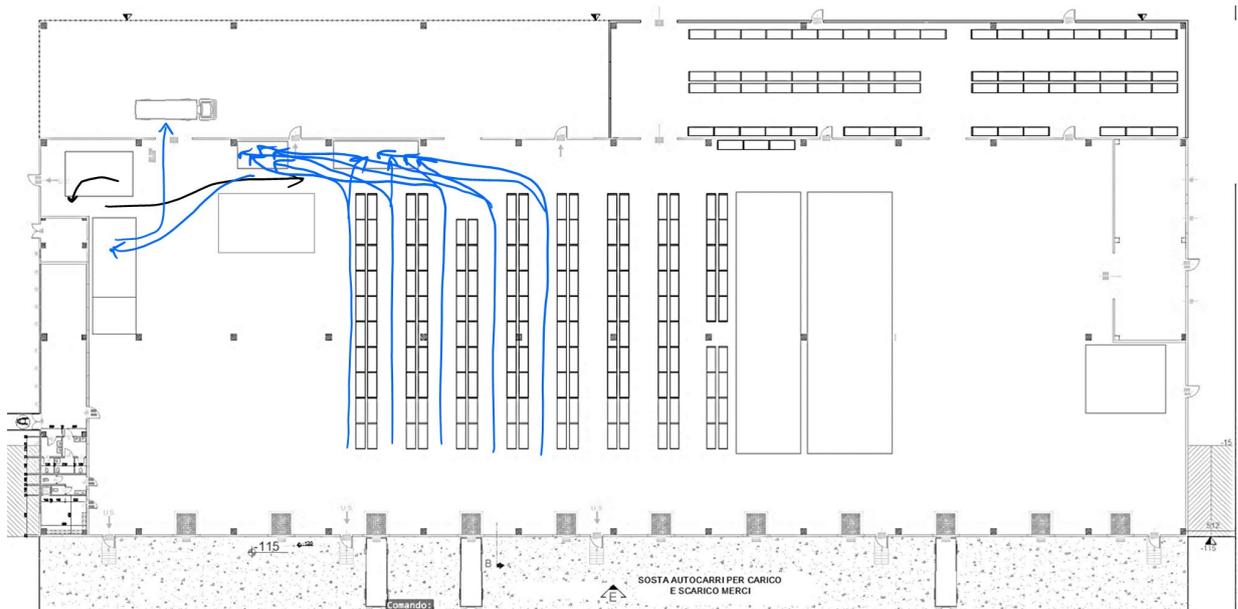


Figura 5.7: Spaghetti Diagram: flussi nel ciclo di Outbound.

Il primo processo di tale ciclo che viene preso in considerazione è quello relativo alla **gestione degli ordini di spedizione** le cui attività sono svolte dal personale dell'Ufficio Logistico. Le attività che vengono effettuate e prese in esame per la simulazione di tale processo sono le seguenti:

- a) Ricevuta la richiesta d'ordine sul sistema informatico si dovrà creare la lista di prelievo d'ordine sul sistema di gestione delle movimentazioni del magazzino;
- b) Inserire le righe d'ordine sul sistema per creare la lista d'ordine;
- c) Stampare la lista di prelievo, una per ciascun ordine;
- d) Spostamento all'interno dell'Ufficio Logistico per poter consegnare la lista di prelievo, si considera una distanza approssimativa di 5 metri;
- e) Consegna delle liste di prelievo all'addetto del magazzino: si prevede lo spostamento all'interno dell'Ufficio Logistico del suo personale;

f) Si considerano anche le attività di sedersi e alzarsi dell'operatore effettuate per poter consegnare la lista di prelievo.

L'analisi effettuata è visualizzabile in *tabella 3.12* alla fine di questo Sottoparagrafo, di seguito vengono mostrati i principali calcoli effettuati.

La quantità totale al giorno per ciascuna attività viene attribuita in base ai dati forniti e presentati nel Paragrafo 3.2. Per l'attività a) in cui il driver è il numero di ordini si considera il valore 30 corrispondente al dato "Numero ordini" in *tabella 3.1*, per l'attività b) in cui il driver sono le righe out si considera il valore 90 corrispondente al dato "Righe out". Per le attività c) si considera di stampare una lista di prelievo per ogni ordine quindi tale valore sarà lo stesso del numero di ordini; per le attività d), e) ed f) si ipotizza di consegnare 10 liste di prelievo per volta quindi

$$Qtà\ totale\ gg\ (d, e, f) = \frac{30}{10} = 3$$

Le quantità per turno vengono calcolate con la formula (5.1) introdotta nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$Qtà\ turno(a, c) = \frac{30}{1} = 30$$

$$Qtà\ turno(b) = \frac{90}{1} = 90$$

$$Qtà\ turno(d, e, f) = \frac{3}{1} = 3$$

I valori dei tempi unitari associati a ciascuna attività vengono assegnati selezionandoli dalle tabelle MTM in Allegato 1, tali valori sono già corretti con il fattore di maggiorazione illustrato nel Sottoparagrafo 5.1.1 e sono espressi in minuti.

Il tempo totale giorno per ciascuna attività viene calcolato sfruttando la formula (5.2) introdotta nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$tempo\ totale\ giorno(a) = 30 * 0,043 = 1,287\ min$$

$$tempo\ totale\ giorno(b) = 90 * 1,288 = 115,533\ min$$

$$tempo\ totale\ giorno(c) = 30 * 0,132 = 3,960\ min$$

$$tempo\ totale\ giorno(e) = 3 * 0,0561 = 0,168\ min$$

$$tempo\ totale\ giorno(f) = 3 * 0,0726 = 0,218\ min$$

Per l'attività c) è necessario considerare anche la distanza percorsa per lo spostamento:

$$tempo\ totale\ giorno(d) = 3 * 0,022 * 5 = 0,330\ min$$

Il tempo totale turno per ciascuna attività viene calcolato sfruttando la formula (5.5) vista nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$tempo\ totale\ turno(a) = 1,287/1 = 1,287\ min$$

$$tempo\ totale\ turno(b) = 115,553/1 = 115,553\ min$$

$$tempo\ totale\ turno(c) = 3,960/1 = 3,960\ min$$

$$tempo\ totale\ turno(d) = 0,330/1 = 0,330\ min$$

$tempo\ totale\ turno(e) = 0,168/1 = 0,168\ min$

$tempo\ totale\ turno(f) = 0,218/1 = 0,218\ min$

Una volta calcolati il tempo totale al giorno o per turno per ciascuna attività si calcola il tempo totale dell'intero ciclo di lavoro applicando rispettivamente le formule (5.3) e (5.6) sempre mostrate nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$Tempo\ ciclo\ al\ giorno = 1,287 + 115,533 + 3,960 + 0,330 + 0,168 + 0,218 = 121,496\ min$

$Tempo\ ciclo\ per\ turno = 1,287 + 115,533 + 3,960 + 0,330 + 0,168 + 0,218 = 121,496\ min$

Una volta calcolato il tempo ciclo si convertono tali valori in termini di FTE applicando le formule (5.7) e (5.8) viste nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$FTE\ gg = \frac{121,496}{450} = 0,270$$

$$FTE\ turno = \frac{121,496}{450} = 0,270$$

I principali risultati ottenuti dall'analisi vengono riassunti nella *tabella 5.13* riportata di seguito:

| GESTIONE ORDINI DI SPEDIZIONE | tempi totali gg (min) | tempi totali turno (min) | minuti FTE turno | FTE gg | FTE turno |
|-------------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------|--------|-----------|
|                               | 121,496               | 121,496                  | 450              | 0,270  | 0,270     |

*Tabella 5.13: Risultati FTE dell'attività di gestione degli ordini.*

Una volta che l'addetto di magazzino ritira le liste di prelievo si procede **all'attività di picking** di tutto il materiale richiesto. Per la simulazione del ciclo di prelievo di ciascuna BU viene considerato il caso in cui per effettuare il prelievo è necessario spostarsi all'interno dell'area di stoccaggio in modo tale da raggiungere tutte le scaffalature occupate dalle merci di ciascuna BU.

Le attività considerate per ciascun ciclo di prelievo sono le seguenti:

- a) Prendere un bancale vuoto dall'area di confezionamento, su tale bancale verranno posizionati i pezzi prelevati;
- b) Viaggio a magazzino: si considera la distanza totale percorsa dall'addetto al magazzino all'interno dell'area di stoccaggio fino all'area di confezionamento;
- c) Giunti all'ubicazione il bancale vuoto viene posato a terra;
- d) L'addetto di magazzino preleva dall'ubicazione il pallet con la merce richiesta;
- e) L'addetto scende dal mezzo, si sposta per prendere e posare il collo sul bancale vuoto;

- f) Lettura del codice a barre: la lettura viene effettuata due volte, sul codice identificativo dell'ubicazione e sull'etichetta associata al collo prelevato;
- g) L'addetto risale sul mezzo e ripone il pallet nella sua ubicazione;
- h) L'addetto prende il bancale su cui è stato posato il collo e continua il giro di prelievo per poi posizionare il bancale in area confezionamento.

#### *Ciclo di prelievo in area Machining*

L'analisi effettuata è visualizzabile in *tabella 5.14* alla fine di questo Sottoparagrafo, di seguito vengono mostrati i principali calcoli effettuati.

Prima di poter calcolare la quantità totale al giorno per ciascuna attività è necessario calcolare la stima del numero di righe per ogni ordine considerando le righe in uscita e gli ordini per la BU Machining dai dati in *tabella 3.1*:

$$\text{righe d'ordine Machining} = \frac{\frac{30 \text{ righe out}}{\text{giorno}}}{\frac{10 \text{ ordini}}{\text{giorno}}} = \frac{3 \text{ righe out}}{\text{ordine}}$$

Ciascuna riga d'ordine corrisponde ad una referenza, cioè ad un codice pezzo differente, quindi nel ciclo si considera un prelievo in una ubicazione diversa per ciascuna riga d'ordine. La quantità totale al giorno per ciascuna attività viene attribuita in base ai dati forniti e presentati nel Paragrafo 3.2. Per l'attività *a)* considerando di effettuare il ciclo per ciascun ordine e di prelevare in una ubicazione diversa per ciascuna riga d'ordine si effettua quattro volte l'azione di prendere e posare il bancale che è inizialmente vuoto e vengono posati sopra i pezzi prelevati:

$$Qtà \text{ totale } gg (a) = 10 * 4 = 40$$

per l'attività *b)* si considera il numero di volte in cui effettuare il ciclo pari al "Numero di ordini" per la BU Machining dalla *tabella 3.1*; per le attività *c), d), e)* ed *h)* si associa il numero di volte in cui per ciascun ordine, quindi per ogni ciclo, si preleva da una diversa ubicazione:

$$Qtà \text{ totale } gg (c, d, e, h) = 10 * 3 = 30$$

per l'attività *f)* il driver è l'etichetta e si considera che la lettura del codice a barre avviene due volte, per l'etichetta dell'ubicazione e per quella del collo prelevato, quando si effettua il prelievo:

$$Qtà \text{ totale } gg (\text{lettura codice}) = 10 * 3 * 2 = 60$$

per l'attività *g)* si ipotizza che per ogni riga d'ordine si prelevino 3 diversi pezzi:

$$Qtà \text{ totale } gg (g) = 10 * 3 * 3 = 90$$

Le quantità per turno vengono calcolate con la formula (5.1) introdotta nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$Qtà\ turno(a) = \frac{40}{1} = 40$$

$$Qtà\ turno(c, d, e, h) = \frac{30}{1} = 30$$

$$Qtà\ turno(f) = \frac{60}{1} = 60$$

$$Qtà\ turno(g) = \frac{90}{1} = 90$$

I valori dei tempi unitari associati a ciascuna attività vengono assegnati selezionandoli dalle tabelle MTM in Allegato 1, tali valori sono già corretti con il fattore di maggiorazione come illustrato nel Sottoparagrafo 5.1.1 e sono espressi in minuti.

Per la simulazione si è considerato il viaggio a magazzino, rappresentato in figura 5.8, con una distanza totale percorsa di 114 metri.



Figura 5.8: Viaggio a magazzino per ciclo di prelievo Machining.

Il tempo totale giorno per le attività *a*), *c*), *d*), *f*), *g*) e *h*) viene calcolato utilizzando la formula (5.10) mentre per le attività *b*) ed *e*) si usa la formula (5.9), introdotte nel Sottoparagrafo 5.1.1; si considera il valore di impilabilità 1 e la distanza 114 per l'attività *b*) ed una distanza approssimativa di 5 metri per l'attività *e*):

$$tempo\ totale\ giorno(a) = \frac{40 * 0,6479}{1} = 25,916\ min$$

$$tempo\ totale\ giorno(b) = \frac{10 * 0,0132 * 114}{1} = 15,048\ min$$

$$tempo\ totale\ giorno(c) = \frac{30 * 0,9218}{1} = 27,654\ min$$

$$tempo\ totale\ giorno(d) = \frac{30 * 0,1452}{1} = 4,356\ min$$

$$tempo\ totale\ giorno(e) = \frac{30 * 0,0220 * 5}{1} = 3,300\ min$$

$$tempo\ totale\ giorno(f) = \frac{60 * 0,0396}{1} = 2,376\ min$$

$$\text{tempo totale giorno}(g) = \frac{90 * 0,0363}{1} = 3,267 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno}(h) = \frac{30 * 1,1913}{1} = 35,739 \text{ min}$$

Il tempo totale turno per ciascuna attività viene calcolato sfruttando la formula (5.5):

$$\text{tempo totale turno}(a) = 25,916/1 = 25,916 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(b) = 15,048/1 = 15,048 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(c) = 27,654 /1 = 27,654 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(d) = 4,356 /1 = 4,356 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(e) = 3,300/1 = 3,300 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(f) = 27,654 /1 = 27,654 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(g) = 2,376/1 = 2,376 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(h) = 35,739/1 = 35,739 \text{ min}$$

Una volta calcolati il tempo totale al giorno o per turno per ciascuna attività si calcola il tempo totale dell'intero ciclo di lavoro applicando rispettivamente le formule (5.3) e (5.6) sempre mostrate nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$\text{Tempo ciclo al giorno} = 25,916 + 15,048 + 27,654 + 4,356 + 3,300 + 27,654 + 2,376 + 35,739 = 117,656 \text{ min}$$

$$\text{Tempo ciclo per turno} = 25,916 + 15,048 + 27,654 + 4,356 + 3,300 + 27,654 + 2,376 + 35,739 = 117,656 \text{ min}$$

Una volta calcolato il tempo ciclo si convertono tali valori in termini di FTE applicando le formule (5.7) e (5.8) viste nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$FTE \text{ gg} = \frac{117,656}{450} = 0,261$$

$$FTE \text{ turno} = \frac{117,656}{450} = 0,261$$

I principali risultati ottenuti dall'analisi vengono riassunti nella *tabella 5.15* riportata di seguito:

| CICLO PRELIEVO PALLET MACHINING | tempi totali gg (min) | tempi totali turno (min) | minuti FTE turno | FTE gg | FTE turno |
|---------------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------|--------|-----------|
|                                 | 117,656               | 117,656                  | 450              | 0,261  | 0,261     |

*Tabella 5.15: Risultati FTE del ciclo di prelievo Machining.*

### *Ciclo di prelievo in area Robotics*

L'analisi effettuata è visualizzabile in *tabella 5.16* alla fine di questo Sottoparagrafo, di seguito vengono mostrati i principali calcoli effettuati.

Prima di poter calcolare la quantità totale al giorno per ciascuna attività è necessario calcolare la stima del numero di righe per ogni ordine considerando le righe in uscita e gli ordini per la BU Robotics dai dati in *tabella 3.1*:

$$\text{righe d'ordine Robotics} = \frac{\frac{50 \text{ righe out}}{\text{giorno}}}{\frac{15 \text{ ordini}}{\text{giorno}}} = \frac{3,3 \text{ righe out}}{\text{ordine}} \approx \frac{4 \text{ righe out}}{\text{ordine}}$$

Ciascuna riga d'ordine corrisponde ad una referenza, cioè ad un codice pezzo differente, quindi nel ciclo si considera un prelievo in una ubicazione diversa per ciascuna riga d'ordine. La quantità totale al giorno per ciascuna attività viene attribuita in base ai dati forniti e presentati nel Paragrafo 3.2. Per l'attività a) considerando di effettuare il ciclo per ciascun ordine e di prelevare in una ubicazione diversa per ciascuna riga d'ordine si effettua cinque volte l'azione di prendere e posare il bancale che è inizialmente vuoto e vengono posati sopra i pezzi prelevati:

$$Qtà \text{ totale } gg(a) = 15 * 5 = 75$$

per l'attività b) si considera il numero di volte in cui effettuare il ciclo pari al "Numero di ordini" per la BU Robotics dalla tabella 3.1; per le attività c), d), e) ed h) si associa il numero di volte in cui per ciascun ordine, quindi per ogni ciclo, si preleva da una diversa ubicazione:

$$Qtà \text{ totale } gg(c, d, e, h, g) = 15 * 4 = 60$$

per l'attività f) il driver è l'etichetta e si considera che la lettura del codice a barre avviene due volte, per l'etichetta dell'ubicazione e per quella del collo prelevato, quando si effettua il prelievo:

$$Qtà \text{ totale } gg(\text{lettura codice}) = 15 * 4 * 2 = 120$$

Le quantità per turno vengono calcolate con la formula (5.1) introdotta nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$Qtà \text{ turno}(a) = \frac{40}{1} = 40$$

$$Qtà \text{ turno}(c, d, e, h, g) = \frac{30}{1} = 30$$

$$Qtà \text{ turno}(f) = \frac{60}{1} = 60$$

I valori dei tempi unitari associati a ciascuna attività vengono assegnati selezionandoli dalle tabelle MTM in Allegato 1, tali valori sono già corretti con il fattore di maggiorazione come illustrato nel Sottoparagrafo 5.1.1 e sono espressi in minuti.

Per la simulazione si è considerato il viaggio a magazzino, rappresentato in figura 5.9, con una distanza totale percorsa di 165 metri.



Figura 5.9: Viaggio a magazzino per ciclo di prelievo Robotics.

Il tempo totale giorno per le attività *a*), *c*), *d*), *f*), *g*) e *h*) viene calcolato utilizzando la formula (5.10) mentre per le attività *b*) ed *e*) si usa la formula (5.9), introdotte nel Sottoparagrafo 5.1.1; si considera il valore di impilabilità 1 e la distanza 165 per l'attività *b*) ed una distanza approssimativa di 5 metri per l'attività *e*):

$$\text{tempo totale giorno}(a) = \frac{75 * 0,6479}{1} = 48,593 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno}(b) = \frac{15 * 0,0132 * 165}{1} = 32,670 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno}(c) = \frac{60 * 0,9218}{1} = 55,308 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno}(d) = \frac{60 * 0,1452}{1} = 8,712 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno}(e) = \frac{60 * 0,0220 * 5}{1} = 6,600 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno}(f) = \frac{120 * 0,0396}{1} = 4,752 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno}(g) = \frac{60 * 0,0363}{1} = 2,178 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno}(h) = \frac{60 * 1,1913}{1} = 71,478 \text{ min}$$

Il tempo totale turno per ciascuna attività viene calcolato sfruttando la formula (5.5):

$$\text{tempo totale turno}(a) = 48,593/1 = 48,593 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(b) = 32,670/1 = 32,670 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(c) = 55,308/1 = 55,308 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(d) = 8,712 /1 = 8,712 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(e) = 6,600/1 = 6,600 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(f) = 4,752 /1 = 4,752 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(g) = 2,178/1 = 2,178 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(h) = 71,478/1 = 71,478 \text{ min}$$

Una volta calcolati il tempo totale al giorno o per turno per ciascuna attività si calcola il tempo totale dell'intero ciclo di lavoro applicando rispettivamente le formule (5.3) e (5.6) sempre mostrate nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$\text{Tempo ciclo al giorno} = 48,593 + 32,670 + 55,308 + 8,712 + 6,660 + 4,752 + 2,178 + 71,478 = 230,291 \text{ min}$$

$$\text{Tempo ciclo per turno} = 48,593 + 32,670 + 55,308 + 8,712 + 6,660 + 4,752 + 2,178 + 71,478 = 230,291 \text{ min}$$

Una volta calcolato il tempo ciclo si convertono tali valori in termini di FTE applicando le formule (5.7) e (5.8) viste nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$FTE \text{ gg} = \frac{230,291}{450} = 0,512$$

$$FTE \text{ turno} = \frac{230,291}{450} = 0,512$$

I principali risultati ottenuti dall'analisi vengono riassunti nella *tabella 5.17* riportata di seguito:

| CICLO PRELIEVO PALLET<br>ROBOTICS | tempi totali<br>gg (min) | tempi totali<br>turno (min) | minuti FTE<br>turno | FTE gg | FTE<br>turno |
|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------|--------|--------------|
|                                   | 236,825                  | 236,825                     | 450                 | 0,526  | 0,526        |

*Tabella 5.17: Risultati FTE del ciclo di prelievo Robotics.*

#### *Ciclo di prelievo in area Automation*

L'analisi effettuata è visualizzabile in *tabella 5.18* alla fine di questo Sottoparagrafo, di seguito vengono mostrati i principali calcoli effettuati.

Prima di poter calcolare la quantità totale al giorno per ciascuna attività è necessario calcolare la stima del numero di righe per ogni ordine considerando le righe in uscita e gli ordini per la BU Automation dai dati in *tabella 3.1*:

$$\text{righe d'ordine Automation} = \frac{\frac{10 \text{ righe out}}{\text{giorno}}}{\frac{5 \text{ ordini}}{\text{giorno}}} = \frac{2 \text{ righe out}}{\text{ordine}}$$

Ciascuna riga d'ordine corrisponde ad una referenza, cioè ad un codice pezzo differente, quindi nel ciclo si considera un prelievo in una ubicazione diversa per ciascuna riga d'ordine. La quantità totale al giorno per ciascuna attività viene attribuita in base ai dati forniti e presentati nel Paragrafo 3.2. Per l'attività a) considerando di effettuare il ciclo per ciascun ordine e di prelevare in una ubicazione diversa per ciascuna riga d'ordine si effettua due volte l'azione di prendere e posare il bancale che è inizialmente vuoto e vengono posati sopra i pezzi prelevati:

$$Qtà \text{ totale gg (a)} = 5 * 2 = 10$$

per l'attività *b*) si considera il numero di volte in cui effettuare il ciclo pari al “Numero di ordini” per la BU Automation dalla tabella 3.1; per le attività *c*), *d*), *e*) ed *h*) si associa il numero di volte in cui per ciascun ordine, quindi per ogni ciclo, si preleva da una diversa ubicazione:

$$Qtà\ totale\ gg\ (c, d, e, h, g) = 5 * 2 = 10$$

per l'attività *f*) il driver è l'etichetta e si considera che la lettura del codice a barre avviene due volte, per l'etichetta dell'ubicazione e per quella del collo prelevato, quando si effettua il prelievo:

$$Qtà\ totale\ gg\ (lettura\ codice) = 5 * 2 * 2 = 20$$

Le quantità per turno vengono calcolate con la formula (5.1) introdotta nel Sottoparagrafo 5.1.1:

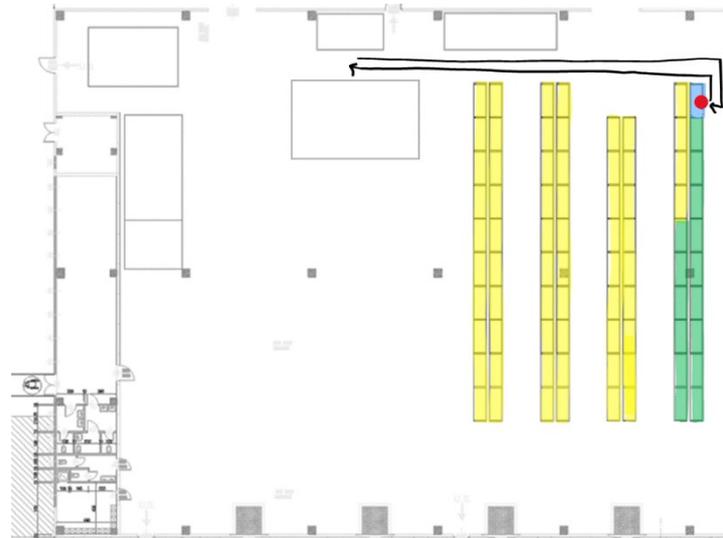
$$Qtà\ turno(a) = 10/1 = 10$$

$$Qtà\ turno(c, d, e, h, g) = 10/1 = 10$$

$$Qtà\ turno(f) = 20/1 = 20$$

I valori dei tempi unitari associati a ciascuna attività vengono assegnati selezionandoli dalle tabelle MTM in Allegato 1, tali valori sono già corretti con il fattore di maggiorazione come illustrato nel Sottoparagrafo 5.1.1 e sono espressi in minuti.

Per la simulazione si è considerato il viaggio a magazzino, rappresentato in *figura 5.10*, con una distanza totale percorsa di 58 metri.



*Figura 5.10: Viaggio a magazzino per ciclo di prelievo Automation.*

Il tempo totale giorno per le attività *a*), *c*), *d*), *f*), *g*) e *h*) viene calcolato utilizzando la formula (5.10) mentre per le attività *b*) ed *e*) si usa la formula (5.9), introdotte nel Sottoparagrafo

5.1.1; si considera il valore di impilabilità 1 e la distanza 58 per l'attività *b*) ed una distanza approssimativa di 5 metri per l'attività *e*):

$$\text{tempo totale giorno}(a) = \frac{10 * 0,6479}{1} = 6,479 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno}(b) = \frac{5 * 0,0132 * 58}{1} = 3,828 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno}(c) = \frac{10 * 0,9218}{1} = 9,218 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno}(d) = \frac{10 * 0,1452}{1} = 1,452 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno}(e) = \frac{10 * 0,0220 * 5}{1} = 1,100 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno}(f) = \frac{20 * 0,0396}{1} = 0,792 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno}(g) = \frac{10 * 0,0363}{1} = 0,363 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno}(h) = \frac{10 * 1,1913}{1} = 11,913 \text{ min}$$

Il tempo totale turno per ciascuna attività viene calcolato sfruttando la formula (5.5):

$$\text{tempo totale turno}(a) = 6,479/1 = 6,479 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(b) = 3,828/1 = 3,828 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(c) = 9,218/1 = 9,218 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(d) = 1,452 /1 = 1,452 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(e) = 1,100/1 = 1,100 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(f) = 0,792 /1 = 0,792 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(g) = 0,363/1 = 0,363 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(h) = 11,913/1 = 11,913 \text{ min}$$

Una volta calcolati il tempo totale al giorno o per turno per ciascuna attività si calcola il tempo totale dell'intero ciclo di lavoro applicando rispettivamente le formule (5.3) e (5.6) sempre mostrate nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$\text{Tempo ciclo al giorno} = 6,479 + 3,828 + 9,218 + 1,452 + 1,100 + 0,792 + 0,363 + 11,913 = 35,145 \text{ min}$$

$$\text{Tempo ciclo per turno} = 6,479 + 3,828 + 9,218 + 1,452 + 1,100 + 0,792 + 0,363 + 11,913 = 35,145 \text{ min}$$

Una volta calcolato il tempo ciclo si convertono tali valori in termini di FTE applicando le formule (5.7) e (5.8) viste nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$FTE_{gg} = \frac{35,145}{450} = 0,078$$

$$FTE_{turno} = \frac{35,145}{450} = 0,078$$

I principali risultati ottenuti dall'analisi vengono riassunti nella *tabella 5.19* riportata di seguito:

| CICLO PRELIEVO PALLET<br>AUTOMATION | tempi totali<br>gg (min) | tempi totali<br>turno (min) | minuti FTE<br>turno | FTE gg | FTE<br>turno |
|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------|--------|--------------|
|                                     | 35,508                   | 35,508                      | 450                 | 0,079  | 0,079        |

Tabella 5.19: Risultati FTE del ciclo di prelievo Automation.

