

# POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale

in Ingegneria Gestionale Classe LM-31 (DM270)

Tesi di Laurea Magistrale

**Le nuove soluzioni tecnologiche per il magazzino.  
Stato dell'arte. Applicabilità, costi/benefici.  
Omogeneità con le logiche della Supply Chain**



**Relatore**

prof. Carlo Rafele

**Candidato**

Giovanni Arena

Aprile 2021



*Alla mia famiglia...*



# **1 Sommario**

<b>2</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>SUPPLY CHAIN .....</b>	<b>2</b>
3.1.	DIVERSE DEFINIZIONI DELLA SUPPLY CHAIN.....	3
3.2.	MATURITY DELLA SUPPLY CHAIN.....	4
3.3.	SUPPLY CHAIN MANAGEMENT - SCM.....	6
3.4.	EFFETTO BULLWHIP DELLA SUPPLY CHAIN .....	8
3.5.	DIGITAL SUPPLY CHAIN – DSC .....	10
<b>4</b>	<b>PUSH - PULL .....</b>	<b>13</b>
4.1.	STRATEGIA PUSH.....	14
4.2.	STRATEGIE PULL.....	16
<b>5</b>	<b>MAGAZZINO E LE SUE FUNZIONI .....</b>	<b>20</b>
5.1.	TIPOLOGIE DI MAGAZZINO .....	21
5.2.	ATTIVITÀ ALL'INTERNO DI UN DEPOSITO DISTRIBUTIVO .....	22
<b>6</b>	<b>UNITÀ DI CARICO – UDC .....</b>	<b>24</b>
<b>7</b>	<b>INDICI PRESTAZIONALI DEI MAGAZZINI.....</b>	<b>28</b>
7.1.	RICETTIVITÀ.....	28
7.2.	SELETTIVITÀ .....	29
7.3.	COEFFICIENTE DI SFRUTTAMENTO SUPERFICIALE .....	29
7.4.	COEFFICIENTE DI SFRUTTAMENTO VOLUMETRICO.....	30
7.5.	POTENZIALITÀ DI MOVIMENTAZIONE .....	30
7.6.	INDICE DI ROTAZIONE DELLE MERCI .....	30
7.7.	GIORNI DI COPERTURA .....	31
<b>8</b>	<b>SISTEMI DI IMMAGAZZINAMENTO .....</b>	<b>32</b>
8.1.	TRADIZIONALI O MECCANIZZATI .....	32
8.1.1.	<i>Magazzini statici</i> .....	32
8.1.2.	<i>Magazzini dinamici</i> .....	36
8.1.3.	<i>Magazzini a scaffali mobili</i> .....	38
8.2.	MAGAZZINI AUTOMATICI .....	39
8.3.	MAGAZZINI PER UDC DI PICCOLE DIMENSIONI.....	40
<b>9</b>	<b>SISTEMI DI MOVIMENTAZIONE.....</b>	<b>43</b>
9.1.	CARRELLI .....	43
9.2.	TRASLOELEVATORI.....	44

9.3.	AUTOMATED GUIDED VEHICLE - AGV.....	45
9.4.	AUTONOMOUS MOBILE ROBOT – AMR.....	46
<b>10</b>	<b>WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM - WMS.....</b>	<b>48</b>
<b>11</b>	<b>SISTEMI DI AUSILIO ALLE OPERAZIONI DI HANDLING .....</b>	<b>50</b>
11.1.	PICK/PUT TO LIGHT .....	50
11.2.	VOICE PICKING.....	50
<b>12</b>	<b>NUOVE TECNOLOGIE DI MAGAZZINO.....</b>	<b>52</b>
12.1.	MAGAZZINI AUTOMATICI PER OGGETTI DI PICCOLE DIMENSIONI.....	52
12.1.1.	<i>EffiMat</i> .....	52
12.1.2.	<i>Lean-Lift: magazzino verticale automatico - Incaricotech</i> .....	53
12.1.3.	<i>Sure Sort – OPEX</i> .....	56
12.1.4.	<i>Riepilogo Magazzini Automatici per oggetti di piccole dimensioni</i> .....	57
12.2.	AGV .....	57
12.2.1.	<i>Kiva - Amazon</i> .....	57
12.2.2.	<i>AGV ERE 225a - Jungheinrich</i> .....	58
12.2.3.	<i>AGV Weasel - Incas</i> .....	59
12.2.4.	<i>Riepilogo AGV</i> .....	61
12.3.	AMR .....	62
12.3.1.	<i>KMR iiwa – KUKA</i> .....	62
12.3.2.	<i>Skypod – Exotec</i> .....	63
12.3.3.	<i>LD-x e HD-1500 – OMRON</i> .....	64
12.3.4.	<i>MiRx - Mobile Industrial Robots</i> .....	66
12.3.5.	<i>Riepilogo AMR</i> .....	69
12.4.	SHUTTLE .....	70
12.4.1.	<i>Pallet Shuttle – Mecalux</i> .....	70
12.4.2.	<i>3D-Matrix Solution e soluzioni shuttle - Incas</i> .....	72
12.4.3.	<i>Handling Shuttle Fast Ring – Ferretto Group</i> .....	74
12.4.4.	<i>Riepilogo Shuttle</i> .....	74
12.5.	TRASLOELEVATORI E MAGAZZINI AUTOMATICI.....	75
12.5.1.	<i>Vectura – Swisslog</i> .....	75
12.5.2.	<i>MT-x e MTB-x – Mecalux</i> .....	76
12.5.3.	<i>Magazzini automatici per barre e lastre – Ferretto Group</i> .....	79
12.5.4.	<i>Riepilogo Trasloelevatori e Magazzini Automatici</i> .....	81
12.6.	ALTRE SOLUZIONI PER PICKING .....	82
12.6.1.	<i>A-Frame</i> .....	82
12.6.2.	<i>Vision manual picking – Knapp</i> .....	82
12.6.3.	<i>Riepilogo Altre soluzioni per picking</i> .....	83
<b>13</b>	<b>IL SURVEY .....</b>	<b>84</b>

13.1.	L'AZIENDA.....	84
13.2.	PARAMETRI MAGAZZINO.....	84
13.3.	GESTIONE MATERIALI/PRODOTTO.....	85
13.4.	UDC E SISTEMI DI STOCCAGGIO.....	87
13.5.	MEZZI DI MOVIMENTAZIONE.....	88
13.6.	PICKING.....	89
13.7.	SUPPLY CHAIN, INNOVAZIONE E CRITICITÀ.....	90
<b>14</b>	<b>RISPOSTE AL SURVEY.....</b>	<b>93</b>
14.1.	L'AZIENDA.....	93
14.2.	PARAMETRI MAGAZZINO.....	93
14.3.	GESTIONE MATERIALI/PRODOTTO.....	94
14.4.	UDC E SISTEMI DI STOCCAGGIO.....	97
14.5.	MEZZI DI MOVIMENTAZIONE.....	100
14.6.	PICKING.....	105
14.7.	SUPPLY CHAIN, INNOVAZIONI E CRITICITÀ.....	108
<b>15</b>	<b>ANALISI DEL SURVEY.....</b>	<b>112</b>
<b>16</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>129</b>
<b>17</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>133</b>
<b>18</b>	<b>SITOGRAFIA.....</b>	<b>136</b>





## **2 Introduzione**

Il seguente lavoro di tesi ha l'obiettivo di individuare le principali nuove tecnologie di magazzino e di analizzare, tramite un Survey il grado di innovazione tecnologica raggiunta dalla logistica nelle aziende italiane.

La prima parte del lavoro di tesi fornisce un'introduzione alla Supply Chain, ovvero alla "*catena*" tra aziende che crea valore al prodotto o servizio per il cliente finale. Si vedranno diverse definizioni e diversi livelli di maturità, raggiungibili solo impiegando costantemente risorse e tempo. Verrà messo in luce il problema più grande e pericoloso delle catene logistiche, ovvero l'effetto Bullwhip, si vedranno le due principali strategie di produzione e gestione Push e Pull e si vedranno le principali nuove tecnologie che trasformano una Supply Chain in una Digital Supply Chain.

La seconda parte si focalizza più sui magazzini spiegando la loro funzione, i costi ed i benefici che recano alle aziende, gli indici prestazionali con i quali sono valutati e le principali tipologie di unità di carico. Quest'ultime sono il motivo principale dell'esistenza di ogni magazzino e verranno illustrati i sistemi di movimentazione con i quali è possibile movimentarle.

La terza parte individua alcune delle principali nuove tecnologie presenti nel mercato globale, scelte accuratamente per i risvolti pratici che danno alle imprese.

Infine, la quarta parte, è la parte centrale di questo lavoro di tesi. Analizza e mostra i risultati del Survey, distribuito in collaborazione con Editrice Temi e la rivista Logistica Management, per analizzare, come detto, il grado di innovazione tecnologica raggiunto dalla logistica delle aziende italiane.

### 3 Supply Chain

La soddisfazione del cliente è un tema centrale all'interno di ogni azienda e la forte competizione nei mercati, accompagnata da sempre più brevi cicli di vita dei prodotti, fa sì che le aziende pongano sempre più attenzione alle relazioni tra fornitori e clienti, ovvero alla *Supply Chain*. Quest'ultima è un sistema complesso che comprende persone, processi e tecnologie e permette di inserire sul mercato un prodotto o un servizio. Tale struttura, racchiude tutti i vari fornitori fino ai clienti finali e può essere considerato come una *catena* che crea valore al cliente. Parte dagli acquisti, passa dalla produzione ed arriva fino al trasporto ed alla vendita al consumatore.

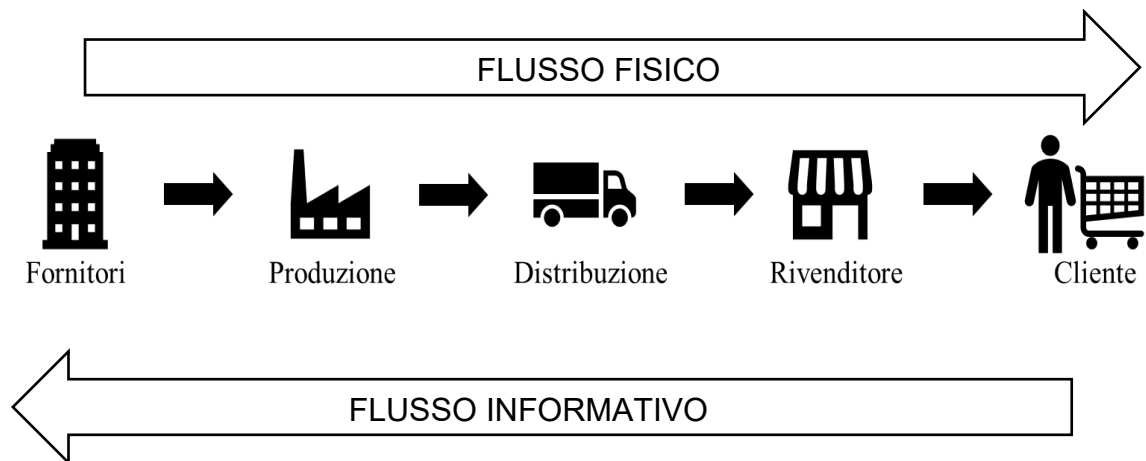


Figura 1. Schema di una Supply Chain

Come vediamo in Figura 1, all'interno della *Supply Chain* vi sono **flussi fisici** ed **informativi**. I *flussi fisici* sono la parte operativa e partono dai fornitori, attraversano tutta la Supply Chain ed arrivano al cliente o, nel caso di un reso di un prodotto, dal cliente verso il fornitore, ma qui siamo nel caso di *reverse logistics*. Sono comprese tutte le operazioni di trasporto tra un anello della catena e il successivo, lo stoccaggio e la movimentazione all'interno degli stabilimenti produttivi di materie prime, semilavorati e prodotti finiti. Lo stoccaggio e il trasporto però hanno un costo, il quale non viene percepito dal cliente come valore aggiunto sul prodotto o servizio; è necessaria quindi una gestione ottimale per mantenere bassi i relativi costi. I *flussi informativi*, invece, fluiscono in direzione opposta ai flussi fisici, ovvero parte dal cliente finale e risale tutta la

*Supply Chain*. Vi sono principalmente due tipi di informazioni trasmesse. Le prime riguardano bisogni e gusti dei consumatori, raccolti tramite indagini di mercato per capire la probabile domanda e le possibili fluttuazioni nel tempo. Queste informazioni determinano se vi sia realmente un'opportunità di business e, in caso vi sia, aiutano nella scelta delle dimensioni dello stabilimento industriale, dei macchinari e dei mezzi di movimentazioni utilizzati. Il secondo tipo di informazione riguarda invece la soddisfazione del cliente una volta avviato il business e venduto il servizio o prodotto. Sono compresi quindi eventuali reclami e recensioni e le informazioni vengono raccolte anche qui tramite sondaggio o interviste.

### **3.1. Diverse definizioni della Supply Chain**

Nel tempo vi sono state diverse definizioni di *Supply Chain* e molto spesso viene confusa con il concetto di *Logistica*. Vi sono quattro diversi concetti che danno diverso significato alla Supply Chain ed alla Logistica (Larson & Halldorsson, 2004):

- **Tradizionalist**: la Supply Chain è la parte della Logistica che si occupa esclusivamente delle dinamiche che avvengono all'esterno dell'azienda.
- **Re-Labeling**: la Supply Chain e la Logistica sono esattamente la stessa cosa; Supply Chain è solo un termine moderno.
- **Intersectionist**: si occupano di processi diversi con alcuni punti di intersezione.
- **Unionist**: la Supply Chain ingloba la Logistica così come gli acquisti, la produzione, il marketing, le previsioni, ricerca e sviluppo, gli aspetti finanziari e l'assistenza al cliente. Questo è l'approccio più diffuso al giorno d'oggi.

### **3.2. Maturity della Supply Chain**

I trend dei mercati oggi giorno, evolvono con una velocità mai vista in passato ed avere vantaggio competitivo è tutt'altro che banale. Il mercato può definirsi con l'acronimo **VUCA** (Kraaijenbrink, 2018):

- **Volatility**: volatilità elevata che si traduce con fluttuazioni e cambiamenti improvvisi e veloci della domanda.
- **Uncertainty**: grande incertezza indica la scarsa prevedibilità dei trend futuri.
- **Complexity**: l'ambiente in cui le aziende operano è molto complesso dovuto all'estesa rete di relazioni e agli innumerevoli fattori che si trovano a gestire.
- **Ambiguity**: il mercato è ambiguo, ovvero, a volte manda informazioni che le aziende non riescono ad interpretare in modo chiaro e quindi le porta a prendere decisioni errate.

Per gestire un simile mercato è necessaria una solida *Supply Chain* caratterizzata da un ottimo rapporto tra fornitori e clienti. Deve esserci una relazione forte tra tutti gli attori coinvolti. L'osservazione tra aziende è alla base per condividere le esigenze delle stesse, e capire cosa cambiare per rendere la catena logistica più agile ed innovativa. Le strategie che le aziende sviluppano, oltre ad essere coerenti con le capacità interne all'azienda, devono essere coerenti con le capacità delle aziende lungo la catena. Tuttavia, l'integrazione e il coordinamento tra le aziende non è sempre così facile e, per raggiungerlo è necessario impiegare una notevole quantità di tempo e risorse. McCormack, professore associato all'University of Alabama in Birmingham, e Archie Lockamy III, professore di Operations Management alla Samford University in Birmingham, hanno sviluppato un modello secondo il quale esistono cinque livelli di maturità della Supply Chain che influiscono nell'efficacia e nell'efficienza dei vari processi.

- **Ad Hoc**: è il primo stadio di maturità. La Supply Chain, tutte le sue pratiche e il lavoro sono mal strutturati e non definiti. Le performance del processo sono imprevedibili e gli obiettivi, il più delle volte, non vengono raggiunti.

I costi sono troppo elevati, la cooperazione e l'efficienza sono basse con conseguente insoddisfazione del cliente.

- **Defined:** i processi iniziano ad essere definiti e documentati. Qui le performances del processo diventano più prevedibili ma gli obiettivi rimangono ancora troppo spesso irraggiungibili. I costi sono ancora troppo elevati e la soddisfazione del cliente rimane ancora troppo bassa.
- **Linked:** è il punto di svolta (breakthrough level) in cui si inizia a pensare all'intera Supply Chain anziché alla singola impresa. Il lavoro ed i processi sono ben definiti e vi è cooperazione all'interno delle diverse funzioni aziendali, con i fornitori e con i clienti finali. Le performances del processo sono più prevedibili e gli obiettivi vengono spesso raggiunti. I costi iniziano a diminuire e la soddisfazione del cliente aumenta.
- **Integrated:** vi è cooperazione ad ogni livello tra impresa, fornitori e clienti. I processi e il lavoro sono basati su procedure ben stabilite. Le performance sono ben prevedibili e gli obiettivi vengono raggiunti. I costi si riducono in modo drastico, il morale aumenta insieme alla soddisfazione del cliente.
- **Extended:** è lo stadio più alto di maturità. Le aziende pensano al bene dell'intera Supply Chain e vi è concorrenza solo tra diverse Supply Chain. La collaborazione è l'elemento base e vi è fiducia reciproca in tutta la catena. Le performance del processo sono misurate costantemente e gli obiettivi vengono raggiunti. Gli investimenti vengono condivisi per migliorare le performance del processo e la soddisfazione del cliente.

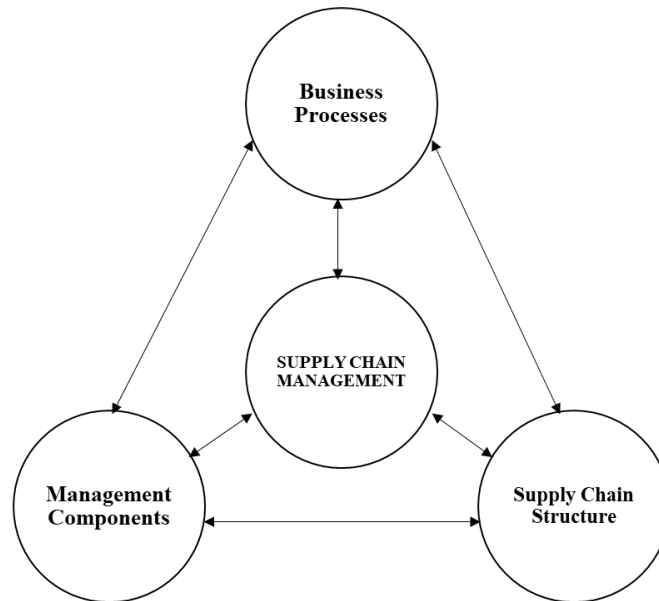
Come già detto, per avere un buon livello di maturità, bisogna spendere tanto tempo e risorse, ma tutto ciò porterà a dei benefici di gran lunga superiori ai costi affrontati. Già, dal livello *Integrated*, le tecniche previsionali di domanda sono più sofisticate e precise con conseguente riduzione dell'incertezza, quindi, non vi è più la necessità di avere grandi stock in magazzino ottenendo un notevole risparmio sui costi.

### **3.3. Supply Chain Management - SCM**

Il termine *Supply Chain Management* fu introdotto per la prima volta da K. Oliver e R. Webber agli inizi degli anni 80'. Secondo loro, la Supply Chain doveva essere vista come un'entità unica, e le decisioni strategiche dovevano essere prese ai livelli alti per una corretta gestione dell'intera catena. Definivano la SCM come *"il processo di pianificazione, implementazione e controllo delle operazioni della Supply Chain con la caratteristica di soddisfare le richieste del cliente nel modo più efficiente possibile. La SCM racchiude tutti le fasi di movimentazione e stoccaggio di materie prime, semilavorati, e prodotti finiti dal punto di origine al punto di consumo"*. Quindi, secondo la prima definizione data da suddetti studiosi, la SCM era semplicemente il modo con il quale veniva gestito il materiale e le scorte.

Poco dopo, nel 1986, il Council of Logistics Management (CLM) definì la SCM come *"il processo di pianificazione, implementazione, controllo dell'efficienza, flusso economico e stoccaggio di materie prime, semilavorati, prodotti finiti e relative informazioni dal punto di origine al punto di consumo al fine di adattarsi alle richieste del cliente"*.

Nel 1997, C. Cooper, M. Lambert e D. Pagh, dissero che la SCM consta di tre elementi strettamente connessi tra loro: Business Processes, Management Components e Supply Chain Structure come indicato in Figura 2. Tramite il primo si produce valore al cliente finale e tutti i processi sono strutturati e gestiti tramite i Management Components. La Supply Chain Structure indica la posizione dell'azienda all'interno dell'intera catena.



**Figura 2.** Elementi della SCM secondo C. Cooper, M. Lambert e D. Pagh. Immagine tratta dall'articolo *Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics*.

Una definizione più estesa è stata data nel 2009 da J. Stock e S. Boyer. Loro definirono la SCM come *“la gestione di una rete di relazioni all’interno di un’azienda e tra le organizzazioni coinvolte e business unit costituiti da fornitori, acquisti, impianti di produzione, logistica, marketing, e servizi connessi che facilitano il flusso bidirezionale di materiali, servizi, finanze e informazioni dal produttore fino al consumatore con il benefit del valore aggiunto, massimizzando la profittabilità attraverso l’efficienza e raggiungendo la soddisfazione del cliente.”*.

Il Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP) dà la seguente definizione: *“Supply Chain Management comprende la pianificazione e la gestione di tutte le attività coinvolte nella ricerca, nell’approvvigionamento, conversione e tutte le attività di gestione della logistica. Comprende anche il coordinamento e la collaborazione con i partner, che possono essere fornitori, intermediari, fornitori terzi di servizi e clienti. In sostanza, la gestione della Supply Chain integra la gestione della domanda e dell’offerta all’interno e tra aziende. Supply Chain Management è una funzione di integrazione con la responsabilità primaria di collegare le principali funzioni di business e processi aziendali all’interno e tra aziende per creare un modello ad alta coesione e con alte prestazioni. Comprende tutte le attività di gestione logistica, la produzione, il*

*coordinamento di processi ed attività, il marketing, le vendite, la progettazione, la finanza e l'informazione tecnologica.*". Questa è la definizione più recente (2013) e più ampiamente accettata.

Il significato di *Supply Chain Management*, come si è visto, è cambiato profondamente dalla sua nascita. All'inizio comprendeva solo la gestione dei materiali e delle riserve in magazzino e oggi, secondo la definizione data dal CSCMP, comprende diversi settori delle aziende e promuove la cooperazione attraverso tutti gli attori coinvolti lungo la Supply Chain per dare il maggior valore aggiunto possibile al prodotto o servizio, e quindi ottenere un maggior grado di soddisfazione del cliente al minor costo. L'obiettivo è quello di ottenere un vantaggio competitivo sostenibile nel tempo vedendo la propria azienda non come una singola entità ma come un insieme di entità aventi un obiettivo comune.

### **3.4. Effetto Bullwhip della Supply Chain**

Per capire bene cos'è l'effetto Bullwhip e perché viene chiamato così, è necessario prima di tutto immaginare una frusta. Questa, quando è tenuta in mano da qualcuno e viene fatta oscillare, si muove creando delle onde, lungo tutta la sua lunghezza, di ampiezza variabile che aumenta man mano che ci si allontana dal fulcro. Nella Supply Chain la frusta è tenuta in mano dai consumatori finali e risale la catena fino ai produttori, trasmettendo da valle a monte la domanda del bene o servizio. Purtroppo, molto spesso si commette una sovrastima della domanda stessa che si amplifica risalendo la filiera produttiva. L'effetto Bullwhip è proprio questo, l'amplificazione della variabilità e quindi delle stime della domanda che porta ad una sovrastima delle scorte con conseguente aumento dei costi.

Tutto ciò si verifica quando si ha una Supply Chain debole, non ancora ben solida e sviluppata. Uno o più attori possono comportarsi in modo irrazionale, possono decidere di non cooperare massimizzando il proprio profitto e non quello dell'intera Supply Chain avviando una serie di comportamenti opportunistici. Oppure, semplicemente non hanno gli strumenti adatti per interpretare i dati commettendo degli errori di pianificazione. La mancanza di collaborazione e



comunicazione può avere effetti disastrosi e quando si verifica l'effetto Bullwhip, inizia ovviamente a mancare la fiducia tra i vari attori deteriorando l'attenzione e la soddisfazione del cliente.

Tra le conseguenze abbiamo sicuramente l'aumento dei costi di produzione e di magazzino che aumentano da valle a monte. Infatti, l'eccesso di variabilità spinge i produttori ad aumentare la produzione e ad aumentare le scorte per non correre il rischio di rotture di stock. Questo spinge al massimo la capacità produttiva delle aziende con conseguente aumento dei costi e, l'aumento delle scorte comporterà investimenti di capitale inutili per il magazzino quali ampliamenti e tutti i costi ad esso connessi. Tra le conseguenze si hanno anche l'aumento dei tempi e dei costi di consegna che si riflette spesso in prodotti invenduti a causa dell'esaurimento dell'inventario dell'anello subito precedente al cliente nella Supply Chain.

