



**UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE**

**FACOLTA' DI INGEGNERIA**

---

**Corso di Laurea triennale in Ingegneria Gestionale**

**Soluzioni impiantistiche per magazzini automatizzati**

**Engineering plant solutions for automated warehouses**

Relatore: Chiar.mo

Prof. Maurizio Bevilacqua

Tesi di Laurea di:

Manuel Carminelli

A.A. 2020 / 2021



## **Indice**

<b>Introduzione</b>	<b>2</b>
<b>Capitolo I – Il magazzino</b>	<b>3</b>
1.1 il funzionamento	3
1.2 le tipologie	5
1.3 Aree di funzione	7
1.4 Flussi di un magazzino	9
1.5 Automated Storage/Retrieval Systems (ASRS)	11
<b>Capitolo II – Il trasloelevatore</b>	<b>15</b>
2.1 Il trasloelevatore	15
2.2 Tempo ciclo di un trasloelevatore	17
2.2.1 FEM 9851	17
2.2.2. Bozer-White	20
2.3 Miniload	23
<b>Capitolo III – Magazzini verticali</b>	<b>25</b>
3.1 Funzione dei magazzini verticali	25
3.2 Carosello verticale	26

3.2.1 Carosello orizzontale	27
3.3 VLM	28
<b>Capitolo IV – Magazzini multi-Shuttle</b>	<b>30</b>
4.1 Automatizzazione attraverso gli shuttle	30
<b>Conclusione</b>	<b>33</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>34</b>
<b>Sitografia</b>	<b>35</b>

## **Introduzione**

La presente tesi di Laurea triennale si pone come obiettivo l'analisi dello stato dell'arte dei magazzini automatizzati, focalizzando l'attenzione verso il progresso relativo ai sistemi automatizzati.

Nel primo capitolo dell'elaborato vengono fornite le informazioni relative alla struttura del magazzino, in maniera generale. In secondo luogo vengono riportate le tipologie dello stesso, le aree in cui è suddiviso e le relative funzioni, analizzando le principali differenze.

A tal proposito il capitolo si addentra in modo più specifico fornendo una descrizione del tema centrale della tesi, ovvero l'automatizzazione dei magazzini.

In sintesi tali informazioni forniscono gli strumenti adeguati al fine di comprendere i passaggi fondamentali che costituiscono l'evoluzione del magazzino.

Una volta chiariti questi concetti segue il lavoro dei successivi capitoli nei quali si volge l'attenzione verso un'approfondita analisi delle varie tipologie di magazzino automatizzato.

Nel secondo capitolo si riportano i magazzini automatizzati tramite l'utilizzo di trasloelevatori e magazzini Miniload.

Nel terzo i magazzini verticali ovvero a carosello e VLM.

Infine nel quarto capitolo i magazzini automatizzati attraverso gli shuttle.

Nell'elaborato vengono riportate figure illustrative e diagrammi al fine di facilitare la comprensione.

Questa tesi ha come obiettivo quello di rappresentare un contributo volto a mettere in luce il progresso relativo allo stato dell'arte in merito all'automatizzazione dei magazzini.

# Capitolo I - Il magazzino

## 1.1 il funzionamento

Il magazzino è una struttura logistica che, insieme alle attrezzature di stoccaggio e movimentazione, alle risorse umane e gestionali, consente di regolare le differenze tra i flussi di entrata delle merci (ricevute dai fornitori o dai centri produttivi ad esempio) e quelli di uscita (le merci inviate alla produzione o la vendita).

I sistemi di stoccaggio e distribuzione dei materiali sono parte integrante di ogni sistema logistico e rappresentano l'anello della catena che congiunge produttori e consumatori.

All'interno dei magazzini vengono svolte diverse attività come:

- Operazioni di ricevimento merci. Si tratta di attività essenziali che prevedono una fase di registrazione e di controllo.
- Attività di trasporto interno (attraversamento delle varie aree del magazzino). Queste possono avvenire in maniera tradizionale (manualmente o con l'ausilio dei mezzi di sollevamento) o si può optare per una più efficiente movimentazione automatica dei carichi.
- Smistamento verso le aree di stoccaggio e conservazione. Le merci vengono immagazzinate in attesa di essere movimentate verso l'area di preparazione degli ordini. Qui avverrà il consolidamento dei carichi e infine la spedizione delle merci.
- Aggiornamento delle informazioni relative allo stock e alle giacenze, ricontrollare i nuovi flussi in base alla domanda o alle previsioni.

Con l'evoluzione tecnologica la funzione del magazzino come deposito statico è diventata ormai obsoleta. Attualmente il magazzino ricopre un ruolo fondamentale per quanto riguarda la supply chain<sup>1</sup>, passando da uno dei tanti anelli della catena di approvvigionamento ad anello primario per far sì che il sistema logistico sia in grado di erogare correttamente il servizio e di rendere disponibile il prodotto giusto nel posto giusto, al momento giusto ed al costo giusto. La supply chain è la somma di attività e processi di approvvigionamento, produzione e distribuzione che coinvolge fabbrica, fornitori, operatori logistici, punti vendita e clienti.