Dopo aver effettuato la simulazione delle attività di prelievo, lo stesso viene fatto per le **attività di confezionamento**. In base a quanto visto nel Sottoparagrafo 3.1.4 e ai dati illustrati in *tabella 3.2* si è simulato il processo di imballaggio per le seguenti tipologie di confezionamento:

- Utilizzo di scatole per ricambi leggeri: data la possibilità di utilizzo di scatole di diverse dimensioni, per la simulazione viene considerata la dimensione intermedia;
- Utilizzo di casse in legno per ricambi leggeri (peso inferiore ai 18kg): per la simulazione viene considerata una dimensione intermedia, cassa in legno tipo 2 da *tabella 3.2*.
- Utilizzo di europallet con coperchio e parietali per ricambi pesanti che necessitano l'ausilio meccanico per il loro spostamento.

Per la simulazione si sono considerati una serie di attività svolte dall'addetto al confezionamento tenendo conto delle procedure illustrate nei Sottoparagrafi 3.1.3 e 3.1.4.

Le macro attività considerate sono le seguenti:

- Attività di pesatura sia del peso netto di ciascun pezzo che quello lordo;
- Attività di oliatura necessaria solo per i pezzi meccanici ma presa in considerazione per tutte le confezioni non essendo noto il dato relativo al numero medio di pezzi che prevedono tale trattamento;
- Attività di formatura della scatola o della cassa;
- Inserimento del materiale riempitivo e di protezione all'interno dell'imballo;
- Inserimento dei pezzi all'interno dell'imballo, per il caso di ricambi pesanti mediante l'ausilio meccanico della gru a ponte;
- Attività di chiusura della scatola o cassa.

Tali attività sono poi state scisse in una serie di micromovimenti ai quali è stato possibile associare un tempo unitario dalle tabelle MTM in Allegato 1 e 2.

Per il caso del **confezionamento di ricambi leggeri all'interno di scatole di cartone**, la cui analisi è visualizzabile in *tabella 5.20* alla fine di questo Sottoparagrafo, si mostrano i principali calcoli effettuati.

La quantità totale mese è stata calcolata sommando le quantità fornite da Comau e illustrate in *tabella 3.2*:

$$N \text{ scatole mese} = 170 + 55 + 45 = 270$$

Nel Sottoparagrafo 5.1.2 per la simulazione dei cicli di prelievo si è detto che ciascuna riga d'ordine corrisponde ad una referenza, cioè ad un codice pezzo differente, quindi per stimare un numero medio di pezzi da inserire all'interno di ciascuna confezione si sono utilizzati i valori appena calcolati e il numero medio giornaliero di righe in uscita.

$$N \text{ medio confezioni giorno} = 14 + 5 + 8 = 27$$

$$N \text{ medio pezzi per confezione giorno} = \frac{90}{27} = 3,3 \approx 3$$

Per tale motivo per l'attività che prevede il "prendere e posizionare" i pezzi si considera un valore di tre pezzi per ciascun imballo:

$$\text{Quantità mese (prendere e posare)} = 270 * 3 = 810$$

La quantità totale al giorno viene calcolata dividendo la quantità al mese per il numero di giorni lavorativi al mese cioè 20 e arrotondando tale valore:

$$\text{Quantità totale gg (Scatole)} = 270 / 20 = 13,5 \approx 14$$

$$\text{Quantità totale gg (Prendere e posare)} = 810 / 20 = 40,5 \approx 41$$

Le quantità per turno vengono calcolate con la formula (5.1) introdotta nel Sottoparagrafo 5.1.1.

I valori dei tempi unitari associati a ciascuna attività vengono assegnati selezionandoli dalle tabelle MTM in Allegato 1, tali valori sono già corretti con il fattore di maggiorazione illustrato nel Sottoparagrafo 5.1.1 e sono espressi in minuti.

Il tempo totale giorno per ciascuna attività viene calcolato sfruttando la formula (5.2) introdotta nel Sottoparagrafo 5.1.1. Ad esempio, per l'attività di prendere e posare pezzi sulla bilancia o sul tavolo di lavoro:

$$\text{tempo totale giorno (prendere e posare)} = 41 * 0,036 = 1,4883 \text{ min}$$

Per l'attività di montaggio scatola:

$$\text{tempo totale giorno (montaggio scatola)} = 14 * 0,221 = 5,095 \text{ min}$$

Si considerano anche degli spostamenti per una distanza ipotetica di 5 metri all'interno dell'area di confezionamento:

$$\text{tempo totale giorno (spostamenti)} = 14 * 0,022 * 5 = 1,540 \text{ min}$$

Il tempo totale turno per ciascuna attività viene calcolato sfruttando la formula (5.5) vista nel Sottoparagrafo 5.1.1, ad esempio per le attività appena mostrate:

$$\text{tempo totale turno (prendere e posare)} = 1,4883 / 1 = 1,4883 \text{ min}$$

*tempo totale turno(montaggio scatola) = 5,095 /1 = 5,095 min*

*tempo totale turno(spostamenti) = 1,540 /1 = 1,540 min*

Una volta calcolati il tempo totale al giorno o per turno per ciascuna attività si calcola il tempo totale dell'intero ciclo di lavoro applicando rispettivamente le formule (5.3) e (5.6) sempre mostrate nel Sottoparagrafo 5.1.1:

*Tempo ciclo al giorno*

$$\begin{aligned} &= 1,4883 + 0,6468 + 2,4640 + 1,4883 + 2,3001 + 0,6745 + 3,0954 + 0,5082 + 1,5708 \\ &+ 0,5082 + 0,7392 + 0,7392 + 2,1648 + 0,7854 + 0,7392 + 3,0954 + 0,5082 + 1,5708 \\ &+ 1,1550 + 0,6468 + 2,4640 + 2,4640 + 15,400 + 0,6006 + 1,5400 = 47,817 \text{ min} \end{aligned}$$

*Tempo ciclo per turno =*

$$\begin{aligned} &= 1,4883 + 0,6468 + 2,4640 + 1,4883 + 2,3001 + 0,6745 + 3,0954 + 0,5082 + 1,5708 \\ &+ 0,5082 + 0,7392 + 0,7392 + 2,1648 + 0,7854 + 0,7392 + 3,0954 + 0,5082 + 1,5708 \\ &+ 1,1550 + 0,6468 + 2,4640 + 2,4640 + 15,400 + 0,6006 + 1,5400 = 47,817 \text{ min} \end{aligned}$$

Una volta calcolato il tempo ciclo si convertono tali valori in termini di FTE applicando le formule (5.7) e (5.8) viste nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$FTE \text{ gg} = \frac{47,817}{450} = 0,106$$

$$FTE \text{ turno} = \frac{47,817}{450} = 0,106$$

Per il caso del **confezionamento di ricambi leggeri all'interno delle casse si legno**, la cui analisi è visualizzabile in *tabella 5.21* alla fine di questo Sottoparagrafo, si mostrano i principali calcoli effettuati.

La quantità totale mese è stata calcolata sommando le quantità fornite da Comau e illustrate in *tabella 3.2*:

$$N \text{ casse mese} = 40 + 10 + 25 + 10 = 85$$

Nel Sottoparagrafo 5.1.2 per la simulazione dei cicli di prelievo si è detto che ciascuna riga d'ordine corrisponde ad una referenza, cioè ad un codice pezzo differente, quindi per stimare un numero medio di pezzi da inserire all'interno di ciascuna confezione si sono utilizzati i valori appena calcolati e il numero medio giornaliero di righe in uscita.

$$N \text{ medio confezioni giorno} = 14 + 5 + 8 = 27$$

$$N \text{ medio pezzi per confezione giorno} = \frac{90}{27} = 3,3 \approx 3$$

Per tale motivo per l'attività che prevede il "prendere e posizionare" i pezzi si considera un valore di tre pezzi per ciascun imballo:

$$Quantità \text{ mese (prendere e posare)} = 85 * 3 = 255$$

Utilizzando le casse di legno come imballi è necessario prevedere l'attività di chiusura della stessa mediante l'utilizzo di una reggia manuale elettrica, è necessario prevedere due giri di reggia intorno alla cassa quindi la quantità al mese sarà:

$$\text{Quantità mese (Reggiare)} = 85 * 2 = 170$$

La quantità totale al giorno viene calcolata dividendo la quantità al mese per il numero di giorni lavorativi al mese cioè 20 e arrotondando tale valore:

$$\text{Quantità totale gg (Casse)} = 85 / 20 = 4,25 \approx 5$$

$$\text{Quantità totale gg (Prendere e posare)} = 255 / 20 = 12,75 \approx 13$$

$$\text{Quantità totale gg (Reggiare)} = 170 / 20 = 8,5 \approx 9$$

Le quantità per turno vengono calcolate con la formula (5.1) introdotta nel Sottoparagrafo 5.1.1.

I valori dei tempi unitari associati a ciascuna attività vengono assegnati selezionandoli dalle tabelle MTM in Allegato 1, tali valori sono già corretti con il fattore di maggiorazione illustrato nel Sottoparagrafo 5.1.1 e sono espressi in minuti.

Il tempo totale giorno per ciascuna attività viene calcolato sfruttando la formula (5.2) introdotta nel Sottoparagrafo 5.1.1. Ad esempio, per l'attività di prendere e posare pezzi sulla bilancia o sul tavolo di lavoro:

$$\text{tempo totale giorno(prendere e posare)} = 13 * 0,036 = 0,4719 \text{ min}$$

Per l'attività di formatura della cassa:

$$\text{tempo totale giorno(formatura cassa)} = 13 * 0,353 = 1,7655 \text{ min}$$

Per l'attività di reggiatura:

$$\text{tempo totale giorno(Reggiare)} = 9 * 0,135 = 1,2177 \text{ min}$$

Si considerano anche degli spostamenti per una distanza ipotetica di 5 metri all'interno dell'area di confezionamento:

$$\text{tempo totale giorno(spostamenti)} = 5 * 0,022 * 5 = 0,5500 \text{ min}$$

Il tempo totale turno per ciascuna attività viene calcolato sfruttando la formula (5.5) vista nel Sottoparagrafo 5.1.1, ad esempio per le attività appena mostrate:

$$\text{tempo totale turno(prendere e posare)} = 0,4719 / 1 = 0,4719 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno(formatura cassa)} = 1,7655 / 1 = 1,7655 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno(Reggiare)} = 1,2177 / 1 = 1,2177 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno(spostamenti)} = 0,5500 / 1 = 0,5500 \text{ min}$$

Una volta calcolati il tempo totale al giorno o per turno per ciascuna attività si calcola il tempo totale dell'intero ciclo di lavoro applicando rispettivamente le formule (5.3) e (5.6) sempre mostrate nel Sottoparagrafo 5.1.1:

*Tempo ciclo al giorno*

$$\begin{aligned} &= 0,4719 + 0,2310 + 0,8800 + 0,4719 + 0,7293 + 0,2409 + 1,7655 + 0,1815 + 0,5280 \\ &+ 0,5280 + 0,6864 + 0,2805 + 0,2640 + 0,2970 + 0,1815 + 1,2177 + 0,4125 + 0,2310 \\ &+ 0,8800 + 0,2805 + 0,8800 + 5,5000 + 0,2145 + 0,5500 = 17,9036 \text{ min} \approx 17,904 \text{ min} \end{aligned}$$

*Tempo ciclo per turno*

$$\begin{aligned} &= 0,4719 + 0,2310 + 0,8800 + 0,4719 + 0,7293 + 0,2409 + 1,7655 + 0,1815 + 0,5280 \\ &+ 0,5280 + 0,6864 + 0,2805 + 0,2640 + 0,2970 + 0,1815 + 1,2177 + 0,4125 + 0,2310 \\ &+ 0,8800 + 0,2805 + 0,8800 + 5,5000 + 0,2145 + 0,5500 = 17,904 \text{ min} \approx 17,904 \text{ min} \end{aligned}$$

Una volta calcolato il tempo ciclo si convertono tali valori in termini di FTE applicando le formule (5.7) e (5.8) viste nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$FTE_{gg} = \frac{17,904}{450} = 0,040$$

$$FTE_{turno} = \frac{17,904}{450} = 0,040$$

Per il caso del **confezionamento di ricambi pesanti** all'interno di casse realizzate mediante l'utilizzo di europallet con parietali e coperchio, la cui analisi è visualizzabile in *tabella 5.22* alla fine di questo Sottoparagrafo, si mostrano i principali calcoli effettuati.

La quantità totale mese è stata calcolata sommando le quantità fornite da Comau e illustrate in *tabella 3.2*:

$$N_{europallet + coperchio \text{ mese}} = 84 + 60 = 144$$

$$N_{parietali \text{ mese}} = 100 + 80 = 180$$

Nel Sottoparagrafo 5.1.2 per la simulazione dei cicli di prelievo si è detto che ciascuna riga d'ordine corrisponde ad una referenza, cioè ad un codice pezzo differente, quindi per stimare un numero medio di pezzi da inserire all'interno di ciascuna confezione si sono utilizzati i valori appena calcolati e il numero medio giornaliero di righe in uscita.

$$N_{medio \text{ confezioni giorno}} = 14 + 5 + 8 = 27$$

$$N_{medio \text{ pezzi per confezione giorno}} = \frac{90}{27} = 3,3 \approx 3$$

Per tale motivo per l'attività che prevede il "prendere e posizionare" i pezzi mediante l'ausilio della gru a ponte con paranco si considera un valore ipotetico di tre pezzi per ciascun imballo:

$$Quantità \text{ mese (prendere e posare)} = 144 * 3 = 432$$

Utilizzando le casse realizzate con europallet, parietali e coperchio è necessario prevedere l'attività di chiusura della stessa mediante l'utilizzo di una reggia manuale elettrica, è necessario prevedere due giri di reggia intorno alla cassa quindi la quantità al mese sarà:

$$Quantità \text{ mese (Reggiare)} = 144 * 2 = 288$$

La quantità totale al giorno viene calcolata dividendo la quantità mensile per il numero di giorni lavorativi al mese cioè 20 e arrotondando tale valore:

$$\text{Quantità totale gg (Europallet + parietali)} = 144 / 20 = 7,20 \approx 8$$

$$\text{Quantità totale gg (Parietali)} = 180 / 20 = 9$$

$$\text{Quantità totale gg (Prendere e posare)} = 432 / 20 = 21,6 \approx 22$$

$$\text{Quantità totale gg (Reggiare)} = 288 / 20 = 14,40 \approx 9$$

Le quantità per turno vengono calcolate con la formula (5.1) introdotta nel Sottoparagrafo 5.1.1.

I valori dei tempi unitari associati a ciascuna attività vengono assegnati selezionandoli dalle tabelle MTM in Allegato 1, tali valori sono già corretti con il fattore di maggiorazione illustrato nel Sottoparagrafo 5.1.1 e sono espressi in minuti.

Il tempo totale giorno per ciascuna attività viene calcolato sfruttando la formula (5.2) introdotta nel Sottoparagrafo 5.1.1. Ad esempio, per l'attività di prendere e posare pezzi utilizzando la gru a ponte con paranco:

$$\text{tempo totale giorno(Aggancio elemento di tenuta)} = 22 * 0,079 = 1,7424 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno(Sollevarmente pezzo)} = 22 * 0,192 = 4,2253 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno(Movimento rettilineo)} = 22 * 0,024 = 0,5372 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno(Gru carrello giù)} = 22 * 0,056 = 1,2342 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno(Inserimento pezzo nella cassa)} = 22 * 0,083 = 1,8295 \text{ min}$$

Per l'attività di formatura della cassa:

$$\text{tempo totale giorno(Formatura cassa)} = 8 * 0,469 = 3,7488 \text{ min}$$

Per il montaggio dei parietali:

$$\text{tempo totale giorno(Montaggio parietali)} = 9 * 0,353 = 3,1779 \text{ min}$$

Per l'attività di reggiatura:

$$\text{tempo totale giorno(Reggiare)} = 15 * 0,135 = 2,0295 \text{ min}$$

Si considerano anche degli spostamenti per una distanza ipotetica di 10 metri all'interno dell'area di confezionamento:

$$\text{tempo totale giorno(spostamenti)} = 8 * 0,022 * 10 = 1,7600 \text{ min}$$

Il tempo totale turno per ciascuna attività viene calcolato sfruttando la formula (5.5) vista nel Sottoparagrafo 5.1.1, ad esempio per le attività appena mostrate:

$$\text{tempo totale turno(Aggancio elemtno di tenuta)} = 1,7424/1 = 1,7424 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno(Sollevarmento pezzo)} = 4,2253/1 = 4,2253 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno(Movimento rettilineo)} = 0,5372/1 = 0,5372 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno(Gru carrello giù)} = 1,2342/1 = 1,2342 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno(Inserimento pezzo nella cassa)} = 1,8295/1 = 1,8295 \text{ min}$$

tempo totale turno(Formatura cassa) = 3,7488/1 = 3,7488 min

tempo totale turno(Montaggio parietali) = 3,1779/1 = 3,1779 min

tempo totale turno(Reggiare) = 2,0295/1 = 2,0295 min

tempo totale turno(spostamenti) = 1,7600 /1 = 1,7600 min

Una volta calcolati il tempo totale al giorno o per turno per ciascuna attività si calcola il tempo totale dell'intero ciclo di lavoro applicando rispettivamente le formule (5.3) e (5.6) sempre mostrate nel Sottoparagrafo 5.1.1:

Tempo ciclo al giorno

$$= 0,2904 + 7,5504 + 0,3696 + 1,4080 + 3,7488 + 3,1779 + 0,2904 + 0,8448 + 0,8448 + 1,7424 + 4,2253 + 0,5372 + 1,2342 + 1,8295 + 2,4684 + 0,8976 + 0,8448 + 0,6072 + 0,9240 + 0,2904 + 2,0295 + 2,7456 + 0,3696 + 1,4080 + 0,4488 + 1,4080 + 8,8000 + 0,3432 + 1,7600 = 53,4389 \text{ min} \approx 53,439 \text{ min}$$

Tempo ciclo per turno

$$= 0,2904 + 7,5504 + 0,3696 + 1,4080 + 3,7488 + 3,1779 + 0,2904 + 0,8448 + 0,8448 + 1,7424 + 4,2253 + 0,5372 + 1,2342 + 1,8295 + 2,4684 + 0,8976 + 0,8448 + 0,6072 + 0,9240 + 0,2904 + 2,0295 + 2,7456 + 0,3696 + 1,4080 + 0,4488 + 1,4080 + 8,8000 + 0,3432 + 1,7600 = 53,4389 \text{ min} \approx 53,439 \text{ min}$$

Una volta calcolato il tempo ciclo si convertono tali valori in termini di FTE applicando le formule (5.7) e (5.8) viste nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$FTE \text{ gg} = \frac{53,439}{450} = 0,119$$

$$FTE \text{ turno} = \frac{53,439}{450} = 0,119$$

I principali risultati ottenuti dall'analisi e appena illustrati vengono riassunti nella *tabella 5.13* riportata di seguito:

|                                      | tempi totali gg (min) | tempi totali turno (min) | minuti FTE turno | FTE gg | FTE turno |
|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------|--------|-----------|
| CONFEZIONAMENTO SCATOLE DI CARTONE   | 47,817                | 47,817                   | 450              | 0,106  | 0,106     |
| CONFEZIONAMENTO EUROPALLET+COPERCHIO | 53,439                | 53,439                   | 450              | 0,119  | 0,119     |
| CONFEZIONAMENTO CASSE IN LEGNO       | 17,904                | 17,904                   | 450              | 0,040  | 0,040     |
|                                      | 119,160               | 119,160                  | 450              | 0,265  | 0,265     |

Tabella 3.26: Risultati FTE dell'attività di confezionamento.

Dopo aver effettuato l'imballaggio, la merce è pronta per essere spedita e avviene il **trasferimento dall'area di confezionamento all'area di spedizione**. Le attività prese in considerazione per la simulazione e svolte da un addetto del magazzino sono le seguenti:

- a) Prelievo e deposito del pallet
- b) Spostamento dall'area di confezionamento all'area di spedizione

L'analisi effettuata è visualizzabile in *tabella 5.24* alla fine di questo Sottoparagrafo, di seguito vengono mostrati i principali calcoli effettuati.

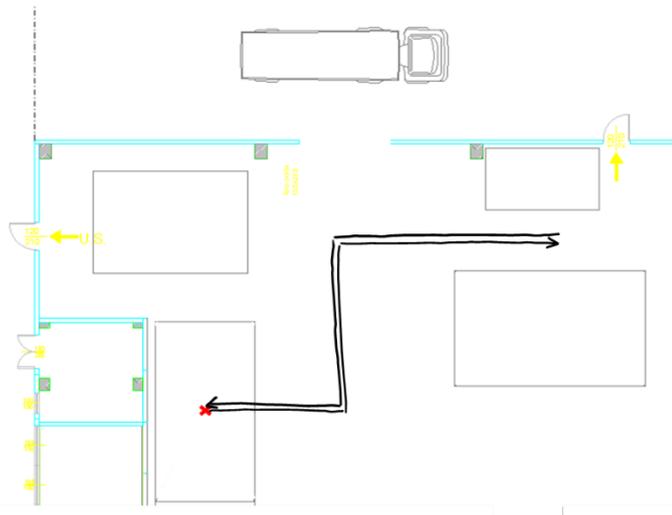
La quantità totale al giorno per ciascuna attività viene attribuita in base ai dati forniti e presentati nel Paragrafo 3.2. Per le attività *a) e b)* in cui il driver è il MdR si considera il valore 22 corrispondente al dato "Movimentazioni pallet out".

Le quantità per turno vengono calcolate con la formula (5.1) introdotta nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$Qtà\ turno(d,e) = \frac{22}{1} = 22$$

I valori dei tempi unitari associati a ciascuna attività vengono assegnati selezionandoli dalle tabelle MTM in Allegato 1, tali valori sono già corretti con il fattore di maggiorazione come illustrato nel Sottoparagrafo 5.1.1 e sono espressi in minuti.

Tale processo prevede degli spostamenti quindi per la simulazione del ciclo viene considerata una distanza di 50 metri, considerando il percorso, visualizzabile in *figura 5.11*, dall'area di confezionamento fino al baricentro dell'area spedizione.



*Figura 5.11: Percorso dall'area di confezionamento all'area di spedizione.*

Il tempo totale giorno per le attività *a) e b)* viene calcolato rispettivamente sfruttando le formule (5.10) e (5.9) introdotte nel Sottoparagrafo 5.1.1 e considerando il valore di impilabilità 1 e la distanza di 50 metri in quanto sono previsti gli spostamenti:

$$tempo\ totale\ giorno(a) = \frac{22 * 0,549}{1} = 12,076\ min$$

$$tempo\ totale\ giorno(b) = \frac{22 * 0,0165 * 50}{1} = 18,150\ min$$

Il tempo totale turno per ciascuna attività viene calcolato sfruttando la formula (5.5):

$tempo\ totale\ turno(a) = 12,076 / 1 = 12,076\ min$

$tempo\ totale\ turno(b) = 18,150 / 1 = 18,150\ min$

Una volta calcolati il tempo totale al giorno o per turno per ciascuna attività si calcola il tempo totale dell'intero ciclo di lavoro applicando rispettivamente le formule (5.3) e (5.6) sempre mostrate nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$Tempo\ ciclo\ al\ giorno = 12,076 + 18,150 = 30,226\ min$

$Tempo\ ciclo\ per\ turno = 12,076 + 18,150 = 30,226\ min$

Una volta calcolato il tempo ciclo si convertono tali valori in termini di FTE applicando le formule (5.7) e (5.8) viste nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$FTE\ gg = \frac{30,226}{450} = 0,067$$

$$FTE\ turno = \frac{30,226}{450} = 0,067$$

I principali risultati ottenuti dall'analisi vengono riassunti nella *tabella 5.25* riportata di seguito:

| MOVIMENTAZIONE IN AREA<br>SPEDIZIONE | tempi totali<br>gg (min) | tempi totali<br>turno (min) | minuti FTE<br>turno | FTE gg | FTE<br>turno |
|--------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------|--------|--------------|
|                                      | 30,226                   | 30,226                      | 450                 | 0,067  | 0,067        |

*Tabella 5.25: Risultati FTE movimentazione in area spedizione.*

Una volta che la merce viene portata in area spedizione viene svolta dall'Ufficio Logistico **l'attività di gestione dei documenti in uscita.**

Le attività che vengono considerate per l'analisi sono le seguenti:

- a) Ricezione della lista di prelievo terminata da parte dell'addetto al magazzino;
- b) Inserimento dei dati sul sistema informativo del cliente;
- c) Stampa dei DDT;
- d) Collegamento al portale degli spedizionieri per prenotare la spedizione;
- e) Inserimento dei dati relativi alla merce da spedire: ad esempio peso lordo, netto, dimensioni;
- f) Stampa dei segnapacchi.

L'analisi effettuata è visualizzabile in *tabella 5.26* alla fine di questo Sottoparagrafo, di seguito vengono mostrati i principali calcoli effettuati.

La quantità totale al giorno per ciascuna attività viene attribuita in base ai dati forniti e presentati nel Paragrafo 3.2. Per le attività a), e), ed f) si considera il valore 30 corrispondente al "Numero di ordini", per l'attività b) in cui il driver sono le righe processate si considera il valore 90 corrispondente al dato "Righe out"; per l'attività c) si considera il valore 34

corrispondente al dato “Documenti out”. Per l’attività d) si ipotizza di collegarsi al portale degli spedizionieri per tre volte e prenotare le varie spedizioni.

Le quantità per turno vengono calcolate con la formula (5.1) introdotta nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$Qtà\ turno(a, e, f) = \frac{30}{1} = 30$$

$$Qtà\ turno(b) = \frac{90}{1} = 90$$

$$Qtà\ turno(c) = \frac{34}{1} = 34$$

$$Qtà\ turno(d) = \frac{3}{1} = 3$$

I valori dei tempi unitari associati a ciascuna attività vengono assegnati selezionandoli dalle tabelle MTM in Allegato 1, tali valori sono già corretti con il fattore di maggiorazione illustrato nel Sottoparagrafo 5.1.1 e sono espressi in minuti.

Il tempo totale giorno per ciascuna attività viene calcolato sfruttando la formula (5.2) introdotta nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$tempo\ totale\ giorno(a) = 30 * 0,0561 = 1,683\ min$$

$$tempo\ totale\ giorno(b) = 90 * 1,2837 = 115,533\ min$$

$$tempo\ totale\ giorno(c) = 34 * 0,1320 = 4,488\ min$$

$$tempo\ totale\ giorno(d) = 3 * 0,0429 = 0,129\ min$$

$$tempo\ totale\ giorno(e) = 30 * 1,2837 = 38,511\ min$$

$$tempo\ totale\ giorno(f) = 30 * 0,1320 = 3,960\ min$$

Il tempo totale turno per ciascuna attività può essere calcolato utilizzando la formula (5.4) introdotta nel Sottoparagrafo 5.1.1 e in tal caso i calcoli non sono differenti da quelli appena effettuati per il calcolo del tempo totale giorno poiché le quantità totali al giorno sono uguali a quelle per turno poiché si lavora su un solo turno giornaliero. Di seguito si mostrano i calcoli effettuati utilizzando la formula (5.5) ottenendo gli stessi valori:

$$tempo\ totale\ turno(a) = 1,683/1 = 1,683\ min$$

$$tempo\ totale\ turno(b) = 115,533/1 = 115,533\ min$$

$$tempo\ totale\ turno(c) = 4,488 /1 = 4,488\ min$$

$$tempo\ totale\ turno(d) = 0,129/1 = 0,129\ min$$

$$tempo\ totale\ turno(e) = 38,511/1 = 38,511\ min$$

$$tempo\ totale\ turno(f) = 3,960/1 = 3,960\ min$$

Una volta calcolati il tempo totale al giorno o per turno per ciascuna attività si calcola il tempo totale dell’intero ciclo di lavoro applicando rispettivamente le formule (5.3) e (5.6) sempre mostrate nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$Tempo\ ciclo\ al\ giorno = 1,683 + 115,533 + 4,488 + 0,129 + 38,511 + 3,960 = 164,304\ min$$

$$Tempo\ ciclo\ per\ turno = 1,683 + 115,533 + 4,488 + 0,129 + 38,511 + 3,960 = 164,304\ min$$

Una volta calcolato il tempo ciclo si convertono tali valori in termini di FTE applicando le formule (5.7) e (5.8) viste nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$FTE_{gg} = \frac{164,304}{450} = 0,365$$

$$FTE_{turno} = \frac{164,304}{450} = 0,365$$

I principali risultati ottenuti dall'analisi vengono riassunti nella *tabella 5.27* riportata di seguito:

| GESTIONE DOCUMENTI OUT | tempi totali gg (min) | tempi totali turno (min) | minuti FTE turno | FTE gg | FTE turno |
|------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------|--------|-----------|
|                        | 164,304               | 164,304                  | 450              | 0,365  | 0,365     |

*Tabella 5.27: Risultati FTE dell'attività di gestione dei documenti OUT.*

L'ultima attività del ciclo di Outbound che viene considerata è la **movimentazione dei pallets in uscita**. Le attività prese in considerazione per la simulazione e svolte da un addetto del magazzino con l'aiuto di un carrello frontale sono le seguenti:

- a) Prelievo e deposito del pallet;
- b) Spostamento dall'area di spedizione al mezzo.