Ci sono diversi modi per evitare l'effetto Bullwhip ed aumentare la collaborazione tra le aziende facenti parte del *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* (CPFR), ovvero di tutti quegli approcci nati per permettere di aumentare la collaborazione e ridurre i costi di magazzino. I metodi col tempo si sono evoluti e si è passati da una logica reattiva, in cui l'obiettivo era quello di evitare rotture di stock in caso di variazione improvvisa della domanda, ad una logica predittiva in cui, grazie alla tecnologia e alla mole di quantità di dati che si hanno a disposizione si cerca di prevedere gli andamenti della domanda. Tra questi abbiamo il *Vendor Managed Inventory* (VMI) e il *Continuous Replenishment Program* (CRP). Il primo, il VMI, è il processo più vecchio, di logica reattiva con il quale ogni acquirente lungo la catena si impegna a condividere le informazioni con i propri fornitori, il quale sarà chiamato a pianificare la dimensione e le tempistiche degli ordini dei propri acquirenti. Ovviamente per implementare appieno il VMI è necessario creare una forte fidelizzazione tra le aziende che vedono gestirsi produzioni e scorte dai propri fornitori. Il CRP è invece un metodo col quale una volta calcolato il livello base di produzione e di scorte, le successive variazioni saranno calcolate in base alle vendite effettive realizzate. Altri metodi più moderni sono il *Demand Planning* ed il *Forecasting*, i quali utilizzano metodologie matematiche ed algoritmi per calcolare piani di domanda e previsioni.

### **3.5. Digital Supply Chain – DSC**

L'innovazione tecnologica ha cambiato la vita di ogni persona, rendendosi sempre più dipendente dalle nuove tecnologie. Oggigiorno è difficile anche solo pensare di uscire di casa senza il proprio smartphone, o lavorare senza l'ausilio di un pc. Le nuove tecnologie permettono di snellire e semplificare processi che oggi sembrano banali ma che un tempo richiedevano enormi quantità di tempo e risorse. La digitalizzazione sta profondamente cambiando anche il mondo del lavoro e la Supply Chain non può non farne parte.

Grace Murray Hopper, matematica, informatica e militare statunitense, (Wikipedia, Grace Murray Hopper, s.d.) disse *“la frase più pericolosa in assoluto è: abbiamo sempre fatto così”*. Questa celebre frase rispecchia perfettamente l'attuale periodo storico, in cui chi si allontana dalle tradizioni, dal passato, dalle abitudini e che decide di innovarsi riesce a sopravvivere e ad essere un vincente, mentre chi decide di non cambiare nulla è destinato a vedere il proprio business morire e a guardare dal basso il trionfo dei primi. Una Supply Chain, per essere vincente deve evolversi e deve inesorabilmente mutare in una Digital Supply Chain.

In accordo con Gülçin Büyüközkan e Fethullah Göçer, professori del dipartimento di Ingegneria Industriale alla Galatasaray University, Istanbul, Turchia, la Digital Supply Chain non si riferisce alla tipologia di prodotti o servizi trattati ma dal modo in cui la Supply Chain è gestita. Infatti, vi sono una serie di tecnologie che permettono di rivoluzionare le connessioni e i processi all'interno di una Supply Chain e all'interno di una qualsiasi azienda, facilitando la comunicazione, la trasmissione di informazioni anche finanziarie e permettendo di sincronizzare perfettamente le varie fasi riducendo i rischi. Tra queste nuove tecnologie abbiamo sicuramente (Büyüközkan & Göçer, 2018):

- **Big Data:** la possibilità di memorizzare grandi quantità di dati relativi agli ordini, alle preferenze dei consumatori, alle ricerche effettuate sul web permette di calcolare previsioni di domanda più vicine alla realtà.
- **Realtà Aumentata:** il suo avvento nella SC permettere di ottimizzare le fasi di picking, guidando l'operatore, tramite appositi dispositivi quali visori direttamente indossabili, all'interno del magazzino.

- **Cloud Computing:** la possibilità di sfruttare architetture, quali enormi server e capacità di calcolo, sviluppate da attori esterni, rende la supply chain più agile ed economica non richiedendone più l'acquisto ma pagando solo per l'effettivo uso e consumo.
- **IoT e Sensor Technology:** oggi gli oggetti, grazie all'Internet of Things, hanno la possibilità di scambiarsi informazioni in tempo reale e questo, affiancato all'uso di sensori permette di avere sempre "a portata di tablet" informazioni sui processi e sui prodotti. In particolare, è sempre possibile controllare in tempo reale i vari livelli di inventario.
- **Omni Channel:** l'omnicanalità è più una strategia in cui, grazie ai diversi canali, siano essi online, o negozi fisici, nonché tutti i punti di contatto che si hanno con i propri consumatori, si cerca di dare all'utente una migliore *customer experience*.
- **Robotics e Self-Driving Vehicle:** la robotica e i così detti veicoli a guida autonoma (AMR) snelliscono i flussi di materiale e rendono i magazzini anche un posto più sicuro. Queste tecnologie permettono di avere una velocità superiore nelle fasi di evasione di un ordine.
- **Unmanned Aerial Vehicle:** altro non sono che i droni. Ad oggi utilizzati prevalentemente per la ricerca di merce stoccata in magazzino o per il controllo dell'inventario ma, aziende come Amazon hanno iniziato ad utilizzarli come sistema di spedizione abbattendo i Lead time di consegna.
- **Blockchain:** la blockchain, grazie alla registrazione permanente delle transazioni ed alla loro condivisione, permette di aumentare la fiducia tra le parti, rendendo la Supply Chain chiara e soprattutto trasparente. Infatti, una SC per essere competitiva deve avere alla base una forte fiducia e collaborazione tra parti.
- **Machine Learning e Artificial Intelligence:** i modelli matematici, nonché gli algoritmi che permettono di apprendere dall'esperienza e dai dati raccolti permettono di avere una SC flessibile ai cambiamenti improvvisi minimizzando i danni.

L'applicazione di queste tecnologie porta quindi ad essere competitivi nel mercato e chi non lo fa, chi è riluttante ad innovarsi ed al cambiamento rischia seriamente di finire fuori dai giochi.

È facile intuire che una DSC comporta dei costi iniziali elevati ma, quest'investimento iniziale porterà ad una riduzione generale dei costi in tutte le aree e soprattutto ad un innalzamento del gradimento dei consumatori. È quindi necessario che ogni SC esistente inizi il cambiamento verso il digitale. Gülçin Büyüközkan e Fethullah Göçer sono i primi, nel 2018, a studiare e ad individuare tre step necessari per passare da una Supply Chain ad una Digital Supply Chain: la Digitalizzazione, Implementazione tecnologica e il Supply Chain Management. Il primo passo è la Digitalizzazione, ovvero è necessario individuare quelle tecnologie che possono aiutare a raggiungere l'obiettivo della Supply Chain. Una volta individuate è necessario implementarle, servendosi di strumenti di project management per risparmiare sui costi e ridurre i rischi. Infine, una volta implementate è necessario un'opportuna Supply Chain Management che prenda sempre le giuste decisioni.

## 4 Push - Pull

Push e Pull, rispettivamente *spingere* e *tirare*, sono le due possibili strategie di produzione adottate da una catena logistica. Sono due logiche profondamente diverse l'una con l'altra e la loro scelta è influenzata da diversi fattori quali tempi di produzione, tempi di spedizione, obsolescenza e quindi tipologia dei prodotti e così via. L'adozione della produzione Push implica una produzione schedata basata su previsioni di domanda in cui gli stadi a monte produrranno secondo la programmazione prevista *spingendo* la produzione a valle e creando scorte per la domanda di mercato. La logica Pull, nasce per minimizzare le scorte che, come già detto, sono costose e possono essere causa di sprechi. Secondo questa strategia, gli stadi a valle, in base alla richiesta effettiva, e quindi in base alle quantità realmente richieste dai consumatori, chiederanno di avviare la produzione agli stadi a monte ovvero, ogni stadio è *tirato* dalla produzione che si trova a valle.

Definendo con  $P$  il *Total Production time* di un prodotto, comprensivo dei tempi di approvvigionamento delle materie prime, dei tempi di produzione e dei tempi di consegna dal momento in cui si riceve l'ordine, e con  $D$  il *Demand time*, ovvero il tempo che un qualsiasi consumatore è disposto ad attendere dal momento del suo ordine fino alla consegna, se  $P > D$  allora si è vincolati ad adottare una logica di tipo Push, mentre se  $P < D$  è possibile adottare una delle due strategie. Ad esempio, per il settore grocery è necessario adottare una logica di tipo push, perché un cliente che si reca in un qualsiasi rivenditore si aspetta di trovare il prodotto desiderato direttamente disponibile e quindi, il Demand time sarà basso, se non nullo, e sicuramente inferiore al valore  $P$ . La differenza dei due tempi,  $P - D$ , è quel periodo di tempo in cui i rivenditori, per soddisfare la domanda, utilizzano l'offerta calcolata su previsione. Si capisce bene l'estrema importanza di queste ultime nelle catene logistiche di tipo push. Invece, facendo riferimento al settore tailor-made, si deduce facilmente che è impossibile produrre in anticipo e prevedere le specifiche richieste dei consumatori, per cui anche nel caso di valori di  $P$  elevati, i valori di  $D$  saranno sicuramente maggiori. In sostanza, se parliamo di produzione di prodotti comuni, con bassa incertezza della domanda in cui le economie di scala hanno permesso di raggiungere bassi costi ed alti

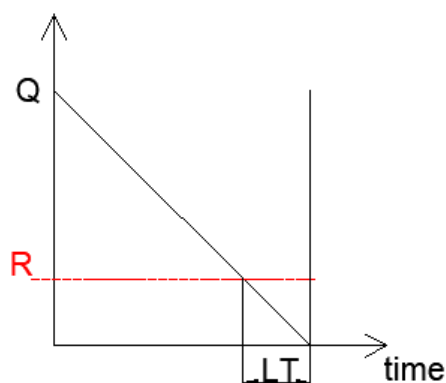
volumi di produzione, si predilige adottare una logica Push, viceversa se si hanno alti costi di produzione, alta incertezza della domanda e bassi volumi, quindi se si ha a che fare con prodotti customizzati o prodotti di nicchia si preferisce adottare la logica Pull.

Ad ogni modo una strategia puramente Pull è estremamente rara e di difficile applicazione, infatti, proprio per questo motivo, molto spesso si vedono adottare strategie *ibride push/pull* per cercare di eliminare i difetti delle due strategie e, allo stesso tempo, riuscire a catturare entrambi i vantaggi che queste logiche portano alle imprese. Quando una catena logistica utilizza entrambe le strategie, allora vi sarà un punto in cui cambia la logica e si passa dalla strategia Push alla strategia Pull. In quel preciso punto della catena sarà quindi necessario creare un magazzino. Quando si utilizza una strategia ibrida, di solito, la prima parte della catena logistica opera secondo la logica Push, mentre la seconda parte permette una certa customizzazione al cliente ed opera con logica Pull.

### **4.1. Strategia Push**

*Make To Stock* è la strategia utilizzata quando si produce con un'ottica di tipo Push, ovvero si produce lo stock per soddisfare in modo rapido la domanda del cliente. Come detto, è basata su previsioni di domanda e possiamo individuare due metodologie diverse per il suo calcolo: Stock management e Demand management. Con lo Stock management si crea una previsione di domanda basata sui trend passati (look-back forecast), e sono necessari grandi quantità di dati ed informazioni per effettuare un calcolo preciso. Con questo metodo si vanno a creare stock di materiali tra una fase produttiva e la successiva perché si deve evitare a tutti i costi una rottura di stock. Questo calcolo, e quindi questo tipo di produzione viene utilizzata quando le parti prodotte hanno un costo relativamente basso, l'incertezza della domanda è bassa e quando non è possibile fare previsioni future e quindi applicare il Demand management.

L'obiettivo dello stock management è quello di minimizzare i costi e massimizzare la qualità del servizio e quindi garantire sempre la disponibilità del prodotto.



**Figura 3.** Caso ideale di riordino in nella gestione Push

A titolo di esempio facciamo riferimento alla figura soprastante, definendo con  $Q$  la quantità di riordino, con  $R$  il livello di riordino,  $LT$  il Lead Time di consegna e supponiamo un tasso di domanda costante (quantità di materiale in uscita per unità di tempo). Partendo idealmente al tempo  $t=0$  con un inventario pari a  $Q$  non appena si raggiunge il livello  $R$  in magazzino sarà necessario effettuare l'ordine  $Q$  con Lead Time  $LT$  in modo tale da non aver mai inventario nullo e non poter soddisfare la domanda del cliente. Questo appena esposto è il caso ideale ma nella realtà possono verificarsi casi di rottura di stock causati da un ovvio tasso di domanda non costante che farebbe variare in più punti la pendenza della curva, da lead time di consegna variabili e da eventuale incertezza nella quantità di fornitura. Quest'ultimi problemi solitamente, sono gestiti con un'intelligente gestione di controllo delle scorte che può essere di tipo continuo o periodico.

Il Demand Management invece, prevede di effettuare previsioni sulla domanda futura. Quando si produce in quest'ottica, il livello strategico dell'azienda calcola, basandosi su previsioni o su eventuali ordini già effettuati, la domanda complessiva e quindi a sua volta l'offerta di prodotti finiti da produrre. In questa fase, l'azienda elabora a livello strategico il così detto Piano Principale di Produzione o Master Production Schedule (MPS) per poi passare al calcolo del fabbisogno effettivo di materie prime e sub-componenti e al loro relativo controllo tramite il Material Requirements Planning (MRP). In sostanza, dalla domanda stimata di prodotto finito, detta anche domanda indipendente, si vanno a calcolare tutte le domande dei componenti costituenti il prodotto finito, dette anche domande dipendenti. L'MRP richiede molte informazioni per funzionare, è infatti necessario conoscere l'MPS, la BOM (bill of materials) del prodotto finito,

il ciclo di lavorazione, inventario esistente e gli eventuali ordini in arrivo per ogni componente. Ciò che si calcola in pratica sono i fabbisogni netti calcolati dai fabbisogni lordi a cui vengono sottratte le giacenze già presenti in magazzino ed aggiunte le consegne programmate di ordini già effettuati.

Una variante al classico MRP è il Demand Driven MRP (DDMRP). Il primo presenta infatti dei limiti quali lead time fissi, la necessità di schedulare di continuo e soprattutto non viene considerata la capacità produttiva ed è vulnerabile all'effetto Bullwhip. Il DDMRP corregge questi limiti introducendo dei buffer tra una stazione di lavoro e la successiva in modo da disaccoppiarle e renderle indipendenti l'una dall'altra. In questo modo l'effetto Bullwhip viene quasi a scomparire in quanto la propagazione della variabilità della domanda viene azzerata ogni qual volta vi sia la presenza di un buffer. Quest'ultimi vanno posizionati in modo intelligente all'interno del reparto produttivo e, a causa del mercato oggi sempre più VUCA, devono avere capacità variabile per adattarsi ai cambiamenti repentini di domanda.

### **4.2. Strategie Pull**

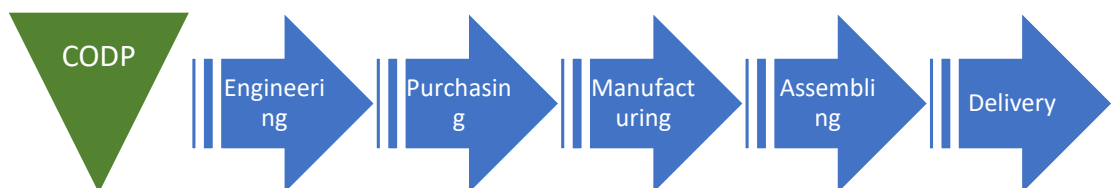
La strategia Pull viene utilizzata per cercare di ridurre il numero di scorte e di conseguenza abbassare gli elevati costi ad essi associati. Inoltre, le strategie Push, come già detto, si basano su previsioni di domanda che quindi saranno soggette da possibili errori, discostandosi dalla realtà, mentre con una strategia Pull, ci si basa sulle richieste effettive dei clienti creando scorte solo quando realmente necessario. Qui la produzione parte solo dopo aver ricevuto l'ordine del cliente.

Possiamo individuare quattro tipologie di strategie Pull in base al posizionamento del Customer Order Decoupling Point (CODP), definito da Jan Olhager, professore del Dipartimento di Ingegneria e Management alla Linköping University, in Svezia, come il punto nella value chain di un prodotto, dove quest'ultimo è collegato ad uno specifico ordine del cliente (Olhager, 2012). Si tratta in sostanza del punto in cui arriva l'ordine del cliente per poi partire a cascata con le varie fasi che portano alla realizzazione e alla consegna del



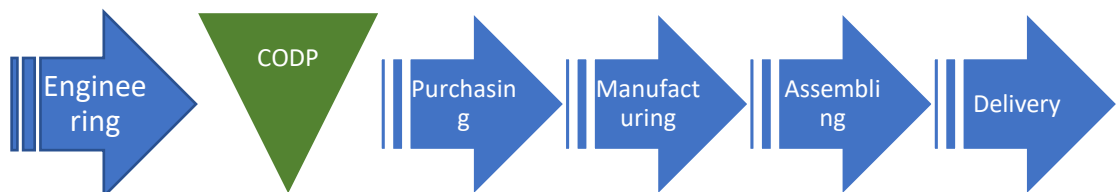
prodotto finito. Sovente vengono utilizzati diversi nomi e diverse definizioni del CODP ma che hanno in pratica tutti lo stesso significato. Le quattro possibili tipologie sono:

- *Engineer to Order*: utilizzato per le realizzazioni speciali. Tutta la catena del prodotto non esiste e viene creata solo su richiesta del cliente, dalla progettazione fino alla consegna finale. Il CODP, come si vede in figura, è posizionato a monte di tutta la filiera produttiva.



**Figura 4.** Posizionamento del CODP nell'Engineer to Order

- *Production to Order*: utilizzato per la realizzazione di prodotti quali aerei, navi, o comunque di prodotti dal costo elevato. Tutta la fase di ideazione e progettazione è già pronta, ma tutte le fasi successive, dagli acquisti alla consegna, partiranno solo dopo effettivo ordine.



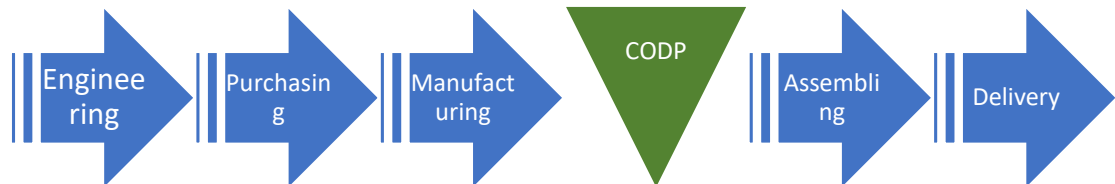
**Figura 5.** Posizionamento del CODP nel Production to Order

- *Make to Order*: utilizzato per la produzione di prodotti comuni quali mobili per arredamento. La produzione parte solo dopo aver ricevuto l'ordine da parte del cliente ma, tutti i componenti e le materie prime sono già presenti in magazzino.



**Figura 6.** Posizionamento del CODP nel Make to Order

- *Assembly to Order*: utilizzato quando si vuol lasciare una certa libertà di customizzazione al cliente ma su parti standard già prodotte. L'ordine del cliente quindi arriverà a monte della fase di assemblaggio e il prodotto finale sarà assemblato secondo le specifiche richieste.



**Figura 7.** Posizionamento del CODP nell'Assembly to Order

Quando si utilizza la strategia Pull, la gestione dei materiali è prevalentemente di tipo Just in Time (JIT). Il JIT è un approccio nato in Giappone, all'interno degli stabilimenti produttivi della Toyota che non mira semplicemente a produrre solo quando effettivamente richiesto ma anche ad eliminare qualsiasi forma di spreco lungo la filiera produttiva. Secondo la logica del JIT tutte le scorte sono degli sprechi così come gli spazi eccessivi e il JIT punta a minimizzarli entrambi e ad utilizzare lo spazio nel modo più razionale ed efficiente possibile. La minimizzazione delle scorte viene realizzata riducendo la dimensione della quantità di riordino  $Q$  che genererà anche una riduzione dei Lead Time di consegna ma che richiede a sua volta che i fornitori non siano troppo distanti geograficamente. L'approccio JIT richiede quindi una scelta accurata dei fornitori.

Lo strumento principale che permette una gestione JIT è il Kanban. Con il Kanban il passaggio di informazioni della domanda effettiva viene realizzato tramite un contenitore ed appositi cartellini (kanban) di movimentazione, che specificano ed autorizzano il movimento tra due centri di lavoro, e cartellini di produzione contenente le informazioni necessarie a produrre e quindi riempire il contenitore. Con questo sistema si riesce a limitare il numero di scorte e a limitare il work in progress (WIP). Ogni fase di lavorazione è alimentata da contenitori aventi dimensioni standard ed ogni stazione di lavoro, una volta svuotato un contenitore indica la necessità di eseguire un rifornimento posizionando in un'apposita rastrelliera il cartellino. Da qui, gli addetti al controllo contenitori prelevano il contenitore che sarà trasportato dalla stazione a valle a quella a monte, o nel caso le stazioni a monte siano dei fornitori esterni, eseguono l'ordine. In questo

modo si produce *giusto in tempo* solo ciò che è realmente necessario perché ogni stazione di lavoro deve e potrà produrre solo la quantità necessaria a riempire il contenitore. Ogni stazione avrà ovviamente almeno due contenitori per permettere la continuità produttiva. Con questo modello viene meno l'idea del classico magazzino ma l'intero stabilimento produttivo diventa una sorta di magazzino ed ogni punto di lavoro avrà dei contenitori in cui all'interno vi è il materiale necessario alla produzione e dei contenitori vuoti in cui inseriranno i componenti prodotti che a sua volta alimenteranno la fase successiva. Come detto, l'intero stabilimento diventa una sorta di magazzino perché vi saranno tanti punti di prelievo e stoccaggio dei contenitori, bisogna quindi fare particolarmente attenzione al layout delle postazioni di lavoro e dei corridoi per non ostacolare tutte le operazioni di movimentazione.

## **5 Magazzino e le sue funzioni**

Ogni azienda, piccola o grande che sia, dedica parte dello stabilimento ai magazzini. Questi hanno un'importanza fondamentale per la vita e il business dell'impresa ed hanno lo scopo di contenere riserve di materiali, siano essi materie prime, semilavorati o prodotti finiti, necessari per tutta l'attività produttiva ed evitare rotture di stock con conseguente blocco della produzione e vendite. Le riserve di materiale per essere utilizzate devono essere in ottimo stato, i magazzini quindi assolvono anche il compito di conservare i materiali. Questo si traduce in un continuo controllo e manutenzione del magazzino stesso, perché certe materie prime, semilavorati e prodotti finiti, per una corretta conservazione, richiedono specifici parametri di temperatura e umidità. I magazzini devono permettere anche una razionale disposizione dei materiali. Quest'ultima funzione si collega bene con una delle "5S" del *Toyota Production System*: *Seiton* – ogni cosa al suo posto e un posto per ogni cosa. La perfetta applicazione del *Seiton* permette infatti di aumentare la produttività e risparmiare sui costi diminuendo il tempo impiegato a recuperare il materiale e ridurre gli infortuni riducendo movimentazioni superflue di materiale. Il magazzino infatti, non deve essere di intralcio al ciclo di produzione ma ne deve far parte garantendo un flusso di materiale fluido con una movimentazione minima ed operazioni di stoccaggio e prelievo semplici e veloci. Infine, i magazzini devono essere incombustibili, ovvero non devono bruciare in caso di un incendio accidentale, devono sopportare i carichi delle unità di carico senza subire alcuna deformazione che altererebbe le caratteristiche funzionali del magazzino e deve resistere ad eventuali urti, causati dal personale addetto, durante le fasi di movimentazione dei materiali.

I magazzini hanno un peso economico elevato, ragione per cui devono essere progettati opportunamente. Infatti, un grande magazzino con tanta merce stoccata, oltre ai costi di illuminazione e riscaldamento che aumentano con l'aumentare delle dimensioni del magazzino stesso, non porta un utile all'impresa ma anzi, porta un aggravio sui costi. Basti pensare ai prodotti deteriorabili o ai prodotti con cicli di vita brevi. Averne tanti non è un bene, a meno che non si abbia un elevato volume costante di ordini, e porta ad una notevole quantità di

sprechi. Bisogna quindi attuate politiche intelligenti di gestione per minimizzare le scorte ed evitare costi inutili di magazzino. Questi ultimi possono dividersi sostanzialmente in due macrocategorie: **costi per l'approvvigionamento** e **costi di immagazzinamento**. I primi sono composti da una voce essenziale, presente in qualsiasi politica di gestione e controllo, ovvero il costo dell'ufficio acquisti comprensivo delle spese per il personale e tutti i costi connessi con un qualsiasi ufficio, e i costi dei trasporti. I costi di immagazzinamento, invece, sono dei costi che aumentano con le dimensioni del magazzino e quindi con il numero di udc presenti. Infatti, fanno parte dei costi di immagazzinamento il costo della manodopera, e quindi degli operatori addetti a tutte le fasi di gestione del magazzino, gli ammortamenti dello stabilimento e dei mezzi necessari alla movimentazione, le spese di riscaldamento ed illuminazione, le spese di manutenzione e le spese assicurative.