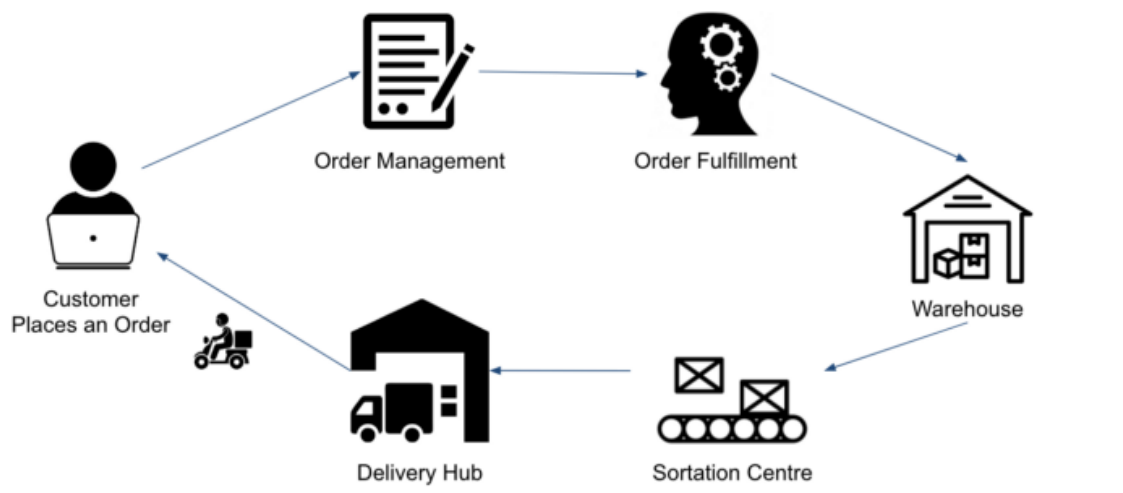


FIGURA 1 CICLO DELLA SUPPLY CHAIN

La stessa costituisce il processo attraverso il quale è possibile fornire una vasta gamma di soluzioni per aumentare l'efficacia e la produttività e di

<sup>1</sup> Gestione della catena di distribuzione

conseguenza contribuire alla significativa riduzione dei costi.

Le catene di approvvigionamento diventano ogni giorno più complesse in termini di velocità, flessibilità, precisione ed efficienza richiesta.

In tal senso la logistica è il mezzo con cui vengono soddisfatti i bisogni del cliente attraverso il coordinamento dei flussi dei materiali e delle informazioni che si estendono nel mercato, attraverso l'azienda e le relative operations e oltre verso i fornitori.

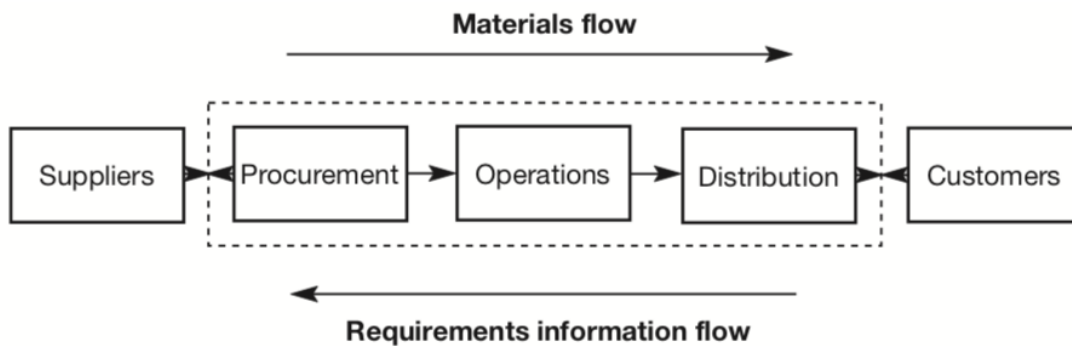


FIGURA 2 CATENA LOGISTICA

## 1.2 le tipologie

A volte l'attività economica di un'azienda può richiedere la costruzione di più edifici e varie tipologie di magazzino a seconda delle necessità e degli obiettivi strategici prestabiliti.

Le imprese possono disporre di un deposito per immagazzinare materie prime, prodotti semilavorati o prodotti finiti. Gli impianti di questo tipo devono essere ubicati in funzione delle esigenze specifiche di



funzionamento e in conformità delle restrizioni o delle possibilità presenti in ciascun contesto o luogo.

Il modo migliore di classificare i magazzini consiste nel raggrupparli in base alle caratteristiche comuni, in funzione della natura del prodotto stoccato, del tipo di edificio, del flusso dei materiali, dell'ubicazione sul territorio e del grado di automazione presente nell'impianto.

Approfondiamo ora singolarmente i singoli punti:

- Tipo di prodotto: i magazzini possono essere specializzati in bobine, prodotti infiammabili, profilati, prodotti di piccole dimensioni, ricambi, prodotti deperibili oltre a magazzini ad utilizzo generale.
- Tipo di edificio: magazzini all'aperto, capannoni, seminterrati, silos o depositi, celle frigorifere, magazzini autoportanti (in cui le scaffalature costituiscono la struttura portante dell'edificio).
- Flusso dei materiali: gli impianti possono destinarsi a materie prime, componenti, prodotti semilavorati o prodotti finiti. Possono rivestire il ruolo di magazzino intermedio, deposito o hub distributivo.
- Ubicazione: la posizione a livello geografico di un impianto consente di classificare i magazzini in hub<sup>2</sup> centrali, regionali e di transito.
- Grado di automazione: in questo caso ci si riferisce alla quantità di attività che sono state automatizzate. A seconda dei livelli di automazione presenti in un impianto parleremo di magazzini tradizionali (in cui la maggior parte del lavoro è svolta manualmente dagli operatori) o di magazzini automatici (processi e attività completamente automatizzati).

---

<sup>2</sup> Centro di raccolta.

### 1.3 Aree di funzione

Una volta stabilite le esigenze in base alla tipologia di attività alla quale deve essere attribuito il magazzino è necessario stabilire il layout che si suddivide in quattro macro aree:

- Area di ricevimento:  
In questa zona dell'impianto avviene il ricevimento delle merci, il controllo qualità e, se previsto in base alla tipologia di prodotto, l'adattamento delle unità di carico. L'area di ricevimento deve essere adiacente alle baie di carico e scarico e presentare le dimensioni adeguate per gestire tutte le merci che arrivano nel magazzino durante una giornata di lavoro completa.
  
- Area di stoccaggio:  
È l'area più importante all'interno dell'interno sistema magazzino: dalla sua struttura, dal suo layout dalla tipologia della struttura e dai mezzi di movimentazione utilizzati, dalle procedure utilizzate dipende la produttività e il servizio realizzato dal magazzino.
  