L'analisi effettuata è visualizzabile in *tabella 5.28* alla fine di questo Sottoparagrafo, di seguito vengono mostrati i principali calcoli effettuati.

La quantità totale al giorno per ciascuna attività viene attribuita in base ai dati forniti e presentati nel Paragrafo 3.2. Per le attività *a)* e *b)* in cui il driver è il MdR si considera il valore 22 corrispondente al dato "Movimentazioni pallet out".

Le quantità per turno vengono calcolate con la formula (5.1) introdotta nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$Q_{tà\ turno}(d, e) = \frac{22}{1} = 22$$

I valori dei tempi unitari associati a ciascuna attività vengono assegnati selezionandoli dalle tabelle MTM in Allegato 1, tali valori sono già corretti con il fattore di maggiorazione come illustrato nel Sottoparagrafo 5.1.1 e sono espressi in minuti. Tale processo prevede degli spostamenti quindi per la simulazione del ciclo viene considerata una distanza di 44 metri, considerando il percorso, visualizzabile in *figura 5.12*, dal baricentro dell'area spedizione al mezzo parcheggiato nel piazzale coperto nei pressi del portone di ingresso.

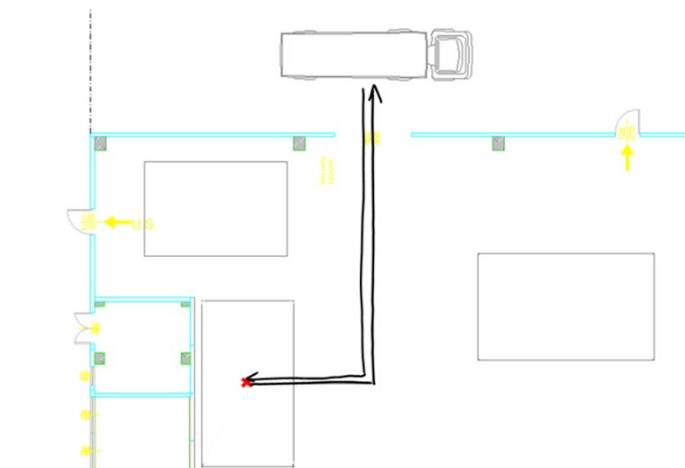


Figura 5.12: Percorso dall'area di spedizione al mezzo.

Il tempo totale giorno per le attività a) e b) viene calcolato rispettivamente sfruttando le formule (5.10) e (5.9) introdotte nel Sottoparagrafo 5.1.1 e considerando il valore di impilabilità 1 e la distanza di 44 metri in quanto sono previsti gli spostamenti:

$$\text{tempo totale giorno}(a) = \frac{22 * 0,647}{1} = 14,230 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale giorno}(b) = \frac{22 * 0,0165 * 44}{1} = 15,972 \text{ min}$$

Il tempo totale turno per ciascuna attività viene calcolato sfruttando la formula (5.5):

$$\text{tempo totale turno}(a) = 14,230 / 1 = 14,230 \text{ min}$$

$$\text{tempo totale turno}(b) = 15,972 / 1 = 15,972 \text{ min}$$

Una volta calcolati il tempo totale al giorno o per turno per ciascuna attività si calcola il tempo totale dell'intero ciclo di lavoro applicando rispettivamente le formule (5.3) e (5.6) sempre mostrate nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$\text{Tempo ciclo al giorno} = 14,230 + 15,972 = 30,202 \text{ min}$$

$$\text{Tempo ciclo per turno} = 14,230 + 15,972 = 30,202 \text{ min}$$

Una volta calcolato il tempo ciclo si convertono tali valori in termini di FTE applicando le formule (5.7) e (5.8) viste nel Sottoparagrafo 5.1.1:

$$\text{FTE gg} = \frac{30,202}{450} = 0,067$$

$$\text{FTE turno} = \frac{30,202}{450} = 0,067$$

I principali risultati ottenuti dall'analisi vengono riassunti nella tabella 5.29 riportata di seguito:

| MOVIMENTAZIONE PER CARICO MEZZI | tempi totali gg (min) | tempi totali turno (min) | minuti FTE turno | FTE gg | FTE turno |
|---------------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------|--------|-----------|
|                                 | 30,202                | 30,202                   | 450              | 0,067  | 0,067     |

Tabella 5.29: Risultati FTE per l'attività di movimentazione per il carico dei mezzi.

| GESTIONE ORDINI DI SPEDIZIONE             | Driver      | Qtà totale gg | impilabilità | distanza | turni | Qtà turno | tempi unitari | tempi totali gg (min) | tempi totali turno (min) | minuti FTE turno | FTE gg       | FTE turno    |
|---|-------------|---------------|--------------|----------|-------|-----------|---------------|-----------------------|--------------------------|------------------|--------------|--------------|
| creazione ordine su sistema               | num. ordini | 30            |              |          | 1     | 30        | 0,0429        | 1,287                 | 1,287                    |                  |              |              |
| Inserimento righe d'ordine su sistema     | righe out   | 90            |              |          | 1     | 90        | 1,2837        | 115,533               | 115,533                  |                  |              |              |
| Stampa lista di prelievo *                | documenti   | 30            |              |          | 1     | 30        | 0,1320        | 3,960                 | 3,960                    |                  |              |              |
| Spostamento per consegnare liste prelievo | documenti   | 3             |              | 5        | 1     | 3         | 0,0220        | 0,330                 | 0,330                    |                  |              |              |
| Consegna lista di prelievo ad addetto     | documenti   | 3             |              |          | 1     | 3         | 0,0561        | 0,168                 | 0,168                    |                  |              |              |
| sedersi e alzarsi                         | Movimenti   | 3             |              |          | 1     | 3         | 0,0726        | 0,218                 | 0,218                    |                  |              |              |
|   |             |               |              |          |       |           |               | <b>121,496</b>        | <b>121,496</b>           | <b>450</b>       | <b>0,270</b> | <b>0,270</b> |

Tabella 5.12: Analisi MTM dell'attività di gestione degli ordini di spedizione.

| CICLO PRELIEVO PALLET MACHINING          | Driver    | Qtà totale gg | impilabilità | distanza | turni | Qtà turno | tempi unitari | tempi totali gg (min) | tempi totali turno (min) | minuti FTE turno | FTE gg       | FTE turno    |
|--|-----------|---------------|--------------|----------|-------|-----------|---------------|-----------------------|--------------------------|------------------|--------------|--------------|
| Prendere e posare bancale vuoto          | MdR       | 40            | 1            |          | 1     | 40        | 0,6479        | 25,916                | 25,916                   |                  |              |              |
| Viaggio a magazzino                      | MdR       | 10            | 1            | 114      | 1     | 10        | 0,0132        | 15,048                | 15,048                   |                  |              |              |
| Prelievo pallet da ubicazione            | MdR       | 30            | 1            |          | 1     | 30        | 0,9218        | 27,654                | 27,654                   |                  |              |              |
| Scendere e salire sul mezzo              | MdR       | 30            | 1            |          | 1     | 30        | 0,1452        | 4,356                 | 4,356                    |                  |              |              |
| Spostamento per prendere e posare collo  | Collo     | 30            | 1            | 5        | 1     | 30        | 0,0220        | 3,300                 | 3,300                    |                  |              |              |
| Lettura barcode                          | Etichetta | 60            | 1            |          | 1     | 60        | 0,0396        | 2,376                 | 2,376                    |                  |              |              |
| Prendere e posare collo su bancale vuoto | Collo     | 90            | 1            |          | 1     | 90        | 0,0363        | 3,267                 | 3,267                    |                  |              |              |
| Riporre il pallet nell'ubicazione        | MdR       | 30            | 1            |          | 1     | 30        | 1,1913        | 35,739                | 35,739                   |                  |              |              |
|  |           |               |              |          |       |           |               | <b>117,656</b>        | <b>117,656</b>           | <b>450</b>       | <b>0,261</b> | <b>0,261</b> |

Tabella 5.14: Analisi MTM del ciclo di prelievo dei pallet in Machining.

| CICLO PRELIEVO PALLET ROBOTICS           | Driver    | Qtà totale gg | impilabilità | distanza | turni | Qtà turno | tempi unitari | tempi totali gg (min) | tempi totali turno (min) | minuti FTE turno | FTE gg       | FTE turno    |
|--|-----------|---------------|--------------|----------|-------|-----------|---------------|-----------------------|--------------------------|------------------|--------------|--------------|
| Prendere e posare bancale vuoto          | MdR       | 75            | 1            |          | 1     | 75        | 0,6479        | 48,593                | 48,593                   |                  |              |              |
| Viaggio a magazzino                      | MdR       | 15            | 1            | 165      | 1     | 15        | 0,0132        | 32,670                | 32,670                   |                  |              |              |
| Prelievo pallet da ubicazione            | MdR       | 60            | 1            |          | 1     | 60        | 0,9218        | 55,308                | 55,308                   |                  |              |              |
| Scendere e salire sul mezzo              | MdR       | 60            | 1            |          | 1     | 60        | 0,1452        | 8,712                 | 8,712                    |                  |              |              |
| Spostamento per prendere e posare collo  | Collo     | 60            | 1            | 5        | 1     | 60        | 0,0220        | 6,600                 | 6,600                    |                  |              |              |
| Lettura barcode                          | Etichetta | 120           | 1            |          | 1     | 120       | 0,0396        | 4,752                 | 4,752                    |                  |              |              |
| Prendere e posare collo su bancale vuoto | Collo     | 240           | 1            |          | 1     | 240       | 0,0363        | 8,712                 | 8,712                    |                  |              |              |
| Riporre il pallet nell'ubicazione        | MdR       | 60            | 1            |          | 1     | 60        | 1,1913        | 71,478                | 71,478                   |                  |              |              |
|  |           |               |              |          |       |           |               | <b>236,825</b>        | <b>236,825</b>           | <b>450</b>       | <b>0,526</b> | <b>0,526</b> |

Tabella 5.16: Analisi MTM dell'attività del ciclo di prelievo dei pallet in Robotics.

| CICLO PRELIEVO PALLET AUTOMATION         | Driver    | Qtà totale gg | impilabilità | distanza | turni | Qtà turno | tempi unitari | tempi totali gg (min) | tempi totali turno (min) | minuti FTE turno | FTE gg       | FTE turno    |
|--|-----------|---------------|--------------|----------|-------|-----------|---------------|-----------------------|--------------------------|------------------|--------------|--------------|
| Prendere e posare bancale vuoto          | MdR       | 10            | 1            |          | 1     | 10        | 0,6479        | 6,479                 | 6,479                    |                  |              |              |
| Viaggio a magazzino                      | MdR       | 5             | 1            | 58       | 1     | 5         | 0,0132        | 3,828                 | 3,828                    |                  |              |              |
| Prelievo pallet da ubicazione            | MdR       | 10            | 1            |          | 1     | 10        | 0,9218        | 9,218                 | 9,218                    |                  |              |              |
| Scendere e salire sul mezzo              | MdR       | 10            | 1            |          | 1     | 10        | 0,1452        | 1,452                 | 1,452                    |                  |              |              |
| Spostamento per prendere e posare collo  | Collo     | 10            | 1            | 5        | 1     | 10        | 0,0220        | 1,100                 | 1,100                    |                  |              |              |
| Lettura barcode                          | Etichetta | 20            | 1            |          | 1     | 20        | 0,0396        | 0,792                 | 0,792                    |                  |              |              |
| Prendere e posare collo su bancale vuoto | Collo     | 20            | 1            |          | 1     | 20        | 0,0363        | 0,726                 | 0,726                    |                  |              |              |
| Riporre il pallet nell'ubicazione        | MdR       | 10            | 1            |          | 1     | 10        | 1,1913        | 11,913                | 11,913                   |                  |              |              |
|  |           |               |              |          |       |           |               | <b>35,508</b>         | <b>35,508</b>            | <b>450</b>       | <b>0,079</b> | <b>0,079</b> |

Tabella 5.18: Analisi MTM del ciclo di prelievo dei pallet in Automation.

| CONFEZIONAMENTO RICAMBI LEGGERI - SCATOLE DI CARTONE                  | Driver    | Qtà totale mese | Qtà totale gg | distanza | turni | Qtà turno | tempi unitari | tempi totali gg (min) | tempi totali turno (min) | minuti FTE turno | FTE gg       | FTE turno    |
|---|-----------|-----------------|---------------|----------|-------|-----------|---------------|-----------------------|--------------------------|------------------|--------------|--------------|
| Prendere pezzo/pezzi e posare su bilancia                             | COLLO     | 810             | 41            |          | 1     | 41        | 0,036         | 1,4883                | 1,4883                   |                  |              |              |
| Prendere penna  | Movimenti | 270             | 14            |          | 1     | 14        | 0,046         | 0,6468                | 0,6468                   |                  |              |              |
| Leggere e scrivere peso netto pezzi                                   | Movimenti | 270             | 14            |          | 1     | 14        | 0,176         | 2,4640                | 2,4640                   |                  |              |              |
| Prendere e posare pezzo su tavolo di lavoro                           | COLLO     | 810             | 41            |          | 1     | 41        | 0,036         | 1,4883                | 1,4883                   |                  |              |              |
| Effettuare oliatura   | COLLO     | 810             | 41            |          | 1     | 41        | 0,056         | 2,3001                | 2,3001                   |                  |              |              |
| prelevare scatola   | IMBALLO   | 270             | 14            |          | 1     | 14        | 0,048         | 0,6745                | 0,6745                   |                  |              |              |
| montaggio scatola   | IMBALLO   | 270             | 14            |          | 1     | 14        | 0,221         | 3,0954                | 3,0954                   |                  |              |              |
| prendere nastro adesivo   | IMBALLO   | 270             | 14            |          | 1     | 14        | 0,036         | 0,5082                | 0,5082                   |                  |              |              |
| sigillare con nastro adesivo  | IMBALLO   | 270             | 14            |          | 1     | 14        | 0,112         | 1,5708                | 1,5708                   |                  |              |              |
| prendere pluriball  | IMBALLO   | 270             | 14            |          | 1     | 14        | 0,036         | 0,5082                | 0,5082                   |                  |              |              |
| disporre strato di pluriball su fondo della scatola                   | IMBALLO   | 270             | 14            |          | 1     | 14        | 0,053         | 0,7392                | 0,7392                   |                  |              |              |
| prendere carta oleata e disporre sopra pluriball                      | IMBALLO   | 270             | 14            |          | 1     | 14        | 0,053         | 0,7392                | 0,7392                   |                  |              |              |
| prendere pezzo/pezzi e posare pezzo all'interno della scatola         | COLLO     | 810             | 41            |          | 1     | 41        | 0,053         | 2,1648                | 2,1648                   |                  |              |              |
| avvolgere pezzo con pluriball protettivo e/o altro tipo di protezione | IMBALLO   | 270             | 14            |          | 1     | 14        | 0,056         | 0,7854                | 0,7854                   |                  |              |              |
| prendere materiale riempitivo e sistemarlo all'interno della scatola  | IMBALLO   | 270             | 14            |          | 1     | 14        | 0,053         | 0,7392                | 0,7392                   |                  |              |              |
| chiusura scatola  | IMBALLO   | 270             | 14            |          | 1     | 14        | 0,221         | 3,0954                | 3,0954                   |                  |              |              |
| prendere nastro adesivo   | IMBALLO   | 270             | 14            |          | 1     | 14        | 0,036         | 0,5082                | 0,5082                   |                  |              |              |
| sigillare con nastro adesivo  | IMBALLO   | 270             | 14            |          | 1     | 14        | 0,112         | 1,5708                | 1,5708                   |                  |              |              |
| prendere e posare imballo su bilancia                                 | IMBALLO   | 270             | 14            |          | 1     | 14        | 0,083         | 1,1550                | 1,1550                   |                  |              |              |
| prendere penna  | Movimenti | 270             | 14            |          | 1     | 14        | 0,046         | 0,6468                | 0,6468                   |                  |              |              |
| leggere e scrivere peso lordo collo                                   | Movimenti | 270             | 14            |          | 1     | 14        | 0,176         | 2,4640                | 2,4640                   |                  |              |              |
| scrivere dimensioni scatola utilizzata                                | Movimenti | 270             | 14            |          | 1     | 14        | 0,176         | 2,4640                | 2,4640                   |                  |              |              |
| leggere e compilare check list materiale ausiliario                   | Movimenti | 270             | 14            |          | 1     | 14        | 1,100         | 15,4000               | 15,4000                  |                  |              |              |
| attaccare lista con codice spedizione                                 | Movimenti | 270             | 14            |          | 1     | 14        | 0,043         | 0,6006                | 0,6006                   |                  |              |              |
| spostamenti in area confezionamento                                   | Movimenti | 270             | 14            | 5        | 1     | 14        | 0,022         | 1,5400                | 1,5400                   |                  |              |              |
|   |           |                 |               |          |       |           |               | <b>47,817</b>         | <b>47,817</b>            | <b>450</b>       | <b>0,106</b> | <b>0,106</b> |

Tabella 5.20: Analisi MTM dell'attività di confezionamento con scatole di cartone.

| CONFEZIONAMENTO RICAMBI <18 - CASSE DI LEGNO                          | Driver    | Qtà totale mese | Qtà totale gg | distanza | turni | Qtà turno | tempi unitari | tempi totali gg (min) | tempi totali turno (min) | minuti FTE turno | FTE gg       | FTE turno    |
|---|-----------|-----------------|---------------|----------|-------|-----------|---------------|-----------------------|--------------------------|------------------|--------------|--------------|
| Prendere pezzo/pezzi e posare su bilancia                             | COLLO     | 255             | 13            |          | 1     | 13        | 0,036         | 0,4719                | 0,4719                   |                  |              |              |
| Prendere penna  | Movimenti | 85              | 5             |          | 1     | 5         | 0,046         | 0,2310                | 0,2310                   |                  |              |              |
| Leggere e scrivere peso netto pezzi                                   | Movimenti | 85              | 5             |          | 1     | 5         | 0,176         | 0,8800                | 0,8800                   |                  |              |              |
| Prendere e posare pezzo su tavolo di lavoro                           | COLLO     | 255             | 13            |          | 1     | 13        | 0,036         | 0,4719                | 0,4719                   |                  |              |              |
| Effettuare oliatura   | COLLO     | 255             | 13            |          | 1     | 13        | 0,056         | 0,7293                | 0,7293                   |                  |              |              |
| prendere cassa  | IMBALLO   | 85              | 5             |          | 1     | 5         | 0,048         | 0,2409                | 0,2409                   |                  |              |              |
| formare cassa   | IMBALLO   | 85              | 5             |          | 1     | 5         | 0,353         | 1,7655                | 1,7655                   |                  |              |              |
| prendere pluriball  | IMBALLO   | 85              | 5             |          | 1     | 5         | 0,036         | 0,1815                | 0,1815                   |                  |              |              |
| disporre strato di pluriball su fondo della cassa                     | IMBALLO   | 85              | 5             |          | 1     | 5         | 0,106         | 0,5280                | 0,5280                   |                  |              |              |
| prendere carta oleata e disporre sopra pluriball                      | IMBALLO   | 85              | 5             |          | 1     | 5         | 0,106         | 0,5280                | 0,5280                   |                  |              |              |
| prendere pezzo/pezzi e posarlo all'interno della scatola              | COLLO     | 255             | 13            |          | 1     | 13        | 0,053         | 0,6864                | 0,6864                   |                  |              |              |
| avvolgere pezzo con pluriball protettivo e/o altro tipo di protezione | IMBALLO   | 85              | 5             |          | 1     | 5         | 0,056         | 0,2805                | 0,2805                   |                  |              |              |
| prendere materiale riempitivo e sistemarlo all'interno della scatola  | IMBALLO   | 85              | 5             |          | 1     | 5         | 0,053         | 0,2640                | 0,2640                   |                  |              |              |
| chiusura cassa  | IMBALLO   | 85              | 5             |          | 1     | 5         | 0,059         | 0,2970                | 0,2970                   |                  |              |              |
| Prendere la reggiatrice   | IMBALLO   | 85              | 5             |          | 1     | 5         | 0,036         | 0,1815                | 0,1815                   |                  |              |              |
| Reggiare con reggia manuale elettrica                                 | IMBALLO   | 170             | 9             |          | 1     | 9         | 0,135         | 1,2177                | 1,2177                   |                  |              |              |
| prendere e posare imballo su bilancia                                 | IMBALLO   | 85              | 5             |          | 1     | 5         | 0,083         | 0,4125                | 0,4125                   |                  |              |              |
| Prendere penna  | Movimenti | 85              | 5             |          | 1     | 5         | 0,046         | 0,2310                | 0,2310                   |                  |              |              |
| leggere e scrivere peso lordo collo                                   | Movimenti | 85              | 5             |          | 1     | 5         | 0,176         | 0,8800                | 0,8800                   |                  |              |              |
| misurare dimensioni cassa   | Movimenti | 85              | 5             |          | 1     | 5         | 0,056         | 0,2805                | 0,2805                   |                  |              |              |
| scrivere dimensioni cassa utilizzata                                  | Movimenti | 85              | 5             |          | 1     | 5         | 0,176         | 0,8800                | 0,8800                   |                  |              |              |
| leggere e compilare check list materiale ausiliario                   | Movimenti | 85              | 5             |          | 1     | 5         | 1,100         | 5,5000                | 5,5000                   |                  |              |              |
| attaccare lista con codice spedizione                                 | Movimenti | 85              | 5             |          | 1     | 5         | 0,043         | 0,2145                | 0,2145                   |                  |              |              |
| spostamenti in area confezionamento                                   | Movimenti | 85              | 5             | 5        | 1     | 5         | 0,022         | 0,550                 | 0,5500                   |                  |              |              |
|   |           |                 |               |          |       |           |               | <b>17,904</b>         | <b>17,904</b>            | <b>450</b>       | <b>0,040</b> | <b>0,040</b> |

Tabella 5.21: Analisi MTM dell'attività di confezionamento con europallet e coperchio.

| CONFEZIONAMENTO RICAMBI PESANTI -<br>EUROPALLET+COPERCHIO+PARIETALI   | Driver    | Qtà totale<br>mese | Qtà totale<br>gg | distanza | turni | Qtà<br>turno | tempi<br>unitari | tempi totali gg<br>(min) | tempi totali turno<br>(min) | minuti FTE<br>turno | FTE gg       | FTE<br>turno |
|---|-----------|--------------------|------------------|----------|-------|--------------|------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------|--------------|--------------|
| Prendere transpallet manuale  | Movimenti | 144                | 8                |          | 1     | 8            | 0,036            | 0,2904                   | 0,2904                      |                     |              |              |
| Pesatura pezzo/pezzi posato sul pallet vuoto                          | COLLO     | 432                | 22               |          | 1     | 22           | 0,343            | 7,5504                   | 7,5504                      |                     |              |              |
| Prendere penna  | Movimenti | 144                | 8                |          | 1     | 8            | 0,046            | 0,3696                   | 0,3696                      |                     |              |              |
| Leggere e scrivere peso netto pezzi                                   | Movimenti | 144                | 8                |          | 1     | 8            | 0,176            | 1,4080                   | 1,4080                      |                     |              |              |
| Prendere e formare cassa  | IMBALLO   | 144                | 8                |          | 1     | 8            | 0,469            | 3,7488                   | 3,7488                      |                     |              |              |
| Montare parietali   | IMBALLO   | 180                | 9                |          | 1     | 9            | 0,353            | 3,1779                   | 3,1779                      |                     |              |              |
| prendere pluriball  | IMBALLO   | 144                | 8                |          | 1     | 8            | 0,036            | 0,2904                   | 0,2904                      |                     |              |              |
| disporre strato di pluriball su fondo della cassa                     | IMBALLO   | 144                | 8                |          | 1     | 8            | 0,106            | 0,8448                   | 0,8448                      |                     |              |              |
| prendere carta oleata e disporre sopra pluriball                      | IMBALLO   | 144                | 8                |          | 1     | 8            | 0,106            | 0,8448                   | 0,8448                      |                     |              |              |
| Aggancio elemento di tenuta gru motore                                | COLLO     | 432                | 22               |          | 1     | 22           | 0,079            | 1,7424                   | 1,7424                      |                     |              |              |
| Sollevamento pezzo con gru  | COLLO     | 432                | 22               |          | 1     | 22           | 0,192            | 4,2253                   | 4,2253                      |                     |              |              |
| Movimento rettilineo  | COLLO     | 432                | 22               |          | 1     | 22           | 0,024            | 0,5372                   | 0,5372                      |                     |              |              |
| Gru carrello giù  | COLLO     | 432                | 22               |          | 1     | 22           | 0,056            | 1,2342                   | 1,2342                      |                     |              |              |
| Inserimento pezzo nella cassa   | COLLO     | 432                | 22               |          | 1     | 22           | 0,083            | 1,8295                   | 1,8295                      |                     |              |              |
| Effettuare oliatura   | COLLO     | 432                | 22               |          | 1     | 22           | 0,112            | 2,4684                   | 2,4684                      |                     |              |              |
| avvolgere pezzo con pluriball protettivo e/o altro tipo di protezione | IMBALLO   | 144                | 8                |          | 1     | 8            | 0,112            | 0,8976                   | 0,8976                      |                     |              |              |
| prendere materiale riempitivo e sistemarlo all'interno della scatola  | IMBALLO   | 144                | 8                |          | 1     | 8            | 0,106            | 0,8448                   | 0,8448                      |                     |              |              |
| prendere coperchio  | IMBALLO   | 144                | 8                |          | 1     | 8            | 0,076            | 0,6072                   | 0,6072                      |                     |              |              |
| Chiudere cassa con coperchio  | IMBALLO   | 144                | 8                |          | 1     | 8            | 0,116            | 0,9240                   | 0,9240                      |                     |              |              |
| Prendere la reggiatrice   | IMBALLO   | 144                | 8                |          | 1     | 8            | 0,036            | 0,2904                   | 0,2904                      |                     |              |              |
| Reggiare con reggia manuale elettrica                                 | IMBALLO   | 288                | 15               |          | 1     | 15           | 0,135            | 2,0295                   | 2,0295                      |                     |              |              |
| Pesatura con transpallet manuale con bilancia                         | IMBALLO   | 144                | 8                |          | 1     | 8            | 0,343            | 2,7456                   | 2,7456                      |                     |              |              |
| Prendere penna  | Movimenti | 144                | 8                |          | 1     | 8            | 0,046            | 0,3696                   | 0,3696                      |                     |              |              |
| leggere e scrivere peso lordo collo                                   | Movimenti | 144                | 8                |          | 1     | 8            | 0,176            | 1,4080                   | 1,4080                      |                     |              |              |
| misurare dimensioni cassa   | Movimenti | 144                | 8                |          | 1     | 8            | 0,056            | 0,4488                   | 0,4488                      |                     |              |              |
| scrivere dimensioni cassa utilizzata                                  | Movimenti | 144                | 8                |          | 1     | 8            | 0,176            | 1,4080                   | 1,4080                      |                     |              |              |
| leggere e compilare check list materiale ausiliario                   | Movimenti | 144                | 8                |          | 1     | 8            | 1,100            | 8,8000                   | 8,8000                      |                     |              |              |
| attaccare lista con codice spedizione                                 | Movimenti | 144                | 8                |          | 1     | 8            | 0,043            | 0,3432                   | 0,3432                      |                     |              |              |
| spostamenti in area confezionamento                                   | Movimenti | 144                | 8                | 10       | 1     | 8            | 0,022            | 1,7600                   | 1,7600                      |                     |              |              |
|   |           |                    |                  |          |       |              |                  | <b>53,439</b>            | <b>53,439</b>               | <b>450</b>          | <b>0,119</b> | <b>0,119</b> |