### **5.1. Tipologie di magazzino**

Bisogna fare una prima distinzione in base alla funzione che svolge il magazzino stesso trovando i **depositi di fabbrica** e i **depositi distributivi**.

I depositi di fabbrica, si trovano all'interno dello stabilimento produttivo e a sua volta si possono classificare in:

- **Magazzino Materie Prime:** qui vengono stoccate tutte le materie prime necessarie provenienti dai diversi fornitori in attesa che la produzione richieda il loro utilizzo. I fornitori, oltre ai tempi di consegna minimi non eliminabili, potrebbero avere ritardi imprevisti quindi, avere la giusta quantità di materiale in riserva è necessario per il ciclo di produzione. Con il Magazzino Materie Prima inizia il ciclo produttivo.
- **Magazzino Interoperazionale (semilavorati):** vengono inseriti tra una fase e l'altra della produzione per disaccoppiare le stazioni di lavoro. Molto spesso viene considerato come il polmone della produzione.
- **Magazzino Prodotti Finiti:** il prodotto finito in arrivo dalla produzione arriva e rimane qui in attesa di essere venduto. Qui, finisce il ciclo produttivo e inizia il primo anello della catena distributiva.

I depositi distributivi si trovano a valle della produzione e, a seconda delle politiche commerciali dell'azienda, possiamo avere:

- **Deposito Centrale:** magazzino di grande dimensione che riceve in ingresso i prodotti provenienti direttamente dalla fabbrica ed è in grado di servire un'aria piuttosto vasta con un gran numero di utenze.
- **Deposito Periferico:** magazzino di dimensioni inferiori rispetto a quello centrale, situato in zone vicine all'utente finale. Viene rifornito dal Deposito Centrale ed alimenta un numero di utenze ragionevolmente inferiore.
- **Centro di Distribuzione (CE.DI):** magazzino presente nelle catene di ipermercati e grandi attività commerciali. Sono alimentati da diversi fornitori e giornalmente garantiscono il pieno carico ai vari punti vendita.
- **Transit Point (cross docking):** magazzino di smistamento del prodotto. Qui arriva la merce in grandi lotti per poi essere ricollocata, in lotti di dimensioni inferiori, ai vari punti vendita.

### **5.2. Attività all'interno di un deposito distributivo**

Le principali attività che avvengono all'interno di un qualsiasi deposito distributivo sono quattro:

- **Ricevimento merce:** il ricevimento merce è la prima attività. La merce arriva solitamente via terra con mezzi di trasporto gommati e viene scaricata tramite le apposite banchine di scarico. I prodotti possono arrivare come singole unità o sistemati su pallet, viene effettuato il controllo qualità e, se superato, i prodotti vengono scannerizzati e registrati.
- **Sistemazione:** per la sistemazione è importante capire quale sarà la locazione nel magazzino. Infatti, in base alla tipologia di magazzino i prodotti possono essere lasciati come singole unità o raggruppati su pallet. I prodotti quindi vengono sistemati negli appositi vani in attesa che vengano utilizzati.

- **Picking:** il picking è la fase di prelievo dei prodotti. Una volta arrivato l'ordine da parte di un cliente, tramite l'ausilio di un apposito sistema informativo, l'operatore va in magazzino e preleva i prodotti desiderati.
- **Packaging e spedizione:** a questo punto l'ordine viene controllato, confezionato e spedito. Il controllo è molto importante perché un difetto o addirittura un prodotto errato porta inevitabilmente ad insoddisfazione del cliente.



**Figura 8.** Macro-attività all'interno di un magazzino

Tutte queste attività, per essere gestite al meglio ed evitare banali errori, sono supportate da software WMS (Warehouse Management System).

## **6 Unità di Carico – UDC**

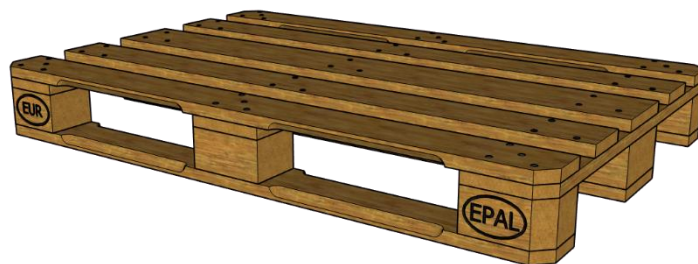
Un'unità di carico può essere definita come un contenitore adibito al contenimento ed alla conservazione di uno o più prodotti, che mantiene la sua forma durante le fasi di movimentazione e trasporto. Innanzitutto, è bene distinguere le unità di carico di primo, secondo e terzo livello. Le **udc di primo livello** sono gli imballaggi destinati alla vendita contenenti il prodotto vero e proprio. Il tipo e le dimensioni devono essere scelte accuratamente per permettere una facile sistemazione e movimentazione tramite le **unità di carico di secondo livello**. Queste ultime infatti, di dimensioni standardizzate, contengono le prime e la loro movimentazione avviene tramite carrelli a forche o sistemi automatizzati. Una caratteristica fondamentale è quella di essere accatastabili per permettere di sfruttare al meglio lo spazio volumetrico del magazzino. Infine, le **udc di terzo livello** contengono a sua volta le udc di secondo livello e sono principalmente container di dimensioni anch'esse standardizzate, che permettono il trasporto su grandi distanze.

Le principali tipologie di udc all'interno dei magazzini sono:

- **Pallet:** Il Pallet, o Paletta, è sicuramente il più utilizzato per la creazione di udc di secondo livello. Qui, vengono sistemate le udc di primo livello, facendo particolarmente attenzione a non far uscire i prodotti dall'area di appoggio o a non lasciare spazio vuoto, per permettere un'eventuale sovrapposizione dei colli. Possono essere a due o quattro vie, ovvero permettono l'introduzione delle forche, rispettivamente da due o quattro lati. Quelli più utilizzati a livello globale sono di legno, ma possono essere in materiale metallico o plastico. Quelli in metallo sono realizzati in acciaio o alluminio ed hanno il grosso svantaggio di essere costosi ma allo stesso tempo garantiscono una durata ed una resistenza più elevata; sono utilizzati per di più nel settore automotive. I pallet in plastica sono generalmente fatti di polistirene o polietilene ed essendo privi di schegge o chiodi e lavabili, vengono utilizzati nel settore alimentare e farmaceutico. Esistono anche pallet in cartone e legno pressato i quali sono molto economici e leggeri ma allo stesso tempo sono fragili ed hanno capacità



di carico estremamente limitata. Col tempo, e con l'aumentare del commercio e quindi del trasporto tra diversi Paesi Europei si è reso necessario creare degli standard per le dimensioni e le caratteristiche dei Pallet. La norma UNI EN 13698-1 stabilisce infatti i criteri di costruzione dei pallet in legno di dimensione 800 x 1200 millimetri a quattro vie su nove blocchetti. Grazie a questa normativa è stato possibile anche uniformare le dimensioni dei mezzi di movimentazione quali camion e container. Come detto, la normativa ne stabilisce i criteri di fabbricazione e sono facilmente riconoscibili perché presentano il marchio con la scritta cerchiata "EPAL", come si vede in Figura 9, sui blocchetti laterali. Inoltre, la posizione dei chiodi è standardizzata, ogni chiodo deve essere certificato da EPAL e deve avere la sigla di autorizzazione. Tra le dimensioni standardizzate abbiamo anche 1200 x 1000, 1000 x 1200 e 800 x 600 millimetri. Ovviamente, esistono in commercio anche pallet non standardizzati.



**Figura 9.** Immagine di un Europallet in Legno 1200 x 800 mm

- **Contenitori:** I contenitori solitamente hanno dimensioni standard 600 x 400 mm o comunque suoi multipli. Anche questi possono essere in legno o plastica, ma questa volta quelli più utilizzati sono in acciaio o alluminio perché si vuole un'elevata resistenza ad eventuali urti per proteggere il materiale all'interno. I principali tipi di contenitori sono:
  - Con parete piena in lamiera



**Figura 10.** Immagine di un contenitore in lamiera con parete piena tratta dal sito

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

- Con rete metallica



**Figura 11.** Immagine di un contenitore con rete metallica tratta dal sito [www.gaesco.it](http://www.gaesco.it)

Vi sono altri tipi di contenitori che variano in base alle esigenze e possono essere con pareti, o parte della parete ripieghevole, ribaltabili e con fondo apribile. Tutti i tipi di contenitori hanno la caratteristica di essere sovrapponibili per sfruttare al meglio gli spazi ed il volume.

- **Cassette:** Le cassette possono essere realizzate in lamiera, plastica e legno. Le dimensioni sono solitamente dei sottomultipli delle dimensioni dei pallet perché è lì che vanno collocate per la movimentazione. Inoltre, anche queste sono impilabili le une sulle altre e possono avere una bocca di accesso o meno. La Figura 12 mostra una cassetta con bocca di accesso, più comunemente chiamata cassetta a bocca di lupo destinata a contenere minuterie.



**Figura 12.** Immagine di una cassetta a bocca di lupo tratta dal sito [www.incasgroup.it](http://www.incasgroup.it)

- **Scatole:** le scatole sono un'unità di carico di primo livello e sono l'imballaggio contenente il prodotto finito vero e proprio destinato alla vendita finale.
- **Prodotto Sfuso:** in questo caso l'udc è il prodotto stesso senza alcun tipo di imballaggio
- **Materiale raggruppato mediante reggettatura:** l'udc è l'insieme di più prodotti raggruppati appunto mediante reggettatura, ovvero da un nastro di acciaio o materiale plastico.

## **7 Indici prestazionali dei magazzini**

Per un'azienda la scelta della tipologia di magazzino non è semplice e richiede una conoscenza approfondita delle prestazioni desiderate. I magazzini occupano spazio, richiedono mezzi ed attrezzature per la movimentazione e tutto ciò incide notevolmente sui costi. Magazzini diversi, hanno esigenze di funzionalità diverse, quindi la loro corretta progettazione è fondamentale per la vita dell'impresa. A volte, avere un magazzino sofisticato e tecnologico non si traduce nell'avere un magazzino efficace ed efficiente. Per determinate aziende un magazzino semplice e tradizionale potrebbe essere la soluzione migliore. Avere un adeguata tipologia di magazzino può portare una riduzione di costi con conseguente vantaggio competitivo mentre, avere un magazzino inadatto comporta costi elevati e vincoli sull'intera attività dell'impresa.

Gli indici prestazionali dei magazzini aiutano nella scelta della giusta tipologia di scaffalatura.

### **7.1. Ricettività**

La Ricettività è un parametro di input della progettazione. L'azienda, dopo aver condotto studi di mercato e aver fatto una previsione della domanda avrà stimato la quantità massima di materie prime e prodotti finiti da allocare in magazzino. La ricettività, altro non è che il numero massimo di unità di carico (udc) stoccabili in magazzino. Ovviamente tale parametro crescerà al crescere delle dimensioni del magazzino stesso e dipende fortemente dalle dimensioni delle unità di carico. Udc piccole, permetteranno di avere una ricettività più elevata rispetto a udc di grandi dimensioni, a meno che il magazzino non sia predisposto per stoccare solo contenitori della stessa forma e dimensione.

$$R = \text{numero massimo di unità di carico stoccabili in magazzino [udc]}$$

## 7.2. Selettività

La Selettività è data dal rapporto tra le udc direttamente accessibili e la ricettività, ovvero:

$$I_s = \frac{\text{udc di rettamente accessibili}}{R} \quad [\%]$$

Solitamente viene espressa in percentuale ma non è inusuale trovarla espressa come valore compreso tra zero ed uno. Quando assume valore pari ad uno vuol dire che ogni singola unità di carico presente nel magazzino è direttamente accessibile, mentre quando è minore di uno, indica che per prelevare determinate udc sarà necessario movimentarne delle altre per averne l'accesso. Fin qui, avere la selettività inferiore al valore unitario sembrerebbe essere un difetto che porta inefficienza ma, non è sempre così. Infatti, avere dei magazzini che richiedono la movimentazione di più udc, permette di avere scaffalature più compatte e quindi di risparmiare sui costi. Inoltre, questo tipo di soluzione, solitamente viene impiegata per magazzini automatici la cui movimentazione è appunto automatizzata e quindi molto più rapida ed efficiente rispetto ad una movimentazione manuale.

## 7.3. Coefficiente di sfruttamento superficiale

Il coefficiente di sfruttamento superficiale ci dice quanto bene è utilizzato il piano pavimento del magazzino. È dato dal rapporto tra la superficie occupata dalle unità di carico, e quindi dalla scaffalatura, e la superficie totale dell'area di stoccaggio entrambe espresse in metri quadri:

$$C_s = \frac{S_{\text{stoccaggio}}}{S_{\text{totale}}} \quad [\%]$$

Nella superficie totale sono compresi anche i corridoi di servizio in cui vi è il transito del personale addetto, con gli appositi carrelli, ad effettuare i vari prelievi. Il suo valore dipende ovviamente dal tipo di scaffalatura scelta e, più è prossimo all'uno, più l'area di stoccaggio sarà utilizzata efficientemente.

### **7.4. Coefficiente di sfruttamento volumetrico**

Il coefficiente di sfruttamento volumetrico è simile al coefficiente di sfruttamento superficiale. Questo, tiene in considerazione anche la volumetria dell'area di stoccaggio. È dato infatti dal rapporto tra il volume occupato dalle unità di carico e il volume totale del magazzino, entrambe espresse in metri cubi:

$$C_v = \frac{V_{stoccaggio}}{V_{totale}} \quad [\%]$$

Anche questo dipende dal tipo di scaffalatura utilizzata ma anche dall'altezza delle udc. Infatti, se i vani sono progettati per contenere unità di carico di altezza elevata ma, le udc stoccate hanno un'altezza molto inferiore rispetto a quella massima ammissibile, allora il coefficiente di sfruttamento volumetrico sarà basso con conseguente inefficienza del magazzino. Tramite i coefficienti  $C_v$  e  $C_s$ , è possibile fare un confronto immediato tra due o più tipologie di magazzino in quando è importantissimo ridurre al minimo sia l'area che il volume dei magazzini perché tanto più grandi sono, tanto più i costi saranno maggiori.

### **7.5. Potenzialità di movimentazione**

La potenzialità di movimentazione viene spesso definita con il termine inglese *throughput*. Esso indica il numero di udc che è possibile movimentare in un determinato periodo di tempo che può essere uno ora, un mese, un anno e così via.

$$PM = \frac{udc}{unità\ di\ tempo} \quad \left[ \frac{udc}{unità\ di\ tempo} \right]$$

### **7.6. Indice di rotazione delle merci**

L'indice di rotazione delle merci è dato dal rapporto tra il flusso di uscite nel periodo T e la giacenza media nello stesso periodo di tempo T considerato. Il flusso di materiale e la giacenza media devono avere le stesse unità di misura e,

in base ai prodotti trattati, possono essere espresse in metri quadri, metri cubi, udc, ecc.

$$I_R = \frac{U_{transito}}{G} \left[ \frac{m^2}{m^2}; \frac{udc}{udc}; ecc \right]$$

In sostanza ci dice quante volte la merce viene rigenerata nell'intervallo di tempo T e, può essere riferito ad un singolo item o ad una certa categoria di merce.

### **7.7. Giorni di Copertura**

Utilizzando l' $I_R$  è possibile calcolare i giorni di copertura, ovvero per quanti giorni quel prodotto è presente all'interno del magazzino tramite la seguente formula:

$$GC = \frac{GG}{I_R}$$

Dove GG è il rapporto tra i giorni lavorativi e il periodo di tempo T considerato.

## **8 Sistemi di immagazzinamento**

Esistono tanti tipi di magazzino e la loro scelta è influenzata da tanti fattori tra cui i vari indici di prestazione visti precedentemente. Nel seguito andremo a vedere i principali sistemi di immagazzinamento presenti nel mercato.

### ***8.1. Tradizionali o meccanizzati***

#### ***8.1.1. Magazzini statici***

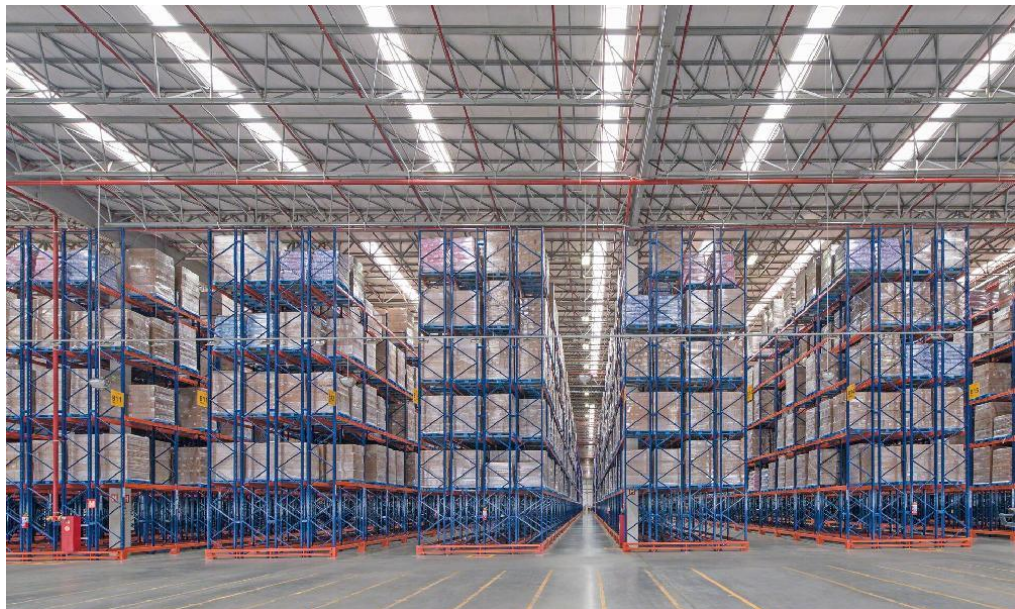
- **Catasta:** è il più semplice ed economico magazzino statico. La merce pallettizzabile viene posta su pallet che a loro volta vengono sistemati l'uno sull'altro, quindi le unità di carico devono essere sovrapponibili per evitare il danneggiamento dei prodotti. È il magazzino più economico perché non richiede nessun tipo di scaffalatura e quindi permette anche una facile riconfigurazione del magazzino stesso. La catasta ha un alto coefficiente di sfruttamento superficiale e volumetrico grazie all'ottimizzazione degli spazi ma, per contro hanno una selettività e una potenzialità di movimentazione molto bassa perché, a causa del difficile accesso ai pallet, richiedono la movimentazione di più unità di carico.



**Figura 13.** Immagine di una Catasta tratta da Caron F., Marchet G., Wegner R. Impianti di movimentazione e stoccaggio dei materiali



- **Scaffalatura tradizionale:** la scaffalatura tradizionale è anche chiamata scaffalatura bi-frontale. Infatti, questo tipo di scaffalatura permette il prelievo delle unità di carico da entrambi i lati. Tra una scaffalatura e l'altra è necessario lasciare uno spazio sufficiente alle movimentazioni dei carrelli traslo-elevatori per il carico e lo scarico delle udc. Il costo, rispetto alla catasta, inizia a salire perché richiede appunto l'acquisto della struttura portante in metallo in cui vanno posizionati i pallet. La selettività raggiunge il valore unitario e quindi, qualsivoglia unità di carico è direttamente prelevabile senza movimentarne altre. Le prestazioni di questa tipologia di magazzino sono fortemente influenzate dai carrelli a disposizione. Infatti, gli spazi di manovra e la massima altezza raggiungibile, vanno a determinare la larghezza dei corridoi e un eventuale differenza tra l'altezza dello stabilimento e l'altezza raggiunta dalle udc con un'evidente influenza sugli indici di sfruttamento. Se in un magazzino vi sono stoccati tanti prodotti uguali, vi è la possibilità di installare una scaffalatura a doppia profondità come si vede in Figura. Questa soluzione abbassa la selettività ma aumenta i coefficienti di sfruttamento. Inoltre, sarà necessario utilizzare appositi carrelli dotati di forche telescopiche a doppia profondità.



**Figura 14.** Immagine di una Scaffalatura tradizionale a doppia profondità tratta da

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

- **Cantilever:** questo tipo di scaffalatura è un tipo particolare di scaffalatura tradizionale ed è atta a contenere prodotti molto pesanti ma soprattutto molto lunghi, non stoccabili tramite pallet. *Cantilever*, in italiano si traduce in *trave a sbalzo*. È dotata infatti di diverse travi a sbalzo su cui vengono poggiati lunghi tubi, profilati ecc. Per la movimentazione di elementi così lunghi è necessario però l'ausilio di carrelli ad hoc, altrimenti, con carrelli normali avremmo bisogno di corsie eccessivamente larghe per le manovre, con conseguente abbassamento dell'indice di sfruttamento superficiale e volumetrico. A differenza della scaffalatura tradizionale, la selettività è inferiore ad uno perché solitamente su un vano vanno stoccate più unità di prodotto le une sulle altre.



**Figura 15.** Immagine di una Scaffalatura Cantilever tratta da [www.mecalux.it](http://www.mecalux.it)

- **Scaffalatura passante:** la scaffalatura passante è dotata di binari di sostegno per i pallet ed è indicata quando si hanno tante unità di carico dello stesso tipo non sovrapponibili. Questa scaffalatura permette di ottenere elevati valori di sfruttamento sia superficiale che volumetrico. L'operatore con carrello, per effettuare lo stoccaggio dei pallet, entra dentro le corsie della scaffalatura e per evitare urti accidentali solitamente sono predisposte delle guide a terra. Inoltre, sempre per consentire l'accesso dei carrelli, lo stoccaggio dei pallet è previsto sul lato lungo. Esistono due tipi di scaffalatura passante: **drive-in** e **drive-through**. La prima è caratterizzata da una logica *LIFO* (last in - first out), ovvero l'ultimo pallet inserito in magazzino sarà il primo ad essere utilizzato in quanto lo stoccaggio ed il prelievo avvengono dallo stesso lato. La seconda tipologia di scaffalatura è invece caratterizzata da una logica *FIFO* (first in - first out), quindi il primo elemento stoccato sarà il primo ad essere utilizzato. Quest'ultimo tipo di scaffalatura è particolarmente utilizzato nel settore alimentare, nel quale abbiamo prodotti deperibili ed è quindi necessario utilizzare la logica FIFO. Per contro però, la scaffalatura drive-through, rispetto la drive-in ha un coefficiente di sfruttamento superficiale inferiore perché prevede un corridoio in più il prelievo dei prodotti, mentre nella drive-in, un corridoio è sufficiente sia per le manovre di stoccaggio che di prelievo. Questi magazzini hanno selettività inferiore ad uno perché ovviamente non è possibile movimentare qualsiasi udc stoccata, però permettono di ottenere coefficienti di sfruttamento volumetrico superiore rispetto alla catasta. Infatti, grazie alla struttura portante in acciaio è possibile raggiungere altezze superiori.





Figura 16. Immagine di una scaffalatura Drive-in tratta da [www.mecalux.it](http://www.mecalux.it)

### **8.1.2. Magazzini dinamici**

- **A gravità o live storage:** i magazzini a gravità sono simili e adottano la stessa logica dei magazzini drive-through. Infatti, le prime udc stoccate saranno le prime ad essere utilizzate, seguendo appunto una logica FIFO. A differenza della scaffalatura passante però, non è previsto l'ingresso nelle corsie degli operatori con i carrelli, ed inoltre i piani non sono orizzontali ma hanno una leggera pendenza (3-4%). Le udc vengono scaricate sempre nella prima posizione del magazzino e tramite dei rulli frizionati o motorizzati si spostano per gravità verso l'estremo opposto dove avviene il prelievo. Anche qui la selettività è inferiore ad uno, ragione per cui si cerca di riempire le corsie con le stesse voci, ma gli indici di sfruttamento superficiale e volumetrico sono elevati, in particolare permettono di raggiungere altezze superiori rispetto alle scaffalature passanti. Questo tipo di magazzino può essere utilizzato anche per contenitori di piccole dimensioni.