- Area allestimento ordini:  
È una delle aree più importanti del magazzino poiché è strettamente collegata alla tipologia ed al livello di servizio che si desidera offrire al cliente.  
va a definita in base a:
  - Sistemi di prelievo per la creazione dell'ordine di spedizione;

- Pallet completi, o per ordini composti da più prodotti prelevati in zone diverse;
  - Tipologia degli imballaggi;
  - Tempi di allestimento degli ordini;
  - Procedure di controllo;
- Area spedizione:
 

In quest'area avviene la preparazione degli ordini e la spedizione delle merci, quindi gli stessi parametri previsti per l'area ricevimento devono essere conosciuti per la gestione dell'area destinata alle spedizioni.

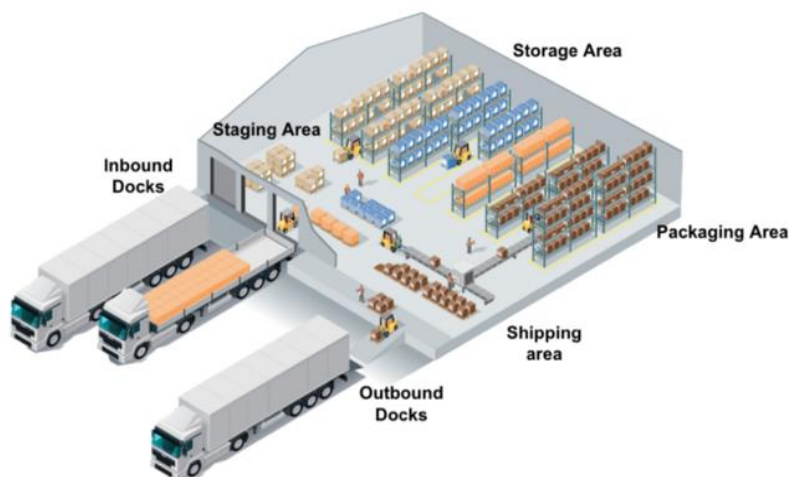


FIGURA 3 AREE DEL MAGAZZINO

Inoltre può sorgere un'ulteriore area detta area di *picking*, dove per l'appunto viene effettuato il picking, che consiste nel prelievo frazionato di prodotti da Udc<sup>3</sup> di livello superiore, è l'operazione di

---

<sup>3</sup> Unità di carico.

prelievo con “rottura” dell'Udc allo scopo di soddisfare le richieste dei quantitativi di prodotti indicati negli ordini di spedizione o di lavorazione.

## **1.4 Flusso di un magazzino**

Con flusso di magazzino si intendono tutti quei movimenti che realizzano le unità di carico all'interno di un magazzino. Le merci entrano ed escono continuamente, assumendo così ogni tipologia di Udc un fattore temporale, così che si possa gestire attivamente l'impianto.

Un flusso non è sempre lineare, ovvero non in tutti i magazzini il prodotto entrante viene semplicemente stoccato per poi uscire, ma possono presentarsi operazioni più complesse.

Possiamo definire tre tipologie di flusso:

- Semplice, si verifica quando non viene frazionato l'Udc.
- Medio, flusso che si ha nei magazzini dove avvengono attività di picking semplici o combinate. Generalmente dopo il ricevimento della merce, i pallet e i prodotti sono smistati o verso l'area di spedizione o verso l'area di stoccaggio.
- Complesso, si realizza negli impianti che dispongono solamente aree di movimentazione intermedie, quindi possono richiedere più interventi operativi.

Nella gestione dei flussi è molto importante tenere conto dell'indice di rotazione dei prodotti, che può essere studiata attraverso l'analisi A-B-C, dove gli articoli vengono suddivisi in tre classi:

- A. Alta rotazione: articoli molto richiesti che entrano ed escono continuamente.
- B. Media rotazione : vengono richiesti abitualmente , ma in quantità minore rispetto alla classe A.
- C. Bassa rotazione : sono le unità di carico che hanno una permanenza più lunga all'interno del magazzino.

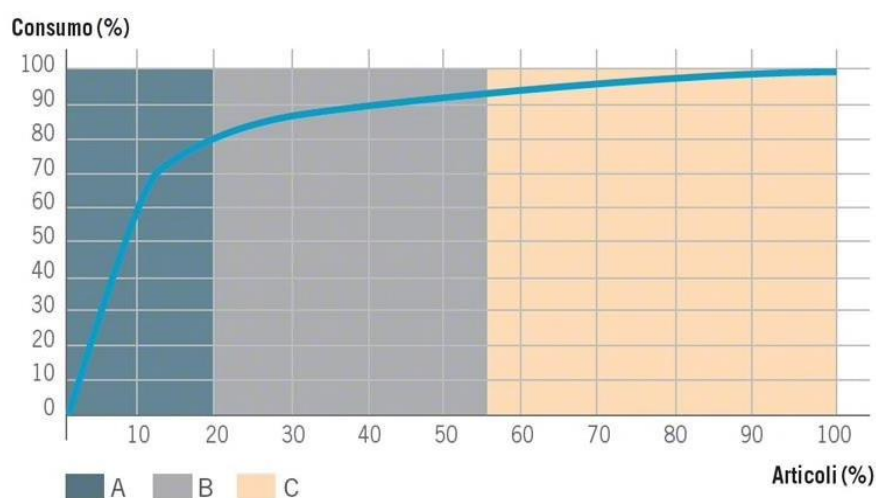


FIGURA 4 DIAGRAMMA DI PARETO

Come si evince dal diagramma di Pareto, circa l' 80% del fatturato è composto dalla classe A che occupa circa il 20% del magazzino. Il restante è composto dalla classe B e C .

## **1.5 Automated Storage/Retrieval Systems (ASRS)**

La sigla conosciuta come AS/RS corrisponde alla definizione di “sistema di stoccaggio e recupero automatico”.

I primi sistemi AS/RS sono stati ideati a partire dagli anni 60, principalmente per la movimentazione del pallet, ma con l'evolversi degli anni sono stati, in modo particolare per lo stoccaggio e il prelievo automatico di colli, materiali, prodotti.