Tabella 5.22: Analisi MTM dell'attività di confezionamento con europallet e coperchio.

| MOVIMENTAZIONE IN AREA SPEDIZIONE                      | Driver | Qtà totale gg | impilabilità | distanza | turni | Qtà turno | tempi unitari | tempi totali gg (min) | tempi totali turno (min) | minuti FTE turno | FTE gg | FTE turno |
|--|--------|---------------|--------------|----------|-------|-----------|---------------|-----------------------|--------------------------|------------------|--------|-----------|
| Prelievo e deposito pallet                             | MdR    | 22            | 1            |          | 1     | 22        | 0,549         | 12,076                | 12,076                   |                  |        |           |
| Spostamento da area confezionamento ad area spedizione | MdR    | 22            | 1            | 50       | 1     | 22        | 0,017         | 18,150                | 18,150                   |                  |        |           |
|  |        |               |              |          |       |           |               | 30,226                | 30,226                   | 450              | 0,067  | 0,067     |

Tabella 5.24: Analisi MTM dell'attività di movimentazione in area spedizione.

| GESTIONE DOCUMENTI OUT                | Driver    | Qtà totale gg |  |  | turni | Qtà turno | tempi unitari | tempi totali gg (min) | tempi totali turno (min) | minuti FTE turno | FTE gg | FTE turno |
|---------------------------------------|-----------|---------------|--|--|-------|-----------|---------------|-----------------------|--------------------------|------------------|--------|-----------|
| Ricezione lista di prelievo terminata | documenti | 30            |  |  | 1     | 30        | 0,0561        | 1,683                 | 1,683                    |                  |        |           |
| Inserimento dati a sistema            | righe out | 90            |  |  | 1     | 90        | 1,2837        | 115,533               | 115,533                  |                  |        |           |
| Stampa documenti di trasporto (ddt)   | ordini    | 34            |  |  | 1     | 34        | 0,1320        | 4,488                 | 4,488                    |                  |        |           |
| Apertura portali spedizionieri        |           | 3             |  |  | 1     | 3         | 0,0429        | 0,129                 | 0,129                    |                  |        |           |
| Inserimento dati merce da spedire     | righe out | 30            |  |  | 1     | 30        | 1,2837        | 38,511                | 38,511                   |                  |        |           |
| Stampa segnapacchi                    | documenti | 30            |  |  | 1     | 30        | 0,1320        | 3,960                 | 3,960                    |                  |        |           |
|                                       |           |               |  |  |       |           |               | 164,304               | 164,304                  | 450              | 0,365  | 0,365     |

Tabella 5.26: Analisi MTM dell'attività di gestione dei documenti in uscita.

| MOVIMENTAZIONE PER CARICO MEZZI         | Driver | Qtà totale gg | impilabilità | distanza | turni | Qtà turno | tempi unitari | tempi totali gg (min) | tempi totali turno (min) | minuti FTE turno | FTE gg | FTE turno |
|---|--------|---------------|--------------|----------|-------|-----------|---------------|-----------------------|--------------------------|------------------|--------|-----------|
| Prelievo e deposito pallet              | MdR    | 22            | 1            |          | 1     | 22        | 0,647         | 14,230                | 14,230                   |                  |        |           |
| Spostamento da area spedizione al mezzo | MdR    | 22            | 1            | 44       | 1     | 22        | 0,017         | 15,972                | 15,972                   |                  |        |           |
|   |        |               |              |          |       |           |               | 30,202                | 30,202                   | 450              | 0,067  | 0,067     |

Tabella 5.28: Analisi MTM dell'attività di movimentazione per il carico dei mezzi.

#### 5.1.4 Dimensionamento delle Risorse

Dopo aver calcolato mediamente i tempi di svolgimento delle attività per ciascun ciclo di lavoro, come si è visto Nei Sottoparagrafi 5.1.2 e 5.1.3, si procede alla quantificazione del fabbisogno di risorse impiegate giornalmente, sia in termini di Risorse Umane che di MHE.

##### *Risorse Umane*

A seguito dell'analisi dei flussi logistici si sono individuate le seguenti figure all'interno del magazzino:

- *Personale dell'Ufficio Logistico* che svolge tutte le attività di gestione dei documenti sia in ingresso che in uscita e quelle di gestione degli ordini di spedizione;
- *Addetto allo scarico e al carico* dei mezzi che svolge tali attività mediante l'utilizzo di un carrello frontale necessario per lo scarico e il carico dei mezzi.  
L'addetto allo scarico ha anche il compito del controllo di integrità di primo livello e l'etichettatura della merce in ingresso;
- *Carrellista di magazzino* che svolge le attività di ubicazione dei materiali in ingresso e lo spostamento della merce dall'area confezionamento all'area spedizione; tali attività vengono svolte con un carrello retrattile che può essere utilizzato con maggiore facilità nell'area di stoccaggio;
- *Pickerista* che svolge l'attività di picking cioè quella di selezione e prelievo parziale di materiali appartenenti a diverse unità di carico che, una volta raggruppati, vengono elaborati e spediti; tale attività viene svolta con un carrello retrattile che viene utilizzato con maggiore facilità nell'area di stoccaggio;
- *Addetto al confezionamento* che ha il compito di svolgere l'attività di imballaggio nella sua postazione realizzata ad hoc.

A ciascuna figura vengono associati i tempi, in termini di FTE per turno, delle attività da loro svolte così da poter calcolare il fabbisogno totale di risorse. Di seguito viene illustrata l'analisi svolta per determinare il fabbisogno di ciascuna risorsa, rispettivamente del personale dell'ufficio logistico, dell'addetto allo scarico e al carico, del carrellista di magazzino e del pickerista e infine dell'addetto al confezionamento.

### ***Personale dell'Ufficio Logistico***

Al personale dell'Ufficio Logistico si associano i valori dei tempi, espressi in FTE per turno, determinati nei Sottoparagrafi 5.1.2 e 5.1.3. Nello specifico, per il flusso di Inbound, si attribuisce il tempo FTE per turno per svolgere l'attività di gestione documenti in ingresso mostrato in *tabella 5.3*:

$$FTE(Inbound) = FTE(Gest.doc.in) = 0,183$$

Per il flusso di Outbound si attribuisce il tempo FTE per turno per svolgere le attività di gestione degli ordini di spedizione e di gestione documenti in uscita mostrati, rispettivamente, nelle *tabelle 5.13 e 5.27*:

$$FTE(Outbound) = FTE(Gest.ordini) + FTE(Gest.doc.out) = 0,270 + 0,365 = 0,635$$

Il valore totale espresso in FTE per turno associato al personale dell'Ufficio Logistico è pari a:

$$FTE(Ufficio Logistico) = FTE(Inbound) + FTE(Outbound) = 0,183 + 0,635 = 0,818$$

I risultati ottenuti vengono riassunti nella *tabella 5.30* riportata di seguito.

|          |                               | PERSONALE UFFICIO LOGISTICO |              |
|----------|-------------------------------|-----------------------------|--------------|
|          |                               | FTE x TURNO                 |              |
| Inbound  | Gestione documenti IN         | 0,182                       | 0,183        |
| Outbound | Gestione ordini di spedizione | 0,270                       | 0,635        |
|          | Gestione documenti OUT        | 0,365                       |              |
|          |                               |                             | <b>0,818</b> |

*Tabella 5.30: Risultati FTE per personale ufficio logistico.*

### ***Addetto allo scarico e al carico***

All'addetto allo scarico e al carico si associano i valori dei tempi, espressi in FTE per turno, determinati nei Sottoparagrafi 5.1.2 e 5.1.3. Nello specifico, per il flusso di Inbound, si attribuisce il tempo FTE per turno per svolgere l'attività di ricevimento, controllo ed etichettatura illustrato in *tabella 5.5*:

$$FTE(Inbound) = FTE(Ricevimento, controllo ed etichettatura) = 0,034$$

Per il flusso di Outbound si attribuisce il tempo FTE per turno per svolgere le attività di movimentazione per il carico dei mezzi mostrato in *tabella 5.29*:

$$FTE(Outbound) = FTE(Monvimentazioni per carico mezzi) = 0,062$$

Il valore totale espresso in FTE per turno associato all'addetto allo scarico e al carico merci è pari a:

$$FTE(Add.carico e scarico) = FTE(Inbound) + FTE(Outbound) = 0,034 + 0,067 = 0,101$$

I risultati ottenuti vengono riassunti nella *tabella 5.31* riportata di seguito.

|          |   | ADDETTO ALLO SCARICO E AL CARICO |  |
|----------|---|----------------------------------|--|
|          |   | FTE x TURNO                      |  |
| Inbound  | Ricevimento, controllo ed etichettatura | 0,034                            |  |
| Outbound | Movimentazione per carico mezzi         | 0,067                            |  |
|          |   | <b>0,101</b>                     |  |

*Tabella 5.31: Risultati FTE per addetto allo scarico e al carico.*

### **Carrellista di magazzino**

Al carrellista di magazzino si associano i valori dei tempi, espressi in FTE per turno, determinati nei Sottoparagrafi 5.1.2 e 5.1.3. Nello specifico, per il flusso di Inbound, si attribuisce il tempo FTE per turno per svolgere l'attività di ubicazione dei pallet nelle BU di Machining (a), Robotics (b) e Automation (c) mostrato rispettivamente nelle *tabelle 5.7, 5.9, 5.11*:

$$FTE (Inbound) = FTE(a) + FTE(b) + FTE(c) = 0,018 + 0,028 + 0,006 = 0,052$$

Per il flusso di Outbound si attribuisce il tempo FTE per turno per svolgere le attività di movimentazione della merce in area spedizione illustrata in *tabella 5.25*:

$$FTE(Outbound) = FTE (Movimentazione in area spedizione) = 0,067$$

Il valore totale espresso in FTE per turno associato al carrellista di magazzino è pari a:

$$FTE (Carrellista magaz.) = FTE(Inbound) + FTE(Outbound) = 0,052 + 0,067 = 0,119$$

I risultati ottenuti vengono riassunti nella *tabella 5.32* riportata di seguito.

|          |                                   | CARRELLISTA DI MAGAZZINO |       |
|----------|-----------------------------------|--------------------------|-------|
|          |                                   | FTE x TURNO              |       |
| Inbound  | Ubicazione pallets Machining      | 0,018                    | 0,052 |
|          | Ubicazione pallets Robotics       | 0,028                    |       |
|          | Ubicazione pallets Automation     | 0,006                    |       |
| Outbound | Movimentazione in area spedizione | 0,067                    | 0,067 |
|          |                                   | <b>0,119</b>             |       |

*Tabella 5.32: Risultati FTE per carrellista di magazzino.*

### **Pickerista**

Al pickerista si associano i valori dei tempi, espressi in FTE per turno, determinati nel Sottoparagrafo 5.1.3. Per il flusso di Outbound si attribuisce il tempo FTE per turno per svolgere le attività di prelievo dei pallet nelle BU di Machining (*a*), Robotic (*b*) e Automation (*c*) mostrato, rispettivamente, nelle *tabelle 5.15, 5.17 e 5.19*:

$$FTE(Outbound) = FTE(a) + FTE(b) + FTE(c) = 0,261 + 0,526 + 0,079 = 0,867$$

Il valore totale espresso in FTE per turno associato al pickerista è pari a:

$$FTE (Carrellista magaz.) = FTE(Outbound) = 0,867$$

I risultati ottenuti vengono riassunti nella *tabella 5.33* riportata di seguito.

|          |                             | PICKERISTA  |       |
|----------|-----------------------------|-------------|-------|
|          |                             | FTE x TURNO |       |
| Outbound | Prelievo pallets Machining  | 0,257       | 0,846 |
|          | Prelievo pallets Robotics   | 0,512       |       |
|          | Prelievo pallets Automation | 0,078       |       |
|          |                             | 0,846       |       |

*Tabella 5.33: Risultati FTE per il pickerista.*

### **Addetto al confezionamento**

All'addetto al confezionamento si associano i valori dei tempi, espressi in FTE per turno, determinati nel Sottoparagrafo 5.1.3. Per il flusso di Outbound si attribuisce il tempo FTE per turno per svolgere le attività di confezionamento di ricambi leggeri con le scatole di cartone (*a*), di ricambi leggeri con le casse di legno (*b*) e di ricambi pesanti (*c*) mostrato in *tabella 5.23*:

$$FTE(Outbound) = FTE(a) + FTE(b) + FTE(c) = 0,106 + 0,040 + 0,119 = 0,265$$

Il valore totale espresso in FTE per turno associato all'addetto al confezionamento è pari a:

$$FTE (Confezionatore) = FTE(Outbound) = 0,265$$

I risultati ottenuti vengono riassunti nella *tabella 5.34* riportata di seguito.

|          |  | ADDETTO AL CONFEZIONAMENTO |       |
|----------|--|----------------------------|-------|
|          |  | FTE x TURNO                |       |
| Outbound | Ricambi leggeri - scatole cartone      | 0,106                      | 0,265 |
|          | Ricambi leggeri - casse di legno       | 0,040                      |       |
|          | Ricambi pesanti - Europallet+coperchio | 0,119                      |       |
|          |  | 0,265                      |       |

*Tabella 5.34: Risultati FTE per l'addetto al confezionamento.*

Per quantificare il numero totale di Risorse Umane necessarie si arrotondano i valori determinati in termini di FTE e si associa il numero di risorse rispettando la relazione riportata di seguito:

$$1 \text{ FTE} = 450 \text{ minuti} = 1 \text{ risorsa}$$

Considerando i dati appena determinati ed evidenziati nelle *tabelle 5.30 5.31, 5.32, 5.33 e 5.34* si arrotondano tali valori:

$$\text{FTE arrotondato (Ufficio Logistico)} = 0,818 \approx 1$$

$$\begin{aligned} \text{FTE arrotondato (Addetto scarico e carico + Carellista + Pickerista)} = \\ = 0,101 + 0,119 + 0,846 = 1,066 \approx 1 \end{aligned}$$

$$\text{FTE arrotondato (Addetto confezionamento)} = 0,265 \approx 0,30$$

In base a tale analisi viene associata una risorsa per lo svolgimento delle attività dell'Ufficio Logistico; per le attività svolte dall'addetto al carico e allo scarico dei mezzi, dal carrellista di magazzino e dal pickerista che non richiedono competenze particolari e a cui viene associato complessivamente un FTE per turno pari a 1,066, è possibile associare una sola risorsa per eseguire queste attività; per lo svolgimento dell'attività di confezionamento viene associata una risorsa che si occuperà di tale attività in una frazione della sua giornata lavorativa. Il numero totale di Risorse direttamente impiegate per lo svolgimento dell'attività è quindi di tre. L'analisi appena descritta viene riassunta in *tabella 3.35*.

|                          | FTE x TURNO | FTE ARROTONDATE x TURNO |
|--------------------------|-------------|-------------------------|
| Ufficio Logistico        | 0,818       | 1,00                    |
| Addetto scarico/carico   | 0,101       | 1,00                    |
| Carrellista di magazzino | 0,119       |                         |
| Pickerista               | 0,846       |                         |
| Addetto confezionamento  | 0,265       | 0,30                    |

*Tabella 5.35: Risultati FTE per dimensionamento Risorse Umane.*

Oltre alle Risorse direttamente impiegate nello svolgimento delle attività bisogna considerare anche la quota associata al personale indiretto che coincide con la figura del Responsabile di Magazzino, colui che sovrintende e gestisce tutte le attività che si svolgono all'interno dello stesso. La percentuale, relativa al tempo e quindi successivamente al costo da attribuire a tale figura è proporzionata all'impiego, ai volumi e all'importanza in termini di fatturato potenziale della commessa da seguire.

A tal fine si considerano le percentuali calcolate sulla base dei dati di fatturato reale o potenziale per ciascun cliente dell'azienda Multilog Spa e presentate in *tabella 5.36*:

| Cliente       | %  |
|---------------|----|
| FCA           | 30 |
| Leoni         | 20 |
| Comau         | 25 |
| Altri clienti | 15 |

Tabella 5.36: Percentuale di incidenza di ciascun cliente sul fatturato.

La quota in termini di FTE da attribuire al Responsabile di Magazzino sarà quindi pari a:

$$FTE \text{ Responsabile di Magazzino} = 0,25$$

### *Material Handling Equipment – MHE*

Dopo l'analisi dei flussi e la quantificazione delle Risorse Umane è possibile effettuare il dimensionamento delle attrezzature di movimentazione dei materiali necessarie per lo svolgimento dell'attività in esame.

Le attività analizzate nel Sottoparagrafo 5.1.2 e 5.1.3 prevedono l'utilizzo dei seguenti MHE:

- Carrello frontale;
- Carrello retrattile;
- Transpallet con bilancia.

Di seguito si riportano le analisi effettuate che hanno permesso di determinare la quota di ciascun mezzo considerando il fabbisogno, in termini di FTE per turno, in cui si prevede l'utilizzo degli stessi.

#### ***Carrello frontale***

L'utilizzo del carrello frontale è previsto per l'addetto che svolge le attività di scarico e carico dei mezzi e l'FTE per turno associato a tale mezzo è pari al valore attribuito alla risorsa, presentato in *tabella 5.31*.

$$FTE(\text{Carrello frontale}) = FTE(\text{Addetto scarico e carico}) = 0,101 \approx 0,10$$

Data la piccola percentuale di utilizzo di tale mezzo per l'attività in esame e la presenza in magazzino di tre mezzi di questa tipologia, è più opportuna la condivisione dello stesso compatibilmente con le altre attività.

### ***Carrello retrattile***

L'utilizzo del carrello retrattile è previsto per eseguire le attività di stoccaggio e picking, svolte rispettivamente dal carrellista di magazzino e dal pickerista e l'FTE per turno associato a tale mezzo è pari al valore attribuito alle due risorse, presentate in *tabella 5.32* e *5.33*:

$$\begin{aligned} FTE(\text{Carrello retrattile}) &= FTE(\text{Carrellista}) + FTE(\text{Pickerista}) = \\ &= 0,119 + 0,846 = 0,965 \approx 1,00 \end{aligned}$$

Considerando la quota necessaria di tale mezzo risulta indispensabile l'acquisto o il noleggio di un carrello retrattile.

### ***Transpallet con bilancia***

L'utilizzo del transpallet con bilancia è previsto per svolgere l'attività di confezionamento dei ricambi pesanti. L'FTE per turno associato a tale mezzo è pari al valore di tempo necessario per svolgere tale attività e presentato in *tabella 5.24*.

$$\begin{aligned} FTE(\text{Transpallet con bilancia}) &= FTE(\text{Confezionamento ricambi pesanti}) = \\ &= 0,119 \approx 1,00 \end{aligned}$$

Nonostante la quota di utilizzo sia bassa, esso risulta indispensabile per il giusto svolgimento dell'attività di confezionamento, quindi è necessario provvedere all'acquisto o al noleggio dello stesso.

I risultati ottenuti dall'analisi appena mostrata vengono riassunti in *tabella 5.37*:

|   | FTE x TURNO | QUOTA MEZZO |
|---|-------------|-------------|
| Addetto scarico/carico -<br>CARRELLO FRONTALE                   | 0,101       | 0,10        |
| Carrellista di<br>magazzino/Pickerista -<br>CARRELLO RETRATTILE | 0,986       | 1,00        |
| Addetto confezionamento -<br>TRANSPALLET CON BILANCIA           | 0,119       | 1,00        |

*Tabella 5.37: Risultati FTE per dimensionamento MHE.*

## 5.2 Sviluppo della base costi e della griglia tariffaria

In questo paragrafo verranno illustrate le logiche seguite per lo sviluppo della base costi del progetto in esame e per la successiva realizzazione e stesura della griglia tariffaria o *pricing grid* presentata in sede di offerta.

### 5.2.1 La base costi

Per lo sviluppo della base costi viene preso in considerazione l'insieme dei costi che devono essere sostenuti per la realizzazione del progetto. I costi unitari associati a ciascuna voce sono stati stimati a seguito di indagini di mercato effettuate dai Responsabili Acquisti, Qualità e ICT interpellando diversi fornitori, generalmente tre, fornendo le specifiche tecniche da rispettare e richiedendo le quotazioni per i diversi investimenti da effettuare. La scelta ricade sul miglior compromesso tecnico-economico in termini di attinenza con le specifiche richieste. I valori di stima vengono poi utilizzati come dati per il successivo sviluppo della base costi. Per la definizione della base costi si stimano i costi annuali da attribuire a ciascun investimento considerando il tempo di ammortamento, pari a tre anni, che coincide con la durata della commessa per Comau. Per il calcolo di tale valore si considera un tasso di interesse del 4% che è quello applicato dall'istituto di credito di fiducia dell'azienda nel momento in cui essa richiede i finanziamenti. Il valore annuo di investimento verrà calcolato con la formula riportata di seguito [8]:

$$\text{Valore annuo investimento} = \frac{I * i}{1 - (1 + i)^{-n}}$$

dove  $I$  è il valore dell'investimento,  $i$  è il tasso di interesse pari allo 0,04 ed  $n$  gli anni di ammortamento.

Di seguito in *tabella 5.38* viene presentata la base costi e a seguire viene analizzata ciascuna voce a cui si attribuisce un costo unitario e un costo totale correlato al numero di risorse necessarie ottenuto mediante lo studio illustrato nel Sottoparagrafo 5.1.4.

Dopo aver stimato i costi totali annuali, aggiungendo un margine di guadagno è possibile calcolare il fatturato annuo potenzialmente ottenibile dalla realizzazione della commessa; per motivi di privacy tali valori non vengono però mostrati.

|                        |   | N°    | costo unit. | costo tot.       |               |       |
|------------------------|---|-------|-------------|------------------|---------------|-------|
| MdO                    | Personale - carrellista in e out                | 0,10  | 31.757 €    | 3.176 €          | 101.400,51 €  | 36,2% |
|                        | Personale amministrativo ( Ufficio logistico)   | 1,00  | 33.389 €    | 33.389 €         |               |       |
|                        | Personale - Pickerista                          | 1,00  | 31.757 €    | 31.757 €         |               |       |
|                        | Personale- Confezionatore                       | 0,30  | 30.281 €    | 9.084 €          |               |       |
|                        | Assenteismo                                     | 0,12  | 32.252 €    | 3.870 €          |               |       |
|                        | Δgiorni lavorati e lavorabili                   | 0,14  | 32.252 €    | 4.398 €          |               |       |
|                        | Site manager                                    | 0,25  | 60.000 €    | 15.000 €         |               |       |
| DPI                    | 2,91  | 250 € | 727 €       |                  |               |       |
| Area                   | Area occupata                                   | 980   | 54 €        | 52.920 €         | 68.174,04 €   | 24,3% |
|                        | Utilities                                       | 980   | 6 €         | 5.880 €          |               |       |
|                        | Scaffalature (Investimento)                     |       |             | 9.374 €          |               |       |
| MHE                    | Carrelli frontali                               | 0,10  | 450 €       | 540 €            | 9.120,52 €    | 3,3%  |
|                        | Carrelli retrattili                             | 1,00  | 670 €       | 8.040 €          |               |       |
|                        | Transpallet manuale con bilancia (Investimento) |       |             | 541 €            |               |       |
| Running ICT            | Connettività ICT                                | 12,00 | 400 €       | 4.800 €          | 5.800,00 €    | 2,1%  |
|                        | Manutenzione e Assistenza ICT                   | 1,00  | 1.000 €     | 1.000 €          |               |       |
| Mat. Consumabili       | Mat. Imballaggio                                | 12,00 | 5.069 €     | 60.824 €         | 88.310,41 €   | 31,5% |
|                        | Mat. Ausiliario                                 | 12,00 | 1.841 €     | 22.086 €         |               |       |
|                        | Mat. Cancelleria                                | 12,00 | 200 €       | 2.400 €          |               |       |
|                        | Etichette e nastri Ribbon                       | 12,00 | 250 €       | 3.000 €          |               |       |
| Running Magazzino      | Assicurazione RCO- RCT                          | 1,00  | 500 €       | 500 €            | 500,00 €      | 0,2%  |
| Investimenti magazzino | Segnaletica orizzontale e verticale             |       |             | 1.081 €          | 2.954,86 €    | 1,1%  |
|                        | Gru con paranco                                 |       |             | 1.802 €          |               |       |
|                        | Bilancia contapezzi                             |       |             | 72 €             |               |       |
| Investimenti ICT       | Configurazione Software                         |       |             | 1.802 €          | 3.783,66 €    | 1,4%  |
|                        | Palmari   |       |             | 721 €            |               |       |
|                        | Pc  |       |             | 360 €            |               |       |
|                        | Stampante Zebra                                 |       |             | 901 €            |               |       |
|                        |   |       |             | <b>280.044 €</b> | <b>100,0%</b> |       |

Tabella 5.38: Base costi del progetto.

### La manodopera (MdO)

Nella voce manodopera vengono presi in considerazione tutti i costi del lavoro, tra questi ci sono quelli associati a ciascuna risorsa necessaria quindi il personale amministrativo, quello di magazzino ed il Site manager e i costi relativi ai dispositivi di protezione individuale (DPI) cioè quella attrezzatura destinata ad essere indossata e tenuta dal lavoratore allo scopo di proteggerlo contro uno o più rischi suscettibili di minacciarne la sicurezza o la salute durante il lavoro.

Il costo unitario sostenuto dall'azienda per il personale fa riferimento ai minimi contrattuali previsti dal Contratto Collettivo Nazionale del Lavoro (CCNL) per i dipendenti del trasporto merci e poiché da tale costo sono esclusi i costi per le ferie, le ex festività e la riduzione dell'orario di lavoro (ROL) è necessario considerare una percentuale di tali costi per l'assenteismo (5%) e per la differenza tra i giorni lavorabili in un anno e quelli effettivamente lavorati da una risorsa:

$$\begin{aligned}
 C.\text{unit}(\text{Assenteismo}) &= C.\text{unit}(\Delta\text{giorni lavorati e lavorabili}) = \frac{\sum C.\text{tot personale}}{\sum \text{Risorse}} = \\
 &= \frac{(3.176 \text{ €} + 33.389 \text{ €} + 31.757 \text{ €} + 9.084 \text{ €})}{0,10 + 1,00 + 1,00 + 0,30} = 32.252 \text{ €}
 \end{aligned}$$

$$C. tot(Assenteismo) = C. unit * 0,05(\sum Risorse) =$$

$$= 32.252 \text{ €} * 0,05 * (0,10 + 1,00 + 1,00 + 0,3) = 3.870 \text{ €}$$

$$C. tot(\Delta \text{giorni lavorati e lavorabili}) = C. unit * \frac{250 - 220}{220} =$$

$$= 32.252 \text{ €} * \frac{250 - 220}{220} = 4.398 \text{ €}$$

### Area

Nella voce area sono inseriti i costi relativi all'area effettivamente occupata in magazzino che, come si è analizzato nel Capitolo 4, è di circa 980 m<sup>2</sup> di cui 300 m<sup>2</sup> riservati per lo stock a terra e 580 m<sup>2</sup> comprendono le aree riservate al cliente Comau per il ricevimento, lo stoccaggio, la spedizione, il confezionamento e la qualità. Il costo unitario annuale al m<sup>2</sup> è un costo fisso di  $54 \frac{\text{€}}{\text{m}^2 * \text{anno}}$ .