Figura 17. Immagine di un magazzino a gravità tratto da [www.mecalux.it](http://www.mecalux.it)

- **Con carrello di trasferimento:** sono simili ai magazzini a gravità ma i rulli vengono sostituiti da un carrello motorizzato di trasferimento (Shuttle), il quale sposta le unità di carico dalla posizione iniziale a quella più prossima per il prelievo. In questo caso i piani non avranno più una leggera pendenza ma saranno orizzontali.





**Figura 18.** Immagine di un magazzino dotato di carrelli di trasferimento tratta da [www.mecalux.it](http://www.mecalux.it)

### ***8.1.3. Magazzini a scaffali mobili***

Questa tipologia di magazzino è dotata di diversi scaffali che scorrono su rotaie. Sono trainati da un sistema motorizzato o a catena che permette il movimento singolo o a gruppi. È una soluzione molto compatta con indici di sfruttamento molto elevati ma i tempi di prelievo possono essere lunghi a causa della possibile attesa della traslazione degli scaffali e la selettività è ridotta. Infatti, l'operatore, dopo aver indicato tramite degli appositi comandi in quale scaffale deve effettuare lo stoccaggio o il prelievo, dovrà attendere che si crei il corridoio che consente l'accesso tramite carrello. Questa soluzione è utilizzata solo in casi particolari ed ha costi elevati. Anche questo tipo di magazzino può essere utilizzato, come il magazzino a gravità, per udc di piccole dimensioni in cui gli scaffali vengono movimentati manualmente.

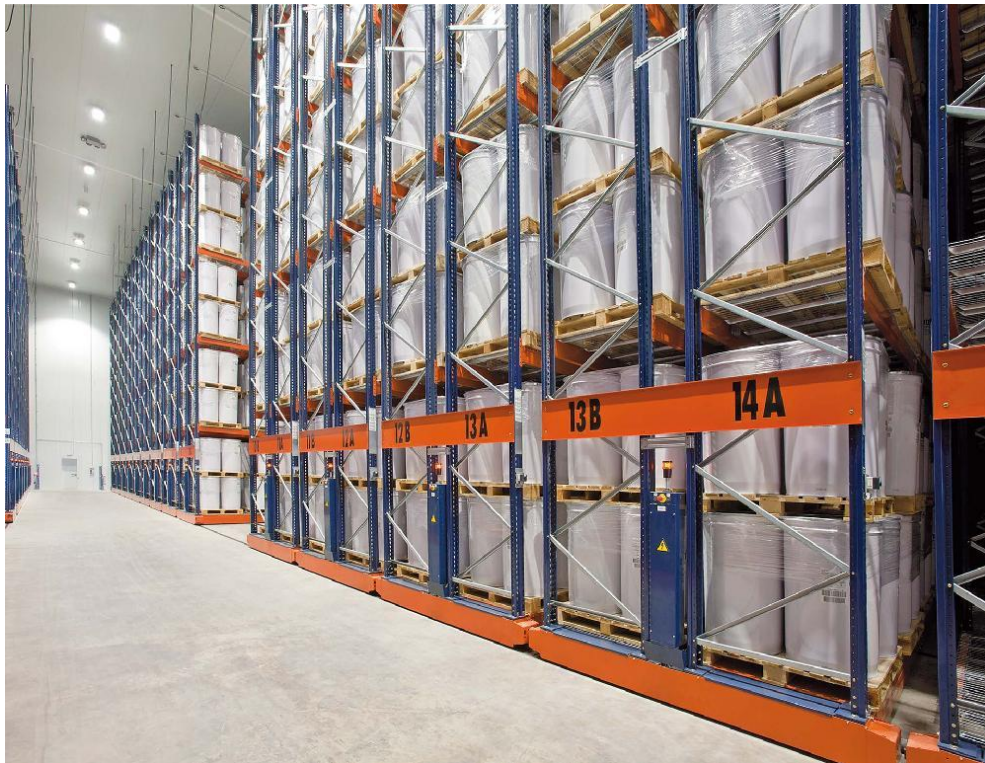


Figura 19. Immagine di un magazzino a scaffali mobili tratto da [www.mecalux.it](http://www.mecalux.it)

### **8.2. Magazzini automatici**

I magazzini automatici, oggi giorno, stanno diventando sempre più utilizzati. Vengono chiamati in causa quando si ha la necessità di movimentazioni veloci delle udc e di elevati indici di sfruttamento sia superficiale che volumetrico, ed è proprio per queste ragioni che molto spesso vengono definiti con il termine *intensivi*. Infatti, sono dei magazzini molto compatti, con corridoi stretti e possono raggiungere altezze superiori rispetto ad un magazzino tradizionale. Si tratta principalmente di scaffalature bi-frontali, in cui l'ausilio dei tradizionali carrelli elevatori, per lo stoccaggio ed il prelievo delle unità di carico viene meno. Tutte le operazioni di movimentazione all'interno del magazzino vengono svolte da traslo-elevatori automatici, ovvero traslo-elevatori programmati e gestiti da un'unità computerizzata. Quest'ultima riesce a gestire l'intero magazzino, conservando in memoria ogni singola posizione delle udc e, ad ogni stoccaggio o prelievo, calcola il percorso ottimale, e quindi il più veloce, da far eseguire al traslo-elevatore.



I magazzini automatici, a volte, vengono progettati per sostenere, oltre a tutte le varie unità di carico anche le pareti e la copertura del magazzino stesso. In questo caso, vengono definiti *autoportanti*.

La selettività è unitaria, la ricettività e la potenzialità di movimentazione sono elevate e, come già detto, gli indici di sfruttamento superficiale e volumetrico sono elevati. Il costo per la realizzazione è elevato ma permette di risparmiare sui costi di esercizio.



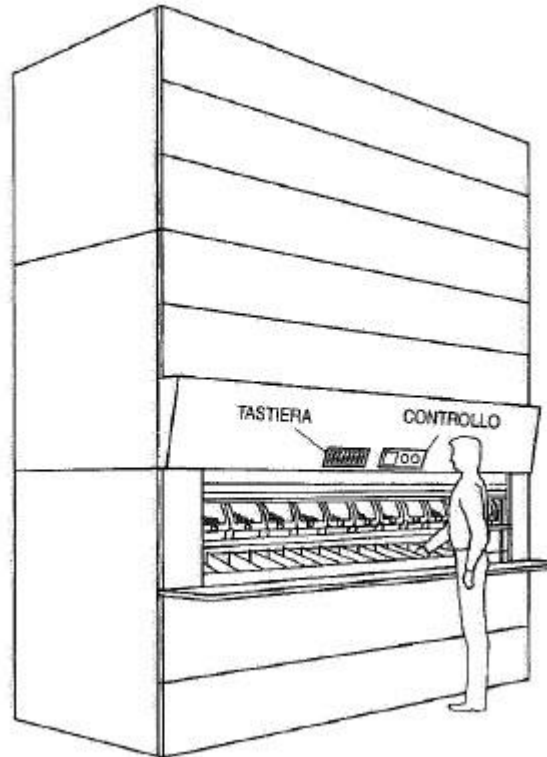
Figura 20. Immagine di un magazzino automatico autoportante tratta da [www.mecalux.it](http://www.mecalux.it)

### ***8.3. Magazzini per udc di piccole dimensioni***

I magazzini per unità di carico di piccole dimensioni sono quei magazzini destinati per lo più alle operazioni di **picking** e **kitting**. Il primo è il prelievo frazionato di materiale dall'unità di carico intera, mentre il kitting è la creazione di un insieme di oggetti, ovvero di un kit, da diverse udc.



Queste operazioni avvengono molto di frequente in un qualsiasi magazzino, quindi sono monitorate costantemente per verificare l'efficienza del magazzino stesso, e vi sono due possibili logiche da poter adottare: **operatore verso materiali** e **materiale verso operatore**. Nella prima logica, quella tradizionale, abbiamo a che fare con magazzini in cui l'operatore, dopo aver ricevuto l'ordine, si dirige, a piedi o con carrello, verso la scaffalatura per eseguire il prelievo. Tra questi magazzini abbiamo sistemi di scaffalatura tradizionale o a gravità, i quali sono molto semplici ed economici ma con basso sfruttamento volumetrico in quanto tra uno scaffale e quello superiore è necessario lasciare sufficiente spazio per permettere le operazioni di prelievo, abbiamo le cassettiere, anche queste molto semplici ed economiche e permettono un migliore sfruttamento volumetrico, e infine vi sono sistemi a scaffali mobili, molto compatti, con alto indice di sfruttamento superficiale e volumetrico ma con un costo superiore rispetto ai primi due. Nella seconda logica invece, vi è la presenza di automazione e l'operatore dopo aver indicato l'oggetto di interesse aspetta che arrivi autonomamente per eseguire il prelievo. Questa tipologia di magazzini, vengono utilizzati quando si ha la necessità di elevata potenza di movimentazione. Tra le soluzioni più comuni abbiamo i caroselli orizzontali, i caroselli verticali, e i mini-load. I caroselli orizzontali sono dei magazzini dinamici in cui i materiali si muovono su diversi piani paralleli. L'altezza di prelievo varia quindi dal piano pavimento fino a circa due metri, o anche più se vi è la presenza di una piattaforma che permette all'operatore di elevarsi in altezza. Ovviamente, nella zona centrale, quella più facilmente accessibile, vi sarà la presenza dei materiali prelevati con maggior frequenza. I caroselli verticali invece, sono più ergonomici perché, grazie al movimento verticale dei materiali, permettono il prelievo sempre alla stessa altezza su un piano orizzontale e solitamente hanno indice di sfruttamento volumetrico superiore rispetto ai caroselli orizzontali perché possono raggiungere altezze superiori. Infine, i mini-load, sono l'equivalente dei magazzini automatici analizzati precedentemente, ovvero vi sono delle scaffalature in cui vi è stoccato il materiale e dei mini traslo-elevatori svolgono le operazioni di movimentazione portando il materiale nel punto di prelievo. Ovviamente, quest'ultime soluzioni sono più costose ma permettono di raggiungere un'efficienza elevata.



**Figura 21.** Immagine di un carosello verticale tratta da A. Monte – Elementi di Impianti Industriali – Vol I

## **9 Sistemi di movimentazione**

I sistemi di movimentazione sono al centro dell'attenzione dei magazzini. I mezzi ed il tempo di trasporto impiegato per movimentare i prodotti non danno valore aggiunto, ovvero è un costo invisibile agli occhi dei clienti. È quindi fondamentale scegliere il più opportuno mezzo di movimentazione per cercare di ridurre movimenti inutili di materiale e persone, cercando di sfruttare al massimo gli spazi del magazzino aumentandone la produttività.

### **9.1. Carrelli**

I carrelli sono sicuramente i mezzi di movimentazioni più utilizzati nei magazzini. Sono atti alla movimentazione ed al sollevamento delle unità di carico e possono essere motorizzati o no. Da qui è possibile fare una prima distinzione in tre categorie: carrelli a traslazione manuale, carrelli trasportatori – elevatori azionati manualmente e carrelli trasportatori – elevatori motorizzati (Monte, 2003).

I carrelli a traslazione manuale sono sicuramente i più semplici e sono adatti per il trasporto di svariata merce come fusti, sacchi ed oggetti ingombranti. Possono essere dotati due, quattro o sei ruote e, per agevolare la movimentazione e le manovre, di solito una o più ruote sono pivotanti, ovvero sono libere di girare intorno al loro asse verticale. Gli organi di presa possono essere due semplici maniglie o un timone a leva.

I carrelli trasportatori – elevatori con azionamento manuale, o meglio conosciuti come transpallet, sono utilizzati per il carico, mediante apposito sistema idraulico tramite leva manuale o a pedale, ed il trasporto di pallet o contenitori. Sono molto maneggevoli e richiedono piccoli spazi di manovra ma, per contro, per carichi pesanti lo sforzo dell'operatore potrebbe essere eccessivo e i tempi di movimentazione sono ovviamente lunghi.

I carrelli motorizzati infine solo quelli più utilizzati per il grande risvolto pratico che hanno. Possono essere a motore termico, solo se utilizzati in ambiente esterno, o motore elettrico. I magazzini che utilizzano quest'ultima tipologia devono avere

un locale apposito, per la ricarica degli stessi, avente tutte le misure di sicurezza previste. È possibile distinguerli in altre due sottocategorie: carrelli con operatore a terra e carrelli con operatore a bordo. I primi vengono utilizzati quando le movimentazioni non sono troppo frequenti e quando si vuole ottimizzare lo spazio di magazzino, riducendo la larghezza delle corsie. Infatti, i carrelli con operatore a bordo richiedono, rispetto ai primi, più ampi spazi di manovra. Il loro fine è quello di movimentare pallet o contenitori e sollevarli per stocarli in magazzino. Per farlo sono dotati di due forche, ad ampiezza variabile o fissa, su un montante verticale il quale può essere fisso o telescopico per raggiungere altezze elevate. Il carrello motorizzato più utilizzato in ambito industriale è sicuramente il carrello con forche a sbalzo o meglio conosciuto come *muletto*.

Qui di seguito vengo elencati i principali tipi di carrelli motorizzati (Carlin, Carrelli per il trasporto e il sollevamento, 2020):

- Carrello a forche ricoprenti
- Carrello con forche tra i longheroni
- Transpallet elevatore
- Carrello con forche a sbalzo (muletto)
- Carrello con montanti o forche retrattili
- Carrello a presa laterale
- Carrello a presa laterale
- Carrello a grande altezza
- Carrello commissionatore
- Carrello a portale

### **9.2. Trasloelevatori**

I traslo-elevato, insieme agli Shuttle, sono l'unico mezzo di movimentazione utilizzabile nei magazzini automatici intensivi e si occupano del prelievo e dello stoccaggio automatico di unità di carico (Monte, 2003). Questa tipologia di magazzini, come detto, consistono in una serie di scaffalature bi-frontali separate da stretti corridoi che consentono elevati indici di sfruttamento superficiale e volumetrico. Solitamente è previsto un trasloelevatore per ogni corridoio ma è

possibile che gestisca anche più corridoi, quando la movimentazione dei materiali è bassa ma si richiede uno stoccaggio intensivo, grazie ad appositi sistemi di cambio corsia (Mecalux)

I trasloelevatori sono sostanzialmente costituiti da un pianale, dotato di forche telescopiche, in cui vi si posiziona l'udc, che scorre lungo una o due colonne portanti. Viene utilizzata una colonna quando i carichi sono leggeri, mentre vengono utilizzate due colonne per carichi pesanti e/o carichi ingombranti. La colonna è guidata da un profilo di guida alla sommità ed è fissata ad una trave inferiore con ruota motrice che scorre su rotaie. È dotato di due motori indipendenti: uno per l'elevazione del pianale, ed uno per la traslazione. I movimenti lungo i corridoi ed in altezza del pianale, possono avvenire in contemporanea, e ciò ottimizza i tempi di movimentazione ma, la movimentazione delle forche, e quindi dell'udc, avviene solo quando il trasloelevatore è fermo (Monte, 2003). Infine, sono dotati di un'apposita piattaforma per le possibili operazioni di manutenzione.

### **9.3. Automated Guided Vehicle - AGV**

Gli Automated Guided Vehicle, o meglio conosciuti semplicemente come AGV, sono dei mezzi di trasporto interno nati dall'innovazione tecnologica e dalla necessità di avere magazzini sempre più efficienti e sicuri. Infatti, sono in grado di trasportare prodotti in completa autonomia senza la necessità di personale addetto. I primi AGV sono stati prodotti intorno agli anni 50 dalla Barret Electronics of Northbrook e consistevano in semplici carrelli elevatori in grado di muoversi autonomamente seguendo un cavo elettrico a pavimento (Galeani, 2019). Da lì è nata la sperimentazione e la produzione di AGV diventando sempre più popolari ed utilizzati nel settore logistico.

Sono costituiti da quattro elementi fondamentali (Monte, 2003):

- Il veicolo: ovvero il carrello vero e proprio costituito da telaio, motore elettrico alimentato a batterie, ruote, sensori di sicurezza e tutto il necessario per permettere la presa ed il trasporto del carico.

- Un impianto di guida: che può essere un cavo a pavimento per permettere una movimentazione di tipo induttiva, la realizzazione tramite bande magnetiche per permettere una guida tramite sensori oppure, il percorso, se semplice e breve, può essere memorizzato sul singolo carrello.
- Un sistema di trasmissione dati: è ciò che permette di ricevere la “missione” al singolo carrello. Le informazioni possono essere inserite o manualmente tramite apposito tastierino sull'AGV, oppure possono essere inviate per via induttiva tramite il cavo a terra o infine, via radio.
- Un sistema di gestione: si occupa della programmazione ed ottimizzazione dei percorsi e tiene traccia di tutte le attività svolte dai singoli carrelli.

Trovano le più svariate applicazioni e semplificano i processi di trasporto ma hanno poca flessibilità. Infatti, un eventuale ampliamento non è così immediato perché richiede di ampliare ed integrare le guide a pavimento ed inoltre è in grado di seguire solo percorsi fissi. Quest'ultimo aspetto è limitativo perché nel caso di un eventuale ostacolo trovato lungo il percorso, l'AGV è in grado solamente di fermarsi per evitare l'urto ma non di aggirare l'ostacolo e sarà quindi necessario l'intervento di un operatore.

### **9.4. Autonomous Mobile Robot – AMR**

L'avvento degli AMR avviene cronologicamente dopo gli AGV, infatti ne sono la loro evoluzione. Questi carrelli, come gli AGV, sono atti al trasporto autonomo di prodotti all'interno di un qualsiasi magazzino ma, a differenza dei primi, garantiscono elevata flessibilità. Infatti, un eventuale ampliamento non richiede l'installazione di ulteriori guide a pavimento come per gli AGV, perché adesso la guida diventa intelligente e il percorso dei carrelli si adatta alle condizioni ed eventuali ostacoli trovati. Ogni robot è dotato di un software che, grazie alla presenza di videocamere, sensori e soprattutto di un algoritmo SLAM (Simultaneous Localization And Mapping), è in grado di localizzarsi all'interno dello stabilimento, crearne una mappa ed eseguire le missioni di trasporto. In caso di ostacoli riesce perfettamente ad aggirarli e ricalcola il percorso, quindi sono perfettamente autonomi e non necessitano di alcun intervento umano. Questa

intelligenza permette di specificare al robot solamente la destinazione da raggiungere e non l'intero percorso da effettuare.

# **10 Warehouse Management System -**

## **WMS**

Ogni magazzino deve essere gestito in modo opportuno, ovvero è necessario coordinare, ottimizzare e controllare i processi e le attività in modo efficace ed efficiente per soddisfare la domanda del cliente. Il *Warehouse Management System*, o semplicemente WMS, è un software gestionale che viene in aiuto per l'intera gestione del magazzino. Infatti, con l'ausilio di questo software è possibile gestire i prodotti in ingresso, la collocazione, le scorte e i prodotti in uscita. Vediamo nel seguito le sue funzioni nelle varie fasi.

Quando arrivano i prodotti, pallettizzati o non, si esegue un controllo qualità per verificarne la conformità e, superata questa fase, i prodotti vengono etichettati e registrati tramite il WMS diventando parte effettiva dello stock di magazzino. Con questa operazione vengono memorizzati in modo snello e veloce tutti i dati dei prodotti quali peso e lotto di appartenenza, differenza tra quantità ordinata e quantità effettiva ed eventuali ritardi nella consegna. Superata la fase di arrivo, i prodotti vanno stoccati in magazzino. Il WMS gestisce in autonomia questa fase, indicando all'operatore l'ubicazione dell'udc. Infatti, una volta deciso il tipo di logica da adottare per la merce (LIFO, FIFO, ecc.), in base al tipo di prodotto, di packaging, dell'indice di rotazione e delle ubicazioni vacanti in magazzino, il Warehouse Management System indica dove collocare l'udc ottimizzando tutte le fasi gestionali ed operative. Adesso la merce è stoccata in magazzino ed il WMS permette di visualizzare in tempo reale l'ubicazione e le informazioni raccolte nella fase in ingresso. Per ogni prodotto è possibile calcolare l'indice di rotazione, la corretta allocazione iniziale e, se lo stock scende sotto il livello minimo, il sistema invia un segnale per indicare che è necessario attuare delle azioni di ripristino dell'inventario. Infine, il WMS, gestisce le attività di prelievo e spedizione degli ordini. Il software crea una lista con gli items che compongono l'ordine, fornisce al picker il percorso ottimo da effettuare garantendo movimentazione minima ad efficienza elevata, ed etichetta la merce in uscita.



In sostanza, un WMS, ha tanti lati positivi: stoccaggio razionale dei prodotti, elevata produttività degli operatori, controllo continuo delle giacenze con riduzione di eventuali errori o rotture di stock, abbassamento dei tempi di movimentazione e spedizione e il tutto ad un costo operativo inferiore. Tra i fattori negativi troviamo invece l'elevato costo di acquisto ed implementazione e i lunghi tempi per l'integrazione in tutte le fasi.

## **11 Sistemi di ausilio alle operazioni di handling**

Diversi costruttori hanno ideato soluzioni per rendere le operazioni di prelievo e di deposito veloci e prive di errore. Tutti questi sistemi interagiscono perfettamente con il WMS utilizzato. Nel seguito vediamo il Pick/Put to light e il Voice Picking.

### **11.1. Pick/Put to light**

I sistemi Pick e Put to light sono dei sistemi ideati per eliminare gli errori nelle fasi di prelievo e smistamento. Si basano sulla tecnica giapponese “Poka-Yoke”, ovvero a prova di errore. Gli scaffali destinati alle operazioni di handling sono dotati di luci e display che interagiscono con il WMS per indicare all’operatore la locazione e la quantità di articoli da prelevare o depositare. Per le operazioni di picking, quindi pick to light, una volta effettuato il prelievo, il picker tramite il display o tramite apposito bottone, indicherà che il prelievo è stato eseguito, la luce si spegnerà per riaccendersi solo al segnale di un nuovo ordine. Mentre, per il put to light, la luce e il display indica dove e quanto materiale immettere. Commettere errori adottando queste soluzioni è estremamente difficile. È un sistema molto semplice ed intuitivo con tempi di apprendimento da parte dei nuovi addetti estremamente ridotto.

### **11.2. Voice picking**

I sistemi di voice picking non sono a prova di errore come i precedenti, ma hanno sicuramente grossi vantaggi. Con l’utilizzo di questa soluzione l’operatore è dotato di cuffie e microfono ed il tutto è collegato con il Warehouse Management System. Il picker recepisce l’informazione di un prelievo tramite un comando vocale che arriva direttamente alle cuffie e, tramite la propria voce, l’operatore da conferma della presa in carico dell’operazione tramite parole predefinite o

leggendo codici nell'ubicazione degli items da prelevare. A differenza degli altri sistemi questo permette all'operatore di avere entrambe le mani libere perché viene meno l'utilizzo dei palmari per la lettura dei codici a barre. In questo modo l'operatore rimane sempre concentrato su ciò che sta facendo e vengono ridotti gli errori ma soprattutto aumenta la sicurezza. Inoltre, consentendo di avere sempre le mani libere, questa soluzione è particolarmente adatta ad ambienti frigoriferi permettendo agli operatori di utilizzare guanti. Infine, è un sistema molto semplice e può essere rapidamente appreso ed utilizzato da nuovi addetti.

## **12 Nuove tecnologie di magazzino**

In questo capitolo sono raccolte alcune delle nuove tecnologie presenti sul mercato, raggruppate per tipologia di prodotto ed applicazione. La ricerca ha coinvolto grandi aziende presenti a livello internazionale fino a piccole aziende italiane. Si è cercato di inserire tutte le informazioni e le caratteristiche tecniche presenti per spiegare al meglio il funzionamento e i punti di forza. Alcune aziende sono state disponibili a fornire cataloghi e a dare ulteriori informazioni non reperibili direttamente dal web, mentre altre, comprensibilmente, hanno preferito non farlo. Si trovano quindi tecnologie con informazioni dettagliate ed altre meno, ma che comunque meritavano di essere inserito in questo lavoro di tesi.

### ***12.1. Magazzini Automatici per oggetti di piccole dimensioni***

#### ***12.1.1. EffiMat***

Il magazzino verticale EffiMat è destinato allo stoccaggio ed alle operazioni di picking di componenti di piccole e medie dimensioni. È dotato della nuova tecnologia brevettata Box Mover che, a differenza dei classici magazzini verticali che movimentano solitamente un intero ripiano, permette la movimentazione di singole cassette della dimensione di 400\*600 millimetri, sia in verticale che in orizzontale. Permette la gestione fino a cinque cassette alla volta, quindi fino a cinque ordini contemporaneamente o anche più se le cassette vengono suddivise

per contenere più articoli contemporaneamente. Confrontato con un classico



magazzino verticale, questo risulta essere da tre a quattro volte più veloce permettendo infatti di effettuare fino a 250 prelievi in un'ora. L'altezza delle cassette può variare da 50 a 400 millimetri e il software installato permette uno stoccaggio intelligente in base alle altezze, massimizzando lo sfruttamento volumetrico. Inoltre, il software è perfettamente integrabile con un qualsiasi WMS permettendo una piena sinergia tra le diverse aree di magazzino ed un continuo controllo dell'inventario.