Molti studiosi hanno scoperto che il prelievo degli ordini, quindi il processo di recupero degli articoli dalla posizione di stoccaggio corrispondente in base ai diversi requisiti dell'ordine, costituisce la maggior parte delle operazioni ad alta intensità di risorse e può rappresentare fino al 65% dei costi operativi del magazzino.

Una volta erano considerati fuori portata da molte piccole realtà che si occupavano di evasione degli ordini e magazzini al dettaglio e che non avevano il budget per investire in una tecnologia così avanzata.

Considerando che la tecnologia AS/RS è progredita rapidamente nel corso degli ultimi anni, attualmente esistono nuove opzioni in grado di offrire un'ampia varietà di dimensioni, velocità, costi e flessibilità. Tali progressi hanno causato un'impennata del tasso di adozione del sistema. Ciò ha reso le tecnologie AS/RS una delle opzioni di investimento più popolari e di grande impatto disponibili per la maggior parte delle aziende.

Gli AS/RS sono costituiti da una combinazione di apparecchiature e dispositivi di comando, che permettono di gestire, immagazzinare e prelevare materiali di vario genere con precisione e velocità, molte volte sono anche integrati con dei software per la gestione del magazzino “WES”, “WMS”.

Questi sistemi si differenziano principalmente per le caratteristiche delle unità di carico movimentate: pallet/cassoni o scatole/cassette.

L'impianto tipico si compone di quattro parti: il trasloelevatore, la scaffalatura, la testata (detta anche *handling*), ovvero l'insieme di trasportatori automatici, e infine la parte così detta elettrica, quindi il software di gestione.

Solitamente i suddetti impianti sono collegati con le diverse aree operative (ricevimento, picking, spedizione) attraverso sistemi di convogliamento più o meno articolati quali:

- Nastro trasportatore: permette ai materiali di viaggiare su un tappeto di gomma che viene mosso da un rullo motrice situato ad un estremo del nastro.
- Le rulliere sono delle apparecchiature che permettono il trasporto di oggetti lungo un particolare percorso prestabilito. La rulliera non solo deve consentire l'avanzamento degli oggetti su di essa posati, ma deve anche sostenerne il peso, per questo motivo si producono rulliere di diverse dimensioni e con materiali differenti a seconda del tipo di carico da movimentare. In pratica sostituiscono i nastri trasportatori, in quanto al posto del nastro è presente una linea continua di rulli, di varie forme e dimensioni.
- EMS è l'acronimo per Electrified Monorail System, essi sono sistemi automotori che si muovono lungo delle monorotaie elettrificate

appese al soffitto. Si tratta di un sistema di trasporto relativamente semplice, che collega le diverse aree di un magazzino ed è particolarmente usato per percorsi dalle lunghe distanze. Spesso viene combinato con altri sistemi di movimentazione.

- AGV è l'acronimo per Automated/Automatic Guided Vehicle e sta a definire tutto l'insieme di veicoli che vengono guidati in autonomia, quindi senza il bisogno che vi sia un conducente.

Ci sono diverse tipologie di AGV, il primo ad essere usato è con la guida a filo, ovvero realizzata con un filo sotto il pavimento percorso da corrente elettrica. In seguito sono stati approcciati diversi tipi di guida automatica, come attraverso magneti, sensori laser, giroscopio e per avere maggiore precisione anche GPS.

Con l'uso di questa tecnologia si possono ottenere una serie di vantaggi:

- Possibilità di recuperare lo spazio verticale.
- Maggiore densità dello stoccaggio, dovuta al risparmio di spazio.
- Costi di manodopera ridotti.
- Maggiore precisione nel prelievo dei prodotti.
- Monitoraggio più accurato del magazzino.
- Aggiornamento in tempo reale dello stato del magazzino.
- Riduzione della movimentazione all'interno del magazzino a causa della riduzione della manodopera.



L'unico svantaggio che si può rilevare è l'ingente investimento iniziale per la realizzazione dell'impianto.

Il funzionamento del magazzino automatizzato prevede che il sistema con il software dedicato registri il prodotto (pallet, vassoio, etc.) e ne memorizza le informazioni (dimensioni, tipologia, etc), immagazzinando nella propria memoria e trasmettendo al sistema tutte le informazioni necessarie allo spostamento e all'immagazzinamento ottimale. Ogni qualvolta che avviene un movimento dei materiali o prodotti all'interno del magazzino il sistema in automatico aggiorna l'inventario.

## Capitolo II - Magazzini con Trasloelevatore

### 2.1 Il Trasloelevatore

Il trasloelevatore è l'elemento principale di un magazzino automatico ed è una macchina per il prelievo e il deposito che non necessita di operatori a bordo. Inoltre è caratterizzata dalla possibilità di muoversi simultaneamente lungo la direzione orizzontale e verticale completamente in modo automatico, costituita da una colonna portante che si muove lungo l'asse x, un carrello che si muove lungo l'asse y e delle forche che i muovono lungo l'asse z.



FIGURA 5 STRUTTURA DI UN TRASLOELEVATORE

Il trasloelevatore viene usato principalmente per magazzini UDC anche detti magazzini intensivi poiché sono in grado di contenere un elevato numero di unità di carico.

Un magazzino per pallet è composto da scaffalature in cui le operazioni di carico e scarico sono effettuate attraverso le forche dei trasloelevatori che si muovono lungo i corridoi del magazzino, ogni trasloelevatore gestisce le movimentazioni all'interno di un singolo corridoio.

In altri casi, invece, con un singolo trasloelevatore si è in grado di muoversi tra i diversi corridoi tramite un binario trasversale posto in testa al magazzino,

che a sua volta è composto da scaffalature bifronti simili a quelle utilizzate nei magazzini manuali, ovvero dei reticoli in alluminio o in acciaio formati da montanti e correnti.

Tendenzialmente si hanno due tipi di scaffalature, a singola o doppia profondità ovvero con la possibilità di inserire un pallet dietro l'altro nello stesso piano.