Oltre all'area occupata si considera la voce utilities che include i costi relativi alla fornitura di energia elettrica, acqua e riscaldamento il cui costo unitario è di  $6 \frac{\text{€}}{\text{m}^2 * \text{anno}}$ .

Si stimano anche i costi annuali di investimento delle scaffalature, presentati in *tabella 5.39*, da ammortizzare in 6 anni ad un tasso del 4%:

$$\text{Valore totale investimento} = 30,00\text{€} * 1638 = 49.140,00\text{€}$$

$$\text{Valore annuo investimento} = \frac{49.140,00\text{€} * 0,04}{1 - (1 + 0,04)^{-6}} = 9.374 \text{ €}$$

|                                  | Valore unitario | Qtà  | Valore totale | Anni amm. | Valore annuo |
|----------------------------------|-----------------|------|---------------|-----------|--------------|
| <b>INVESTIMENTO Scaffalature</b> | 30,00 €         | 1638 | 49.140,00 €   | 6         | 9.374,04 €   |

*Tabella 5.39: Stima dei costi annuali delle scaffalature.*

### MHE

Nella voce MHE si considerano i costi, stimati dal responsabile acquisti, necessari per il noleggio dei carrelli elevatori e l'acquisto del transpallet manuale con bilancia utilizzato per il confezionamento. Il costo unitario per il noleggio del carrello frontale è di  $450 \frac{\text{€}}{\text{mese}}$  mentre per il carrello retrattile è di  $670 \frac{\text{€}}{\text{mese}}$ . Il valore unitario per l'investimento del

transpallet manuale è di 1.500€, si stimano i costi annuali con un ammortamento di 3 anni, durata della commessa per Comau, ad un tasso del 4% e presentati in *tabella 5.40*:

$$\text{Valore annuo investimento} = \frac{1.500€ * 0,04}{1 - (1 + 0,04)^{-3}} = 541 €$$

|   | Valore unitario | Qtà | Valore totale | Anni amm. | Valore anno |
|---|-----------------|-----|---------------|-----------|-------------|
| <b>INVESTIMENTO</b><br>Transpallet manuale con bilancia | 1.500,00 €      | 1   | 1.500,00 €    | 3         | 540,52 €    |

*Tabella 5.40: Stima dei costi annuali del transpallet manuale con bilancia.*

### *Running ICT*

Nella voce Running ICT (Information and Communication Technology) sono compresi tutti i costi, stimati dal responsabile ICT, per la connettività degli strumenti informatici, costo unitario di  $400 \frac{€}{mese}$ , e i relativi costi di manutenzione ed assistenza con costo unitario di  $1.000 \frac{€}{anno}$ .

### *Materiali consumabili*

Nella voce materiali consumabili si considerano tutti i costi necessari per l'acquisto di materiale di imballaggio, materiale ausiliario, materiale di cancelleria e di etichette e nastri Ribbon (nastro inchiostro utilizzato nella stampa a trasferimento termico).

Il costo unitario del materiale di cancelleria e quello delle etichette è rispettivamente di  $200 \frac{€}{mese}$  e  $250 \frac{€}{mese}$ .

Diverso è il discorso per la stima dei costi di materiale ausiliario e di imballaggio per i quali si è dovuta effettuare un'analisi preliminare.

Per la stima dei costi del materiale di imballaggio, effettuata dal responsabile agli acquisti, si è richiesta una quotazione a due fornitori di scatole e a due fornitori di imballi in legno e si è scelta l'offerta migliore per ciascuna tipologia. Come si può osservare in *tabella 5.41*, nel caso dei tre cluster di scatole di cartone è stata richiesta una quotazione per ciascuna misura e si è poi calcolato un costo medio tra quello delle tre diverse misure:

$$\begin{aligned} \text{Costo scatole cartone} & (25 \times 20 \times 20 - 35 \times 30 \times 20 - 40 \times 30 \times 30) = \\ & = \frac{0,38€ + 0,55€ + 0,66€}{3} = 0,53€ \approx 0,55€ \end{aligned}$$

$$\text{Costo scatole cartone}(50x50x30 - 60x40x20) = \frac{2,31\text{€} + 1,04\text{€}}{2} = 1,675\text{€} \approx 2,00\text{€}$$

$$\text{Costo scatole cartone}(60x40x40 - 80x56x60) = \frac{1,04\text{€} + 5,62\text{€}}{2} = 3,33\text{€} \approx 3,50\text{€}$$

Il costo di riferimento di ciascun contenitore è stato poi moltiplicato per il volume medio di confezioni al mese, sommando tali valori si è ottenuto il costo mensile per il materiale imballaggio:

$$\text{Costo mensile}(\text{Scatole cartone } 25x20x20 - 35x30x20 - 40x30x30) = 0,55\text{€} * 170 = 93,50\text{€}$$

$$\text{Costo mensile}(\text{Scatole cartone } 50x50x30 - 60x40x20) = 2,00\text{€} * 55 = 110,00\text{€}$$

$$\text{Costo mensile}(\text{Scatole cartone } 60x40x40 - 80x56x60) = 3,50\text{€} * 45 = 157,50\text{€}$$

$$\text{Costo mensile}(\text{Casse legno tipo 1}) = 9,90\text{€} * 40 = 396,00\text{€}$$

$$\text{Costo mensile}(\text{Casse legno tipo 2}) = 14,40\text{€} * 10 = 144,00\text{€}$$

$$\text{Costo mensile}(\text{Casse legno tipo 3}) = 7,30\text{€} * 25 = 182,50\text{€}$$

$$\text{Costo mensile}(\text{Casse legno tipo 4}) = 11,40\text{€} * 10 = 114,00\text{€}$$

$$\text{Costo mensile}(\text{Europallet } 120x80) = 6,60\text{€} * 90 = 594,00\text{€}$$

$$\text{Costo mensile}(\text{Europallet } 120x80 + \text{Coperchio } 120x80) = 15,70\text{€} * 84 = 1.318,80\text{€}$$

$$\text{Costo mensile}(\text{Paretali } 120x80x20) = 7,50\text{€} * 100 = 750,00\text{€}$$

$$\text{Costo mensile}(\text{Europallet } 80x60) = 3,84\text{€} * 60 = 230,40\text{€}$$

$$\text{Costo mensile}(\text{Europallet } 80x60 + \text{Coperchio } 80x60) = 8,60\text{€} * 60 = 516,00\text{€}$$

$$\text{Costo mensile}(\text{Paretali } 80x60) = 5,65\text{€} * 80 = 452,00\text{€}$$

*Costo mensile TOTALE*

$$= 93,50\text{€} + 110,00\text{€} + 157,50\text{€} + 396,00\text{€} + 154,00\text{€} + 182,50\text{€} + 114,00\text{€}$$

$$+ 594,00\text{€} + 1.318,80\text{€} + 750,00\text{€} + 230,40\text{€} + 516,00\text{€} + 452,00\text{€} = 5.068,70\text{€}$$

Per i consumi di materiale ausiliario si è dovuta effettuare una stima in fase di offerta, eseguita dal responsabile alla qualità ed esperto in soluzioni di packaging industriale, conoscendo solo le informazioni relative alle dimensioni delle scatole. Nell'analisi si è supposto di ricoprire con il materiale ausiliario la superficie interna di ciascun contenitore e di considerare l'utilizzo di ciascun materiale ausiliario per tutte le confezioni. I materiali considerati sono quelli richiesti da Comau nel capitolato presentato nel paragrafo 3.1 e sono i seguenti:

- Olio "Petronas Mecafluid P116 o P100 (ml/imballo)
- Pluriball/sacchetto istapack (m<sup>2</sup>)
- Carta oliata (m<sup>2</sup>)
- Materiale riempitivo (carta padpack o simile) (mtl)
- Accoppiato barriera (m<sup>2</sup>)
- Sali disidratanti (n° bustine da 1/8 UD)

- Busta adesiva trasparente per DDT (n°)
- Reggetta
- Travetti in legno da chiodare per fissare di dimensioni, in centimetri, 240x4x4,5

Come si può osservare in *tabella 5.42*, si sono calcolate le quantità di materiale ausiliario per ciascuna tipologia di imballo e successivamente il costo associato.

Una volta calcolato il costo unitario del materiale ausiliario per ciascun imballo si è stimato il costo mensile considerando il volume medio di confezioni al mese:

$$\text{Costo mensile ausiliario (Scatole cartone 25x20x20 - 35x30x20 - 40x30x30)} = 1,05 \text{ €} * 170 \\ = 177,97\text{€}$$

$$\text{Costo mensile ausiliario(Scatole cartone 50x50x30 - 60x40x20)} = 2,93\text{€} * 55 = 161,38\text{€}$$

$$\text{Costo mensile ausiliario (Scatole cartone 60x40x40 - 80x56x60)} = 5,10\text{€} * 45 = 229,69\text{€}$$

$$\text{Costo mensile ausiliario (Casse legno tipo 1)} = 3,17\text{€} * 40 = 126,91\text{€}$$

$$\text{Costo mensile ausiliario (Casse legno tipo 2)} = 5,14\text{€} * 10 = 51,44\text{€}$$

$$\text{Costo mensile ausiliario (Casse legno tipo 3)} = 1,77\text{€} * 25 = 44,30\text{€}$$

$$\text{Costo mensile ausiliario(Casse legno tipo 4)} = 4,54\text{€} * 10 = 45,38\text{€}$$

$$\text{Costo mensile ausiliario(Europallet 120x80)} = 0,21\text{€} * 90 = 18,98\text{€}$$

$$\text{Costo mensile ausiliario (Europallet 120x80 + Coperchio 120x80)} = 8,23\text{€} * 84 = 690,98\text{€}$$

$$\text{Costo mensile ausiliario(Europallet 80x60)} = 0,17\text{€} * 60 = 10,35\text{€}$$

$$\text{Costo mensile ausiliario (Europallet 80x60 + Coperchio 80x60)} = 4,72\text{€} * 60 = 283,13\text{€}$$

*Costo mensile TOTALE*

$$= 177,97\text{€} + 161,38\text{€} + 229,69\text{€} + 126,91\text{€} + 51,44\text{€} + 44,30\text{€} + 45,38\text{€} + 18,98\text{€} \\ + 690,98\text{€} + 10,35\text{€} + 283,13\text{€} = 1.840,50 \text{ €}$$

Di seguito sono riportate le *tabelle 5.41 e 5.42* che sono state appena analizzate.

| Confezionamento  | Driver      | TOT                   | 1.ma misura    |               | 2.nda misura |               | 3.za misura |               | COSTO RIFERIMENTO | Costo mensile materiale di imballaggio |
|--|-------------|-----------------------|----------------|---------------|--------------|---------------|-------------|---------------|-------------------|--|
|  |             | Volume medio mese tot | forn1          | forn2         | forn1        | forn2         | forn1       | forn2         |                   |  |
| Scatole cartone doppia onda piccole (25x20x20-35x30x20-40x30x30) | numero/mese | 170                   | 0,80 €         | <b>0,38 €</b> | 1,15 €       | <b>0,55 €</b> | 1,44 €      | <b>0,66 €</b> | 0,55 €            | 93,50 €                                |
| Scatole cartone doppia onda medie (50x50x30-60x40x20)            | numero/mese | 55                    | <b>2,31 €</b>  | 3,20 €        | 1,89 €       | <b>1,04 €</b> | --          | --            | 2,00 €            | 110,00 €                               |
| Scatole cartone doppia onda grandi (60x40x40-80x56x60)           | numero/mese | 45                    | 2,14 €         | <b>1,04 €</b> | 8,19 €       | <b>5,62 €</b> | --          | --            | 3,50 €            | 157,50 €                               |
| Casse in legno/compensato fenolico tipo 1 (45x35x47-46x29x53)    | numero/mese | 40                    | <b>9,90 €</b>  | 27,85 €       | --           | --            | --          | --            | 9,90 €            | 396,00 €                               |
| Casse in legno/compensato fenolico tipo 2 (54x26x53-80x60x42)    | numero/mese | 10                    | <b>15,40 €</b> | 31,70 €       | --           | --            | --          | --            | 15,40 €           | 154,00 €                               |
| Casse in legno/compensato fenolico tipo 3 (35x25x35)             | numero/mese | 25                    | <b>7,30 €</b>  | 20,45 €       | --           | --            | --          | --            | 7,30 €            | 182,50 €                               |
| Casse in legno/compensato fenolico tipo 4 (60x40x50)             | numero/mese | 10                    | <b>11,40 €</b> | 31,70 €       | --           | --            | --          | --            | 11,40 €           | 114,00 €                               |
| Europallet 120x80  | numero/mese | 90                    | 9,50 €         | <b>6,60 €</b> | --           | --            | --          | --            | 6,60 €            | 594,00 €                               |
| Europallet 120x80 + coperchio 120x80                             | numero/mese | 84                    | <b>15,70 €</b> | --            | --           | --            | --          | --            | 15,70 €           | 1.318,80 €                             |
| Paretili 120x80x20   | numero/mese | 100                   | <b>7,50 €</b>  | 21,80 €       | --           | --            | --          | --            | 7,50 €            | 750,00 €                               |
| Europallet 80x60   | numero/mese | 60                    | 5,20 €         | <b>3,84 €</b> | --           | --            | --          | --            | 3,84 €            | 230,40 €                               |
| Europallet 80x60 + coperchio 80x60                               | numero/mese | 60                    | <b>8,60 €</b>  | --            | --           | --            | --          | --            | 8,60 €            | 516,00 €                               |
| Paretili 80x60   | numero/mese | 80                    | <b>5,65 €</b>  | 27,82 €       | --           | --            | --          | --            | 5,65 €            | 452,00 €                               |
|  |             |                       |                |               |              |               |             |               |                   | <b>5.068,70 €</b>                      |

Tabella 5.41: Stima dei costi mensili di materiale di imballaggio.

| Confezionamento  | Driver  | Volume medio mese tot | largh riferimento (cm) | lungh riferimento (cm) | altezza riferimento (cm) | superficie laterale di riferimento (mq) | volume di riferimento (mc) | 8,43   | costo x OLIO | 0,51   | costo x PLURIBALL | 2,61   | strato di carta oliata sopra il pluriball (mq) | 0,21   | costo x CARTA OLEATA | 0,21   | riempimenti per fissare (carta padpack o simile) (mtl) | 110,26 | accoppiato barriera (mq) | 14,73  | Sali disidratanti (n° bustine da 1/8 UD) | 0,022      | costo x SALI DISIDRATANTI | 47,92  | busta adesiva trasparente x DDI (n°) | 1,15   | costo x BUSTA TRASPARENTE | reggetta | costo x REGGETTA | travetti in legno da chiodare per fissare 240x4x4,5 | costo x TRAVETTI | COSTO AUSILIARI (NO CONTENITORE) € / IMBALLO | Costo mensile materiale ausiliario |
|--|---------|-----------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|---|----------------------------|--------|--------------|--------|-------------------|--------|--|--------|----------------------|--------|--|--------|--------------------------|--------|--|------------|---------------------------|--------|--------------------------------------|--------|---------------------------|----------|------------------|---|------------------|--|------------------------------------|
|  |         |                       |                        |                        |                          |   |                            | €/t    |              | €/mq   |                   | €/kg   |  | €/mtl  |                      | €/role |  | €/box  |                          | €/role |  | €/travetto |                           |        |                                      |        |                           |          |                  |   |                  |  |                                    |
| Scatole cartone doppia onda piccole (25x20x20-35x30x20-40x30x30) | n./mese | 170                   | 35                     | 25                     | 25                       | 0,48                                    | 0,02                       | 32,81  | 0,28 €       | 0,48   | 0,24 €            | 0,09   | 0,02 €   | 0,44   | 0,09 €               | 0,09 € | 0,48   | 0,26 € | 2,00                     | 0,15 € | 0,50                                     | 0,01 €     | - €                       | - €    | - €                                  | - €    | - €                       | - €      | 1,05 €           | 177,97 €  |                  |  |                                    |
| Scatole cartone doppia onda medie (50x50x30-60x40x20)            | n./mese | 55                    | 55                     | 25                     | 1,16                     | 0,08                                    | 113,44                     | 0,96 € | 1,16         | 0,59 € | 0,30              | 0,06 € | 1,51   | 0,32 € | 1,16                 | 0,64 € | 5,00   | 0,37 € | 0,50                     | 0,01 € | - €                                      | - €        | - €                       | - €    | - €                                  | - €    | - €                       | 2,93 €   | 161,38 €         |   |                  |  |                                    |
| Scatole cartone doppia onda grandi (60x40x40-80x56x60)           | n./mese | 45                    | 70                     | 48                     | 50                       | 1,85                                    | 0,17                       | 252,00 | 2,12 €       | 1,85   | 0,94 €            | 0,34   | 0,06 €   | 1,68   | 0,35 €               | 1,85   | 1,02 €   | 8,00   | 0,59 €                   | 0,50   | 0,01 €                                   | - €        | - €                       | - €    | - €                                  | - €    | - €                       | 5,10 €   | 229,69 €         |   |                  |  |                                    |
| Casse in legno/compensato fenolico tipo 1 (45x35x47-46x29x53)    | n./mese | 40                    | 45                     | 33                     | 50                       | 1,08                                    | 0,07                       | 111,38 | 0,94 €       | 1,08   | 0,55 €            | 0,15   | 0,03 €   | 0,74   | 0,16 €               | 1,08   | 0,59 €   | 5,00   | 0,37 €                   | 1,00   | 0,02 €                                   | - €        | - €                       | 1,08 € | 0,52 €                               | 0,52 € | - €                       | 3,17 €   | 126,91 €         |   |                  |  |                                    |
| Casse in legno/compensato fenolico tipo 2 (54x26x53-80x60x42)    | n./mese | 10                    | 67                     | 43                     | 48                       | 1,63                                    | 0,14                       | 207,43 | 1,75 €       | 1,63   | 0,83 €            | 0,29   | 0,05 €   | 1,44   | 0,30 €               | 1,63   | 0,90 €   | 7,00   | 0,52 €                   | 1,00   | 0,02 €                                   | - €        | - €                       | 1,61 € | 0,77 €                               | 0,77 € | - €                       | 5,14 €   | 51,44 €          |   |                  |  |                                    |
| Casse in legno/compensato fenolico tipo 3 (35x25x35)             | n./mese | 25                    | 35                     | 25                     | 35                       | 0,60                                    | 0,03                       | 45,94  | 0,39 €       | 0,60   | 0,30 €            | 0,09   | 0,02 €   | 0,44   | 0,09 €               | 0,60   | 0,33 €   | 3,00   | 0,22 €                   | 1,00   | 0,02 €                                   | - €        | - €                       | 0,84 € | 0,40 €                               | 0,40 € | - €                       | 1,77 €   | 44,30 €          |   |                  |  |                                    |
| Casse in legno/compensato fenolico tipo 4 (60x40x50)             | n./mese | 10                    | 60                     | 40                     | 50                       | 1,48                                    | 0,12                       | 180,00 | 1,52 €       | 1,48   | 0,75 €            | 0,24   | 0,04 €   | 1,20   | 0,25 €               | 1,48   | 0,82 €   | 6,00   | 0,44 €                   | 1,00   | 0,02 €                                   | - €        | - €                       | 1,44 € | 0,69 €                               | 0,69 € | - €                       | 4,54 €   | 45,38 €          |   |                  |  |                                    |
| Europallet 120x80  | n./mese | 90                    | #                      |                        |                          | 0,00                                    | 0,00                       | 0,00   | - €          | 0,00   | - €               | 0,00   | - €  | 0,00   | - €                  | 0,00   | - €  | 0,00   | - €                      | 0,00   | - €                                      | - €        | 6,60 €                    | 0,21 € | - €                                  | - €    | - €                       | 0,21 €   | 18,98 €          |   |                  |  |                                    |
| Europallet 120x80 + coperchio 120x80                             | n./mese | 84                    | #                      | 80                     | 24                       | 2,87                                    | 0,23                       | 342,86 | 2,89 €       | 2,87   | 1,46 €            | 0,96   | 0,18 €   | 4,80   | 1,01 €               | 2,87   | 1,58 €   | 12,00  | 0,88 €                   | 1,00   | 0,02 €                                   | 6,20 €     | 0,20 €                    | - €    | - €                                  | - €    | - €                       | 8,23 €   | 690,98 €         |   |                  |  |                                    |
| Parellati 120x80x20  | n./mese | 100                   |                        |                        |                          | 0,00                                    | 0,00                       | 0,00   | - €          | 0,00   | - €               | 0,00   | - €  | 0,00   | - €                  | 0,00   | - €  | 0,00   | - €                      | 0,00   | - €                                      | - €        | - €                       | - €    | - €                                  | - €    | - €                       | - €      | - €              | - €   |                  |  |                                    |
| Europallet 80x60   | n./mese | 60                    |                        |                        |                          | 0,00                                    | 0,00                       | 0,00   | - €          | 0,00   | - €               | 0,00   | - €  | 0,00   | - €                  | 0,00   | - €  | 0,00   | - €                      | 0,00   | - €                                      | - €        | 5,40 €                    | 0,17 € | - €                                  | - €    | - €                       | 0,17 €   | 10,35 €          |   |                  |  |                                    |
| Europallet 80x60 + coperchio 80x60                               | n./mese | 60                    | 80                     | 60                     | 27                       | 1,71                                    | 0,13                       | 192,00 | 1,62 €       | 1,71   | 0,87 €            | 0,48   | 0,09 €   | 2,40   | 0,50 €               | 1,71   | 0,94 €   | 7,00   | 0,52 €                   | 1,00   | 0,02 €                                   | 5,00 €     | 0,16 €                    | - €    | - €                                  | - €    | - €                       | 4,72 €   | 283,13 €         |   |                  |  |                                    |
| Parellati 80x60  | n./mese | 80                    |                        |                        |                          | 0,00                                    | 0,00                       | 0,00   | - €          | 0,00   | - €               | 0,00   | - €  | 0,00   | - €                  | 0,00   | - €  | 0,00   | - €                      | 0,00   | - €                                      | - €        | - €                       | - €    | - €                                  | - €    | - €                       | - €      | - €              | - €   |                  |  |                                    |
|  |         |                       |                        |                        |                          |   |                            |        |              |        |                   |        |  |        |                      |        |  |        |                          |        |  |            |                           |        |                                      |        |                           |          |                  | <b>1.840,50 €</b>                                   |                  |  |                                    |

Tabella 5.42: Stima dei costi mensili di materiale ausiliario

### Running magazzino

Nella voce running magazzino si considerano i costi assicurativi della Polizza di Responsabilità Civile verso Terzi ed Operai prestatori di lavoro (RCT-RCO) che assicura il risarcimento dei danni involontariamente causati a terzi nell'esercizio della propria attività, compresi i rischi connessi con l'utilizzo di macchinari il cui costo fisso unitario è  $500 \frac{\text{€}}{\text{anno}}$ .

### Investimenti magazzino

Nella voce investimenti di magazzino si stimano i costi annuali, da ammortizzare in 3 anni ad un tasso del 4%, visualizzabili in *tabella 5.43*, da sostenere per l'acquisto della gru con paranco, della bilancia conta-pezzi e i costi per la realizzazione della segnaletica aziendale interna come la segnaletica di delimitazione di percorsi per pedoni o carrelli e quella identificare le aree funzionali o ciascuna BU.

Il valore unitario per la realizzazione della segnaletica orizzontale e verticale è di 3.000€, si stimano i costi annuali con un ammortamento di 3 anni, durata della commessa per Comau, ad un tasso del 4% e presentati in *tabella 5.43*:

$$\text{Valore annuo}(\text{Segnaletica orizzontale e verticale}) = \frac{3.000\text{€} * 0,04}{1 - (1 + 0,04)^{-3}} = 1.081 \text{ €}$$

Il valore unitario per l'investimento della gru con paranco è di 5.000€, si stimano i costi annuali con un ammortamento di 3 anni, durata della commessa per Comau, ad un tasso del 4% e presentati in *tabella 5.43*:

$$\text{Valore annuo}(\text{Gru con paranco}) = \frac{5.000\text{€} * 0,04}{1 - (1 + 0,04)^{-3}} = 1.802 \text{ €}$$

Il valore unitario per l'investimento della bilancia conta-pezzi è di 200€, si stimano i costi annuali con un ammortamento di 3 anni, durata della commessa per Comau, ad un tasso del 4% e presentati in *tabella 5.43*:

$$\text{Valore annuo}(\text{Gru con paranco}) = \frac{200\text{€} * 0,04}{1 - (1 + 0,04)^{-3}} = 72 \text{ €}$$

|                                     | Valore unitario | Qtà | Valore totale | Anni amm. | Valore anno |
|-------------------------------------|-----------------|-----|---------------|-----------|-------------|
| Segnaletica orizzontale e verticale | 3.000,00 €      | 1   | 3.000,00 €    | 3         | 1.081,05 €  |
| Gru con paranco                     | 5.000,00 €      | 1   | 5.000,00 €    | 3         | 1.801,74 €  |
| Bilancia conta-pezzi                | 200,00 €        | 1   | 200,00 €      | 3         | 72,07 €     |

Tabella 5.43: Stima dei costi di investimento magazzino.

### Investimenti ICT

Nella voce investimenti ICT si stimano i costi annuali da sostenere per l'acquisto degli strumenti ICT, nello specifico due nuovi palmari, un pc per la risorsa dell'ufficio logistico, la stampante Zebra per la stampa delle etichette e la configurazione del software per il cliente Comau.

Il valore unitario per configurazione del software è di 5.000€, si stimano i costi annuali con un ammortamento di 3 anni, durata della commessa per Comau, ad un tasso del 4% e presentati in *tabella 5.44*:

$$\text{Valore annuo(Configurazione Software)} = \frac{5.000€ * 0,04}{1 - (1 + 0,04)^{-3}} = 1.802€$$

Il valore unitario per l'acquisto di un palmare è di 1.000€, si stimano i costi annuali con un ammortamento di 3 anni, durata della commessa per Comau, ad un tasso del 4% e presentati in *tabella 5.44*:

$$\text{Valore annuo(Palmari)} = \frac{(1.000€ * 2) * 0,04}{1 - (1 + 0,04)^{-3}} = 721€$$

Il valore unitario per l'acquisto del pc è di 1.000€, si stimano i costi annuali con un ammortamento di 3 anni, durata della commessa per Comau, ad un tasso del 4% e presentati in *tabella 5.44*:

$$\text{Valore annuo(Pc)} = \frac{1.000€ * 0,04}{1 - (1 + 0,04)^{-3}} = 360€$$

Il valore unitario per l'acquisto della stampante Zebra è di 2.500€, si stimano i costi annuali con un ammortamento di 3 anni, durata della commessa per Comau, ad un tasso del 4% e presentati in *tabella 5.44*:

$$\text{Valore annuo(Stampante Zebra)} = \frac{2.500€ * 0,04}{1 - (1 + 0,04)^{-3}} = 901€$$

|                         | Valore unitario | Qtà | Valore totale | Anni amm. | Valore anno |
|-------------------------|-----------------|-----|---------------|-----------|-------------|
| Configurazione Software | 5.000,00 €      | 1   | 5.000,00 €    | 3         | 1.801,74 €  |
| Palmari                 | 1.000,00 €      | 2   | 2.000,00 €    | 3         | 720,70 €    |
| Pc                      | 1.000,00 €      | 1   | 1.000,00 €    | 3         | 360,35 €    |
| Stampante zebra         | 2.500,00 €      | 1   | 2.500,00 €    | 3         | 900,87 €    |

*Tabella 5.44: Stima dei costi annuali per investimenti ICT.*

### 5.5.2 Pricing grid

Per la realizzazione della pricing grid è necessario esaminare su quali attività e con quale percentuale ciascuna voce di costo incide alla formazione delle tariffe. Di seguito si illustra la logica utilizzata per l'attribuzione delle tariffe, ma per motivi di privacy non vengono mostrati i valori del margine e delle tariffe offerte.