**Figura 22.** Immagine di un magazzino verticale EffiMat tratta dal sito [www.klainrobotics.com](http://www.klainrobotics.com)

Le dimensioni sono di 2874 millimetri in larghezza e 2365 millimetri in profondità. L'altezza varia dalle necessità e può arrivare fino a 36 metri. Infatti, è possibile anche avere un magazzino che si sviluppa tra più piani e dividere, tra un piano e l'altro, l'area di stoccaggio dall'area di prelievo. Lo stoccaggio può avvenire manualmente da parte di operatori o può essere automatizzato mettendo a supporto dei rulli o dei nastri per il trasporto delle cassette. Infine, si ha uno schermo touchscreen con il quale è possibile dialogare con il software integrato.

### **12.1.2. Lean-Lift: magazzino verticale automatico - Incaricotech**

I magazzini automatici Lean-Lift sono dei magazzini progettati dall'azienda tedesca Hänel, di cui la Incaricotech ne è una sussidiaria. Sono dei magazzini utilizzati per effettuare le attività di stoccaggio e prelievo di materie prime o semilavorati quali componenti elettrici, minuterie ma anche farmaci. Lo stoccaggio avviene tramite vassoi per oggetti voluminosi o cassette

## Nuove tecnologie di magazzino

---

multifunzionali personalizzabili per minuterie, capaci di contenere diversi oggetti di diversa forma e dimensione, entrambi movimentati da una navetta. Sono dei magazzini molto efficienti, robusti e semplici da utilizzare. Ne esistono diversi modelli e secondo Incaricotech sono in grado di dare cinque valori aggiunti (Incaricotech, s.d.):

- **più spazio:** con l'utilizzo di questi magazzini si riesce a dare più ordine e a sfruttare in modo più efficiente le diverse aree del magazzino, anche quelle che prima sembravano inutilizzabili. Grazie allo sviluppo in altezza, che può raggiungere i 20 metri, si può risparmiare fino all'80% di superficie a parità di prodotti stoccati e si riesce a stoccare fino al 60% di prodotti in più. Inoltre, questa tipologia di magazzino permette l'installazione tra diversi piani dello stabilimento e, in caso di spazio insufficiente, è possibile installarli anche all'esterno opportunamente coperti da una struttura che permette l'isolamento termico.
- **più dinamicità:** i tempi operativi di stoccaggio e prelievo vengono drasticamente ridotti consentendo anche l'utilizzo simultaneo di più operatori. La gestione dei materiali è integrata e permette di stoccare il materiale in base all'indice di rotazione ottimizzando le operazioni e i tempi di movimentazione all'interno dello stesso. A seconda delle diverse necessità, è possibile far traslare il magazzino sia in verticale, da 1 fino a 2.3 metri al secondo, che in orizzontale a 0.5 metri al secondo. Il carico massimo dei cassette va dai 100 ai 1000 chilogrammi, e il carico massimo di un intero magazzino Lean-Lift arriva fino a 60000 chilogrammi. Come accessorio è possibile installare una bilancia conta pezzi che facilita le operazioni di stoccaggio delle minuterie.
- **più intelligenza:** i magazzini Lean-Lift sono dotati di un'unità di controllo che facilita tutte le operazioni degli addetti nelle diverse fasi. Prima dello stoccaggio vero e proprio vi è la misurazione dell'altezza degli items perché, da questa, ne deriva il posizionamento all'interno del magazzino per assicurare massimo indice di sfruttamento volumetrico. Se si hanno più prodotti da depositare o prelevare, il software in automatico ottimizza i tempi di lavoro in base al posizionamento all'interno del magazzino. Infine, permette di risparmiare sui costi, perché dal movimento interno della

navetta è possibile recuperare energia, e grazie all'integrazione con il software gestionale si riesce ad avere in qualsiasi momento informazioni sui livelli di magazzino che permette di ridurre le scorte.

- **più semplicità:** i magazzini sono dotati di monitor touch-screen con un'interfaccia molto semplice da capire ed utilizzare anche da un nuovo operatore e i pickers effettuano tutte le operazioni in posizioni ergonomiche.
- **più controllo:** più controllo viene tradotto come più sicurezza, garantita dalla scelta di prodotti di alta qualità. È dotato di un motore robusto e la navetta viene movimentata da quattro catene. Garantisce protezione da luce, polvere, eventuali urti accidentali ai prodotti contenuti e, se necessario, è possibile anche avere temperatura controllata. Infine, è dotato di un sistema di riconoscimento degli operatori tramite badge o password e di diversi sistemi di sicurezza quali barriere antintrusione ed Emergency Safety By-pass System.



**Figura 23.** Immagine di un magazzino verticale automatico Lean-Lift tratto da [www.incaricotech.com](http://www.incaricotech.com)

### **12.1.3. Sure Sort – OPEX**

Sure Sort è un magazzino automatico utilizzato per la gestione di prodotti di piccole dimensioni. È compatto, con alti indici di sfruttamento, modulare e scalabile, oltre ad essere perfettamente integrabile con qualsiasi WMS esistente. L'installazione è semplice e veloce richiedendo solamente tre giorni. Permette di stoccare uno o più prodotti contemporaneamente e di prelevare un prodotto o un kit di prodotti. È particolarmente veloce e nella fase di smistamento infatti, si ha un nastro trasportatore (che permette di ricaricare mentre i prodotti vengono stoccati) in cui vanno posizionati gli articoli e da qui passeranno sotto un tunnel con scanner per la lettura del codice a barre. Una volta letto il codice a barre, gli articoli andranno su un'apposita navetta, la iBOT, capace di muoversi sia in orizzontale che in verticale e l'articolo sarà stoccato. Fatto ciò, il WMS memorizzerà l'articolo e la postazione all'interno del magazzino. Tutte queste operazioni sono molto veloci. Si riesce a smistare infatti, fino a 2400 articoli l'ora utilizzando più navette contemporaneamente. Nel tunnel possono esservi fino a sei scanner consentendo la lettura del codice a barre da sei diversi lati a prescindere dall'orientazione dell'oggetto. Oltre a questi scanner però, è possibile avere uno scanner fisso od uno scanner manuale per consentire anche lo stoccaggio di oggetti di dimensioni non conformi alle dimensioni del tunnel. In questo caso sarà l'operatore a posizionare manualmente l'oggetto nell'apposito vano che sarà illuminato da un led. Infatti, vi sono delle dimensioni ed un peso massimo degli oggetti smistabili autonomamente, ovvero: 38,1x30,5x10,16 centimetri e un peso di 2,27 chilogrammi. Gli articoli possono essere smistati in contenitori di dimensioni 10.16x17.78x30.48 centimetri, oppure con la loro scatola di spedizione e lo stoccaggio può essere customizzato, ovvero è possibile decidere di stoccare nello stesso contenitori solo prodotti della stessa forma. È dotato di un sistema Pack-to-light, ovvero di un sistema che invia un segnale luminoso quando l'ordine è pronto. Infine, parlando di dimensioni d'ingombro, la lunghezza minima è di 1,55 metri e può raggiungere i 13,96 metri aggiungendo fino ad undici moduli (circa 1,13 metri per modulo), la profondità è di 1,77 metri lungo il magazzino vero e proprio e raggiunge 3,35 metri considerando il convogliatore a nastro e l'altezza è di 2,72 metri (OPEX, 2020).



## 12.1.4. Riepilogo Magazzini Automatici per oggetti di piccole dimensioni

### **Effimat**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema Box Mover permette di movimentare una singola cassetta</li> <li>• Fino a 5 ordini in contemporanea</li> <li>• Fino a 250 prelievi in un ora</li> <li>• Massimizzazione automatica del volume</li> <li>• Possibilità di sviluppo su più piani</li> <li>• Possibilità di stoccaggio automatizzato</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aumento della velocità delle fasi di stoccaggio e prelievo</li> <li>✓ Flessibile</li> <li>✓ Riduzione dei costi nel medio-lungo periodo</li> <li>✓ Riduzione errore umano</li> </ul>
---	---

### **Lean-Lift – Incaricotech**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permette lo stoccaggio sia di minuterie che di oggetti voluminosi</li> <li>• Possibilità di sviluppo su più piani</li> <li>• Possibilità di installazione all'esterno</li> <li>• Stoccaggio in base all'indice di rotazione che massimizza i tempi di prelievo</li> <li>• Massimizzazione automatica del volume</li> <li>• Bilancia contapezzi per le minuterie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aumento della velocità delle fasi di stoccaggio e prelievo</li> <li>✓ Molto flessibile</li> <li>✓ Riduzione dei costi nel medio-lungo periodo</li> <li>✓ Riduzione errore umano</li> </ul>
---	---

### **Sure Sort – OPEX**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Navette iBOT che permettono di smistare fino a <b>2400</b> articoli l'ora</li> <li>• Installazione rapida in soli tre giorni</li> <li>• Possibilità di stoccare articoli manualmente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aumento della velocità delle fasi di stoccaggio e prelievo</li> <li>✓ Modulare</li> <li>✓ Scalabile</li> <li>✓ Riduzione dei costi nel medio-lungo periodo</li> <li>✓ Riduzione errore umano</li> </ul>
--	--

## 12.2. AGV

### 12.2.1. Kiva - Amazon

Kiva è un robot, realizzato da una startup americana acquisita poi dal colosso dell'e-commerce Amazon, che permette di effettuare operazioni di rifornimento e di picking secondo la logica "merce all'uomo". Kiva solleva e trasporta scaffali o pallet portandoli direttamente alla postazione dei vari operatori. Ve ne sono due modelli: quello più diffuso è quello più piccolo capace di trasportare carichi fino a circa 450 chilogrammi mentre, quello utilizzato per carichi pesanti, è in grado di sopportare carichi fino a più di 1300 chilogrammi. Il sollevamento del carico è realizzato da un motore elettrico accoppiato ad una vite a ricircolo di sfere che garantisce alti rendimenti e minor consumo energetico. Il motore è alimentato da

una batteria ricaricabile che ne garantisce il funzionamento per circa due ore, alla fine delle quali, il robot, va in autonomia nella stazione di ricarica per ricaricarsi in circa cinque minuti. I magazzini che utilizzano questa tecnologia hanno al pavimento delle strisce adesive e dei codici a barre per delimitare le corsie dei robot e per permettere al software gestionale di localizzare ogni robot in qualsiasi momento. Inoltre, sono dotati di sensori che permettono di identificare un altro robot o un qualsiasi oggetto presente lungo la marcia e di arrestarsi immediatamente per evitare la collisione. I robot Kiva, oltre ad interagire continuamente con un WMS, sono gestiti e controllati da un Material Handling Control Software (MHE) e può essere ritenuto la parte più importante di tutto il sistema. Il MHE è un insieme di algoritmi che controlla il flusso dei contenitori e dei materiali. Infatti, in base alla frequenza degli ordini, Kiva sistemerà gli scaffali ad alto indice di rotazione nella locazione più vicini ai pickers e memorizza tutte le varie postazioni del magazzino.

Kiva è un sistema flessibile e scalabile e permette di aumentare la produttività e di diminuire drasticamente i tempi di stoccaggio e prelievo. Possono lavorare al buio e non hanno particolari esigenze termiche permettendo un notevole risparmio energetico e di emissioni di anidride carbonica. Migliora la qualità del lavoro in quanto i pickers non si trovano più a camminare tra gli scaffali e tra carrelli elevatori, ma lavorano sempre nella medesima postazione ed in posizione ergonomica. Si ha meno possibilità di errore e si riesce a far evadere un ordine in soli 12 minuti. L'apprendimento per i nuovi operatori è estremamente ridotto, si riesce ad essere autonomi in un massimo di tre giorni.

### **12.2.2. AGV ERE 225a - Jungheinrich**

È un transpallet automatico, costruito sulla base del transpallet a timone, utilizzato per il trasporto di carichi pesanti. La movimentazione è gestita tramite riflettori posizionati lungo il percorso che garantiscono elevata precisione e i carrelli sono equipaggiati da appositi sensori, scanner e dispositivi di sicurezza che permettono una circolazione sicura e, in caso di ostacolo lungo il percorso, bloccano l'AGV che ripartirà solo dopo che l'ostacolo sarà stato rimosso dal tragitto. È perfettamente integrabile con i sistemi WMS già presenti e la trasmissione dei dati avviene tramite WLAN.

È un carrello molto robusto capace di trasportare più carichi contemporaneamente grazie alla possibilità di implementare forche di varia lunghezza, per un peso massimo di 2500 chilogrammi. Il tutto è spinto da un motore trifase alimentato da una batteria al litio che non necessita sostituzione e garantisce bassi tempi di ricarica. Inoltre, questa tecnologia non emana esalazioni gassose e quindi non è necessario predisporre apposite zone di ricarica ventilate. (Jungheinrich, Transpallet automatici, s.d.)

La dimensione delle forche è di 55x172x1600 millimetri rispettivamente per spessore, larghezza e lunghezza, e l'altezza da terra delle stesse abbassate è di 85 millimetri, mentre quando sono sollevate è di 122 millimetri. La velocità di sollevamento con e senza carico è rispettivamente di 0.047 e di 0.070 metri al secondo, mentre quella di abbassamento è di 0.05 metri al secondo in entrambi i casi. Il carrello scarico può raggiungere la velocità di marcia di 14 km/h e può superare pendenze del 16%, mentre a pieno carico può raggiungere i 9.5 km/h e affrontare pendenze del 10%. Infine, il carrello è in grado di operare a temperature comprese tra i -10 °C e i +40 °C, ma se è previsto l'utilizzo in celle frigorifere è possibile equipaggiarlo opportunamente e sarà in grado di operare con temperature tra i -28°C e i +25°C (Jungheinrich, ERE 120 - 225 drivePLUS, 2017).

### **12.2.3. AGV Weasel - Incas**

Si tratta di un sistema automatico a guida autonoma per la movimentazione di carichi leggeri. Nel 2016 è stato vincitore, per la categoria "Intralogistics Solution", del premio "International Forklift of the Year", e del premio "Best of 2016".

È un sistema innovativo di movimentazioni merci adattabile a qualsiasi configurazione aziendale e integrabile con qualsiasi parte dello stabilimento automatico e non, quindi non altera in nessun modo il funzionamento degli investimenti e delle logiche già esistenti. L'installazione è semplice, richiede infatti una semplice guida ottica da installare a pavimento, che fungerà appunto da guida all'AGV Weasel. Il carico, lo scarico ed il trasporto del materiale avvengono in totale sicurezza, è infatti possibile trasportare oltre che contenitori plastici o metallici e scatole di cartone anche prodotti fragili. La movimentazione delle varie unità può avvenire o tramite comando manuale o può essere gestita dal software

## Nuove tecnologie di magazzino

---

gestionale utilizzato. Peculiarità di questo AGV è che in caso di fabbricato su più livelli, è possibile installare dei meccanismi di sollevamento che permettono agli AGV di muoversi tra un piano e l'altro, superando altezze fino ai 13.4 metri, senza la necessità di avere una flotta numerosa.

L'AGV Weasel è adattabile per diverse configurazioni di trasporto ed in particolare può essere dotato di struttura bassa, struttura con supporto elevatore e struttura per prodotti appesi. Le dimensioni del veicolo sono di 810x420x180 millimetri e, in base alla struttura utilizzata, vi sarà una diversa altezza di presa del carico e diverse dimensioni di carico trasportabile come indicato in Tabella 1.

<b>Tipologia di struttura</b>	<b>Altezza da terra del bordo superiore in millimetri</b>	<b>Dimensioni massima della merce trasportabile in millimetri (lunghezza*larghezza*altezza)</b>
<b>Struttura Bassa</b>	250	600x400x510
<b>Struttura con supporto elevatore</b>	750	600x400x510
<b>Struttura per prodotti appesi</b>	1250	600x400x1250

Tabella 1. Tabella delle diverse tipologie di strutture dell'AGV Weasel

Il carico massimo consentito è di 35 chilogrammi e la velocità di marcia arriva fino ad 1 metro al secondo. Quando è scarico è in grado di superare pendenze del 20%, mentre a pieno carico arriva fino al 10%. Il minimo raggio di curvatura è di 600 millimetri e può operare in ambienti con temperatura dai 2 ai 50 °C. Infine l'alimentazione può essere a batteria sostituibile a mano o a batteria ricaricabile automaticamente nelle apposite stazioni di ricarica a pavimento. Il tempo di ricarica è di 8 ore e garantisce un tempo di funzionamento fino a 16 ore.



Figura 24. Immagine di un AGV Weasel con struttura con supporto elevatore tratta dal sito [www.incasgroup.com](http://www.incasgroup.com)

## 12.2.4. Riepilogo AGV

### Kiva – Amazon

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Trasporto di scaffali e pallet</i></li> <li>• <i>Trasporto di carichi fino a 1300 kg</i></li> <li>• <i>Autonomia di 2 ore</i></li> <li>• <i>Ricarica in 5 minuti</i></li> <li>• <i>Sistemazione degli scaffali in base all'indice di rotazione</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aumento della velocità delle fasi di movimentazione</li> <li>✓ Flessibile</li> <li>✓ Scalabile</li> <li>✓ Affidabile</li> <li>✓ Riduzione dei costi nel medio-lungo periodo</li> <li>✓ Riduzione errore umano</li> <li>✓ Riduzione manodopera</li> </ul>
---	---

### AGV ERE 225a – Jungheinrich

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Trasporto di carichi pesanti fino a 2500 kg</i></li> <li>• <i>Possibilità di trasporto di più carichi in contemporanea grazie a diverse lunghezze delle forche</i></li> <li>• <i>Possibile equipaggiarlo per operare in temperature fino a -28 °C</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aumento della velocità delle fasi di movimentazione</li> <li>✓ Flessibile</li> <li>✓ Scalabile</li> <li>✓ Riduzione dei costi nel medio-lungo periodo</li> <li>✓ Navigazione precisa</li> <li>✓ Riduzione errore umano</li> </ul>
--	--

### AGV Weasel – Incas

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Adatto al trasporto di contenitori plastici/metallici, scatole di cartone e prodotti fragili per un peso massimo di 35 kg</i></li> <li>• <i>Possibilità di installazione di meccanismi di sollevamento per permettere la movimentazione su più piani</i></li> <li>• <i>Autonomia di 16 ore</i></li> <li>• <i>Tempo di ricarica di 8 ore</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aumento della velocità delle fasi di movimentazione</li> <li>✓ Scalabile</li> <li>✓ Flessibile ma con carico massimo di 35kg</li> <li>✓ Riduzione dei costi nel medio-lungo periodo</li> <li>✓ Riduzione errore umano</li> </ul>
--	---

### **12.3. AMR**

#### **12.3.1. KMR iiwa – KUKA**

KUKA Mobile Robotics intelligent industrial work assistant o semplicemente KMR iiwa è un robot a guida autonoma utilizzato per il prelievo, il trasporto e lo stoccaggio di cassette od oggetti di piccole dimensioni. È un robot modulare, scalabile ed estremamente flessibile, infatti è possibile aumentare il numero di robot in qualsiasi momento e può essere impiegato nelle più svariate applicazioni ottimizzando i flussi di materiale. La sua flessibilità è dovuta alla tecnologia Mecanum delle ruote, le quali sono le une indipendenti dalle altre e composte da due cerchioni, di 250 millimetri di diametro, e nove rulli ruotati di quarantacinque gradi rispetto all'asse longitudinale, che permettono di muoversi in qualsivoglia direzione e di ruotare di 360°. Riesce perfettamente a muoversi tra persone e macchinari grazie agli scanner laser e al software integrato KUKA.NavigationSolution, che utilizza la tecnologia SLAM per monitorare e registrare tutti i dati recepiti dall'ambiente esterno ed evitare collisioni. È estremamente preciso quando svolge le sue missioni indipendentemente dalla lunghezza del percorso, con tolleranza di posizionamento di  $\pm 5$  millimetri. Può essere dotato di un braccio robotico, LBR iiwa, il quale effettua le operazioni di prelievo e stoccaggio senza problemi ed in massima sicurezza grazie a sette sensori di coppia che riconoscono immediatamente il contatto con un oggetto esterno ed arrestano o limitano la movimentazione. Vi sono due tipologie di bracci robotici installabili: LBR iiwa 7 R800 e LBR iiwa 14 R820. Entrambi hanno sette assi ed una tolleranza di posizionamento di  $\pm 1$  millimetro, ma il primo può movimentare carichi per un massimo di sette chili, mentre il secondo arriva fino a quattordici. I KMR iiwa possono movimentare complessivamente carichi fino a 170 chili se provvisti di braccio robotico, o fino a 200 chili senza. Raggiungono la velocità massima di 3,6 e 2 chilometri orari rispettivamente in direzione longitudinale e trasversale. Infine, sono alimentati da batterie agli ioni di litio e la ricarica avviene mediante caricabatterie posizionati a pavimento (Mobile robotics\_KMR iiwa, 2017).



Figura 25. Immagine del robot KMR iiwa tratta dal sito [www.kuka.com](http://www.kuka.com)

### **12.3.2. Skypod – Exotec**

Lo Skypod, ideato da Exotec, nasce dopo l'introduzione di Kiva da parte di Amazon. I due ideatori hanno voluto fare un passo avanti rispetto a quest'ultima, introducendo la "terza dimensione" nella Supply Chain. È un sistema "merce all'uomo" e consta di un carrello a guida autonoma per il trasporto, lo stoccaggio ed il prelievo di merce di piccole dimensioni, con la peculiarità di riuscire ad elevarsi anche in altezza tra gli scaffali, tramite un sistema da loro brevettato (da qui, la terza dimensione della Supply Chain). Permette di velocizzare la fase di consegna infatti, una volta ricevuto l'ordine, potrà essere pronto in soli cinque minuti. È un sistema modulare, flessibile e perfettamente scalabile in quanto consente di essere installato in soli sei mesi e nel caso di un aumento della capacità del magazzino e del numero degli Skypod, il tutto avviene senza interrompere il normale flusso di lavoro.

I prelievi sono del tutto automatici e gli Skypod arrivano da una corsia di andata sempre nella medesima postazione in cui è presente l'operatore atto a svuotare il contenitore, scannerizzare la merce e prepararla per la spedizione e solo a questo punto lo Skypod lascerà la posizione da una corsia di ritorno. La postazione degli operatori è del tutto ergonomica e non si ritrovano più a

percorrere giornalmente decine di chilometri. Il tutto è tracciato in ogni istante ed è integrato con un Warehouse Management System.

Ogni Skypod è dotato di una batteria a lunga durata a ricarica rapida che permette di lavorare per 24 ore di fila, garantendo la continuità per tre turni da otto ore al giorno, ed è possibile movimentare più di 450 contenitori l'ora. La velocità massima raggiungibile è di 4 metri al secondo e il carico massimo trasportabile è di 30 chilogrammi all'interno dei contenitori, i quali sono realizzati su misura per permettere operazioni rapide di carico e scarico. Infine, è dotato di laser che permettono di controllare continuamente l'ambiente circostante evitando di urtare oggetti lungo il percorso.

### **12.3.3. LD-x e HD-1500 – OMRON**

**LD-60, LD-90, LD-250 ed HD-1500** sono gli AMR, della casa costruttrice OMRON, utilizzati per il trasporto autonomo di materiale, che andremo ad analizzare.

Sono tutti dei sistemi scalabili e perfettamente integrabili con la configurazione già esistente delle aziende. Come tutti gli AMR, non richiedono l'installazione di dispositivi di guida, quindi l'implementazione è rapida e richiede semplicemente di effettuare un primo tour all'interno dello stabilimento. Infatti, i robot di OMRON utilizzano un sistema da loro brevettato, l'Acuity Drive, il quale grazie ad elementi fissi, quali le lampade a soffitto, permette ai robot di crearsi una planimetria dello stabilimento ed orientarsi perfettamente anche nel caso di un cambio di layout. Sono monitorati da FLOW (Fleet Operations Workspace), sistema sviluppato dalla casa costruttrice stessa, che interagisce perfettamente con qualsiasi sistema ERP e WMS presente in azienda. Con il FLOW è possibile monitorare in ogni momento lo stato dei robot, la posizione, eventuali code di missioni e riesce a gestire contemporaneamente fino a cento robot. Inoltre, riesce a dare priorità alle diverse missioni e ad individuare i percorsi più brevi per ottimizzare tempi e durata delle batterie (OMRON, Autonomous Material Transportation, 2020).

I robot hanno in dotazione dei sistemi di posizionamento di precisione CAPS (Cell Alignment Positioning System) o HAPS (High Accuracy Positioning System). Il primo permette al robot di affiancarsi ed allinearsi a macchinari, per le operazioni



prelievo o scarico, con tolleranza di posizione di  $\pm 8$  millimetri e tolleranza di rotazione di  $\pm 1^\circ$ . HAPS viene utilizzato invece quando è necessario che il robot percorra percorsi fissi non uscendo da certi limiti ed ha tolleranze di posizione di  $\pm 10$  millimetri e tolleranza di rotazione di  $\pm 0.5^\circ$  (OMRON, Mobile Robots LD Series, 2020).