I vantaggi della doppia profondità sono principalmente due, in primo luogo la riduzione del numero di corridoi e successivamente il conseguente impiego di un numero minore di trasloelevatori. Infatti in questi casi, appunto, si vengono a creare delle complicanze nel momento in cui, al fine di estrarre il pallet che si trova dietro, bisogna prima spostare quello situato davanti.

## 2.2. Tempo ciclo di un trasloelevatore

Le prestazioni dei trasloelevatori possono essere definite mediante la norma F.E.M. 9851 o attraverso le formule di Bozer-White.

La misurazione avviene per "numero di missioni orarie", con due tipologie di cicli:

- Cicli singoli per l'inserimento o l'estrazione di una singola UdC dalla scaffalatura (n°1 input o n°1 output).
- Cicli combinati per l'inserimento di una UdC e l'estrazione di un'altra (n°1 input e n°1 output).

### 2.2.1. FEM 9851

Definite le prestazioni dei trasloelevatori (velocità, accelerazioni, etc.) la norma FEM 9851 ( *Fédération Européenne de la Manutention* ) permette di identificare le posizioni nella scaffalatura per cui calcolare la durata dei suddetti cicli FEM.

In realtà il modo di procedere è il seguente: dato il layout della scaffalatura mediante la simulazione dei cicli FEM è possibile dimensionare correttamente le velocità e le accelerazioni delle macchine.

Con la normativa vengono individuati due vani qualsiasi P1 e P2 che sono all'interno della scaffalatura.

Vengono effettuate due considerazioni:

- I vani hanno equiprobabilità di accesso da parte dei trasloelevatori.

- La scaffalatura viene considerata dominio continuo, ovvero l'Udc può fermarsi in qualsiasi punto della scaffalatura.

Si calcola il tempo ciclo attraverso i seguenti valori:

$L$  = massima escursione longitudinale del trasloelevatore;

$X_{I/O}$  = ascissa del punto di input/output;

$H$  = massima escursione verticale del trasloelevatore;

$Y_{I/O}$  = ordinata del punto di input/output;

$T_{\text{fisso}}$  = tempo di centraggio forche e i tempi ciclo delle forche stesse;

$V_x$  = velocità di regime del trasloelevatore in ascissa;

$V_y$  = velocità di regime del trasloelevatore in ordinata;

I punti della scaffalatura secondo le norme fem 9851 hanno le seguenti coordinate:

$$X_{p1} = \frac{1}{5} L + \frac{1}{3} X_{I/O};$$

$$Y_{p1} = \frac{2}{3} H + \frac{1}{3} H_{I/O};$$

$$X_{p2} = \frac{2}{5} L + \frac{1}{3} X_{I/O};$$

$$Y_{p2} = \frac{1}{5} H + \frac{1}{3} H_{I/O};$$

I tempi saranno, per il ciclo semplice:

$$T_{cs} = 2[T(I/O \rightarrow P1) + T(I/O \rightarrow P2) + 2T_{\text{Fisso}}]$$

Per il ciclo combinato:

$$T_{cc} = T(I/O \rightarrow P1) + T(I/O \rightarrow P2) + T(P1 \rightarrow P2) + 4T_{Fisso}$$

Dove

$T(I/O \rightarrow P1)$  indica il tempo dall'area di input/output al punto P1

$T(I/O \rightarrow P2)$  indica il tempo dall'area di input/output al punto P2

$T(P1 \rightarrow P1)$  indica il tempo dal punto P1 al punto P2

Passando alle coordinate temporali rispetto al punto di input/output avremo:

$$T_H = \frac{H}{V_y} ;$$

$$T_L = \frac{L}{V_x} ;$$

Mentre dalla normativa semplificata vengono indicati per stimare il numero di trasloelevatori da utilizzare i valori del tempo ciclo semplice e ciclo misto come:

$$T_{cs} = 1,8 \left[ \frac{L}{V_x} + \frac{H}{V_y} \right] 4T_{fisso};$$

$$T_{cc} = 1,3 \left[ \frac{L}{V_x} + \frac{H}{V_y} \right] 4T_{fisso};$$

### 2.2.2. Bozer-White

Un altro metodo per il calcolo del tempo ciclo di un sistema di trasloelevatori si basa sul modello proposto da Bozer & White nel 1984.

Per poter utilizzare le suddette formule bisogna tener conto di terminate ipotesi:

- bisogna considerare un'unica scaffalatura servita da un trasloelevatore
- la scaffalatura deve essere un rettangolo con punto di input/output posto in basso a sinistra
- i trasloelevatori viaggino in contemporanea nelle direzioni orizzontale e verticale e possono compiere cicli semplici e ciclo combinati
- le velocità dei trasloelevatori siano costanti
- ci sia equiprobabilità di accesso per ogni vano

Tenendo conto delle grandezze utilizzate:

- $H$  = altezza
- $L$  = lunghezza
- $V_x$  = velocità orizzontale
- $V_y$  = velocità verticale

Una volta effettuate le dovute considerazioni, la formula prevede che le coordinate spaziali vengano trasformate in coordinate temporali e vengano calcolati due parametri T e b.

$T_y = \frac{H}{V_y}$  → tempo necessario per raggiungere la massima altezza rispetto al punto di I/O;

$T_x = \frac{L}{V_x}$  → tempo necessario per raggiungere la massima distanza orizzontale rispetto al punto di I/O;

$$T = \max \{T_x, T_y\};$$

$$b = \min \left\{ \frac{H}{T}, \frac{L}{T} \right\};$$

Il tempo del ciclo semplice dal modello risulta:

$$T_{cs} = 2T[1 + b^2 / 3] + 4T_{\text{fisso}} ;$$

Dimostrata normalizzando T e considerando una scaffalatura di dimensioni orizzontale l e verticale b.

il vincolo di prestazione sarà sull'asse delle ascisse.

Si va a creare un'area quadrata con un vertice nel punto di I/O e di lunghezza x.



La parte costante della formula sarà costituita da  $4T/b$ , dato che sono 4 le entrate ed uscite di un ciclo semplice, quindi vengono moltiplicate per  $T$  essendo parametro temporale e si divide per  $b$  per normalizzare.