Per ciascun dato presentato nel Paragrafo 3.2, per cui è richiesta la quotazione della tariffa si associano i tempi in termini di FTE, calcolati nel Capitolo 5, così da poter calcolare la percentuale con cui ciascuna attività incide sui costi.

Tenendo in considerazione, come si è visto nel Paragrafo 5.1.1, che il tempo effettivo di lavoro giornaliero e per turno in termini di FTE è di 450 minuti, quindi un minuto corrisponde a 0,0022 FTE ( $1 \text{ min} = 0,0022 \text{ FTE}$ ), nella *tabella 5.45* si presentano le attività da quotare e i tempi associati a ciascuna di esse espressi in FTE per turno e anche l'incidenza di ciascuna sul totale del tempo complessivo. Tali percentuali vengono considerate perché le voci di costo che non sono direttamente attribuibili ad una specifica attività, come le voci di costo generali, si devono splittare su tutte le attività proprio considerando la loro incidenza in termini di tempo. Per determinate voci di costo è però necessario considerare l'incidenza per ciascun caso specifico.

| ATTIVITA'  | FTE per turno (min) | FTE per turno (%) |
|--|---------------------|-------------------|
| <b>ETICHETTATURA PEZZI</b>   | <b>0,005</b>        | <b>0,18%</b>      |
| Ricevimento, controllo 1° livello ed etichettatura   | 0,0341              | 7,52%             |
| Movimentazione in area spedizione  | 0,0672              |                   |
| Movimentazione per carico mezzi  | 0,0671              |                   |
| Ubicazione pallet automation   | 0,0055              |                   |
| Ubicazione pallet robotics   | 0,0284              |                   |
| Ubicazione pallet machining  | 0,0184              |                   |
| <b>MOVIMENTAZIONE PALLET IN &amp; OUT</b>  | <b>0,221</b>        | 27,84%            |
| Gestione documenti in  | 0,1825              |                   |
| Gestione ordini di spedizione  | 0,2700              |                   |
| Gestione documenti out   | 0,3651              | 8,44%             |
| <b>GESTIONE DOCUMENTI IN/OUT</b>   | <b>0,818</b>        |                   |
| L'addetto effettua a terminale la registrazione dei DDT consegnati - inserimento righe a sistema | 0,1712              |                   |
| Divisione etichette e attaccare etichette  | 0,0425              |                   |
| Ricevimento, controllo 1° livello ed etichettatura   | 0,0341              | 47,00%            |
| <b>RIGA ORDINE IN</b>  | <b>0,248</b>        |                   |
| Inserimento righe d'ordine su sistema  | 0,2567              |                   |
| Ciclo prelievo pallet machining  | 0,2615              |                   |
| Ciclo prelievo pallet robotics   | 0,5263              |                   |
| Ciclo prelievo pallet automation   | 0,0789              |                   |
| Inserimento dati a sistema   | 0,2567              | 9,02%             |
| <b>RIGA ORDINE OUT</b>   | <b>1,380</b>        |                   |
| Confezionamento ricambi leggeri - scatole di cartone   | 0,106               |                   |
| Confezionamento ricambi pesanti - europallet+coperchio+parietali                                 | 0,119               | 9,02%             |
| Confezionamento ricambi <18 - casse di legno   | 0,040               |                   |
| <b>CONFEZIONAMENTO</b>   | <b>0,265</b>        | 100%              |
| <b>TOTALE FTE</b>  | <b>2,936</b>        |                   |

Tabella 5.45: Tempi associati alle attività da quotare.

Nella voce area stock si quotano i 300 m<sup>2</sup> da riservare per lo stoccaggio a terra mentre nella quotazione del posto pallet si considerano i restanti 680 m<sup>2</sup> occupati dal cliente. Si calcola la percentuale di incidenza delle singole voci:

$$\%area\ stock = \frac{300}{300 + 680} * 100 = 30,61\%$$

$$\%posti\ pallet = \frac{680}{300 + 680} * 100 = 69,39\%$$

Ciascuna voce di costo viene attribuita in percentuale alle attività di competenza; le voci di costo generali vengono splittate su tutte le attività.

Dopo aver associato tutti i costi, per ciascuna attività si sommano i costi di competenza ottenendo il costo totale annuale e quindi, dividendo per 12, si calcola il costo mensile.

$$costo\ mensile\ attività = \frac{\sum\ costo\ totale\ annuale}{12}$$

Tale valore viene poi diviso per il volume mensile totale associato a ciascuna attività, ad esempio il pallet/mese o righe ordine/mese, così da calcolarne il costo unitario:

$$costo\ unitario\ attività = \frac{costo\ mensile\ attività}{volume\ medio\ mensile}$$

attribuendo poi un margine si calcola la tariffa:

$$tariffa = costo\ unitario * (1 + margine\%)$$

Lo stesso procedimento appena illustrato viene utilizzato per l'attribuzione delle tariffe per le singole tipologie di confezioni.

Nelle *figure 5.13 e 5.14* sono presentate le matrici di calcolo delle tariffe.

|                        |   | N°   | costo unit. | costo tot.       |
|------------------------|---|------|-------------|------------------|
| MdO                    | Personale - carrellista in e out                | 0,10 | 31.757 €    | 3.176 €          |
|                        | Personale amministrativo (Ufficio logistico)    | 1,00 | 33.389 €    | 33.389 €         |
|                        | Personale - Pickerista                          | 1,00 | 31.757 €    | 31.757 €         |
|                        | Personale- Confezionatore                       | 0,30 | 30.281 €    | 9.084 €          |
|                        | Assenteismo                                     | 0,12 | 32.252 €    | 3.870 €          |
|                        | Δgiorni lavorati e lavorabili                   | 0,14 | 32.252 €    | 4.398 €          |
|                        | Site manager                                    | 0,25 | 60.000 €    | 15.000 €         |
|                        | DPI   | 2,91 | 250 €       | 727 €            |
| Area                   | Area occupata                                   | 980  | 54 €        | 52.920 €         |
|                        | Utilities                                       | 980  | 6 €         | 5.880 €          |
|                        | Scaffalature (Investimento)                     |      |             | 9.374 €          |
| MHE                    | Carrelli frontali                               | 0,10 | 450 €       | 540 €            |
|                        | Carrelli retrattili                             | 1,00 | 670 €       | 8.040 €          |
|                        | Transpallet manuale con bilancia (Investimento) |      |             | 541 €            |
| Running ICT            | Connettività ICT                                | 12,0 | 400 €       | 4.800 €          |
|                        | Manutenzione e Assistenza ICT                   | 1,0  | 1.000 €     | 1.000 €          |
| Mat. Consumabili       | Mat. Imballaggio                                | 12,0 | 5.069 €     | 60.824 €         |
|                        | Mat. Ausiliario                                 | 12,0 | 1.841 €     | 22.086 €         |
|                        | Mat. Cancelleria                                | 12,0 | 200 €       | 2.400 €          |
|                        | Etichette e nastri Ribbon                       | 12,0 | 250 €       | 3.000 €          |
| Running Magazzino      | Assicurazione RCO- RCT                          | 1,0  | 500 €       | 500 €            |
| Investimenti magazzino | Segnaletica orizzontale e verticale             |      |             | 1.081 €          |
|                        | Gru con paranco                                 |      |             | 1.802 €          |
|                        | Bilancia contapezzi                             |      |             | 72 €             |
| Investimenti ICT       | Configurazione Software                         |      |             | 1.802 €          |
|                        | Palmar  |      |             | 721 €            |
|                        | Pc  |      |             | 360 €            |
|                        | Stampante Zebra                                 |      |             | 3.603 €          |
|                        |   |      |             | <b>282.747 €</b> |

|                   |
|-------------------|
| pallet/mese       |
| etichette/mese    |
| documenti/mese    |
| righe ordine/mese |
| righe ordine/mese |
| Posti Pallet      |
| mq                |

| Movimentazione Pallet in & out | Etichettatura pezzi | Gestione documenti In/out | Riga ordine in    | Riga ordine out    | CONFEZIONAMENTO    | Posti Pallet       | Area a terra       |
|--------------------------------|---------------------|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 0,207                          | 0,005               | 0,766                     | 0,232             | 1,294              | 0,248              | 680                | 300                |
| 7,52%                          | 0,19%               | 27,84%                    | 8,44%             | 47,00%             | 9,02%              | 69,39%             | 30,61%             |
| 3.097,97 €                     | 77,70 €             |                           |                   |                    |                    |                    |                    |
|                                |                     | 11.162,32 €               | 3.383,72 €        | 18.842,76 €        |                    |                    |                    |
|                                |                     |                           |                   | 31.756,70 €        |                    |                    |                    |
|                                |                     |                           |                   |                    | 9.084 €            |                    |                    |
| 290,94 €                       | 7,30 €              | 1.077,51 €                | 326,63 €          | 1.818,91 €         | 348,99 €           |                    |                    |
| 330,61 €                       | 8,29 €              | 1.224,44 €                | 371,18 €          | 2.066,95 €         | 396,58 €           |                    |                    |
| 1.127,57 €                     | 28,28 €             | 4.176,10 €                | 1.265,93 €        | 7.049,54 €         | 1.352,57 €         |                    |                    |
| 54,62 €                        | 1,37 €              | 202,29 €                  | 61,32 €           | 341,48 €           | 65,52 €            |                    |                    |
|                                |                     |                           |                   |                    |                    | 36.720 €           | 16.200 €           |
|                                |                     |                           |                   |                    |                    | 4.080 €            | 1.800 €            |
|                                |                     |                           |                   |                    |                    | 9.374 €            |                    |
| 540 €                          |                     |                           |                   |                    |                    |                    |                    |
| 1.108,67 €                     |                     |                           |                   | 6.931,33 €         |                    |                    |                    |
|                                |                     |                           |                   |                    |                    |                    |                    |
|                                |                     |                           |                   |                    | 541 €              |                    |                    |
| 360,82 €                       | 9,05 €              | 1.336,35 €                | 405,10 €          | 2.255,85 €         | 432,82 €           |                    |                    |
| 75,17 €                        | 1,89 €              | 278,41 €                  | 84,40 €           | 469,97 €           | 90,17 €            |                    |                    |
|                                |                     |                           |                   |                    | 60.824 €           |                    |                    |
|                                |                     | 2.400 €                   |                   |                    | 22.086 €           |                    |                    |
| 2.926,60 €                     | 73,40 €             |                           |                   |                    |                    |                    |                    |
| 37,59 €                        | 0,94 €              | 139,20 €                  | 42,20 €           | 234,98 €           | 45,09 €            |                    |                    |
| 81,26 €                        | 2,04 €              | 300,97 €                  | 91,24 €           | 508,06 €           | 97,48 €            |                    |                    |
|                                |                     |                           |                   |                    | 1.801,74 €         |                    |                    |
|                                |                     |                           |                   |                    | 72,07 €            |                    |                    |
| 135,44 €                       | 3,40 €              | 501,62 €                  | 152,06 €          | 846,76 €           | 162,47 €           |                    |                    |
| 54,18 €                        | 1,36 €              | 200,65 €                  | 60,82 €           | 338,71 €           | 64,99 €            |                    |                    |
| 27,09 €                        | 0,68 €              | 100,32 €                  | 30,41 €           | 169,35 €           | 32,49 €            |                    |                    |
| 270,88 €                       | 6,79 €              | 1.003,23 €                | 304,12 €          | 1.693,53 €         | 324,93 €           |                    |                    |
| <b>10.519,40 €</b>             | <b>222,49 €</b>     | <b>24.103,42 €</b>        | <b>6.579,12 €</b> | <b>75.324,89 €</b> | <b>97.823,27 €</b> | <b>50.174,04 €</b> | <b>18.000,00 €</b> |
| <b>876,62 €</b>                | <b>18,54 €</b>      | <b>2.008,62 €</b>         | <b>548,26 €</b>   | <b>6.277,07 €</b>  | <b>8.151,94 €</b>  | <b>4.181,17 €</b>  | <b>1.500,00 €</b>  |
|                                |                     |                           |                   |                    |                    |                    | <b>282.747 €</b>   |
|                                |                     |                           |                   |                    |                    |                    | <b>MENSILE</b>     |

|     |     |     |      |      |
|-----|-----|-----|------|------|
| 500 |     |     |      |      |
|     | 100 |     |      |      |
|     |     | 800 |      |      |
|     |     |     | 1200 |      |
|     |     |     |      | 1800 |
|     |     |     |      |      |
|     |     |     |      |      |

|      |     |
|------|-----|
|      |     |
|      |     |
|      |     |
|      |     |
|      |     |
| 1620 |     |
|      | 300 |

|          |             |        |        |        |
|----------|-------------|--------|--------|--------|
| 1,75 €   | 0,19 €      | 2,51 € | 0,46 € | 3,49 € |
| €/pallet | €/etichetta | €/doc  | €/riga | €/riga |

|               |           |
|---------------|-----------|
| 2,58 €        | 5,00 €    |
| €/pallet/mese | €/mq/mese |

Figura 5.13: Matrice di calcolo delle tariffe.



## Capitolo 6 – Conclusioni

In questo capitolo si presentano le conclusioni del presente lavoro di tesi.

Vengono prima di tutto illustrati i benefici ma anche le limitazioni riscontrate nello svolgimento del lavoro. Infine, si presentano alcuni miglioramenti che potrebbero permettere di svolgere il servizio per Comau Spa nel modo più efficace ed efficiente possibile.

### *6.1 Benefici del lavoro di tesi*

Questo progetto di tesi è nato nell'ambito della consulenza operativa per il cliente Comau per lo svolgimento dell'attività di approvvigionamento delle parti di ricambio e l'approccio utilizzato ha permesso, partendo dalle esigenze del cliente e dai vincoli dichiarati, di realizzare un progetto seguendo i dettami del Lean Management. Questo approccio ha quindi permesso di indagare gli aspetti tipici di una riorganizzazione di magazzino e allo stesso tempo quelli legati alla gestione di un nuovo progetto, partendo dalla ricezione di una richiesta d'offerta tecnico-economica fino alla presentazione della stessa. Tale presentazione ha avuto esito positivo e ha permesso all'azienda di aggiudicarsi la gara in atto, di conseguenza, l'implementazione del progetto è ora in corso d'opera.

Un aspetto molto positivo è che questo lavoro non si basa solo su un'analisi qualitativa ma, sostenuta dalle conoscenze teorico-scientifiche, permette all'autrice dell'elaborato di avvicinarsi alla realtà pratica del mondo del lavoro, nello specifico dando la possibilità di adottare e assimilare un insieme di tecniche e di applicazioni economico - matematiche che caratterizzano lo svolgimento di un qualsiasi progetto in ambito logistico.

### *6.2 Limitazioni del lavoro di tesi*

Le principali limitazioni riscontrate nell'affrontare il progetto sono legate all'assenza di alcuni dati specifici e alla mancanza di informazioni più dettagliate da parte di Comau che, in determinati casi, avrebbero potuto portare a decisioni differenti. È questo il caso dell'attività di confezionamento relativamente alla quale non sono stati assegnati dati precisi sul numero di materiali appartenenti alle varie categorie da spedire quindi, per simulare il processo di confezionamento, come si è visto nel Capitolo 4, si è dovuto ipotizzare l'utilizzo dello stesso materiale ausiliario per qualsiasi confezione. In presenza di altri dati si sarebbero ad esempio potuti considerare processi differenti in base alle diverse categorie di materiali. Un'altra decisione che avrebbe potuto avere esito differente è legata alla mancanza di dati

specifici relativi ai codici alto rotanti o basso rotanti. Se ci fosse stata tale conoscenza fin dall'inizio, forse, non si sarebbe optato per l'ubicazione aleatoria per lo stoccaggio della merce ma, ad esempio, per quella mista o semialeatoria in cui l'ubicazione specifica viene utilizzata per prodotti ad alta rotazione e quella aleatoria per i restanti.

Sicuramente per la progettazione si sono dovute fare alcune *assumption*, ma queste hanno permesso di formulare un'offerta valida sia tecnicamente che economicamente.

### 6.3 *Passi futuri*

Durante la fase di implementazione del progetto possono sorgere una serie di problematiche che non era possibile prevedere in fase di progettazione. In un'ottica di miglioramento continuo, nessun processo è perfetto ma può essere sempre migliorato, è quindi necessario affrontare con i mezzi e i metodi opportuni l'emergere di eventuali criticità.

L'autrice ha potuto partecipare alla fase iniziale di implementazione del progetto potendo subito riscontrare delle criticità, alcune di queste non prevedibili e non legate necessariamente a problemi nella progettazione.

Una prima criticità è stata riscontrata in fase di accettazione della merce in cui è capitato di trovare non completezza delle informazioni sui carichi in ingresso, illeggibilità o mancanza di etichettatura in ingresso, che causa sprechi in termini di aumento dei tempi di lavoro e un maggior rischio di errore. Tale criticità è legata essenzialmente al fatto che inizialmente la merce in ingresso arriva da un trasferimento e non direttamente dai fornitori.

Un'altra problematica riscontrata è che, poiché la merce arriva con diversa cadenza, può capitare che a volte lo stesso codice può trovarsi su pallet diversi e, di conseguenza, ubicato in celle differenti. Durante la fase di stoccaggio si potrebbe porre maggiore attenzione alla merce da immagazzinare e controllare se risulta già presente in magazzino grazie al sistema informatico di gestione dello stesso. L'azienda può anche valutare la possibilità di effettuare a posteriori un monitoraggio mediante l'utilizzo di KPI. Può, ad esempio, valutare la frammentazione di magazzino che permette di capire quanto la merce sia sparsa per il magazzino e di conseguenza quanto tempo si impiega per prelevare gli articoli. Una soluzione potrebbe essere quella di effettuare la compattazione di magazzino cercando di compattare gli articoli che si trovano in più ubicazioni in una sola ubicazione.

Una possibile soluzione nell'ottica di miglioramento dell'attività e di un aumento della produttività potrebbe essere la gestione della priorità di stoccaggio. Sulla base delle richieste ricevute sarebbe possibile valutare i codici alto rotanti e basso rotanti ed effettuare una

manutenzione della mappa di magazzino ottimizzando i percorsi di magazzino affinché le locazioni di difficile accesso ospitino i codici a bassa rotazione, mentre i codici ad alta rotazione vengano posizionati nei vani che hanno una buona accessibilità. Una soluzione di questo tipo potrebbe accorciare i percorsi e velocizzare le attività di picking. Non è stato possibile prenderla in considerazione durante la fase di progettazione a causa della mancanza di dati relativi alla diversa rotazione dei codici ma è una soluzione plausibile una volta che l'attività viene implementata. Dopo aver apportato questo miglioramento, per valutarne l'efficacia, l'azienda potrebbe prendere in considerazione l'utilizzo di un KPI come, ad esempio, la velocità di prelievo della merce valutando il tempo necessario per il prelevamento della merce.

In un'ottica di *continuous improvement* è naturale che ci siano attività da migliorare e potrebbe tornare utile una successiva mappatura dei processi effettuati per valutare l'eventuale presenza di attività a non valore aggiunto.

Il risultato di questo lavoro è comunque un progetto in fase di realizzazione che ha, in un'ottica *lean thinking*, come obiettivo principale per il futuro quello di svolgere l'attività in modo efficace ed efficiente, ridurre gli sprechi e migliorare in modo continuo e incrementale il servizio svolto per il cliente, intervenendo, laddove possibile, in maniera mirata e se necessario rivisitando i processi. Sicuramente un punto di forza e di successo è legato al supporto da parte delle persone e al coinvolgimento di tutti nel processo di miglioramento all'interno dell'azienda, dai responsabili fino agli operatori.

## Bibliografia

- Ancora, M. e Vendola, G., *Lean manufacturing: principi e metodi dell'organizzazione snella*  
www.auxosrl.it
- Caragnano, G. (2011), *Il sistema ERGO-MTM*, Workshop AMI
- Caragnano, G. e Lavatelli, I. (2012), *ERGO-MTM model: an integrated approach to set working times based upon standardized working performance and controlled biomechanical load*, Pricewaterhouse Coopers Advisory SpA, Operations, Milan, Italy Work 41, 4422-4427 DOI: 10.3233/WOR-2012-0740-4422
- Cunzi, V., Corti, D., Antognazza, A. (2015) *Lean logistics*, SDA Bocconi, Logistica Management, marzo 2015
- Denis L. M. de Almeida, João C. E. Ferreira, *Analysis of the Methods Time Measurement (MTM) Methodology through its Application in Manufacturing Companies*, Departamento de Engenharia Mecânica Universidade Federal de Santa Catarina, Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM2009, Middlesbrough, UK
- Faber, M., Przybysz, P., Latos, B., Mertens, A., Brandl, C., Finsterbusch, T., Härtel, J., Kuhlang, P. and Nitsch, V. (2019) *Empirical validation of the time accuracy of the novel process language Human Work Design (MTM-HWD®)*, Production & Manufacturing Research, 7:1, 350-363, DOI: 10.1080/21693277.2019.1621785
- Koptak, M., Džubáková, M., Vasilienė, V. and others (2017), *Work Standards in Selected Third Party Logistics Operations: MTM-LOGISTICS Case Study*, Procedia Engineering 187 pag.160-166
- Lean organization: introduzione ai principi e metodi dell'organizzazione snella*,  
www.leannovator.com
- Monte, A. (2009), *Elementi di impianti industriali*, Libreria Cortina, seconda edizione, Torino.
- Patacchia, L. (2017), *La disciplina dei tempi di lavoro nel sistema Ergo-UAS. Problemi e prospettive*, ADAPT Junior Research Fellow Working Paper n. 6
- Serpico, C. (2004), *Misurazione scientifica dei tempi e uso capitalistico delle macchine*
- Tuccino, F. (2010), *World Class Manufacturing e sistema ErgoUas*

## Sitografia

- [1] <https://www.fondazionergo.it/>
- [2] <https://www.logisticaefficiente.it/>
- [3] <https://www.mecalux.it/>
- [4] <https://www.considi.it/>
- [5] <https://www.jungheinrich.ch/>
- [6] <https://vitolavecchia.altervista.org/lean-production-principali-strumenti-della-produzione-snella-utilizzati-in-azienda/>
- [7] <http://v4business.blogspot.com/2014/12/il-metodo-dei-5-perche-nella-root-cause.html>
- [8] [https://www.unica.it/static/resources/cms/documents/MatFin\\_EGST\\_R.pdf](https://www.unica.it/static/resources/cms/documents/MatFin_EGST_R.pdf)
- [9] <http://www.multilogspa.com/it/>
- [10] <https://www.comau.com/it/>
- [11] <https://www.logisticamente.it/>
- [12] <https://www.easylean.it/>

## Allegato 1: Tabella movimenti UAS-MTM

| METODO | DESCRIZIONE  | TMU | Tbase (min) | Fmagg | Tstd (min) |
|--------|--|-----|-------------|-------|------------|
| UAS    | Prendere facile (<1kg) e piazzare circa (<=20cm)             | 20  | 0,012       | 1,1   | 0,0132     |
| UAS    | Prendere facile (<1kg) e piazzare circa (>20cm <=50 cm)      | 35  | 0,021       | 1,1   | 0,0231     |
| UAS    | Prendere facile (<1kg) e piazzare circa (>50 cm<=80cm)       | 50  | 0,03        | 1,1   | 0,033      |
| UAS    | Prendere facile (<1kg) e piazzare libero (<=20cm)            | 30  | 0,018       | 1,1   | 0,0198     |
| UAS    | Prendere facile (<1kg) e piazzare libero (>20cm <=50 cm)     | 45  | 0,027       | 1,1   | 0,0297     |
| UAS    | Prendere facile (<1kg) e piazzare libero (>50 cm<=80cm)      | 60  | 0,036       | 1,1   | 0,0396     |
| UAS    | Prendere facile (<1kg) e piazzare stretto (<=20cm)           | 40  | 0,024       | 1,1   | 0,0264     |
| UAS    | Prendere facile (<1kg) e piazzare stretto (>20cm <=50 cm)    | 55  | 0,033       | 1,1   | 0,0363     |
| UAS    | Prendere facile (<1kg) e piazzare stretto (>50 cm<=80cm)     | 70  | 0,042       | 1,1   | 0,0462     |
| UAS    | Prendere difficile (<1kg) e piazzare circa (<=20cm)          | 20  | 0,012       | 1,1   | 0,0132     |
| UAS    | Prendere difficile (<1kg) e piazzare circa (>20cm <=50 cm)   | 45  | 0,027       | 1,1   | 0,0297     |
| UAS    | Prendere difficile (<1kg) e piazzare circa (>50 cm<=80cm)    | 60  | 0,036       | 1,1   | 0,0396     |
| UAS    | Prendere difficile (<1kg) e piazzare libero (<=20cm)         | 30  | 0,018       | 1,1   | 0,0198     |
| UAS    | Prendere difficile (<1kg) e piazzare libero (>20cm <=50 cm)  | 55  | 0,033       | 1,1   | 0,0363     |
| UAS    | Prendere difficile (<1kg) e piazzare libero (>50 cm<=80cm)   | 70  | 0,042       | 1,1   | 0,0462     |
| UAS    | Prendere difficile (<1kg) e piazzare stretto (<=20cm)        | 40  | 0,024       | 1,1   | 0,0264     |
| UAS    | Prendere difficile (<1kg) e piazzare stretto (>20cm <=50 cm) | 65  | 0,039       | 1,1   | 0,0429     |
| UAS    | Prendere difficile (<1kg) e piazzare stretto (>50 cm<=80cm)  | 80  | 0,048       | 1,1   | 0,0528     |
| UAS    | Prendere manciata e piazzare circa (<=20cm)                  | 40  | 0,024       | 1,1   | 0,0264     |
| UAS    | Prendere manciata e piazzare libero (>20cm <=50 cm)          | 65  | 0,039       | 1,1   | 0,0429     |
| UAS    | Prendere manciata e piazzare stretto (>50 cm<=80cm)          | 80  | 0,048       | 1,1   | 0,0528     |
| UAS    | Prendere (>1kg a <=8kg) e piazzare circa (<=20cm)            | 25  | 0,015       | 1,1   | 0,0165     |
| UAS    | Prendere (>1kg a <=8kg) e piazzare circa (>20cm <=50 cm)     | 45  | 0,027       | 1,1   | 0,0297     |
| UAS    | Prendere (>1kg a <=8kg) e piazzare circa (>50 cm<=80cm)      | 55  | 0,033       | 1,1   | 0,0363     |
| UAS    | Prendere (>1kg a <=8kg) e piazzare libero (<=20cm)           | 40  | 0,024       | 1,1   | 0,0264     |
| UAS    | Prendere (>1kg a <=8kg) e piazzare libero (>20cm <=50 cm)    | 65  | 0,039       | 1,1   | 0,0429     |
| UAS    | Prendere (>1kg a <=8kg) e piazzare libero (>50 cm<=80cm)     | 75  | 0,045       | 1,1   | 0,0495     |
| UAS    | Prendere (>1kg a <=8kg) e piazzare stretto (<=20cm)          | 50  | 0,03        | 1,1   | 0,033      |
| UAS    | Prendere (>1kg a <=8kg) e piazzare stretto (>20cm <=50 cm)   | 75  | 0,045       | 1,1   | 0,0495     |
| UAS    | Prendere (>1kg a <=8kg) e piazzare stretto (>50 cm<=80cm)    | 85  | 0,051       | 1,1   | 0,0561     |
| UAS    | Prendere (>8kg a <=22kg) e piazzare circa (<=20cm)           | 80  | 0,048       | 1,1   | 0,0528     |
| UAS    | Prendere (>8kg a <=22kg) e piazzare circa (>20cm <=50 cm)    | 105 | 0,063       | 1,1   | 0,0693     |
| UAS    | Prendere (>8kg a <=22kg) e piazzare circa (>50 cm<=80cm)     | 115 | 0,069       | 1,1   | 0,0759     |
| UAS    | Prendere (>8kg a <=22kg) e piazzare libero (<=20cm)          | 95  | 0,057       | 1,1   | 0,0627     |
| UAS    | Prendere (>8kg a <=22kg) e piazzare libero (>20cm <=50 cm)   | 120 | 0,072       | 1,1   | 0,0792     |
| UAS    | Prendere (>8kg a <=22kg) e piazzare libero (>50 cm<=80cm)    | 130 | 0,078       | 1,1   | 0,0858     |
| UAS    | Prendere (>8kg a <=22kg) e piazzare stretto (<=20cm)         | 120 | 0,072       | 1,1   | 0,0792     |
| UAS    | Prendere (>8kg a <=22kg) e piazzare stretto (>20cm <=50 cm)  | 145 | 0,087       | 1,1   | 0,0957     |
| UAS    | Prendere (>8kg a <=22kg) e piazzare stretto (>50 cm<=80cm)   | 160 | 0,096       | 1,1   | 0,1056     |
| UAS    | Piazzare circa (<=20cm)                                      | 10  | 0,006       | 1,1   | 0,0066     |
| UAS    | Piazzare circa (>20cm <=50 cm)                               | 20  | 0,012       | 1,1   | 0,0132     |
| UAS    | Piazzare circa (>50 cm<=80cm)                                | 25  | 0,015       | 1,1   | 0,0165     |
| UAS    | Piazzare libero (<=20cm)                                     | 20  | 0,012       | 1,1   | 0,0132     |
| UAS    | Piazzare libero (>20cm <=50 cm)                              | 30  | 0,018       | 1,1   | 0,0198     |
| UAS    | Piazzare libero (>50 cm<=80cm)                               | 35  | 0,021       | 1,1   | 0,0231     |