I robot LD-60 e LD-90 hanno il carter esterno in policarbonato e possono essere dotati dei più svariati accessori quali ad esempio rulli. Lateralmente hanno due dischi luminosi che indicano lo stato del robot, frontalmente hanno due scanner di sicurezza, uno in alto che utilizza la tecnologia SLAM ed un sensore laser in basso, mentre posteriormente hanno un sonar. Il modello LD-250, oltre ad avere una struttura più robusta in alluminio, in sostituzione del sonar al posteriore è dotato di un sensore TOF (time of flight), che calcola la distanza tra un oggetto e il robot quando quest'ultimo si muove in retromarcia. Questi sistemi permettono di viaggiare in perfetta sicurezza e di evitare ostacoli sia fissi che mobili. Inoltre, nei primi due modelli, davanti vi è anche un paraurti nel caso di mal funzionamento dei sensori che al contatto garantisce l'arresto del robot. Esistono anche due varianti di questa tipologia di robot: **ESD LD-60** e **ESD LD-90**. ESD sta per Electro Static Discharge, ovvero sono dei robot in grado di trasportare componenti sensibili alle scariche elettromagnetiche. La tecnologia ESD è in grado di proteggere sia il robot stesso che i componenti sensibili (OMRON, Autonomous Material Transportation, 2020).

Il robot HD-1500 è sicuramente il più grande e robusto della famiglia OMRON. La struttura portante è di acciaio a basso tenore di carbonio, mentre le strutture secondarie sono in alluminio. Anche qui si hanno due dischi laterali che indicano lo stato del robot ma si hanno più dispositivi di sicurezza rispetto ai modelli precedenti. Innanzitutto, vi sono quattro pulsanti di arresto perimetrali per ogni angolo, due sensori LIDAR (Light Detection and Ranging), due sensori laser, uno davanti in basso per oggetti bassi ed uno dietro per oggetti verticali e due scanner laser che utilizzano la tecnologia SLAM (OMRON, Autonomous Material Transportation, 2020).

	<b>LD-60</b>	<b>LD-90</b>	<b>LD-250</b>	<b>HD-1500</b>
<b>Dimensioni [mm]</b>	699*500*383	699*500*383	963*718*383	1696*1195*370
<b>Carico max [kg]</b>	60	90	250	1500
<b>Velocità max [m/s]</b>	1.8	1.35	1.2	1.8
<b>Velocità max di rotazione [°/s]</b>	180	180	120	60
<b>Temperatura e umidità d'esercizio</b>	Da 5 a 40 °C Dal 5 al 95%			
<b>Durata batteria [h]</b>	15	15	13	12.5 scarico 9 a piano carico
<b>Tempo di ricarica</b>	4 h	4 h	4 h	39 min

Tabella 2. **Principali caratteristiche tecniche degli AMR OMRON**

#### **12.3.4. MiRx - Mobile Industrial Robots**

L'azienda Mobile Industrial Robots (MiR) progetta e produce dei robot mobili automatici estremamente innovativi, efficienti ed utilizzabili in un'infinità di soluzioni. Infatti, ne esistono diversi modelli in base alle esigenze, che possono semplicemente trasportare carichi più o meno pesanti, con o senza pallet e possono essere dotati di moduli superiori di ancoraggio, come contenitori, griglie, elevatori, nastri o un braccio robotizzato. I robot MiR permettono di ottimizzare i flussi di materiale dell'attività produttiva, abbattendone i costi ed operano in tutta sicurezza riducendo il rischio di infortuni dei dipendenti. Sono molto semplici da programmare ed installare e non richiedono particolari riconfigurazioni dello stabilimento.

L'azienda produce cinque modelli di robot: **MiR100 – MiR200 – MiR250 – MiR500 – MiR1000**. La cifra, che segue l'acronimo MiR, indica per ogni modello il carico massimo consentito. I primi due, sono i modelli più semplici ed economici ma che riescono perfettamente ad ottimizzare i flussi di materiale, aumentando la produttività ed abbattendo i costi. Il MiR250 è il robot più flessibile e compatto della gamma, e grazie alle sue dimensioni ridotte è in grado di passare attraverso spazi di appena 80 centimetri. Inoltre, a differenza degli altri modelli, è dotato di un sistema di ricarica rapida che in soli 30 minuti garantisce circa 8 ore di autonomia a pieno carico. Gli ultimi due invece sono i robot più grandi e robusti, capaci di trasportare carichi pesanti anche su pallet. Tutti i robot possono operare in ambienti con temperatura compresa tra i 5 °C e i 40 °C e si muovono in piena autonomia e sicurezza grazie a telecamere 3D, sensori laser e al software che permettono l'immediato arresto in caso di pericolo. I primi due sono dotati di due telecamere 3D, che riescono a rilevare oggetti da 50 fino a 1800 millimetri dal suolo sul percorso, e di due micro-scanner a laser di sicurezza che danno una protezione visiva completa. Inoltre, è possibile caricare nel robot la planimetria dello stabilimento e programmare le missioni tramite un'interfaccia web di facile utilizzo che non necessita di alcuna formazione. Il MiR250 ha invece due telecamere 3D più sofisticate, in grado di rilevare oggetti fino a 1800 millimetri di altezza e a 1200 millimetri di distanza, e due nano-scanner a laser che danno anch'essi una protezione visiva a 360°. Il MiR500 e il MiR1000 hanno invece due telecamere 3D, in grado di rilevare ostacoli alti fino a 1700 millimetri ad una distanza di 950 millimetri, due micro-scanner a laser che danno protezione visiva tutta intorno ed hanno anche otto sensori di prossimità che identificano ostacoli difficili da rilevare dai suoi competitors.



**Figura 26.** In ordine MiR100 – MiR200 – MiR250 – MiR500 – MiR1000. Immagine tratta dal sito [www.mir-robots.com](http://www.mir-robots.com)

Nella seguente tabella vediamo le principali dimensioni di ingombro e specifiche tecniche.

	<b>MiR100</b>	<b>Mir200</b>	<b>Mir250</b>	<b>Mir500</b>	<b>Mir1000</b>
<b>Dimensi oni [mm]</b>	890x580x3 52	890x580x3 52	800x580x3 00	1350x920x 320	1350x920x 320
<b>Superfici e di carico[x m]</b>	600x800	600x800	800x580	1300x900	1300x900
<b>Capacità di carico [kg]</b>	100	200	250	500	1000
<b>Velocità massima [m/s]</b>	1.5	1.1	2	2	1.2
<b>Autonom ia della batteria</b>	10 h o 20 km	10 h o 15 km	13 h (a pieno carico)	8 h	8h

			17 h (scarico)		
--	--	--	-------------------	--	--

Tabella 3. **Caratteristiche tecniche dei robot MiR**

Come già detto è possibile installare ai robot dei moduli in base alle varie esigenze di trasporto. Tra i moduli abbiamo:

- **MiR Hook:** altro non è che un braccio robotizzato installabile sui robot MiR100 o MiR200. Viene utilizzato per operazioni di traino di carrelli per un peso massimo di 300 chilogrammi per il primo robot e di 500 chilogrammi per secondo. Effettua le operazioni di prelievo e rilascio in completa autonomia tramite una pinza di aggancio che può essere sostituita in base alla tipologia di carrello da trainare.
- **MiR Shelf Carrier:** è un dispositivo applicabile al MiR250 e permette al robot di prelevare e bloccare degli scaffali o carrelli per consentirne un trasporto in tutta sicurezza.
- **MiR Pallet Lift/MiR EU Pallet Lift:** questi due moduli sono installabili nei modelli maggiori, MiR500 e MiR1000. Permettono il sollevamento ed il trasporto automatico di pallet.
- **MiR Shelf Lift:** è simile allo Shelf Carrier utilizzato per il MiR250 ma questo viene utilizzato nel modello MiR1000 per il prelievo mediante sollevamento e il trasporto di carichi fino a 1000 chilogrammi.

### 12.3.5. **Riepilogo AMR**

#### **KMR iiwa – KUKA**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Tecnologia Mecanum permette la movimentazione in qualsiasi direzione</i></li> <li>• <i>Tolleranza di posizionamento ±5 millimetri</i></li> <li>• <i>Possibilità di installazione di un braccio robotico per le operazioni di stoccaggio e prelievo</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aumento della velocità delle fasi di movimentazione</li> <li>✓ Modulare</li> <li>✓ Flessibile</li> <li>✓ Scalabile</li> <li>✓ Affidabile e preciso</li> <li>✓ Riduzione dei costi nel medio-lungo periodo</li> <li>✓ Riduzione errore umano</li> </ul>
---	---

#### **Skypod – Exotec**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Movimentazione sia all'interno che all'esterno del magazzino</i></li> <li>• <i>Ordine pronto in soli 5 minuti</i></li> <li>• <i>Permette di lavorare 24 ore di fila</i></li> <li>• <i>Ricarica rapida</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aumento della velocità delle fasi di prelievo, stoccaggio e movimentazione</li> <li>✓ Modulare</li> <li>✓ Flessibile</li> <li>✓ Scalabile</li> <li>✓ Riduzione dei costi nel lungo periodo</li> </ul>
--	--

## Nuove tecnologie di magazzino

---

- *Movimentazione fino a 450 contenitori l'ora*
- *Carico massimo di 30 kg*

- ✓ Navigazione precisa
- ✓ Riduzione errore umano
- ✓ Riduzione manodopera
- ✓ Lavoro dei pickers in posizione ergonomica

### **LD-x e HD1500 – OMRON**

- *L'Acuity Drive permette al robot di memorizzarsi la planimetria dello stabilimento*
- *Gestione contemporanea fino a 100 robot*
- *Tolleranza di posizionamento di  $\pm 8$  millimetri*
- *Tolleranza di rotazione  $\pm 0.5^\circ$*
- *Alcuni modelli possono trasportare componenti sensibili alle scariche elettromagnetiche*

- ✓ Aumento della velocità delle fasi di movimentazione
- ✓ Scalabile
- ✓ Flessibile
- ✓ Preciso
- ✓ Riduzione dei costi nel medio-lungo periodo
- ✓ Riduzione errore umano
- ✓ Riduzione manodopera

### **MiRx – Mobile Industrial Robots**

- *Autonomia fino a 17 ore*
- *Possibilità di caricare la planimetria dello stabilimento*
- *Permettono l'installazione di bracci robotici, meccanismi di blocco del carico e del sollevamento del carico*

- ✓ Aumento della velocità delle fasi di movimentazione
- ✓ Scalabile
- ✓ Flessibile grazie ai moduli installabili
- ✓ Preciso
- ✓ Riduzione dei costi nel medio-lungo periodo
- ✓ Riduzione errore umano
- ✓ Riduzione manodopera

## **12.4. Shuttle**

### **12.4.1. Pallet Shuttle – Mecalux**

Il Pallet Shuttle da sicuramente un valore aggiunto ai magazzini automatici Mecalux. Questa soluzione, integrata con il Warehouse Management System, permette di eliminare l'errore umano nelle fasi di movimentazione, permette di monitorare in qualsiasi istante i vari livelli di inventario, e quindi permette di risparmiare sulla manodopera e sull'acquisto o noleggio di carrelli elevatori. La dotazione di Pallet Shuttle automatico permette di ridurre i costi e di avere uno stoccaggio intensivo. Infatti, a parità di ricettività, i magazzini automatici con Pallet Shuttle sono più compatti riuscendo a risparmiare sui costi di fabbricazione e, nel caso di magazzini a temperatura controllata, si riesce ad avere un risparmio energetico in quanto il volume da tenere a temperatura controllata sarà inferiore. Permettono di risparmiare anche spazio e tempo, con un deposito razionale delle

udc raggiungendo diverse profondità ed altezze fino a 40 metri. Al posto dei traslo-elevatori vi sono dei sollevatori per pallet che collegano i vari livelli e una navetta e un Pallet Shuttle per ogni livello. Quindi, un pallet, dopo aver superato i controlli di conformità viene elevato dai sollevatori al livello assegnato per poi essere trasferito su un trasportatore ad accumulo. Da qui viene prelevato dalla navetta con Pallet Shuttle e spostato fino all'ingresso del canale di stoccaggio. A questo punto il Pallet Shuttle si disaccoppia dalla navetta, trasla lungo i binari del canale e posiziona il pallet nell'ubicazione più lontana. Una volta sistemato il pallet, il Pallet Shuttle torna sulla navetta.

Grazie all'eliminazione dei carrelli elevatori si riesce ad avere corsie molto strette, inferiori a 1.6 metri. Gli shuttle sono dotati di super-condensatori che permettono di ricaricarsi molto velocemente quando si trovano all'interno della navetta garantendo il funzionamento continuo. I pallet trasportati devono rispettare dei requisiti di dimensione e peso, infatti la larghezza del pallet deve essere di 1200 millimetri, la profondità può essere di 800, 1000 o 1200 millimetri e il carico massimo ammissibile è di 1500 chilogrammi. Il tempo di sollevamento del carico è estremamente breve, soli 2 secondi, e la velocità di traslazione senza carico è di 110 metri al minuto a temperatura ambiente e di 76 metri al minuto per ambienti refrigerati. Mentre a pieno carico la velocità si abbassa per entrambe le condizioni a 70 metri al minuto. Per temperatura ambiente si intende dai 5 °C ai 45 °C, mentre per ambienti refrigerati dai -30 °C ai 5 °C.

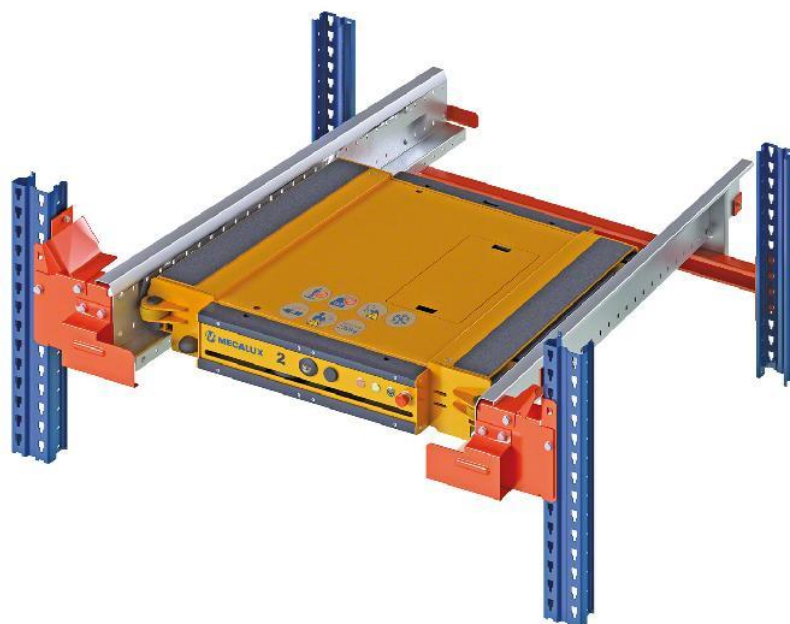


Figura 27. Immagine di un Pallet Shuttle tratto da [www.mecalux.it](http://www.mecalux.it)

### **12.4.2. 3D-Matrix Solution e soluzioni shuttle - Incas**

La 3D – Matrix è una nuova tecnologia brevettata che consiste in una struttura modulare e scalabile utilizzata per le operazioni di stoccaggio e prelievo automatico di cartoni, vassoi e pallet secondo la logica “merce all’uomo”. Per capirla a fondo bisogna immaginare un magazzino e i possibili movimenti lungo gli assi X, Y e Z. Infatti, questa soluzione è costituita da tre elementi indipendenti che coesistono tra loro: i sistemi shuttle, gli elevatori e i sistemi di movimentazione. Questi ultimi lavorano sull’asse Z e si occupano del trasporto verso le aree di prelievo, gli elevatori movimentano il carico in altezza, ovvero l’asse Y, e i sistemi shuttle si muovono lungo l’asse X del magazzino.

Incas dispone di una vasta gamma di sistemi shuttle utilizzabili tra cui Schaefer Lift & Run (SLR), Schafer Tray System (STS), SSI Cuby, **SSI Navette shuttle multilivello** e **SSI Flexi**. Nel seguito vediamo gli ultimi due sistemi shuttle nel dettaglio.

#### **12.4.2.1. SSI Navette shuttle multilivello**

Le SSI Navette shuttle multilivello sono delle navette in grado di effettuare operazioni di stoccaggio e picking su due diversi livelli del magazzino nello stesso momento. In sostanza si tratta di due navette, l’una sull’altra, che scorrono su apposite scaffalature, in grado di movimentare due unità di carico ciascuna, ovvero sono in grado di gestire la doppia profondità per un totale di quattro unità di carico. Le scaffalature possono raggiungere una lunghezza di 150 metri ed un’altezza di 24, mentre le unità di carico possono avere forma e dimensioni diverse perché le navette hanno un sistema di presa adattabile, ma non possono eccedere gli 860 millimetri in larghezza, 650 in profondità e 560 in altezza. Le navette possono operare in un range termico che va dai 4 ai 40 °C e possono raggiungere una velocità massima di 2.5 metri al secondo, velocità alla quale avviene anche il sollevamento del carico, e possono trasportare fino a due udc per livello da 35 chilogrammi o una udc per livello da 50 chilogrammi. Lo scorrimento lungo l’asse Y avviene grazie agli elevatori e le navette riescono a servire fino ad otto livelli di magazzino per raggiungere un’altezza massima,



come già detto, di 24 metri. L'adozione di queste navette permette di raddoppiare l'efficienza e ridurre i tempi di movimentazione.



**Figura 28.** Immagine di una SSI Navetta Shuttle Multilivello tratta da [www.incasgroup.com](http://www.incasgroup.com)

### **12.4.2.2. SSI Flexi**

La navetta SSI Flexi è una soluzione modulare che, a differenza della precedente, opera su un livello. Viene utilizzata quando si ha la necessità di un magazzino altamente dinamico, flessibile e prestazionale ed è molto utilizzato per magazzini refrigerati. È in grado di gestire mono, doppia e multi-profondità e, anche questa, è in grado di stoccare e prelevare unità di carico di diversa larghezza e profondità, per un massimo di 860 millimetri in larghezza e 680 millimetri in profondità e un peso massimo di 50 chilogrammi. La navetta raggiunge la velocità di 4 metri al secondo ed è dotata di super-condensatori che permettono lunga durata e ricarica rapida. Garantisce sempre massimo indice di sfruttamento volumetrico anche quando si trova a gestire diverse tipologie di prodotti e, le scaffalature possono raggiungere una lunghezza di 150 metri e un'altezza di 30.



Figura 29. Immagine di una SSI Navetta Shuttle Multilivello tratta da [www.incasgroup.com](http://www.incasgroup.com)

### 12.4.3. Handling Shuttle Fast Ring – Ferretto Group

Si tratta di una navetta shuttle per pallet movimentata a catene o a rulli che scorre su monorotaia. È un innovativo sistema di handling e permette una migliore gestione dei pallet nei magazzini automatici. Infatti, viene installato in ingresso e in uscita del magazzino automatico, rispettivamente per distribuire e ricevere i vari pallet dai traslo-elevatori. Ogni navetta può trasportare un solo pallet del peso massimo di 1500 chilogrammi avente dimensioni 800x1200, 1000x1200 o 1200x1200 millimetri. Può raggiungere la velocità massima di 3 metri al secondo che scende a 0.5 metri al secondo in percorrenza di curva. È un sistema che permette di velocizzare, e quindi di aumentare, i flussi di materiale, è possibile adattarlo a diversi tipi di layout perché il percorso da eseguire è facilmente configurabile ed è soprattutto un sistema modulare che permette di adattarsi ai possibili cambiamenti di domanda.

### 12.4.4. Riepilogo Shuttle

#### **Pallet Shuttle – Mecalux**

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permettono di stoccare su diverse profondità</li> <li>• Altezza fino a 40 metri</li> <li>• Corsie inferiori ad 1.6 metri</li> <li>• Funzionamento continuo grazie ai super-condensatori</li> <li>• Carico massimo 1500 kg</li> <li>• Dimensione carico:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Larghezza: 1200 mm</li> <li>• Profondità: 800-1000-1200 mm</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Risparmio manodopera</li> <li>✓ Riduzione dei costi di acquisto/noleggio di carrelli elevatori</li> <li>✓ Alti indici di sfruttamento superficiale e volumetrico</li> <li>✓ Risparmio energetico</li> <li>✓ Aumento delle velocità nelle operazioni di stoccaggio e prelievo</li> <li>✓ Riduzione errore umano</li> </ul> |
|---|--|

#### **SSI Navette shuttle multilivello – Incas**

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoccaggio e prelievo simultaneo su due livelli diversi</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Modulare</li> <li>✓ Scalabile</li> </ul> |
|---|---|

- *Gestiscono la doppia profondità per un totale di quattro UDC*
- *Lunghezza scaffalatura massima di 150 metri*
- *Altezza massima di 24 metri*
- *Sistema di presa adattabile che permette di gestire diverse forme di UDC*
- *Dimensione massima carico:*
  - *Larghezza: 860 mm*
  - *Profondità: 650 mm*
  - *Altezza: 560 mm*
- *Carico massimo 50 kg*

- ✓ Raddoppia l'efficienza
- ✓ Risparmio manodopera
- ✓ Aumento della velocità nelle operazioni di stoccaggio e prelievo

### **SSI Flexi – Incas**

- *Particolarmente adatto per magazzini refrigerati*
- *Gestisce mono, doppia e multi-profondità*
- *Dimensione massima carico:*
  - *Larghezza: 860 mm*
  - *Profondità: 680 mm*
- *Carico massimo 50 kg*
- *Ricarica rapida grazie ai super-condensatori*
- *Lunghezza scaffalatura massima di 150 metri*
- *Altezza massima di 30 metri*

- ✓ Modulare
- ✓ Scalabile
- ✓ Alto indice di sfruttamento volumetrico
- ✓ Riduzione errore umano
- ✓ Riduzione manodopera
- ✓ Aumento della velocità nelle operazioni di stoccaggio e prelievo

### **Handling Shuttle Fast Ring**

- *Utilizzato in ingresso e in uscita ai magazzini automatici*
- *Carico massimo 1500 kg*
- *Dimensioni carico ammissibili:*
  - *800x1200 mm*
  - *1000x1200 mm*
  - *1200x1200 mm*

- ✓ Modulare
- ✓ Flessibile
- ✓ Aumento della velocità di movimentazione dei pallet
- ✓ Riduzione errore umano

## **12.5. Trasloelevatori e Magazzini Automatici**

### **12.5.1. Vectura – Swisslog**

Vectura è un trasloelevatore modulare, mono o bi-colonna, composto da elementi standard che ne garantiscono la massima flessibilità ed una facile installazione. Può essere dotato di forche telescopiche per raggiungere fino alla tripla profondità per un peso massimo di 1270 chilogrammi, mentre sulla singola profondità il carico massimo è di 3500 chilogrammi. Le forche possono essere

sostituite dallo shuttle PowerStore, che permette di raggiungere la multi-profondità e trasportare carichi fino a 1500 chilogrammi. È in grado di sollevare, e quindi di stoccare carrozzerie auto, barche o comunque oggetti ingombranti. L'altezza massima raggiungibile è di 45 metri e può operare tra i -30 °C ai +40 °C. La struttura ha un design innovativo che lo rende uno tra i più leggeri trasloelevatori nel mercato, riuscendo a risparmiare energeticamente. Le saldature sono effettuate con un sistema automatizzato in polvere sommersa e poi trattate termicamente per ridurre lo stress ed aumentare la durata nel tempo. Rispetto al corridoio in cui scorre, il traslo-elevatore, è decentrato perché vi è una cabina di emergenza per l'accesso del personale addetto ad effettuare manutenzione o movimentazioni manuali. Dal punto di vista energetico, oltre alla struttura molto leggera, è dotato di un sistema di recupero energia che, nelle fasi di frenata, appunto recupera ed utilizza l'energia rilasciata dalla frenata per la propria movimentazione. Inoltre, in caso di eccesso di energia, vi è un alimentatore che permette la distribuzione dell'energia rilasciata da altri dispositivi all'interno del magazzino, quali impianto illuminotecnico o impianto frigorifero. Infine, il tutto è gestito con il WMS progettato dalla stessa Swisslog, il SynQ che permette controllo immediate dell'inventario, ottimizzazione delle posizioni dei pallet e, nel caso di apposite telecamere installate, il controllo in tempo reale delle udc (Swisslog).

### **12.5.2. MT-x e MTB-x – Mecalux**

Mecalux produce trasloelevatori monocolonna e bicolonna destinati rispettivamente a carichi leggeri i primi e carichi pesanti o carichi ingombranti i secondi.