Si va a calcolare l'area del quadrato e l'area rimanente.

$$\begin{aligned}
 T_{cs} &= 4T/b \left[ \int_0^b (2x \times x) dx + \int_b^1 (b \times x) dx \right] + 4T_{fissi} = \\
 &= 4T/b \left[ \left( \frac{2x^3}{3} \Big|_0^b + \left( \frac{bx^2}{2} \Big|_b^1 \right) \right] + 4T_{fissi} = \\
 &= 4T/b \left[ \frac{2b^3}{3} + \frac{b}{2} - \frac{b^3}{2} \right] + 4T_{fissi} = \\
 &= 4T/b \left[ \frac{b^3}{6} + \frac{b}{2} \right] + 4T_{fissi} = \\
 T_{cs} &= 2T \left[ \frac{b^2}{3} + 1 \right] + 4T_{fissi};
 \end{aligned}$$

Per il ciclo combinato invece la formula è:

$$T_{cc} = T \left[ \frac{4}{3} + \frac{b^2}{2} - \frac{b^3}{30} \right] + 4T_{fissi};$$

## 2.3 Miniload

Il Miniload è un sistema di stoccaggio automatico per contenitori o casse che integra in un solo prodotto le scaffalature, il trasloelevatore, i trasportatori e il software gestione magazzini. È formato da una o più corsie con scaffalature su entrambi i lati, nelle quali un trasloelevatore compie le operazioni di ubicazione ed estrazione del carico sulle scaffalature. Tendenzialmente un trasloelevatore per corridoio, ma può avvenire che il numero dei trasloelevatori risulti minore dei corridoi ed in tal caso, per consentire il passaggio dei trasloelevatori da un corridoio all'altro, è necessario installare un sistema di scambi su rotaie o un opportuno ponte di trasbordo.

Questa tipologia di soluzione di magazzinaggio automatica è particolarmente indicata per migliorare le prestazioni delle attività di picking.

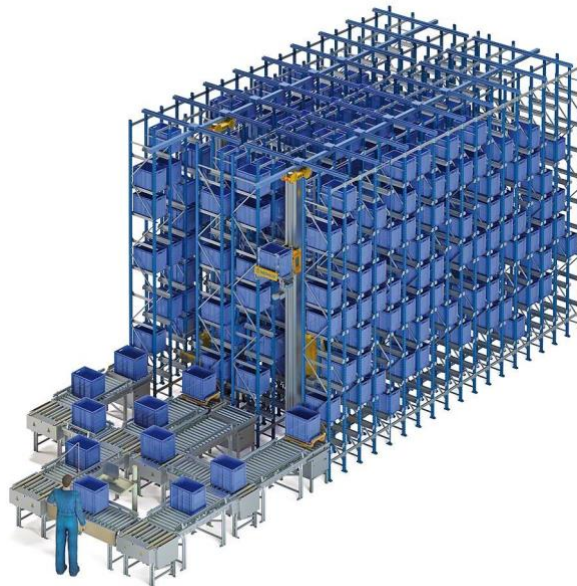


FIGURA 6 MAGAZZINO MINILOAD

Le caratteristiche principali sono:

- Elevata accessibilità ai carichi;
- Aumento della produttività rispetto a una gestione tradizionale;
- Sfruttamento ottimale dello spazio, grazie all'alta densità di stoccaggio;
- Totale sicurezza durante i processi di movimentazione dei carichi, dal momento che non vi è bisogno della presenza di operatori all'interno della zona di stoccaggio;
- Protezione del prodotto;
- Affidabilità e semplicità di utilizzazione;
- Ridotti costi di manutenzione;
- Particolarmente indicato per aziende con elevato numero di ordini da evadere;
- Riduzione del tempo di preparazione degli ordini;
- Applicabile alla maggior parte dei settori;
- Minore specializzazione del personale;

## Capitolo III - Magazzini verticali

### 3.1 funzione dei magazzini verticali

Con il continuo aumento delle Udc a movimento medio e lento, la ricerca di spazi di stoccaggio e di prelievo attivi per tali prodotti sta spingendo i responsabili delle aziende a considerare seriamente qualsiasi spazio inutilizzato all'interno della struttura, per i magazzini con altezza superiore ai 6 metri gli unici spazi inutilizzati rimangono quelli sopra la testa. In tal senso se si sfrutta lo spazio aereo inutilizzato, l'azienda non ha più bisogno di dover ampliare il magazzino per poter acquisire maggiore spazio nell'area di stoccaggio e poter anche beneficiare di una migliore velocità e precisione del sistema di evasione degli ordini.

Ci sono diverse soluzioni per verticalizzare un magazzino, come ad esempio la più semplice è con l'utilizzo di un soppalco, nonostante la creazione di un'area aggiuntiva con nuova funzionalità, si avranno difficoltà di costruzione e gestione.

Un approccio più *smart* è quello dell'utilizzo di magazzini automatizzati verticali, i quali sono caroselli verticali VLM (Vertical lift module). Entrambe le tecnologie possono fornire stoccaggio verticale ad alta densità con un ingombro ridotto e un migliore controllo dell'inventario, supportando anche una strategia di evasione degli ordini.

### 3.2. Carosello Verticale

Un carosello verticale è un dispositivo meccanico composto da una serie di ripiani paralleli che ruotano verticalmente in un ciclo chiuso. Tale rotazione è determinata dall'azione di una catena motorizzata che unisce i blocchi di ripiani in un unico anello.

Su ogni ripiano ci sono vassoi con all'interno uno o più prodotti.

Per il prelievo l'operatore digita il codice del prodotto desiderato su un software collegato all'impianto, in modo che il carosello ruoterà finché il blocco di ripiani contenente l'articolo da prelevare non si trova direttamente nell'area di uscita dei prodotti. A questo punto un fascio di luce illuminerà il contenitore da cui l'operatore deve prelevare il materiale, mentre in alcuni casi viene utilizzato, in sostituzione del fascio di luce, un display che indica, in corrispondenza del ripiano contenente l'articolo richiesto, esattamente la postazione e la quantità da prelevare. Chiaramente tutto ciò contribuisce ad incrementare la produttività e l'accuratezza delle operazioni di prelievo.