|     |   |     |        |     |         |
|-----|---|-----|--------|-----|---------|
| UAS | Piazzare stretto (<=20cm)   | 30  | 0,018  | 1,1 | 0,0198  |
| UAS | Piazzare stretto (>20cm <=50 cm)  | 40  | 0,024  | 1,1 | 0,0264  |
| UAS | Piazzare stretto (>50 cm<=80cm)   | 45  | 0,027  | 1,1 | 0,0297  |
| UAS | Maneggiare mezzi ausiliari, piazzare circa (<=20cm)   | 25  | 0,015  | 1,1 | 0,0165  |
| UAS | Maneggiare mezzi ausiliari, piazzare circa (>20cm <=50 cm)  | 45  | 0,027  | 1,1 | 0,0297  |
| UAS | Maneggiare mezzi ausiliari, piazzare circa (>50 cm<=80cm)   | 65  | 0,039  | 1,1 | 0,0429  |
| UAS | Maneggiare mezzi ausiliari, piazzare libero (<=20cm)  | 40  | 0,024  | 1,1 | 0,0264  |
| UAS | Maneggiare mezzi ausiliari, piazzare libero (>20cm <=50 cm)   | 60  | 0,036  | 1,1 | 0,0396  |
| UAS | Maneggiare mezzi ausiliari, piazzare libero (>50 cm<=80cm)  | 75  | 0,045  | 1,1 | 0,0495  |
| UAS | Maneggiare mezzi ausiliari, piazzare stretto (<=20cm)   | 50  | 0,03   | 1,1 | 0,033   |
| UAS | Maneggiare mezzi ausiliari, piazzare stretto (>20cm <=50 cm)  | 70  | 0,042  | 1,1 | 0,0462  |
| UAS | Maneggiare mezzi ausiliari, piazzare stretto (>50 cm<=80cm)   | 85  | 0,051  | 1,1 | 0,0561  |
| UAS | Azionare semplice (<=20cm)  | 10  | 0,006  | 1,1 | 0,0066  |
| UAS | Azionare semplice (>20cm <=50 cm)   | 25  | 0,015  | 1,1 | 0,0165  |
| UAS | Azionare semplice (>50 cm<=80cm)  | 40  | 0,024  | 1,1 | 0,0264  |
| UAS | Azionare composto (<=20cm)  | 30  | 0,018  | 1,1 | 0,0198  |
| UAS | Azionare composto (>20cm <=50 cm)   | 45  | 0,027  | 1,1 | 0,0297  |
| UAS | Azionare composto (>50 cm<=80cm)  | 60  | 0,036  | 1,1 | 0,0396  |
| UAS | Singolo movimento (<=20cm)  | 5   | 0,003  | 1,1 | 0,0033  |
| UAS | Singolo movimento (>20cm <=50 cm)   | 15  | 0,009  | 1,1 | 0,0099  |
| UAS | Singolo movimento (>50 cm<=80cm)  | 20  | 0,012  | 1,1 | 0,0132  |
| UAS | Seguiti di movimenti (<=20cm)   | 10  | 0,006  | 1,1 | 0,0066  |
| UAS | Seguiti di movimenti (>20cm <=50 cm)  | 30  | 0,018  | 1,1 | 0,0198  |
| UAS | Seguiti di movimenti (>50 cm<=80cm)   | 40  | 0,024  | 1,1 | 0,0264  |
| UAS | Riprendere + 1° movimento (<=20cm)  | 30  | 0,018  | 1,1 | 0,0198  |
| UAS | Riprendere + 1° movimento (>20cm <=50 cm)   | 45  | 0,027  | 1,1 | 0,0297  |
| UAS | Riprendere + 1° movimento (>50 cm<=80cm)  | 55  | 0,033  | 1,1 | 0,0363  |
| UAS | Bloccare / sbloccare  | 20  | 0,012  | 1,1 | 0,0132  |
| UAS | Camminare / m   | 25  | 0,015  | 1,1 | 0,0165  |
| UAS | Piegarsi, abbassarsi, inginocchiarsi (incl. Rialzarsi)  | 60  | 0,036  | 1,1 | 0,0396  |
| UAS | Sedersi e rialzarsi   | 110 | 0,066  | 1,1 | 0,0726  |
| UAS | Controllo visivo  | 15  | 0,009  | 1,1 | 0,0099  |
| MTM | Carrello elevatore, accelerare e decelerare scarico   | 30  | 0,018  | 1,1 | 0,0198  |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, accelerare e decelerare scarico   | 0   | 0      | 1,1 | 0       |
| MTM | Sollevatore, accelerare e decelerare scarico  | 26  | 0,0156 | 1,1 | 0,01716 |
| MTM | Carrello elevatore, accelerare e decelerare carico  | 56  | 0,0336 | 1,1 | 0,03696 |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, accelerare e decelerare carico  | 56  | 0,0336 | 1,1 | 0,03696 |
| MTM | Sollevatore, accelerare e decelerare carico   | 28  | 0,0168 | 1,1 | 0,01848 |
| MTM | Carrello elevatore, far avanzare e fermare il carrello senza accendere o spegnere il motore                       | 515 | 0,309  | 1,1 | 0,3399  |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, far avanzare e fermare il carrello senza accendere o spegnere il motore | 515 | 0,309  | 1,1 | 0,3399  |
| MTM | Sollevatore, far avanzare e fermare il carrello senza accendere o spegnere il motore                              | 180 | 0,108  | 1,1 | 0,1188  |
| MTM | Carrello elevatore, far avanzare e fermare il carrello con accendere o spegnere il motore                         | 635 | 0,381  | 1,1 | 0,4191  |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, far avanzare e fermare il carrello con accendere o spegnere il motore   | 635 | 0,381  | 1,1 | 0,4191  |
| MTM | Sollevatore, far avanzare e fermare il carrello con accendere o spegnere il motore                                | 270 | 0,162  | 1,1 | 0,1782  |
| MTM | Carrello elevatore, prendere e piazzare, altezza >4m (per m)  | 147 | 0,0882 | 1,1 | 0,09702 |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, prendere e piazzare, altezza >4m (per m)                                | 163 | 0,0978 | 1,1 | 0,10758 |

|     |   |       |        |     |         |
|-----|---|-------|--------|-----|---------|
| MTM | Sollevatore, prendere e piazzare, altezza >4m (per m)   | 316   | 0,1896 | 1,1 | 0,20856 |
| MTM | Carrello elevatore, prendere e piazzare, carico instabile   | 300   | 0,18   | 1,1 | 0,198   |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, prendere e piazzare, carico instabile                       | 260   | 0,156  | 1,1 | 0,1716  |
| MTM | Sollevatore, prendere e piazzare, carico instabile  | 210   | 0,126  | 1,1 | 0,1386  |
| MTM | Carrello elevatore, prendere e piazzare, forche lunghe  | 135   | 0,081  | 1,1 | 0,0891  |
| MTM | Carrello elevatore, Controllo carrello (una volta al giorno)  | 2115  | 1,269  | 1,1 | 1,3959  |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, Controllo carrello (una volta al giorno)                    | 2425  | 1,455  | 1,1 | 1,6005  |
| MTM | Sollevatore, Controllo carrello (una volta al giorno)   | 820   | 0,492  | 1,1 | 0,5412  |
| MTM | Carrello elevatore, Cambio batteria   | 10250 | 6,15   | 1,1 | 6,765   |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, Cambio batteria   | 10250 | 6,15   | 1,1 | 6,765   |
| MTM | Sollevatore, Cambio batteria  | 9250  | 5,55   | 1,1 | 6,105   |
| MTM | Carrello elevatore, guidare all'interno, velocità costante o scarico                                  | 13    | 0,0078 | 1,1 | 0,00858 |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, guidare all'interno, velocità costante o scarico            | 13    | 0,0078 | 1,1 | 0,00858 |
| MTM | Sollevatore, guidare all'interno, velocità costante o scarico   | 25    | 0,015  | 1,1 | 0,0165  |
| MTM | Carrello elevatore, guidare all'interno, velocità variabile o carico instabile                        | 17    | 0,0102 | 1,1 | 0,01122 |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, guidare all'interno, velocità variabile o carico instabile  | 17    | 0,0102 | 1,1 | 0,01122 |
| MTM | Sollevatore, guidare all'interno, velocità variabile o carico instabile                               | 28    | 0,0168 | 1,1 | 0,01848 |
| MTM | Carrello elevatore, guidare all'interno, velocità ridotta   | 40    | 0,024  | 1,1 | 0,0264  |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, guidare all'interno, velocità ridotta                       | 40    | 0,024  | 1,1 | 0,0264  |
| MTM | Sollevatore, guidare all'interno, velocità ridotta  | 40    | 0,024  | 1,1 | 0,0264  |
| MTM | Carrello elevatore, guidare all'esterno, a velocità costante o scarico                                | 7     | 0,0042 | 1,1 | 0,00462 |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, guidare all'esterno, a velocità costante o scarico          | 9     | 0,0054 | 1,1 | 0,00594 |
| MTM | Sollevatore, guidare all'esterno, a velocità costante o scarico                                       | 25    | 0,015  | 1,1 | 0,0165  |
| MTM | Carrello elevatore, guidare, curva di 90° velocità costante o scarico                                 | 16    | 0,0096 | 1,1 | 0,01056 |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, guidare, curva di 90° velocità costante o scarico           | 16    | 0,0096 | 1,1 | 0,01056 |
| MTM | Sollevatore, guidare, curva di 90° velocità costante o scarico  | 30    | 0,018  | 1,1 | 0,0198  |
| MTM | Carrello elevatore, guidare, curva di 90° velocità variabile o carico instabile                       | 56    | 0,0336 | 1,1 | 0,03696 |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, guidare, curva di 90° velocità variabile o carico instabile | 56    | 0,0336 | 1,1 | 0,03696 |
| MTM | Sollevatore, guidare, curva di 90° velocità variabile o carico instabile                              | 70    | 0,042  | 1,1 | 0,0462  |
| MTM | Bull, Aggancio, Allineare con rimorchio   | 368   | 0,2208 | 1,1 | 0,24288 |
| MTM | Bull, Aggancio, Allineare senza rimorchio   | 258   | 0,1548 | 1,1 | 0,17028 |
| MTM | Bull, Sgancio, Allineare con rimorchio  | 285   | 0,171  | 1,1 | 0,1881  |
| MTM | Bull, Sgancio, Allineare senza rimorchio  | 182   | 0,1092 | 1,1 | 0,12012 |
| MTM | Bull, Allowance, Percorso, Rimorchio aggiuntivo   | 200   | 0,12   | 1,1 | 0,132   |
| MTM | Bull, guidare all'interno con carico per m  | 13    | 0,0078 | 1,1 | 0,00858 |
| MTM | Bull, guidare all'interno senza carico per m  | 10    | 0,006  | 1,1 | 0,0066  |
| MTM | Bull, guidare all'esterno con carico per m  | 13    | 0,0078 | 1,1 | 0,00858 |
| MTM | Bull, guidare all'esterno senza carico per m  | 7     | 0,0042 | 1,1 | 0,00462 |
| MTM | Bull, curva di 90° con carico per m   | 92    | 0,0552 | 1,1 | 0,06072 |
| MTM | Bull, curva di 90° senza carico per m   | 38    | 0,0228 | 1,1 | 0,02508 |
| MTM | Bull, accelerare e decelerare con carico per m  | 56    | 0,0336 | 1,1 | 0,03696 |
| MTM | Bull, accelerare e decelerare senza carico per m  | 30    | 0,018  | 1,1 | 0,0198  |
| MTM | Bull, agganciare con allineamento rimorchio   | 368   | 0,2208 | 1,1 | 0,24288 |

|     |   |     |        |     |         |
|-----|---|-----|--------|-----|---------|
| MTM | Bull, agganciare senza allineamento rimorchio   | 258 | 0,1548 | 1,1 | 0,17028 |
| MTM | Bull, sganciare con allineamento rimorchio  | 285 | 0,171  | 1,1 | 0,1881  |
| MTM | Bull, sganciare senza allineamento rimorchio  | 182 | 0,1092 | 1,1 | 0,12012 |
| MTM | Bull, aggiunte percorso, rimorchio addizionale  | 200 | 0,12   | 1,1 | 0,132   |
| MTM | Transpallet, guidare per m (<= 500 kg)  | 30  | 0,018  | 1,1 | 0,0198  |
| MTM | Transpallet, guidare per m (> 500 kg)   | 35  | 0,021  | 1,1 | 0,0231  |
| MTM | Transpallet, curva di 90° (<= 500 kg)   | 15  | 0,009  | 1,1 | 0,0099  |
| MTM | Transpallet, curva di 90° (> 500 kg)  | 19  | 0,0114 | 1,1 | 0,01254 |
| MTM | Transpallet, accelerare e decelerare (<= 500 kg)  | 80  | 0,048  | 1,1 | 0,0528  |
| MTM | Transpallet, accelerare e decelerare (> 500 kg)   | 150 | 0,09   | 1,1 | 0,099   |
| MTM | Transpallet, prendere il carico con orientamento (<= 500 kg)                                      | 520 | 0,312  | 1,1 | 0,3432  |
| MTM | Transpallet, prendere il carico con orientamento (> 500 kg)                                       | 615 | 0,369  | 1,1 | 0,4059  |
| MTM | Transpallet, prendere il carico senza orientamento (<= 500 kg)                                    | 350 | 0,21   | 1,1 | 0,231   |
| MTM | Transpallet, prendere il carico senza orientamento (> 500 kg)                                     | 415 | 0,249  | 1,1 | 0,2739  |
| MTM | Transpallet, piazzare il carico con orientamento (<= 500 kg)                                      | 295 | 0,177  | 1,1 | 0,1947  |
| MTM | Transpallet, piazzare il carico con orientamento (> 500 kg)                                       | 310 | 0,186  | 1,1 | 0,2046  |
| MTM | Transpallet, piazzare il carico senza orientamento (<= 500 kg)                                    | 125 | 0,075  | 1,1 | 0,0825  |
| MTM | Transpallet, piazzare il carico senza orientamento (> 500 kg)                                     | 130 | 0,078  | 1,1 | 0,0858  |
| MTM | Transpallet, allineamento addizionale (<= 500 kg)   | 125 | 0,075  | 1,1 | 0,0825  |
| MTM | Transpallet, allineamento addizionale (> 500 kg)  | 190 | 0,114  | 1,1 | 0,1254  |
| MTM | Carrello manuale, guidare per m (<= 50 kg)  | 25  | 0,015  | 1,1 | 0,0165  |
| MTM | Carrello manuale, guidare per m (<= 100 kg)   | 28  | 0,0168 | 1,1 | 0,01848 |
| MTM | Carrello manuale, guidare per m (<= 200 kg)   | 30  | 0,018  | 1,1 | 0,0198  |
| MTM | Carrello manuale, guidare per m (> 200 kg)  | 35  | 0,021  | 1,1 | 0,0231  |
| MTM | Carrello manuale, curva di 90° (<= 50 kg)   | 15  | 0,009  | 1,1 | 0,0099  |
| MTM | Carrello manuale, curva di 90° (<= 100 kg)  | 11  | 0,0066 | 1,1 | 0,00726 |
| MTM | Carrello manuale, curva di 90° (<= 200 kg)  | 8   | 0,0048 | 1,1 | 0,00528 |
| MTM | Carrello manuale, curva di 90° (> 200 kg)   | 8   | 0,0048 | 1,1 | 0,00528 |
| MTM | Carrello manuale, accelerare e decelerare (<= 50 kg)  | 35  | 0,021  | 1,1 | 0,0231  |
| MTM | Carrello manuale, accelerare e decelerare (<= 100 kg)   | 45  | 0,027  | 1,1 | 0,0297  |
| MTM | Carrello manuale, accelerare e decelerare (<= 200 kg)   | 80  | 0,048  | 1,1 | 0,0528  |
| MTM | Carrello manuale, accelerare e decelerare (> 200 kg)  | 105 | 0,063  | 1,1 | 0,0693  |
| MTM | Carrello manuale, allineamento addizionale (<= 50 kg)   | 80  | 0,048  | 1,1 | 0,0528  |
| MTM | Carrello manuale, allineamento addizionale (<= 100 kg)  | 105 | 0,063  | 1,1 | 0,0693  |
| MTM | Carrello manuale, allineamento addizionale (<= 200 kg)  | 160 | 0,096  | 1,1 | 0,1056  |
| MTM | Carrello manuale, allineamento addizionale (> 200 kg)   | 315 | 0,189  | 1,1 | 0,2079  |
| MTM | Carrello elevatore, orientare di 90° al posto di stoccaggio, carico stabile o scarico             | 80  | 0,048  | 1,1 | 0,0528  |
| MTM | Carrello elevatore, orientare di 90° al posto di stoccaggio, carico instabile                     | 130 | 0,078  | 1,1 | 0,0858  |
| MTM | Carrello elevatore, sollevare scarico per m   | 56  | 0,0336 | 1,1 | 0,03696 |
| MTM | Carrello elevatore, sollevare carico per m  | 62  | 0,0372 | 1,1 | 0,04092 |
| MTM | Carrello elevatore, abbassare scarico per m   | 62  | 0,0372 | 1,1 | 0,04092 |
| MTM | Carrello elevatore, abbassare carico per m  | 56  | 0,0336 | 1,1 | 0,03696 |
| MTM | Carrello elevatore, sollevare / abbassare 10 cm   | 15  | 0,009  | 1,1 | 0,0099  |
| MTM | Carrello elevatore, orientare di 90° in direzione di marcia, carico stabile o scarico             | 65  | 0,039  | 1,1 | 0,0429  |
| MTM | Carrello elevatore, orientare di 90° in direzione di marcia, carico instabile                     | 115 | 0,069  | 1,1 | 0,0759  |
| MTM | Carrello a montante retrattile, orientare di 90° al posto di stoccaggio, carico stabile o scarico | 70  | 0,042  | 1,1 | 0,0462  |
| MTM | Carrello a montante retrattile, orientare di 90° al posto di stoccaggio, carico instabile         | 120 | 0,072  | 1,1 | 0,0792  |

|     |   |     |        |     |         |
|-----|---|-----|--------|-----|---------|
| MTM | Carrello a montante retrattile, orientare di 90° in direzione di marcia, carico stabile o scarico | 55  | 0,033  | 1,1 | 0,0363  |
| MTM | Carrello a montante retrattile, orientare di 90° in direzione di marcia, carico instabile         | 105 | 0,063  | 1,1 | 0,0693  |
| MTM | Sollevatore, orientare di 90° al posto di stoccaggio, carico stabile o scarico                    | 105 | 0,063  | 1,1 | 0,0693  |
| MTM | Sollevatore, orientare di 90° al posto di stoccaggio, carico instabile                            | 150 | 0,09   | 1,1 | 0,099   |
| MTM | Sollevatore, orientare di 90° in direzione di marcia, carico stabile o scarico                    | 105 | 0,063  | 1,1 | 0,0693  |
| MTM | Sollevatore, orientare di 90° in direzione di marcia, carico instabile                            | 135 | 0,081  | 1,1 | 0,0891  |
| MTM | Carrello elevatore, pallet nel o dallo scaffale, forche corte <= 1,2 m, carico stabile            | 65  | 0,039  | 1,1 | 0,0429  |
| MTM | Carrello elevatore, pallet nel o dallo scaffale, forche corte <= 1,2 m, carico instabile          | 95  | 0,057  | 1,1 | 0,0627  |
| MTM | Carrello elevatore, pallet nel o dallo scaffale, forche lunghe > 1,2 m, carico stabile            | 105 | 0,063  | 1,1 | 0,0693  |
| MTM | Carrello elevatore, pallet nel o dallo scaffale, forche lunghe > 1,2 m, carico instabile          | 135 | 0,081  | 1,1 | 0,0891  |
| MTM | Carrello elevatore, spostare forche (dz / sx) ogni 10 cm, stringere forche                        | 10  | 0,006  | 1,1 | 0,0066  |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, spostare forche (dz / sx) ogni 10 cm, stringere forche  | 10  | 0,006  | 1,1 | 0,0066  |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, spostare forche (dz / sx) ogni 10 cm, disassare forche  | 20  | 0,012  | 1,1 | 0,0132  |
| MTM | Carrello elevatore, spostare forche (dz / sx) ogni 10 cm, disassare forche                        | 20  | 0,012  | 1,1 | 0,0132  |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, Inclinare forche 3° avanti / indietro                   | 36  | 0,0216 | 1,1 | 0,02376 |
| MTM | Carrello elevatore, Inclinare forche 3° avanti / indietro   | 36  | 0,0216 | 1,1 | 0,02376 |
| MTM | Azionare interruttore   | 18  | 0,0108 | 1,1 | 0,01188 |
| MTM | Azionare Joystick o simile  | 10  | 0,006  | 1,1 | 0,0066  |
| MTM | Aggiunte, avviare e spegnere il motore  | 90  | 0,054  | 1,1 | 0,0594  |
| MTM | Aggiunte, montare e smontare dal posto di guida   | 220 | 0,132  | 1,1 | 0,1452  |
| MTM | Aggiunte, tirare e mollare il freno di blocco   | 120 | 0,072  | 1,1 | 0,0792  |
| MTM | Aggiunte, aprire e chiudere la portiera   | 100 | 0,06   | 1,1 | 0,066   |
| MTM | Aggiunte, allacciare e slacciare le cinture di sicurezza  | 175 | 0,105  | 1,1 | 0,1155  |
| MTM | Camminare per m   | 25  | 0,015  | 1,1 | 0,0165  |
| MTM | Piegarsi, chinarsi, inginocchiarsi (incl. Sollevarsi)   | 60  | 0,036  | 1,1 | 0,0396  |
| MTM | Sedere e alzarsi  | 110 | 0,066  | 1,1 | 0,0726  |
| MTM | Prendere e piazzare attrezzi  | 55  | 0,033  | 1,1 | 0,0363  |
| MTM | Spostare (cartone, contenitore, confezione) <=30x30x30cm vuoto                                    | 55  | 0,033  | 1,1 | 0,0363  |
| MTM | Spostare (cartone, contenitore, confezione) <=30x30x30cm pieno                                    | 90  | 0,054  | 1,1 | 0,0594  |
| MTM | Spostare (cartone, contenitore, confezione) <=30x30x30cm coppia                                   | 70  | 0,042  | 1,1 | 0,0462  |
| MTM | Spostare (cartone, contenitore, confezione) <=30x30x30cm catasta                                  | 65  | 0,039  | 1,1 | 0,0429  |
| MTM | Spostare (cartone, contenitore, confezione) >30x30x30cm vuoto                                     | 73  | 0,0438 | 1,1 | 0,04818 |
| MTM | Spostare (cartone, contenitore, confezione) >30x30x30cm pieno                                     | 123 | 0,0738 | 1,1 | 0,08118 |
| MTM | Spostare (cartone, contenitore, confezione) >30x30x30cm coppia                                    | 100 | 0,06   | 1,1 | 0,066   |
| MTM | Spostare (cartone, contenitore, confezione) >30x30x30cm catasta                                   | 31  | 0,0186 | 1,1 | 0,02046 |
| MTM | Spostare parte, non ingombrante <= 1daN   | 50  | 0,03   | 1,1 | 0,033   |
| MTM | Spostare parte, non ingombrante > 1daN <= 8 daN   | 55  | 0,033  | 1,1 | 0,0363  |
| MTM | Spostare parte, ingombrante <= 1daN   | 55  | 0,033  | 1,1 | 0,0363  |
| MTM | Spostare parte, ingombrante > 1daN <= 8 daN   | 115 | 0,069  | 1,1 | 0,0759  |