Le colonne sono in lamiera ad elevato spessore e molto resistenti grazie alle nervature di rinforzo create al loro interno. Sono fissate in basso su una piastra d'acciaio che scorre sui binari di guida inferiori, i quali sono fissati a loro volta alla fondazione in calcestruzzo e in alto su un profilato di guida ancorato alla scaffalatura. Sulle colonne vi sono i binari di scorrimento del pianale o culla e, dal lato opposto vi è il quadro elettrico di controllo e la scala di emergenza per le operazioni di manutenzione. L'elevazione della culla avviene per mezzo di un motore a corrente alternata che lavora con variatori vettoriali di frequenza per il

controllo della velocità di movimentazione. Su di essa vi è il sistema di estrazione con forche telescopiche che può essere a singola, a doppia o a tripla profondità (è possibile utilizzare anche sistemi shuttle e trasportatori a rulli). Nel caso di tripla profondità verranno utilizzate delle forche speciali e il pallet sarà movimentato dal lato lungo quindi, in questo caso la scaffalatura dovrà essere dotata di sistemi rompitratta. Per la determinazione della posizione del pallet Mecalux permette di utilizzare tre tecnologie: rilevamento del corrente tramite sistema ottico che tiene conto anche della possibile freccia di flessione, il controllo trascinalimento/spinta pallet tramite laser analogici e telemetria laser che grazie a dispositivi ottici misura le distanze con una risoluzione dello 0.1 millimetri.

Mecalux, nel caso di bassa rotazione delle merci, fornisce due possibili soluzioni per il cambio corsia del trasloelevatore: trasloelevatori sterzanti e trasloelevatori con ponte di trasbordo. Il primo sistema consta di un cambio corsia su binari in cui il trasloelevatore una volta uscito dal corridoio, tramite apposite ruote sterzanti e binari riesce a ruotare e ad immettersi nella corsia di destinazione. Il secondo sistema invece è costituito da un ponte di trasbordo che preleva il trasloelevatore e lo trasla nella corsia desiderata.

Per quanto riguarda i trasloelevatori monocolonna, ne sono prodotti sette diverse tipologie adatte alle varie esigenze ed aventi diversi parametri prestazionali come indicato in tabella. L'MT-0 è il più semplice e flessibile in quanto utilizza un sistema di presa trilaterale e, non essendo necessaria la guida superiore, può essere installato in magazzino già esistenti, però riesce a gestire solo la singola profondità e si eleva per un massimo di 15 metri.

<b>Caratteristiche</b>	<b>MT-0</b>	<b>MT-1</b>	<b>MT-2</b>	<b>MT-3</b>	<b>MT-4</b>	<b>MT-5</b>	<b>MT-6</b>
<b>Altezza max singola profondità [m]</b>	15	18	24	33	36	40	45
<b>Altezza max doppia profondità [m]</b>	/	15	22	27	33	40	45
<b>Carico max singola e doppia</b>	1200 /	1500 1000	1500 1000	1500 1000	/ 1000	/ 1000	/ 1000

## Nuove tecnologie di magazzino

<b>profondità [kg]</b>							
<b>Dimensioni max carico [mm]</b>	1300*1100*2300	1100*1300*2400					
<b>Velocità max traslazione [m/min]</b>	100	220					
<b>Accelerazione max traslazione [m/s<sup>2</sup>]</b>	0.3	0.45					
<b>Velocità max elevazione [m/min]</b>	38	66					
<b>Accelerazione max elevazione [m/s<sup>2</sup>]</b>	0.3	0.5					
<b>Temperatura di esercizio</b>	n.d.	Da -30 °C a +40 °C					

Tabella 4. **Tabella con caratteristiche tecniche dei trasloelevatori Mecalux monocolumna**

Nel seguito la tabella con le principali caratteristiche tecniche dei trasloelevatori bi-colonna.

<b>Caratteristiche</b>	<b>MTB0</b>	<b>MTB-1</b>	<b>MTB-2</b>	<b>MTB-3</b>	<b>MTB-4</b>	<b>MTB-5</b>	<b>MTB-6</b>	<b>MTB-7</b>
<b>Altezza max singola profondità [m]</b>	18	12	17	22	27	35	40	45
<b>Altezza max doppia profondità [m]</b>	/	/	12	20	27	35	40	45
<b>Carico max [kg]</b>	1500							
<b>Dimensioni max carico [mm]</b>	1100*1300*2400							

<b>Velocità max traslazione [m/min]</b>	120	180
<b>Accelerazione max traslazione [m/s<sup>2</sup>]</b>	0.3	0.45
<b>Velocità max elevazione [m/min]</b>	38	60
<b>Accelerazione max elevazione [m/s<sup>2</sup>]</b>	0.3	0.8
<b>Temperatura di esercizio</b>	n.d.	Da -30 °C a +40 °C

Tabella 5. Tabella con caratteristiche tecniche dei trasloelevatori Mecalux bicolonna

### 12.5.3. *Magazzini automatici per barre e lastre – Ferretto Group*

Lo stoccaggio di barre e lastre è un'operazione molto delicata e richiede estrema precisione. Nei magazzini statici cantilever vengono utilizzati carrelli elevatori particolari che necessitano di ampi spazi di manovra e personale specializzato. Ferretto Group ha ideato due tipologie di magazzini automatici per lo stoccaggio di foglio di lamiera, lastre, barre e profilati per ottimizzare lo spazio, migliorare l'efficienza e soprattutto per rendere il magazzino un posto più sicuro eliminando i rischi.

La prima tipologia, quella più semplice e compatta, è il magazzino ad elevatore **Steel Tower**. È un magazzino che si estende in altezza e può avere uno o due torri in cui stoccare il materiale, ed ogni torre può contenere fino a 32 livelli. Le barre o le lastre vengono depositate in dei vassoi appositi, i quali sono movimentati da un motore per il sollevamento lungo la torre ed un motore che permette il trascinarsi e la traslazione del vassoio. Il sollevamento avviene lungo una guida fissa con sistema di trazione a catena. Tutte le operazioni avvengono in sicurezza grazie alla presenza di sensori e dispositivi di sicurezza.

## Nuove tecnologie di magazzino

---

Inoltre, il magazzino interagisce con il software gestionale migliorando così la gestione del flusso di materiale, ottimizzando le attività di stoccaggio e garantendo un miglior controllo delle giacenze a magazzino.

Vi sono cinque modelli di Steel Tower, quattro per lo stoccaggio di fogli di lamiera e lastre e uno per barre e profilati. Quest'ultimo è dotato di due torri e può contenere al massimo 25 livelli per torre raggiungendo un'altezza di quasi 10 metri. Il peso massimo raggiungibile dall'unità di carico è di 3000 chilogrammi, può estendersi in lunghezza per 6,26 metri e può avere una profondità ed un'altezza rispettivamente di 720 e 300 millimetri. I modelli per lastre e lamiera possono essere mono (modello MM) o bi torre (modello MB) e tutti sono caratterizzati dall'aver un peso e un'altezza massima dell'unità di carico rispettivamente di 3000 chilogrammi e di 90 millimetri. Nella Tabella 6 troviamo le principali differenze.

<b>MODELL</b>	<b>MMS/MBS30</b>	<b>MMS/MBS40</b>	<b>MMHS/MBHS3</b>	<b>MMHS/MBHS4</b>
<b>O</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>000</b>	<b>000</b>
<b>Altezza max (mm)</b>	5075	5475	7880	7880
<b>Numero massimo di livelli per ogni torre</b>	20	20	32	32
<b>Dimensioni udc (mm)</b>	3048x1524	4064x1524	3048x1524	4064x1524

Tabella 6. **Tabella con le principali differenze dei magazzini Steel Tower per lastre e lamiera**

La seconda tipologia è un magazzino automatico per lastre e lamiera a traslo-elevatore. Anche qui il materiale viene depositato su appositi vassoi e movimentato dal traslo-elevatore che scorre su rotaia. Quest'ultimo è dotato di un sistema di trascinamento o di forche telescopiche per stoccare o prelevare i



vassoi dalla scaffalatura che può essere a singola o a doppia profondità. Di questa tipologia ve ne sono due modelli, SSF e SSD, entrambi capaci di stoccare unità di carico fino 5000 chilogrammi, aventi lunghezza massima e profondità massima rispettivamente di 4064 e 1524 millimetri. Questa volta però vi sono anche delle dimensioni minime da rispettare che sono di 600 e 300 millimetri. L'SSF ha un'altezza massima di 10.29 metri e ha come sistema di presa le forche ad interasse fisso o variabile. L'SSD, invece, ha un'altezza massima di 10.68 metri, per la movimentazione dei vassoi è dotato di un sistema di presa a trascinamento, anch'esso ad interasse fisso o variabile, e questo è l'unico elemento distintivo dal primo modello.

#### 12.5.4. Riepilogo Trasloelevatori e Magazzini Automatici

##### **Vectura – Swisslog**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Adatto per lo stoccaggio di oggetti ingombranti</i></li> <li>• <i>Trasloelevatore mono o bi-colonna</i></li> <li>• <i>Forche telescopiche per raggiunge la tripla profondità</i></li> <li>• <i>Carico massimo sulla tripla profondità 1270 kg</i></li> <li>• <i>Carico massimo sulla singola profondità 3500 kg</i></li> <li>• <i>Altezza massima 45 metri</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Modulare</li> <li>✓ Risparmio energetico grazie ad una struttura leggera</li> <li>✓ Risparmio energetico grazie ad un sistema di recupero energia</li> <li>✓ Risparmio manodopera</li> <li>✓ Aumento della velocità di stoccaggio e prelievo</li> <li>✓ Alti indici di sfruttamento superficiale e volumetrico</li> <li>✓ Riduzione errore umano</li> </ul>
---	--

##### **MT-x e MTB-x – Mecalux**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Trasloelevatore mono o bi-colonna</i></li> <li>• <i>Forche telescopiche per raggiungere fino alla tripla profondità</i></li> <li>• <i>Per bassi indici di rotazione possibilità di utilizzo di un solo trasloelevatore utilizzando sistemi di cambio corsia</i></li> <li>• <i>Altezza massima 45 metri</i></li> <li>• <i>Carico massimo 1500 kg</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Risparmio manodopera</li> <li>✓ Aumento della velocità di stoccaggio e prelievo</li> <li>✓ Alti indici di sfruttamento superficiale e volumetrico</li> <li>✓ Riduzione errore umano</li> </ul>
--	---

##### **Magazzini automatici per barre e lastre – Ferretto**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Adatto per lo stoccaggio di barre e lastre</i></li> <li>• <i>Magazzino mono o bi-torre</i></li> <li>• <i>Carico massimo 3000 kg</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Riduzione errore umano</li> <li>✓ Riduzione dei costi di acquisto/noleggio di carrelli elevatori speciali</li> <li>✓ Ottimizzazione dello spazio</li> <li>✓ Indici di sfruttamento superficiale maggiori rispetto ad una struttura cantilever</li> </ul>
--	---

## **12.6. Altre soluzioni per picking**

### **12.6.1. A-Frame**

A-Frame è un sistema di picking automatico utilizzato prevalentemente nel settore farmaceutico, dei tabacchi, cancelleria d'ufficio e cosmetico. Questa soluzione garantisce elevata flessibilità grazie ai diversi canali regolabili, dai 55 fino ai 120 millimetri, e può integrarsi facilmente con il layout esistente delle aziende. La zona di carico è separata dalla zona di prelievo e ciò permette, anche nei periodi con carico di lavoro elevato, di preparare con estrema rapidità gli ordini, infatti sono in grado di gestire fino 40000 pezzi all'ora.



**Figura 30.** Immagine di un A-Frame tratta da [www.incasgroup.com](http://www.incasgroup.com)

La scaffalatura è inclinata e i prodotti sono stoccati l'uno sull'altro. Quando si riceve l'ordine, in automatico, vi è un meccanismo che permette la fuoriuscita di un item dalla colonnina e lo fa fluire nel nastro trasportatore fino alla zona di preparazione degli ordini.

### **12.6.2. Vision manual picking – Knapp**

Il Vision manual picking, ideato e progettato da Knapp è un sistema che supporta e guida gli operatori nelle fasi di picking. Si tratta di una fotocamera integrata e un visore con tecnologia a realtà aumentata, direttamente indossabile sul capo dell'utilizzatore. Tra i primi vantaggi è possibile identificare senza dubbio l'eliminazione degli ordini cartacei ed inoltre permette all'operatore di avere le

mani sempre libere per operare in perfetta sicurezza, non ostacolando in alcun modo la sua mobilità (KNAPP, s.d.).

Una volta ricevuto un ordine, il Vision manual picking, grazie al sistema di navigazione integrato, guida l'operatore mostrandogli nel suo campo visivo la direzione e la distanza necessaria per raggiungere la posizione in magazzino degli items. Raggiunta la posizione mostrerà l'articolo e le quantità da prelevare e il picker una volta prelevati dovrà semplicemente inquadrali per qualche istante per memorizzare l'effettivo prelievo. È una tecnologia molto semplice ed intuitiva che non richiede particolare formazione da nuovi addetti ma anzi è direttamente utilizzabile proprio per la semplicità d'uso.

### 12.6.3. **Riepilogo Altre soluzioni per picking**

#### **A-frame**

- *Adatto per i settori farmaceutico, tabacco, cancelleria d'ufficio o comunque per oggetti di piccole dimensioni*
- *Zona di carico separata dalla zona di prelievo*
- *Gestione fino a 40000 pezzi l'ora*

- ✓ Flessibile
- ✓ Aumento della velocità delle fasi di prelievo

#### **Visual manual picking – Knapp**

- *Sistema di guida per i pickers*
- *Utilizza una tecnologia a realtà aumentata*

- ✓ Aumento della velocità delle fasi di stoccaggio e prelievo
- ✓ Riduzione errore umano
- ✓ Migliora la qualità del lavoro dei pickers lasciandogli sempre le mani libere e scegliendo il percorso ottimo

## **13 Il Survey**

Il seguente Survey è stato lanciato in collaborazione con Editrice Temi e la rivista Logistica Management per analizzare il grado di innovazione tecnologica della Supply Chain e dei magazzini raggiunta dalle aziende italiane. Come ben sappiamo, l'innovazione tecnologica e la digitalizzazione stanno sempre più prendendo piede e le aziende per sopravvivere in un mercato sempre più competitivo devono continuare ad innovarsi per soddisfare le esigenze dei consumatori. Il sondaggio ha l'obiettivo di capire i trend all'interno delle aziende italiane, quanto i loro sistemi siano più o meno innovativi e quanto e cosa hanno intenzione di cambiare.

In questo capitolo verranno esposte le domande sottoposte alle aziende divise in sezioni. Gli elenchi con il cerchio ( "○" ) indicano la possibilità di selezionare una sola scelta, mentre gli elenchi con il quadrato ( "□" ) lasciano selezionare più scelte.

### **13.1. *L'azienda***

- Categoria merceologica prodotto (automotive, meccanica, food, sanitari, ecc) o categoria Ateco
- Tipologia del prodotto (componenti meccanici, farmaci, componenti plastici, bevande ecc)
- Fatturato Aziendale 2019

Le prime tre domande hanno l'obiettivo di individuare il settore industriale e la dimensione delle aziende rispondenti al sondaggio per catturarne poi i trend in base alla dimensione e in base ai diversi settori, analogie e differenze.

### **13.2. *Parametri magazzino***

- Superficie dell'area di stoccaggio
- Volume dell'area di stoccaggio

- Indice di rotazione per categoria di prodotto (in alternativa l'indica di rotazione medio complessivo)
- Giacenza media per categorie di prodotto in giorni di copertura della domanda (in alternativa giacenza media complessiva)

I parametri del magazzino sono necessari per capire le dimensioni del magazzino stesso, quanto di frequente vengono rigenerati i prodotti e quanto, in media, rimangono stoccati in magazzino per cercare di capire se il personale impiegato e i sistemi di movimentazione sono sufficientemente dimensionati.

### **13.3. Gestione materiali/prodotto**

- Numero persone FTE (full-time equivalent) in magazzino
- Il personale in magazzino è dipendente o appartiene ad operatori esterni?
  - Dipendente
  - Operatore esterno
  - Altro
- Servite diversi canali, come GDO, retail, domicilio, con gli stessi sistemi di movimentazione e stoccaggio o sono differenziati?
  - Stessi sistemi
  - Sono differenziati
- Da chi viene gestita la spedizione dei prodotti ai clienti finali?
  - Stabilimento produttivo
  - Centri distributivi
  - Depositi terzi
- I trasporti avvengono con:
  - Mezzi di proprietà
  - Corrieri o Padrocini
  - Terzizzazione logistica
  - Altro
- Lead time medio per categoria di prodotto (in alternativa lead time medio complessivo)
- Percentuali prodotti spediti a livello regionale

- Percentuali prodotti spediti a livello nazionale
- Percentuali prodotti spediti a livello europeo
- Percentuali prodotti spediti a livello internazionale
- Indicare come vengono spediti i prodotti
  - Materiale raggruppato mediante reggettatura
  - Pallet
  - Contenitori
  - Cassette
  - Scatole
  - Prodotto singolo
  - Altro
- Il prodotto è deperibile?
  - Sì
  - No
- Il magazzino materie prime è a temperatura controllata?
  - Sì
  - No
- Il magazzino prodotti finiti è a temperatura controllata?
  - Sì
  - No
- Gestione dei materiali
  - Push
  - Pull
  - Ibrida
  - Altro
- Gestione degli stock
  - Trend passato
  - Previsione Futura
  - Altro

Dalla dimensione, e quindi dal valore del fatturato, e dal numero di persone presenti in magazzino, è possibile fare una prima stima del grado di automazione presente: se il fatturato è alto vuol dire che vi è un alto volume delle vendite, ma

se allo stesso tempo gli operatori FTE sono pochi, vuol dire che vi è un alto livello di automazione.

La presenza in magazzino di personale dipendente o di operatori esterni mette in luce se le aziende si avvalgono della terziarizzazione o meno e l'utilizzo degli stessi sistemi di movimentazione e stoccaggio, o la loro differenziazione per i diversi canali mostra se le aziende possono in parte sfruttare le economie di scala o se a causa della diversa tipologia di prodotto o per una possibile customizzazione dei clienti dei diversi canali, debbono utilizzare diversi sistemi.

La gestione della spedizione dei prodotti finiti ai clienti finali mostra anche qui l'attitudine delle aziende ad appoggiarsi ad attori esterni, affidando quindi in outsourcing ulteriori attività, permettendo di concentrarsi più sul core business dell'impresa stessa piuttosto che su attività secondarie.

La modalità di spedizione dei prodotti, la deperibilità del prodotto e la temperatura controllata permettono di cogliere, se vi sono, delle analogie sui sistemi di movimentazione, stoccaggio e di picking delle diverse aziende.

Infine, la strategia utilizzata (Push/Pull/Ibrida) permette di verificare se i diversi settori utilizzano ancora le strategie "classiche" utilizzate da sempre o se è in atto un cambio di rotta.

#### **13.4. UDC e sistemi di stoccaggio**

- Tipo di unità di carico utilizzate
  - Materiale raggruppato mediante reggettatura
  - Pallet
  - Contenitori
  - Cassette
  - Scatole
  - Prodotto Sfuso
  - Altro
- Indicare il tipo di sistema di stoccaggio per Materiale raggruppato mediante Reggettatura

- Catasta (nessuna scaffalatura)
  - Tradizionale
  - Drive-in
  - Drive-through
  - A gravità
  - Dinamico con carrello di trasferimento (shuttle)
  - Scaffali mobili
  - Automatico
  - UDC non utilizzata
  - Altro
- Indicare il tipo di sistema di stoccaggio per Pallet
  - Indicare il tipo di sistema di stoccaggio per Contenitori
  - Indicare il tipo di sistema di stoccaggio per Cassette
  - Indicare il tipo di sistema di stoccaggio per Scatole
  - Indicare il tipo di sistema di stoccaggio per Prodotto Sfuso
  - Indicare il tipo di sistema di stoccaggio per Altro

In questa sezione viene chiesto quali unità di carico utilizzano, e per ognuna di essa viene chiesto di indicare il sistema di stoccaggio utilizzato (le opzioni di risposta sono uguali per tutte le UDC). Qui, si vuole individuare l'attitudine delle aziende ad utilizzare sistemi più o meno innovativi/automatizzati di stoccaggio in base all'UDC utilizzata.

### **13.5. Mezzi di movimentazione**

- Indicare la tipologia di mezzo di movimentazione per Materiale raggruppato mediante Reggettatura
  - Carrello a traslazione manuale
  - Transpallet elevatore
  - Carrello a forche ricoprenti
  - Carrello con forche tra i longheroni
  - Carrello con forche a sbalzo
  - Carrello con forche retrattili



- Carrello a presa laterale
  - Carrello a grande altezza
  - Carrello commissionatore
  - Carrello a portale
  - Carrello a presa bilaterale
  - Carrello a presa trilaterale
  - Trasportatore a rulli
  - Trasportatore a nastro
  - Trasportatore a catena
  - AGV o AMR
  - Altro
- Indicare la tipologia di mezzo di movimentazione per Pallet
  - Indicare la tipologia di mezzo di movimentazione per Contenitori
  - Indicare la tipologia di mezzo di movimentazione per Cassette
  - Indicare la tipologia di mezzo di movimentazione per Scatole
  - Indicare la tipologia di mezzo di movimentazione per Prodotto Sfuso
  - Indicare la tipologia di mezzo di movimentazione per Altro

La tipologia di mezzi di movimentazione mostra il grado di automazione presente nelle imprese per ottimizzare i flussi di materiale. Si vuol cogliere quanto le aziende italiane si siano innovate, utilizzando sistemi quali AGV o AMR, o se preferiscono ancora utilizzare sistemi classici guidati da personale umano. Da qui, si cerca di capire se l'utilizzo di determinate UDC renda più facile l'introduzione di automazione (le opzioni di risposta sono uguali per tutte le UDC).

### **13.6. Picking**

- Tipo di Picking per Materiale raggruppato mediante Reggettatura
  - Uomo verso merce
  - Merce verso uomo
  - UDC non utilizzata
- Tipo di Picking per Pallet
- Tipo di Picking per Contenitori

- Tipo di Picking per Cassette
- Tipo di Picking per Scatole
- Tipo di Picking per Prodotto Sfuso
- Tipo di Picking per Altro
- Sistema di picking per Materiale raggruppato mediante reggettatura
  - Lista di prelievo cartacea
  - Lista di prelievo a palmare
  - Pick to light
  - Voice picking
  - Scansione codice prodotto
  - UDC non utilizzata
- Sistema di picking per Pallet
- Sistema di picking per Contenitori
- Sistema di picking per Cassette
- Sistema di picking per Scatole
- Sistema di picking per Prodotto Sfuso
- Sistema di picking per Altro

Il picking è una delle attività più importanti all'interno di un magazzino ed oggi giorno vi sono una miriade di sistemi che permettono di gestirla al meglio. In questa sezione si coglie la qualità del lavoro dei pickers. I sistemi merce all'uomo evitano ai pickers di percorrere più e più volte al giorno i corridoi dei magazzini, ma ancora oggi è parecchio utilizzato il sistema uomo verso merce. Dalle precedenti due sezioni sarebbe ben intuibile quale sistema è utilizzato dalle aziende, infatti se non si utilizzano sistemi automatizzati per lo stoccaggio e per la movimentazione non è possibile avere sistemi merce verso uomo. Viceversa, se si utilizzano sistemi innovativi, non è detto che questi siano di ausilio alle operazioni di picking.

### **13.7. Supply Chain, innovazione e criticità**

- Quali sono i livelli della vostra Supply Chain dai fornitori di materie prime ai clienti finali?

- Indicare il Sistema Gestionale utilizzato
- Si interfaccia con:
  - Clienti
  - Fornitori
  - Altro
- Il sistema garantisce flessibilità?
  - Sì
  - No
  - Altro
- Indicare il Warehouse Management System (WMS) utilizzato
- Prima del Covid-19 pensavate di avere una Supply Chain Resiliente?
  - Sì
  - No
  - Altro
- Post Covid-19 pensate di avere una Supply Chain Resiliente?
  - Sì
  - No
  - Altro
- Post Covid-19 cambierà qualcosa della vostra supply chain?
- Pensate che l'impiego della Blockchain nella Supply Chain possa essere di aiuto nelle relazioni lungo la catena e nella creazione del valore al cliente finale?
- Come pensate possa cambiare la Supply Chain in futuro?
- Ritenete sia necessario incrementare il livello di automazione per aumentare la soddisfazione del cliente?
  - Sì
  - No
  - Altro
- Quali innovazioni avete in programma?
- Tra le innovazioni in programma quali hanno la priorità? Perché?
- Quali sono i punti critici del vostro attuale magazzino?

Quest'ultima sezione vuole in prima battuta capire quali sono i trend di mercato, e quindi quali sono i sistemi gestionali e i WMS più utilizzati e il livello delle Supply Chain.