FIGURA 7 MAGAZZINO A CAROSELLO VERTICALE

Questo tipo di sistema però ha dei limiti, ovvero che le dimensioni del carosello sono limitate all'altezza del magazzino stesso, inoltre più sarà alto e più tempo dovrà aspettare l'operatore per ricevere il prodotto atteso nell'area di *picking*.

### 3.2.1. Carosello orizzontale

Il carosello orizzontale ha lo stesso principio di funzionamento del carosello verticale, ovvero una catena chiusa di ripiani che ruotano, ma con differenza che per l'appunto i ripiani ruotano parallelamente al pavimento.

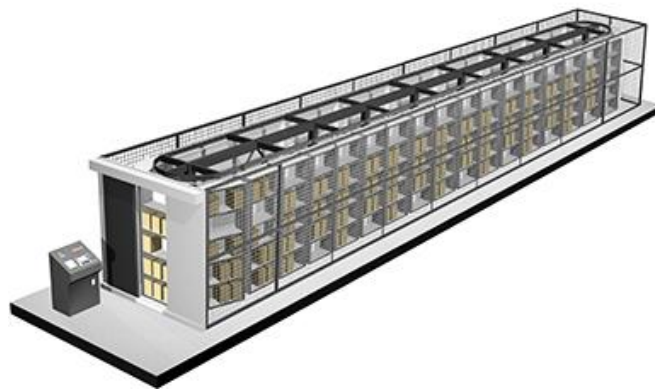


FIGURA 8 MAGAZZINO A CAROSELLO ORIZZONTALE

Un carosello orizzontale però ha un'altezza limitata poiché andrebbe ad ostacolare il lavoro dell'operatore, dato che l'area di picking del carosello orizzontale a differenza di quello verticale che offriva come uscita un piano dove sono presenti vassoi interessati, quello orizzontale presenta come uscita uno scaffale con un numero di ripiani pari a quelli contenuti all'interno dello stesso carosello, quindi una maggiore altezza implica una maggiore difficoltà da parte dell'operatore di effettuare il prelievo.

Mentre un vantaggio rispetto a quello verticale è che non ha bisogno di un forzato bilancio dei carichi e inoltre non dovendo muoversi verticalmente ha consumi inferiori poiché i motori non devono contrapporre la forza di gravità.

### **3.3 VLM**

Un modulo di sollevamento verticale (VLM<sup>4</sup>) è un sistema chiuso costituito da due colonne di vassoi con un inseritore/estrattore al centro.

L'inseritore/estrattore VLM individua automaticamente i vassoi immagazzinati e preleva i vassoi dalla parte anteriore e posteriore dell'unità con la semplice pressione di un pulsante e li consegna all'operatore in una finestra di prelievo posizionata ergonomicamente.

Progettato per consegnare gli articoli immagazzinati all'operatore ed eliminare i tempi di camminata e ricerca, il VLM può aumentare la produttività fino a due terzi.

I moduli di sollevamento verticale sono disponibili in varie altezze e larghezze per soddisfare ogni applicazione. L'utilizzo dell'altezza, dal pavimento al soffitto e la conservazione dei vassoi in posizioni ottimizzate per l'altezza consente al VLM di risparmiare fino all'85% di spazio sul pavimento rispetto alle scaffalature standard. Con i moduli di sollevamento verticale le aziende possono espandere le operazioni internamente senza un'espansione effettiva degli edifici.

---

<sup>4</sup> Vertical Lift Module

Il VLM ottimizza l'area di archiviazione per fornire la massima capacità di archiviazione con un ingombro minimo. Ogni volta che viene immagazzinato un vassoio, viene scansionata l'altezza del prodotto sul vassoio. Il VLM li ottimizza automaticamente l'altezza del vassoio e lo memorizza utilizzando il minor spazio necessario per la massima densità di archiviazione.

In combinazione con il software, è possibile utilizzare più VLM per creare un'unica zona di prelievo, consentendo all'operatore di prelevare da un VLM mentre l'altro si muove per presentare il prelievo successivo. Questa modalità di *picking* riduce i tempi di attesa dell'operatore e accelera notevolmente la produttività.



FIGURA 9 VLM (Vertical Lift Module)



## Capitolo IV - Magazzini multi-shuttle

### 4.1 Automatizzazione attraverso gli shuttle

Un sistema automatizzato con *shuttle* è costituito da una serie di scaffalature parallele divise da uno stretto corridoio in cui le navette si muovono orizzontalmente per prelevare materiali dalle posizioni di stoccaggio e trasportarli fino all'ascensore situato ad un'estremità del corridoio. Su ogni piano, quindi è presente uno shuttle che viaggia su dei binari.

Una volta che i materiali raggiungono l'ascensore, vengono abbassati fino a raggiungere il punto di prelievo. Il processo è invertito durante la fase di rifornimento.

In modo più dettagliato il lavoro di recupero si basa sulla collaborazione tra le navette e l'ascensore come mostrato in *figura10*.