|     |  |     |       |     |        |
|-----|--|-----|-------|-----|--------|
| MM  | Spostare pallet vuoto  | 210 | 0,126 | 1,1 | 0,1386 |
| MTM | Scambiare (cartone, contenitore, confezione) <=30x30x30cm                                  | 145 | 0,087 | 1,1 | 0,0957 |
| MTM | Scambiare (cartone, contenitore, confezione) >30x30x30cm                                   | 190 | 0,114 | 1,1 | 0,1254 |
| MTM | Travasare (cartone, contenitore, confezione) manciata                                      | 65  | 0,039 | 1,1 | 0,0429 |
| MTM | Travasare (cartone, contenitore, confezione) palata  | 65  | 0,039 | 1,1 | 0,0429 |
| MTM | Travasare (cartone, contenitore, confezione) versare vol. <= 5L                            | 175 | 0,105 | 1,1 | 0,1155 |
| MTM | Travasare (cartone, contenitore, confezione) versare vol. > 5 <= 10L                       | 250 | 0,15  | 1,1 | 0,165  |
| MTM | Leggere carattere (segno/simbolo)  | 15  | 0,009 | 1,1 | 0,0099 |
| MTM | Leggere ogni parola / codice   | 25  | 0,015 | 1,1 | 0,0165 |
| MTM | Confrontare carattere (segno/simbolo)  | 30  | 0,018 | 1,1 | 0,0198 |
| MTM | Confrontare ogni parola / codice   | 45  | 0,027 | 1,1 | 0,0297 |
| MTM | Maneggiare, prendere e piazzare  | 70  | 0,042 | 1,1 | 0,0462 |
| MTM | Maneggiare, scambiare  | 85  | 0,051 | 1,1 | 0,0561 |
| MTM | Maneggiare, strappare / dividere   | 50  | 0,03  | 1,1 | 0,033  |
| MTM | Scrivere, simbolo corto  | 40  | 0,024 | 1,1 | 0,0264 |
| MTM | Scrivere, parola/codice  | 70  | 0,042 | 1,1 | 0,0462 |
| MTM | Scrivere, timbro   | 55  | 0,033 | 1,1 | 0,0363 |
| MTM | Etichetta <= 10x10cm, attaccare circa  | 65  | 0,039 | 1,1 | 0,0429 |
| MTM | Etichetta <= 10x10cm, attaccare precisa  | 90  | 0,054 | 1,1 | 0,0594 |
| MTM | Inserimento (tastiera), songolo tasto  | 25  | 0,015 | 1,1 | 0,0165 |
| MTM | Inserimento (tastiera), parola/codice  | 65  | 0,039 | 1,1 | 0,0429 |
| MTM | Leggere con scanner  | 60  | 0,036 | 1,1 | 0,0396 |
| MTM | Leggere carta magnetica  | 40  | 0,024 | 1,1 | 0,0264 |
| MTM | Disimballare / Aprire, Cartone pieghevole, <=30 x 30 x 30 cm senza attrezzo                | 80  | 0,048 | 1,1 | 0,0528 |
| MTM | Disimballare / Aprire, Cartone pieghevole, <=60 x 50 x 50 cm senza attrezzo                | 95  | 0,057 | 1,1 | 0,0627 |
| MTM | Disimballare / Aprire, Cartone pieghevole, <=100 x 80 x 80 cm senza attrezzo               | 170 | 0,102 | 1,1 | 0,1122 |
| MTM | Disimballare / Aprire, Cartone pieghevole, <=100 x 80 x 80 cm con attrezzo                 | 115 | 0,069 | 1,1 | 0,0759 |
| MTM | Disimballare / Aprire, Cartone pieghevole, <=100 x 80 x 80 cm con attrezzo                 | 135 | 0,081 | 1,1 | 0,0891 |
| MTM | Disimballare / Aprire, Cartone pieghevole, <=100 x 80 x 80 cm con attrezzo                 | 210 | 0,126 | 1,1 | 0,1386 |
| MTM | Taglio ulteriore <= 30cm   | 30  | 0,018 | 1,1 | 0,0198 |
| MTM | Taglio ulteriore <= 50cm   | 40  | 0,024 | 1,1 | 0,0264 |
| MTM | Taglio ulteriore <= 80cm   | 55  | 0,033 | 1,1 | 0,0363 |
| MTM | Disimballare / Aprire, Sacchetto, con attrezzo   | 140 | 0,084 | 1,1 | 0,0924 |
| MTM | Disimballare / Aprire, Sacchetto, senza attrezzo   | 95  | 0,057 | 1,1 | 0,0627 |
| MTM | Disimballare / Aprire, a sponde abbattibili, ribaltare sponde                              | 135 | 0,081 | 1,1 | 0,0891 |
| MTM | Disimballare / Aprire, a sponde abbattibili, collasso sponde                               | 350 | 0,21  | 1,1 | 0,231  |
| MTM | Disimballare / Aprire, Coperchio / Separatore, <= 30 x 30 cm                               | 50  | 0,03  | 1,1 | 0,033  |
| MTM | Disimballare / Aprire, Coperchio / Separatore, <= 50 x 50 cm                               | 75  | 0,045 | 1,1 | 0,0495 |
| MTM | Disimballare / Aprire, Coperchio / Separatore, <= 80 x 80 cm                               | 95  | 0,057 | 1,1 | 0,0627 |
| MTM | Disimballare / Aprire, Carta da imballaggio, <= 30 x 30 cm                                 | 115 | 0,069 | 1,1 | 0,0759 |
| MTM | Disimballare / Aprire, Carta da imballaggio, > 30 x 30 cm                                  | 210 | 0,126 | 1,1 | 0,1386 |
| MTM | Disimballare / Aprire, pallet imballato  | 480 | 0,288 | 1,1 | 0,3168 |
| MTM | Rimozione/sgancio protezione   | 45  | 0,027 | 1,1 | 0,0297 |
| MTM | Reggia con utilizzo attrezzo   | 205 | 0,123 | 1,1 | 0,1353 |
| MTM | Imballare / Chiudere, cartone pieghevole (2 lembi interni e 2 esterni), <= 30 x 30 x 30 cm | 215 | 0,129 | 1,1 | 0,1419 |

|     |  |      |        |     |         |
|-----|--|------|--------|-----|---------|
| MTM | Imballare / Chiudere, cartone pieghevole (2 lembi interni e 2 esterni), <= 50 x 50 x 50 cm | 335  | 0,201  | 1,1 | 0,2211  |
| MTM | Imballare / Chiudere, cartone pieghevole (2 lembi interni e 2 esterni), <= 80 x 80 x 80 cm | 445  | 0,267  | 1,1 | 0,2937  |
| MTM | Imballare / Chiudere, Chiudere cartone pieghevole (2 lembi), <= 30 x 30 x 20 cm            | 155  | 0,093  | 1,1 | 0,1023  |
| MTM | Imballare / Chiudere, Chiudere cartone pieghevole (2 lembi), <= 50 x 50 x 30 cm            | 210  | 0,126  | 1,1 | 0,1386  |
| MTM | Addizionale, nastro <= 30 cm   | 110  | 0,066  | 1,1 | 0,0726  |
| MTM | Addizionale, nastro <= 50 cm   | 145  | 0,087  | 1,1 | 0,0957  |
| MTM | Addizionale, nastro <= 80 cm   | 170  | 0,102  | 1,1 | 0,1122  |
| MTM | Addizionale, per lembo aggiuntivo  | 35   | 0,021  | 1,1 | 0,0231  |
| MTM | Imballare / Chiudere, contenitore a sponde abbattibili, formare                            | 535  | 0,321  | 1,1 | 0,3531  |
| MTM | Imballare / Chiudere, contenitore a sponde abbattibili, chiudere sponda                    | 175  | 0,105  | 1,1 | 0,1155  |
| MTM | Imballare / Chiudere, Coperchio / Separatore, <= 30 x 30 cm                                | 60   | 0,036  | 1,1 | 0,0396  |
| MTM | Imballare / Chiudere, Coperchio / Separatore, <= 50 x 50 cm                                | 90   | 0,054  | 1,1 | 0,0594  |
| MTM | Imballare / Chiudere, Coperchio / Separatore, <= 80 x 80 cm                                | 115  | 0,069  | 1,1 | 0,0759  |
| MTM | Imballare / Chiudere, carta da imballaggio <= 30 x 30 cm                                   | 95   | 0,057  | 1,1 | 0,0627  |
| MTM | Imballare / Chiudere, carta da imballaggio > 30 x 30 cm                                    | 125  | 0,075  | 1,1 | 0,0825  |
| MTM | Imballare / Chiudere, Avvolgere pallet con film termoretraibile (a macchina)               | 1730 | 1,038  | 1,1 | 1,1418  |
| MTM | Imballare addizionali contenitori con imballaggio, reggia, manuale (tensionamento + pinze) | 1200 | 0,72   | 1,1 | 0,792   |
| MTM | Imballare addizionali contenitori con imballaggio, reggia, meccanico (strapex)             | 155  | 0,093  | 1,1 | 0,1023  |
| MTM | Imballare addizionali contenitori con imballaggio, applicazione molletta/protezione        | 60   | 0,036  | 1,1 | 0,0396  |
| MTM | Carrello elevatore, accel. / decel. scarico  | 30   | 0,018  | 1,1 | 0,0198  |
| MTM | Carrello elevatore, accel. / decel. carico   | 56   | 0,0336 | 1,1 | 0,03696 |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, accel. / decel. scarico                          | 30   | 0,018  | 1,1 | 0,0198  |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, accel. / decel. carico                           | 56   | 0,0336 | 1,1 | 0,03696 |
| MTM | Sollevatore, accel. / decel. scarico   | 64   | 0,0384 | 1,1 | 0,04224 |
| MTM | Sollevatore, accel. / decel. carico  | 78   | 0,0468 | 1,1 | 0,05148 |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, sollevare scarico per m                          | 56   | 0,0336 | 1,1 | 0,03696 |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, sollevare carico per m                           | 93   | 0,0558 | 1,1 | 0,06138 |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, abbassare scarico per m                          | 62   | 0,0372 | 1,1 | 0,04092 |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, abbassare carico per m                           | 56   | 0,0336 | 1,1 | 0,03696 |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, sollevare / abbassare 10 cm                      | 15   | 0,009  | 1,1 | 0,0099  |
| MTM | Sollevatore, sollevare scarico per m   | 139  | 0,0834 | 1,1 | 0,09174 |
| MTM | Sollevatore, sollevare carico per m  | 199  | 0,1194 | 1,1 | 0,13134 |
| MTM | Sollevatore, abbassare scarico per m   | 139  | 0,0834 | 1,1 | 0,09174 |
| MTM | Sollevatore, abbassare carico per m  | 93   | 0,0558 | 1,1 | 0,06138 |
| MTM | Sollevatore, sollevare / abbassare 10 cm   | 20   | 0,012  | 1,1 | 0,0132  |
| MTM | Carrello elevatore, forche nel o dal pallet, forche corte <=1,2 m                          | 55   | 0,033  | 1,1 | 0,0363  |
| MTM | Carrello elevatore, forche nel o dal pallet, forche lunghe > 1,2 m                         | 75   | 0,045  | 1,1 | 0,0495  |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, forche nel o dal pallet, forche corte <=1,2 m    | 95   | 0,057  | 1,1 | 0,0627  |
| MTM | Sollevatore, forche nel o dal pallet, forche corte <=1,2 m                                 | 65   | 0,039  | 1,1 | 0,0429  |

|     |  |      |        |     |         |
|-----|--|------|--------|-----|---------|
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, pallet nel o dallo scaffale, forche corte <= 1,2 m, carico stabile   | 120  | 0,072  | 1,1 | 0,0792  |
| MTM | Carrello elevatore a montante retrattile, pallet nel o dallo scaffale, forche corte <= 1,2 m, carico instabile | 150  | 0,09   | 1,1 | 0,099   |
| MTM | Sollevatore, pallet nel o dallo scaffale, forche corte <= 1,2 m, carico stabile                                | 85   | 0,051  | 1,1 | 0,0561  |
| MTM | Sollevatore, pallet nel o dallo scaffale, forche corte <= 1,2 m, carico instabile                              | 115  | 0,069  | 1,1 | 0,0759  |
| MTM | Gru a motore, sollevamento principale, livello 1   | 167  | 0,1002 | 1,1 | 0,11022 |
| MTM | Gru a motore, sollevamento principale, livello 2   | 291  | 0,1746 | 1,1 | 0,19206 |
| MTM | Gru a motore, sollevamento principale, livello 3   | 415  | 0,249  | 1,1 | 0,2739  |
| MTM | Gru a motore, sollevamento di precisione, livello 1  | 835  | 0,501  | 1,1 | 0,5511  |
| MTM | Gru a motore, sollevamento di precisione, livello 2  | 1670 | 1,002  | 1,1 | 1,1022  |
| MTM | Gru a motore, sollevamento di precisione, livello 3  | 3340 | 2,004  | 1,1 | 2,2044  |
| MTM | Gru a motore, movimento rettilineo livello 1   | 17   | 0,0102 | 1,1 | 0,01122 |
| MTM | Gru a motore, movimento rettilineo livello 2   | 37   | 0,0222 | 1,1 | 0,02442 |
| MTM | Gru a motore, movimento rettilineo livello 3   | 56   | 0,0336 | 1,1 | 0,03696 |
| MTM | Gru a motore, movimento trasversale (carrello giù) livello 1   | 84   | 0,0504 | 1,1 | 0,05544 |
| MTM | Gru a motore, movimento trasversale (carrello giù) livello 2   | 126  | 0,0756 | 1,1 | 0,08316 |
| MTM | Gru a motore, movimento trasversale (carrello giù) livello 3   | 167  | 0,1002 | 1,1 | 0,11022 |
| MTM | Gru a motore, Accelerazione/Decelerazione livello 1  | 60   | 0,036  | 1,1 | 0,0396  |
| MTM | Gru a motore, Accelerazione/Decelerazione livello 2  | 40   | 0,024  | 1,1 | 0,0264  |
| MTM | Gru a motore, Accelerazione/Decelerazione livello 3  | 20   | 0,012  | 1,1 | 0,0132  |
| MTM | Gru manuale, movimento rettilineo livello 1  | 30   | 0,018  | 1,1 | 0,0198  |
| MTM | Gru manuale, movimento rettilineo livello 2  | 45   | 0,027  | 1,1 | 0,0297  |
| MTM | Gru manuale, movimento rettilineo livello 3  | 60   | 0,036  | 1,1 | 0,0396  |
| MTM | Gru manuale, movimento trasversale (carrello giù) livello 1  | 35   | 0,021  | 1,1 | 0,0231  |
| MTM | Gru manuale, movimento trasversale (carrello giù) livello 2  | 50   | 0,03   | 1,1 | 0,033   |
| MTM | Gru manuale, movimento trasversale (carrello giù) livello 3  | 65   | 0,039  | 1,1 | 0,0429  |
| MTM | Gru manuale, rotazione (Gru girevole) livello 1  | 40   | 0,024  | 1,1 | 0,0264  |
| MTM | Gru manuale, rotazione (Gru girevole) livello 2  | 55   | 0,033  | 1,1 | 0,0363  |
| MTM | Gru manuale, rotazione (Gru girevole) livello 3  | 70   | 0,042  | 1,1 | 0,0462  |
| MTM | Gru manuale, Accelerazione/Decelerazione livello 1   | 80   | 0,048  | 1,1 | 0,0528  |
| MTM | Gru manuale, Accelerazione/Decelerazione livello 2   | 60   | 0,036  | 1,1 | 0,0396  |
| MTM | Gru manuale, Accelerazione/Decelerazione livello 3   | 40   | 0,024  | 1,1 | 0,0264  |
| MTM | Gru, aggancio per gancio/elemento di tenuta  | 120  | 0,072  | 1,1 | 0,0792  |
| MTM | Gru, aggancio con allineamento addizione, per punto, catena, filo, cinghia                                     | 60   | 0,036  | 1,1 | 0,0396  |
| MTM | Gru, controllo, prendere e piazzare  | 85   | 0,051  | 1,1 | 0,0561  |

## Allegato 2: Tabella MTM per processi logistici

|  | TMU                 | Tbase (min) | Fmagg | Tstd (min)  | DESCRIZIONE  |
|--|---------------------|-------------|-------|---|--|
| PORTINERI<br>A<br>(guardiola)                  | 1867                | 1,120       | 1,10  | 1,232   | Digitazione BE, Stampa BE e Prelievo stampa  |
|  | 267                 | 0,160       | 1,10  | 0,176   | L'addetto compila il modulo delle Finestre di entrata (se presenti)  |
|  | 1667                | 1,000       | 1,10  | 1,100   | L'addetto compila il modulo dei TdA (tempi di attesa), applica timbro e consegna                                       |
| RICEVIMENTO<br>CONTABILE                       | 180                 | 0,108       | 1,10  | 0,119   | L'addetto riceve i DDT dall'autista e si prepara per la lavorazione  |
|  | 1945                | 1,167       | 1,10  | 1,284   | L'addetto effettua a terminale la registrazione dei DDT consegnati   |
|  | 217                 | 0,130       | 1,10  | 0,143   | L'addetto una volta registrati i DDT appone un timbro su ognuno  |
|  | 150                 | 0,090       | 1,10  | 0,099   | L'addetto effettua una copia del DDT   |
|  | 180                 | 0,108       | 1,10  | 0,119   | L'addetto consegna all'autista la documentazione   |
|  | 1945                | 1,167       | 1,10  | 1,284   | Correzione bolle errate (bisogna determinare una % sul totale bolle)   |
|  | 1688                | 1,013       | 1,10  | 1,114   | Archiviazione bolle (10 bolle)   |
| CONTROLLO<br>1° LIVELLO<br>ED<br>ETICHETTATURA | 67                  | 0,040       | 1,10  | 0,044   | controllo integrità di 1° livello (controllo visivo pedane)  |
|  | 200                 | 0,120       | 1,10  | 0,132   | Richiamo ddt da sistema e stampa etichette   |
|  | 483                 | 0,290       | 1,10  | 0,319   | Divisione etichette, verifica corrispondenza disegno fornitore con etichetta di immagazzinamento e attaccare etichette |
| CARRELLO FRONTALE                              | 832                 | 0,499       | 1,10  | 0,549   | carrello prelievo normale terra e deposito a terra   |
|  | 980                 | 0,588       | 1,10  | 0,647   | carrello prelievo normale terra e deposito a 1,2 m   |
|  | 1142                | 0,685       | 1,10  | 0,754   | carrello prelievo normale terra e deposito a 2,5 m   |
|  | 1327                | 0,796       | 1,10  | 0,876   | carrello prelievo normale terra e deposito a 4,0 m   |
|  | 933                 | 0,560       | 1,10  | 0,616   | carrello prelievo normale da 1,2 m e deposito a terra  |
|  | 1082                | 0,649       | 1,10  | 0,714   | carrello prelievo normale da 1,2 m e deposito a 1,2 m  |
|  | 1242                | 0,745       | 1,10  | 0,820   | carrello prelievo normale da 1,2 m e deposito a 2,5 m  |
|  | 1428                | 0,857       | 1,10  | 0,943   | carrello prelievo normale da 1,2 m e deposito a 4,0 m  |
|  | 1080                | 0,648       | 1,10  | 0,713   | carrello prelievo normale da 2,5 m e deposito a terra  |
|  | 1227                | 0,736       | 1,10  | 0,810   | carrello prelievo normale da 2,5 m e deposito a 1,2 m  |
|  | 1388                | 0,833       | 1,10  | 0,916   | carrello prelievo normale da 2,5 m e deposito a 2,5 m  |
|  | 1575                | 0,945       | 1,10  | 1,040   | carrello prelievo normale da 2,5 m e deposito a 4,0 m  |
|  | 1247                | 0,748       | 1,10  | 0,823   | carrello prelievo normale da 4,0 m e deposito a terra  |
|  | 1395                | 0,837       | 1,10  | 0,921   | carrello prelievo normale da 4,0 m e deposito a 1,2 m  |
|  | 1557                | 0,934       | 1,10  | 1,027   | carrello prelievo normale da 4,0 m e deposito a 2,5 m  |
|  | 1742                | 1,045       | 1,10  | 1,150   | carrello prelievo normale da 4,0 m e deposito a 4,0 m  |
|  | CARRELLO RETRATTILE | 982         | 0,589 | 1,10  | 0,648  |
| 1167   |                     | 0,700       | 1,10  | 0,770   | carrello prelievo normale terra e deposito a 1,2 m   |
| 1370   |                     | 0,822       | 1,10  | 0,904   | carrello prelievo normale terra e deposito a 2,5 m   |
| 1602   |                     | 0,961       | 1,10  | 1,057   | carrello prelievo normale terra e deposito a 4,0 m   |
| 1805   |                     | 1,083       | 1,10  | 1,191   | carrello prelievo normale terra e deposito a > 4,0 m   |
| 1083   |                     | 0,650       | 1,10  | 0,715   | carrello prelievo normale da 1,2 m e deposito a terra  |
| 1268   |                     | 0,761       | 1,10  | 0,837   | carrello prelievo normale da 1,2 m e deposito a 1,2 m  |
| 1470   |                     | 0,882       | 1,10  | 0,970   | carrello prelievo normale da 1,2 m e deposito a 2,5 m  |
| 1702   |                     | 1,021       | 1,10  | 1,123   | carrello prelievo normale da 1,2 m e deposito a 4,0 m  |
| 2048   |                     | 1,229       | 1,10  | 1,352   | carrello prelievo normale da 1,2 m e deposito > 4,0 m  |
| 1230   |                     | 0,738       | 1,10  | 0,812   | carrello prelievo normale da 2,5 m e deposito a terra  |
| 1415   |                     | 0,849       | 1,10  | 0,934   | carrello prelievo normale da 2,5 m e deposito a 1,2 m  |
| 1617   |                     | 0,970       | 1,10  | 1,067   | carrello prelievo normale da 2,5 m e deposito a 2,5 m  |
| 1848   |                     | 1,109       | 1,10  | 1,220   | carrello prelievo normale da 2,5 m e deposito a 4,0 m  |
| 2195   |                     | 1,317       | 1,10  | 1,449   | carrello prelievo normale da 2,5 m e deposito > 4,0 m  |
| 1397   |                     | 0,838       | 1,10  | 0,922   | carrello prelievo normale da 4,0 m e deposito a terra  |
| 1582   |                     | 0,949       | 1,10  | 1,044   | carrello prelievo normale da 4,0 m e deposito a 1,2 m  |
| 1785   |                     | 1,071       | 1,10  | 1,178   | carrello prelievo normale da 4,0 m e deposito a 2,5 m  |
| 2017   |                     | 1,210       | 1,10  | 1,331   | carrello prelievo normale da 4,0 m e deposito a 4,0 m  |
| 2363   |                     | 1,418       | 1,10  | 1,560   | carrello prelievo normale da 4,0 m e deposito > 4,0 m  |
| 1730   |                     | 1,038       | 1,10  | 1,142   | carrello prelievo normale da > 4,0 m e deposito a terra  |
| 1928   | 1,157               | 1,10        | 1,273 | carrello prelievo normale da > 4,0 m e deposito a 1,2 m |  |
| 2132   | 1,279               | 1,10        | 1,407 | carrello prelievo normale da > 4,0 m e deposito a 2,5 m |  |
| 2363   | 1,418               | 1,10        | 1,560 | carrello prelievo normale da > 4,0 m e deposito a 4,0 m |  |
| 2710   | 1,626               | 1,10        | 1,789 | carrello prelievo normale da > 4,0 m e deposito > 4,0 m |  |
| CARRELLO<br>O<br>SPOSTAMENTO                   | 33                  | 0,020       | 1,10  | 0,022   | carrello commissionatore spostamento per picking   |
|  | 25                  | 0,015       | 1,10  | 0,017   | carrello spostamento breve - <30 m   |
|  | 20                  | 0,012       | 1,10  | 0,013   | carrello spostamento lungo > 30 m  |
|  | 17                  | 0,010       | 1,10  | 0,011   | carrello spostamento lungo - >30m  |
| CAMBIO BATTERIA                                | 12317               | 7,390       | 1,10  | 8,129   | carrello operazioni cambio batterie/controllo mezzo -  |
| TRATTORE<br>ELETRICO<br>(BULL)                 | 220                 | 0,132       | 1,10  | 0,145   | montare/smontare dal posto di guida  |
|  | 285                 | 0,171       | 1,10  | 0,188   | sgancio tradotta/RoRo da motrice   |
|  | 367                 | 0,220       | 1,10  | 0,242   | aggancio tradotta/RoRo a motrice   |
|  | 13                  | 0,008       | 1,10  | 0,009   | tradotta spostamento Esterno fabbricato carico   |
|  | 12                  | 0,007       | 1,10  | 0,008   | tradotta spostamento Esterno fabbricato vuoto  |
|  | 8                   | 0,005       | 1,10  | 0,006   | tradotta spostamento Percorso fisso coperto  |
|  | 90                  | 0,054       | 1,10  | 0,059   | spostamento contenitore Piccolo pieno (<30x30x30cm)  |

|   |      |       |      |       |   |
|---|------|-------|------|-------|---|
| OPERATORE PRELIEVO ,RILASCIO, MONTAGGIO | 125  | 0,075 | 1,10 | 0,083 | spostamento contenitore grande pieno (>30x30x30cm)  |
|   | 55   | 0,033 | 1,10 | 0,036 | spostamento pezzo non ingombrante (prendere e posare)   |
|   | 115  | 0,069 | 1,10 | 0,076 | spostamento pezzo ingombrante (prendere e posare)   |
|   | 65   | 0,039 | 1,10 | 0,043 | travasare (manciata o palata)   |
|   | 212  | 0,127 | 1,10 | 0,140 | versare   |
|   | 60   | 0,036 | 1,10 | 0,040 | piegarsi, chinarsi, inginocchiarsi (incluso sollevarsi)                                       |
|   | 215  | 0,129 | 1,10 | 0,142 | montaggio e chiusura scatola di cartone 30x30x30 (2 lembi interni, 2 esterni)                 |
|   | 335  | 0,201 | 1,10 | 0,221 | montaggio e chiusura scatola di cartone 50x50x50 (2 lembi interni, 2 esterni)                 |
|   | 445  | 0,267 | 1,10 | 0,294 | montaggio e chiusura scatola di cartone 80x80x80 (2 lembi interni, 2 esterni)                 |
|   | 115  | 0,069 | 1,10 | 0,076 | Apertura scatola di cartone 30x30x30 (2 sponde interne e due esterne) con attrezzo (1 taglio) |
|   | 135  | 0,081 | 1,10 | 0,089 | Apertura scatola di cartone 50x50x50 (2 sponde interne e due esterne) con attrezzo (1 taglio) |
|   | 210  | 0,126 | 1,10 | 0,139 | Apertura scatola di cartone 80x80x80 (2 sponde interne e due esterne) con attrezzo (1 taglio) |
|   | 140  | 0,084 | 1,10 | 0,092 | Apertura sacchetto con attrezzo   |
|   | 145  | 0,087 | 1,10 | 0,096 | nastrare (50 cm)  |
|   | 710  | 0,426 | 1,10 | 0,469 | montare un contenitore abbattibile (posizionare e chiudere sponde)                            |
|   | 485  | 0,291 | 1,10 | 0,320 | abbattere un contenitore abbattibile  |
|   | 90   | 0,054 | 1,10 | 0,059 | applicare coperchio/separatore a contenitore  |
|   | 65   | 0,039 | 1,10 | 0,043 | inserire su tastiera  |
|   | 70   | 0,042 | 1,10 | 0,046 | scrivere parola/codice  |
|   | 25   | 0,015 | 1,10 | 0,017 | leggere parola/codice   |
|   | 45   | 0,027 | 1,10 | 0,030 | confrontare parola/codice   |
|   | 60   | 0,036 | 1,10 | 0,040 | lettura ottica barcode  |
|   | 65   | 0,039 | 1,10 | 0,043 | attaccare etichetta circa   |
|   | 90   | 0,054 | 1,10 | 0,059 | attaccare etichetta precisa   |
|   | 50   | 0,030 | 1,10 | 0,033 | strappare/dividere  |
|   | 1730 | 1,038 | 1,10 | 1,142 | avvolgere pallet con film termoretraibile(con macchina)                                       |
|   | 480  | 0,288 | 1,10 | 0,317 | Aprire pallet imballato con film termoretraibile)   |
|   | 1200 | 0,720 | 1,10 | 0,792 | Reggiare pallet manualmente   |
|   | 155  | 0,093 | 1,10 | 0,102 | Reggiare pallet (con strapex)   |
|   | 205  | 0,123 | 1,10 | 0,135 | Aprire reggia con utilizzo attrezzo   |



## CLUSTER IMBALLI COMAU PACKAGING

| NOME IMBALLO               | CLUSTER | DIMENSIONI IMBALLO  |
|----------------------------|---------|---|
| SCATOLA PICCOLA            | S1      | Doppia onda: 25x20xh20 - 35x30xh20 - 40x30xh30 cm           |
| SCATOLA MEDIA              | S2      | Doppia onda: 50x50xh30 - 60x40xh20 cm                       |
| SCATOLA GRANDE             | S3      | Doppia onda: 60x40xh40 - 80x56xh60 cm                       |
| CASSA TIPO 1               | C1      | Cassa in legno o OSB: 45x35xh47 - 46x29xh53 cm              |
| CASSA TIPO 2               | C2      | Cassa in legno o OSB: 54x26xh53 - 80x60xh42 cm              |
| CASSA TIPO 3               | C4      | Cassa in legno o OSB: 35x25xh35 cm                          |
| CASSA TIPO 4               | C4      | Cassa in legno o OSB: 60x40xh50 cm                          |
| PALLET 120 X 80            | P120    | Europallet 120 x 80 cm                                      |
| " + COPERCHIO + 1 PARETALE | P120-1  | Europallet 120 x 80 cm con coperchio e 1 anello paretale    |
| " + COPERCHIO + 2 PARETALI | P120-2  | Europallet 120 x 80 cm con coperchio e 2 anelli paretali    |
| " + COPERCHIO + 3 PARETALI | P120-3  | Europallet 120 x 80 cm con coperchio e 3 anelli paretali    |
| PALLET 80 X 60             | P80     | Europallet 80 x 60 cm                                       |
| " + COPERCHIO + 1 PARETALE | P80-1   | Europallet 80 x 60 cm con coperchio e 1 anello paretale     |
| " + COPERCHIO + 2 PARETALI | P80-2   | Europallet 80 x 60 cm con coperchio e 2 anelli paretali     |
| " + COPERCHIO + 3 PARETALI | P80-3   | Europallet 80 x 60 cm con coperchio e 3 anelli paretali     |
| EXTRA                      | EXTRA   | Cassa/imballo con altre dimensioni (specificare nelle NOTE) |