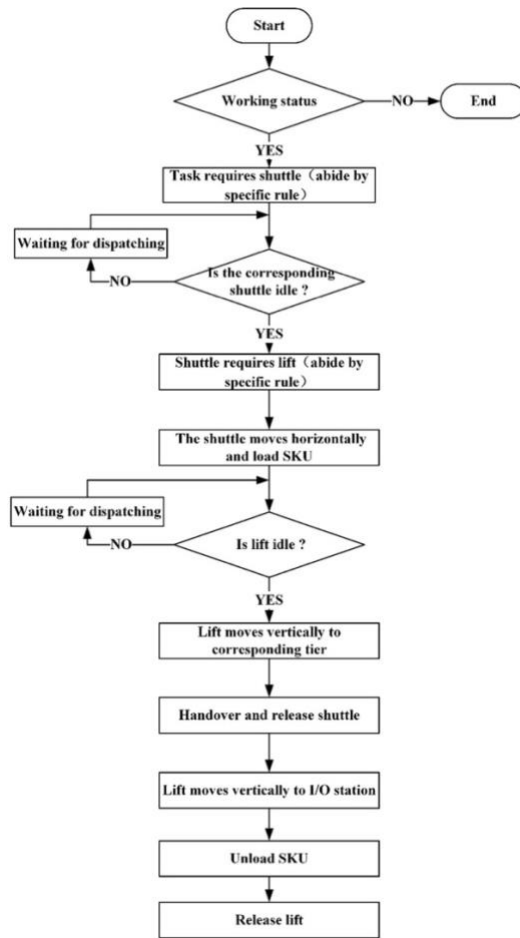


FIGURA 10 DIAGRAMMA LOGICO MAGAZZINO CON SHUTTLE

Dopo aver ricevuto un comando di attività di recupero, l'attività viene assegnata alla navetta corrispondente se la navetta è inattiva. Successivamente, la navetta si sposta dalla prima colonna alla posizione di recupero ed estrae il materiale. Allo stesso tempo, l'ascensore va al livello corrispondente, quando sia l'ascensore che la navetta arrivano alla stazione di consegna, consegnano il vassoio, dopodiché la navetta viene rilasciata e torna alla prima colonna. Il passaggio successivo è che l'ascensore trasporta il materiale alla stazione di input/output e la scarica. mentre nel processo inverso di recupero, la pianificazione delle navette e degli ascensori può seguire regole diverse, ad esempio, primo arrivato, primo servito.

Questo tipo di magazzino, può definirsi modulabile dato che nell'eventuale aumento del volume di stoccaggio, si possono aggiungere scaffali, shuttle o ascensori senza dover apportare modifiche alla struttura preesistente.

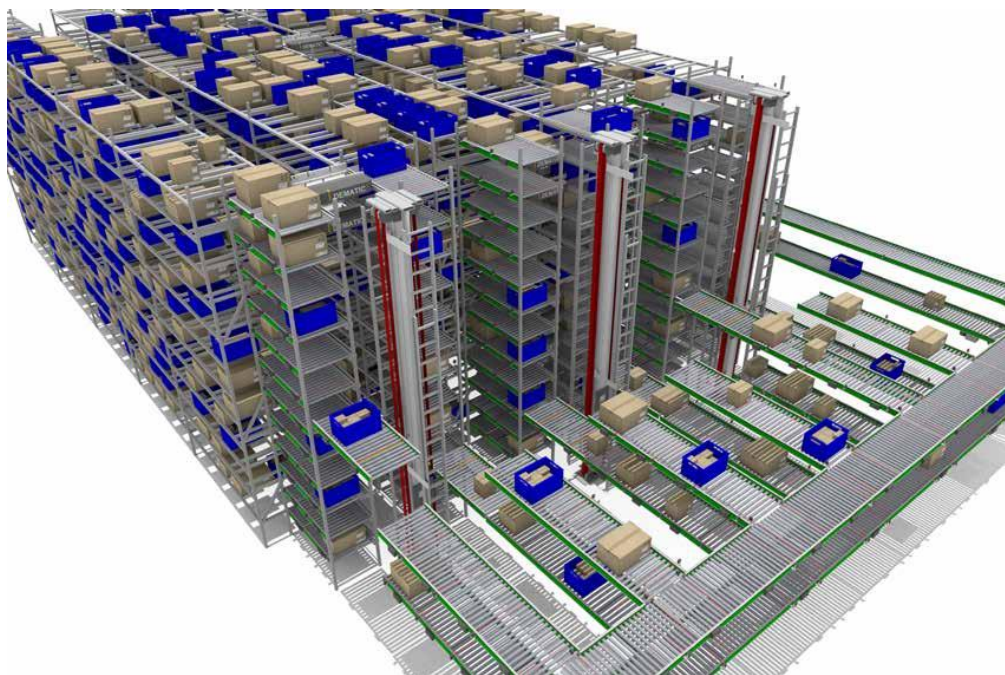


FIGURA 11 MAGAZZINO MULTI-SHUTTLE

## **Conclusione**

Nell'elaborato viene illustrato ampiamente il funzionamento e l'utilizzo del magazzino con la sua relativa automatizzazione.

Si evince che con una buona gestione di un magazzino, si otterrà non solo un'ottimizzazione degli spazi e un taglio dei costi per la sua gestione, ma anche si eviterà un'immobilizzazione di capitale eccessiva.

Ho deciso di esporre la tematica in quanto ora sta ricoprendo un ruolo fondamentale all'interno delle aziende ed è un anello fondamentale all'interno della supply chain, poiché è nostro compito e obiettivo gestire ed ottimizzare, avendo una resa migliore con un costo limitato.

## **Bibliografia**

Christopher Martin , *Supply chain management. Creare valore con la logistica*, Mondadori, 2005.

Cochet Laurent , *Magazzini: come automatizzare la catena logistica*, Generix, 2019.

Tone L. & Matjaž Š. & Iztok P, *Simulation analysis of mini-load multi-shuttle automated storage and retrieval systems*, Int J Adv Manuf Technol, Springer-Verlag, 2010

Vignati Gianfranco, *Manuale di logistica*, Hoepli, 2010.

Yanyan W. & Ziwei L. & Ke H. & Shandong M. & Rongxu Z. , *Model and solution approaches for retrieval operations in a multi-tier shuttle warehouse system*, in “ Elsevier “, Computers & Industrial Engineering 2020.

Yavuz A. Bozer & John A. White , *Travel-Time Models for Automated Storage/Retrieval Systems*, IIE Transactions, 1984

## **Sitografia**

[www.mhi.org](http://www.mhi.org)

[www.modula.eu](http://www.modula.eu)

[www.mecalux.it](http://www.mecalux.it)

[www.cassioli.it](http://www.cassioli.it)