Nel pieno della pandemia da Covid-19, inoltre si vuol capire la concezione delle imprese della propria Supply Chain, prima e dopo quest'evento disastroso che ha messo a dura prova tantissime Supply Chain.

Infine, le ultime domande hanno lo scopo di capire l'approccio e il grado di informazione che hanno le aziende con le nuove tecnologie emergenti che portano la Supply Chain a divenire Digitale. Infatti, tante imprese sono ancora riluttanti ad introdurre nuove tecnologie ed automazione semplicemente per un limite culturale. In tanti non conoscono i reali risvolti che la digitalizzazione può portare ad una catena logistica, e vedono quindi l'applicazione di queste nuove tecnologie come un costo piuttosto che come un investimento che porta a dei ritorni di capitale. Inoltre, l'inutilizzo di nuove tecnologie non permette alle aziende di una Supply Chain di essere perfettamente integrate, mancando quindi in collaborazione e non riuscendo a raggiungere il pieno potenziale dell'intera catena ed il pieno soddisfacimento dei clienti.

## **14 *Risposte al Survey***

### **14.1. *L'azienda***

Le aziende rispondenti al sondaggio appartengono a diversi settori industriali:

- Prodotti chimici
- Fornitura sanitaria
- Food
- Automotive/Meccanica
- Medicale
- Manifatturiero
- Logistica

Dai dati del fatturato del 2019 è possibile calcolare il fatturato medio, 89 M€, e fare una prima distinzione per dimensione aziendale che vedremo nel capitolo successivo.

### **14.2. *Parametri magazzino***

- Superficie media dell'area di stoccaggio in m<sup>2</sup>: 6667.8 m<sup>2</sup>
- Volume medio dell'area di stoccaggio in m<sup>3</sup>: 27447.8 m<sup>3</sup>
- Indice di rotazione medio per categorie di prodotto (in alternativa l'indice di rotazione medio complessivo): 6.9
- Giacenza media per categorie di prodotto in giorni di copertura della domanda (in alternativa giacenza media complessiva): 80.6 giorni

Qui viene riportata la superficie ed il volume medio delle aree di stoccaggio di tutte le aziende. L'indice di rotazione medio è di 6.9, ma sono tre i settori che alzano il suo valore: forniture sanitarie, alimentare e medicale che insieme hanno un indice di rotazione medio pari a 12.6. Infatti, i restanti settori non vanno oltre il 4. La giacenza media è di 80.6 giorni e i valori minimi e massimi sono rispettivamente di 40 e 120 giorni.

### 14.3. **Gestione materiali/prodotto**

- Numero persone FTE (full-time equivalent) in magazzino per dimensione aziendale:
  - Media piccole imprese: 4
  - Media medie imprese: 24.5
  - Media grandi imprese: 26

La media complessiva è di 23.2, ma com'è facile intuire, al crescere delle dimensioni dell'azienda, cresce anche il numero di persone FTE in magazzino.

Andando a vedere invece la media delle persone FTE in magazzino per settore industriale troviamo i seguenti dati:

- Prodotti chimici: 5
  - Forniture sanitarie: 45
  - Food: 40
  - Automotive/meccanica: 20.5
  - Medicale: 7
  - Manifatturiero: 3
  - Logistica: 50
- Il personale in magazzino è dipendente o appartiene ad operatori esterni?

#### *Opzioni di risposta*

<i>Dipendente</i>	70%
<i>Operatore esterno</i>	50%
<i>Altro</i>	-

- Servite diversi canali, come GDO, retail, domicilio, con gli stessi sistemi di movimentazione e stoccaggio o sono differenziati?

#### *Opzioni di risposta*

---

<i>Stessi sistemi</i>	70%
<i>Sono differenziati</i>	20%
<i>Altro</i>	10%

- Da chi viene gestita la spedizione dei prodotti ai clienti finali?

*Opzioni di risposta*

<i>Stabilimento produttivo</i>	55.6%
<i>Centri distributivi</i>	33.3%
<i>Depositi terzi</i>	11.1%
<i>Altro</i>	-

- I trasporti avvengono con

*Opzioni di risposta*

<i>Mezzi di proprietà</i>	10%
<i>Corrieri o Padroncini</i>	60%
<i>Terzizzazione logistica</i>	60%
<i>Altro</i>	-

- Lead time medio per categoria di prodotto (in alternativa lead time medio complessivo): 12.4 giorni
- Percentuali prodotti spediti a livello regionale: 30.4 %
- Percentuali prodotti spediti a livello nazionale: 26.9%
- Percentuali prodotti spediti a livello europeo: 32.9%
- Percentuali prodotti spediti a livello internazionale: 13.1%

Le aziende sembrano spedire abbastanza uniformemente i loro prodotti a livello regionale, nazionale ed europeo. La percentuale dei prodotti spediti a livello internazionale è la quota più bassa.

- Indicare come vengono spediti i prodotti

*Opzioni di risposta*

<i>Materiale raggruppato mediante reggettatura</i>	30%
--	-----

## Risposte al Survey

---

<i>Pallet</i>	90%
<i>Contenitori</i>	20%
<i>Cassette</i>	-
<i>Scatole</i>	60%
<i>Prodotto singolo</i>	40%
<i>Altro</i>	-

- Il prodotto finito è deperibile?

### *Opzioni di risposta*

<i>Sì</i>	20%
<i>No</i>	80%

- Il magazzino materie prime è a temperatura controllata?

### *Opzioni di risposta*

<i>Sì</i>	10%
<i>No</i>	90%

- Il magazzino prodotti finiti è a temperatura controllata?

### *Opzioni di risposta*

<i>Sì</i>	20%
<i>No</i>	80%

- Gestione dei materiali

### *Opzioni di risposta*

<i>Push</i>	10%
<i>Pull</i>	20%
<i>Ibrida</i>	70%
<i>Altro</i>	0%

- Gestione degli stock



*Opzioni di risposta*

<i>Trend passato</i>	40%
<i>Previsione futura</i>	50%
<i>Altro</i>	10%

#### **14.4. UDC e sistemi di stoccaggio**

- Tipo di unità di carico utilizzate

*Opzioni di risposta*

<i>Materiale raggruppato mediante reggettatura</i>	20%
<i>Pallet</i>	100%
<i>Contenitori</i>	40%
<i>Cassette</i>	30%
<i>Scatole</i>	60%
<i>Prodotto sfuso</i>	20%
<i>Altro</i>	-

Il pallet si conferma come l'UDC più utilizzata tra le aziende. Il 100% delle aziende utilizza pallet come UDC seguite dalle scatole e da contenitori.

- Indicare il tipo di sistema di stoccaggio per Materiale raggruppato mediante Reggettatura

*Opzioni di risposta*

<i>Catasta (nessuna scaffalatura)</i>	-
<i>Tradizionale</i>	50%
<i>Drive-in</i>	-
<i>Drive-through</i>	-
<i>A gravità</i>	-
<i>Dinamico con carrello di trasferimento (shuttle)</i>	-
<i>Scaffali mobili</i>	-
<i>Automatico</i>	-

## Risposte al Survey

---

<i>UDC non utilizzata</i>	50%
<i>Altro</i>	-

- Indicare il tipo di sistema di stoccaggio utilizzato per i Pallet

### Opzioni di risposta

<i>Catasta (nessuna scaffalatura)</i>	-
<i>Tradizionale</i>	90%
<i>Drive-in</i>	-
<i>Drive-through</i>	10%
<i>A gravità</i>	-
<i>Dinamico con carrello di trasferimento (shuttle)</i>	-
<i>Scaffali mobili</i>	-
<i>Automatico</i>	-
<i>UDC non utilizzata</i>	-
<i>Altro</i>	-

- Indicare il tipo di sistema di stoccaggio utilizzato per i Contenitori metallici

### Opzioni di risposta

<i>Catasta (nessuna scaffalatura)</i>	10%
<i>Tradizionale</i>	50%
<i>Drive-in</i>	-
<i>Drive-through</i>	-
<i>A gravità</i>	-
<i>Dinamico con carrello di trasferimento (shuttle)</i>	-
<i>Scaffali mobili</i>	-
<i>Automatico</i>	-
<i>UDC non utilizzata</i>	40%
<i>Altro</i>	-

- Indicare il tipo di sistema di stoccaggio utilizzato per le Cassette

### Opzioni di risposta

---

<i>Catasta (nessuna scaffalatura)</i>	-
<i>Tradizionale</i>	60%
<i>Drive-in</i>	-
<i>Drive-through</i>	-
<i>A gravità</i>	-
<i>Dinamico con carrello di trasferimento (shuttle)</i>	-
<i>Scaffali mobili</i>	-
<i>Automatico</i>	-
<i>UDC non utilizzata</i>	40%
<i>Altro</i>	-

- Indicare il tipo di sistema di stoccaggio utilizzato per Scatole

*Opzioni di risposta*

<i>Catasta (nessuna scaffalatura)</i>	-
<i>Tradizionale</i>	70%
<i>Drive-in</i>	-
<i>Drive-through</i>	10%
<i>A gravità</i>	-
<i>Dinamico con carrello di trasferimento (shuttle)</i>	-
<i>Scaffali mobili</i>	-
<i>Automatico</i>	-
<i>UDC non utilizzata</i>	20%
<i>Altro</i>	-

- Indicare il tipo di sistema di stoccaggio utilizzato per prodotto sfuso

*Opzioni di risposta*

<i>Catasta (nessuna scaffalatura)</i>	-
<i>Tradizionale</i>	40%
<i>Drive-in</i>	-
<i>Drive-through</i>	10%
<i>A gravità</i>	-
<i>Dinamico con carrello di trasferimento (shuttle)</i>	-

## Risposte al Survey

---

<i>Scaffali mobili</i>	-
<i>Automatico</i>	-
<i>UDC non utilizzata</i>	50%
<i>Altro</i>	-

- Indicare il tipo di sistema di stoccaggio utilizzato per Altro

### Opzioni di risposta

<i>Catasta (nessuna scaffalatura)</i>	-
<i>Tradizionale</i>	30%
<i>Drive-in</i>	-
<i>Drive-through</i>	10%
<i>A gravità</i>	-
<i>Dinamico con carrello di trasferimento (shuttle)</i>	-
<i>Scaffali mobili</i>	-
<i>Automatico</i>	-
<i>UDC non utilizzata</i>	60%
<i>Altro</i>	-

## 14.5. Mezzi di movimentazione

- Indicare la tipologia di mezzo di movimentazione per Materiale raggruppato mediante Reggettatura

### Opzioni di risposta

<i>Carrello a traslazione manuale</i>	-
<i>Transpallet elevatore</i>	-
<i>Carrello a forche ricoprenti</i>	-
<i>Carrello con forche tra i longheroni</i>	-
<i>Carrello con forche a sbalzo</i>	10%
<i>Carrello con forche retrattili</i>	10%
<i>Carrello a presa laterale</i>	-

<i>Carrello a grande altezza</i>	10%
<i>Carrello commissionatore</i>	20%
<i>Carrello a portale</i>	-
<i>Carrello a presa bilaterale</i>	-
<i>Carrello a presa trilaterale</i>	-
<i>Trasportatore a rulli</i>	-
<i>Trasportatore a nastro</i>	-
<i>Trasportatore a catena</i>	-
<i>AGV o AMR</i>	-
<i>UDC non utilizzata</i>	50%
<i>Altro</i>	-

- Indicare la tipologia di mezzo di movimentazione per Pallet

*Opzioni di risposta*

<i>Carrello a traslazione manuale</i>	20%
<i>Transpallet elevatore</i>	30%
<i>Carrello a forche ricoprenti</i>	10%
<i>Carrello con forche tra i longheroni</i>	10%
<i>Carrello con forche a sbalzo</i>	-
<i>Carrello con forche retrattili</i>	10%
<i>Carrello a presa laterale</i>	10%
<i>Carrello a grande altezza</i>	-
<i>Carrello commissionatore</i>	10%
<i>Carrello a portale</i>	-
<i>Carrello a presa bilaterale</i>	-
<i>Carrello a presa trilaterale</i>	-
<i>Trasportatore a rulli</i>	-
<i>Trasportatore a nastro</i>	-
<i>Trasportatore a catena</i>	-
<i>AGV o AMR</i>	-
<i>UDC non utilizzata</i>	-
<i>Altro</i>	-

## Risposte al Survey

---

- Indicare la tipologia di mezzo di movimentazione per Contenitori

### Opzioni di risposta

<i>Carrello a traslazione manuale</i>	10%
<i>Transpallet elevatore</i>	-
<i>Carrello a forche ricoprenti</i>	-
<i>Carrello con forche tra i longheroni</i>	-
<i>Carrello con forche a sbalzo</i>	10%
<i>Carrello con forche retrattili</i>	10%
<i>Carrello a presa laterale</i>	-
<i>Carrello a grande altezza</i>	-
<i>Carrello commissionatore</i>	20%
<i>Carrello a portale</i>	-
<i>Carrello a presa bilaterale</i>	-
<i>Carrello a presa trilaterale</i>	-
<i>Trasportatore a rulli</i>	-
<i>Trasportatore a nastro</i>	-
<i>Trasportatore a catena</i>	-
<i>AGV o AMR</i>	-
<i>UDC non utilizzata</i>	50%
<i>Altro</i>	-

- Indicare la tipologia di mezzo di movimentazione per Cassette

### Opzioni di risposta

<i>Carrello a traslazione manuale</i>	10%
<i>Transpallet elevatore</i>	10%
<i>Carrello a forche ricoprenti</i>	-
<i>Carrello con forche tra i longheroni</i>	-
<i>Carrello con forche a sbalzo</i>	-
<i>Carrello con forche retrattili</i>	-
<i>Carrello a presa laterale</i>	-
<i>Carrello a grande altezza</i>	-
<i>Carrello commissionatore</i>	30%

<i>Carrello a portale</i>	-
<i>Carrello a presa bilaterale</i>	-
<i>Carrello a presa trilaterale</i>	-
<i>Trasportatore a rulli</i>	-
<i>Trasportatore a nastro</i>	-
<i>Trasportatore a catena</i>	--
<i>AGV o AMR</i>	
<i>UDC non utilizzata</i>	40%
<i>Altro</i>	10%

- Indicare la tipologia di mezzo di movimentazione per Scatole

*Opzioni di risposta*

<i>Carrello a traslazione manuale</i>	30%
<i>Transpallet elevatore</i>	-
<i>Carrello a forche ricoprenti</i>	-
<i>Carrello con forche tra i longheroni</i>	-
<i>Carrello con forche a sbalzo</i>	10%
<i>Carrello con forche retrattili</i>	10%
<i>Carrello a presa laterale</i>	-
<i>Carrello a grande altezza</i>	-
<i>Carrello commissionatore</i>	40%
<i>Carrello a portale</i>	-
<i>Carrello a presa bilaterale</i>	-
<i>Carrello a presa trilaterale</i>	-
<i>Trasportatore a rulli</i>	-
<i>Trasportatore a nastro</i>	-
<i>Trasportatore a catena</i>	-
<i>AGV o AMR</i>	-
<i>UDC non utilizzata</i>	-
<i>Altro</i>	10%

- Indicare la tipologia di mezzo di movimentazione per Prodotto Sfuso

## Risposte al Survey

---

### Opzioni di risposta

<i>Carrello a traslazione manuale</i>	30%
<i>Transpallet elevatore</i>	-
<i>Carrello a forche ricoprenti</i>	-
<i>Carrello con forche tra i longheroni</i>	-
<i>Carrello con forche a sbalzo</i>	-
<i>Carrello con forche retrattili</i>	-
<i>Carrello a presa laterale</i>	-
<i>Carrello a grande altezza</i>	-
<i>Carrello commissionatore</i>	20%
<i>Carrello a portale</i>	-
<i>Carrello a presa bilaterale</i>	-
<i>Carrello a presa trilaterale</i>	-
<i>Trasportatore a rulli</i>	-
<i>Trasportatore a nastro</i>	-
<i>Trasportatore a catena</i>	-
<i>AGV o AMR</i>	-
<i>UDC non utilizzata</i>	50%
<i>Altro</i>	-

- Indicare la tipologia di mezzo di movimentazione per Altro

### Opzioni di risposta

<i>Carrello a traslazione manuale</i>	20%
<i>Transpallet elevatore</i>	-
<i>Carrello a forche ricoprenti</i>	-
<i>Carrello con forche tra i longheroni</i>	-
<i>Carrello con forche a sbalzo</i>	-
<i>Carrello con forche retrattili</i>	-
<i>Carrello a presa laterale</i>	-
<i>Carrello a grande altezza</i>	-
<i>Carrello commissionatore</i>	20%
<i>Carrello a portale</i>	-



<i>Carrello a presa bilaterale</i>	-
<i>Carrello a presa trilaterale</i>	-
<i>Trasportatore a rulli</i>	-
<i>Trasportatore a nastro</i>	-
<i>Trasportatore a catena</i>	-
<i>AGV o AMR</i>	-
<i>UDC non utilizzata</i>	60%
<i>Altro</i>	-

## 14.6. Picking

- Tipo di Picking per Materiale raggruppato mediante Reggettatura

### Opzioni di risposta

<i>Uomo verso merce</i>	40%
<i>Merce verso uomo</i>	10%
<i>UDC non utilizzata</i>	50%

- Tipo di Picking per Pallet

### Opzioni di risposta

<i>Uomo verso merce</i>	80%
<i>Merce verso uomo</i>	20%
<i>UDC non utilizzata</i>	-

- Tipo di Picking per Contenitori

### Opzioni di risposta

<i>Uomo verso merce</i>	50%
<i>Merce verso uomo</i>	10%
<i>UDC non utilizzata</i>	40%

## Risposte al Survey

---

- Tipo di Picking per Cassette

### Opzioni di risposta

<i>Uomo verso merce</i>	50%
<i>Merce verso uomo</i>	10%
<i>UDC non utilizzata</i>	40%

- Tipo di Picking per Scatole

### Opzioni di risposta

<i>Uomo verso merce</i>	80%
<i>Merce verso uomo</i>	10%
<i>UDC non utilizzata</i>	10%

- Tipo di Picking per Prodotto Sfuso

### Opzioni di risposta

<i>Uomo verso merce</i>	40%
<i>Merce verso uomo</i>	10%
<i>UDC non utilizzata</i>	50%

- Tipo di Picking per Altro

### Opzioni di risposta

<i>Uomo verso merce</i>	40%
<i>Merce verso uomo</i>	-
<i>UDC non utilizzata</i>	60%

- Sistema di Picking per Materiale raggruppato mediante Reggettatura

### Opzioni di risposta

<i>Lista di prelievo cartacea</i>	10%
<i>Lista di prelievo a palmare</i>	40%
<i>Pick to light</i>	-
<i>Voice picking</i>	10%

<i>Scansione codice prodotto</i>	10%
<i>UDC non utilizzata</i>	50%

- Sistema di Picking per Pallet

*Opzioni di risposta*

<i>Lista di prelievo cartacea</i>	50%
<i>Lista di prelievo a palmare</i>	60%
<i>Pick to light</i>	-
<i>Voice picking</i>	-
<i>Scansione codice prodotto</i>	10%
<i>UDC non utilizzata</i>	-

- Sistema di Picking per Contenitori

*Opzioni di risposta*

<i>Lista di prelievo cartacea</i>	30%
<i>Lista di prelievo a palmare</i>	40%
<i>Pick to light</i>	-
<i>Voice picking</i>	-
<i>Scansione codice prodotto</i>	10%
<i>UDC non utilizzata</i>	40%

- Sistema di Picking per Cassette

*Opzioni di risposta*

<i>Lista di prelievo cartacea</i>	20%
<i>Lista di prelievo a palmare</i>	40%
<i>Pick to light</i>	-
<i>Voice picking</i>	10%
<i>Scansione codice prodotto</i>	10%
<i>UDC non utilizzata</i>	40%

- Sistema di Picking per Scatole

## Risposte al Survey

---

### Opzioni di risposta

<i>Lista di prelievo cartacea</i>	40%
<i>Lista di prelievo a palmare</i>	50%
<i>Pick to light</i>	-
<i>Voice picking</i>	-
<i>Scansione codice prodotto</i>	10%
<i>UDC non utilizzata</i>	10%

- Sistema di Picking per Prodotto Sfuso

### Opzioni di risposta

<i>Lista di prelievo cartacea</i>	20%
<i>Lista di prelievo a palmare</i>	30%
<i>Pick to light</i>	-
<i>Voice picking</i>	-
<i>Scansione codice prodotto</i>	10%
<i>UDC non utilizzata</i>	50%

- Sistema di Picking per Altro

### Opzioni di risposta

<i>Lista di prelievo cartacea</i>	10%
<i>Lista di prelievo a palmare</i>	30%
<i>Pick to light</i>	-
<i>Voice picking</i>	-
<i>Scansione codice prodotto</i>	10%
<i>UDC non utilizzata</i>	60%

## 14.7. **Supply Chain, Innovazioni e criticità**

- Quali sono i livelli della vostra Supply Chain dai fornitori di materie prime ai clienti finali?

Mediamente le aziende indicano cinque livelli di Supply Chain.

- Indicare il Warehouse Management System (WMS) utilizzato:
  - SAP
  - Lynfa
  - Easystor
  - Jungheinrich
  - Zucchetti
  - Magware
- Indicare il Sistema Gestionale utilizzato:
  - SAP
  - Lynfa
  - Microsoft Dynamics Nav
  - JGalileo
  - IBM AS400
  - Gestionale2 - Zucchetti
  - Magware

Sia per il WMS che per il Sistema Gestionale vi è una tendenza ad utilizzare i prodotti realizzati da SAP.

- Si interfaccia con:

*Opzioni di risposta*

<i>Clienti</i>	70%
<i>Fornitori</i>	60%
<i>Altro</i>	20%

- Il sistema utilizzato garantisce flessibilità?

*Opzioni di risposta*

<i>Sì</i>	60%
<i>No</i>	30%
<i>Altro</i>	10%

- Prima del Covid-19 pensavate di avere una Supply Chain Resiliente?

## Risposte al Survey

---

### Opzioni di risposta

<i>Sì</i>	70%
<i>No</i>	30%
<i>Altro</i>	-

- Post Covid-19 pensate di avere una Supply Chain Resiliente?

### Opzioni di risposta

<i>Sì</i>	70%
<i>No</i>	20%
<i>Altro</i>	10%

- Post Covid-19 cambierà qualcosa della vostra supply chain?  
Il 50% non prevede di cambiare nulla, il 20% cambierà qualcosa ma non indica quale aspetto in particolare, un altro 20% aumenterà le scorte e un 10% cercherà di migliorare in flessibilità.
- Pensate che l'impiego della Blockchain nella Supply Chain possa essere di aiuto nelle relazioni lungo la catena e nella creazione del valore al cliente finale?  
Solo il 30% afferma che la BlockChain possa creare valore aggiunto mentre i restanti pensano di no o ammettono di non essere abbastanza informati sull'argomento.
- Come pensate possa cambiare la Supply Chain in futuro?  
Riassumendo i commenti delle aziende, si pensa che la Supply Chain diventi sempre più performante con maggior utilizzo di automazione e tecnologia. Inoltre, lo scambio di informazioni sarà più rapido e trasparente grazie alla digitalizzazione.
- Ritenete sia necessario incrementare il livello di automazione per aumentare la soddisfazione del cliente?

### Opzioni di risposta

<i>Sì</i>	80%
<i>No</i>	10%
<i>Altro</i>	10%

- Quali innovazioni avete in programma?

Tra le innovazioni in programma si hanno:

- Palmari
- Voice picking
- Pick to light
- AGV
- IoT
- Magazzini Automatici
- Tecnologia a radio frequenza
- Sistemi di localizzazione in tempo reale - RTLS

- Quali sono i punti critici del vostro attuale magazzino?

Tra i punti critici dei magazzini italiani abbiamo:

- Tempi di picking eccessivamente lunghi
- Poco spazio
- Errori nella giacenza

## **15 *Analisi del Survey***

Il presente Survey è stato distribuito in collaborazione con Editrice Temi e la rivista Logistica Management. Purtroppo, i risultati ottenuti non hanno alcuna validità statistica ma mostrano solo dei trend. Infatti, il Survey ha ricevuto poche risposte che non permettono di estrarre il reale grado di innovazione delle aziende italiane.

I risultati, per una migliore comprensione, verranno espressi ove possibile in percentuale.

Le aziende rispondenti al Survey appartengono a sette settori industriali come indicato in Tabella 7 con relativa percentuale.

<i>Automotive/Meccanica</i>	40%
<i>Forniture sanitarie</i>	10%
<i>Food</i>	10%
<i>Prodotti chimici</i>	10%
<i>Medicale</i>	10%
<i>Manifatturiero</i>	10%
<i>Logistica</i>	10%

Tabella 7. **Settori industriali e percentuale di aziende rispondenti al Survey**

Ogni azienda, in base al fatturato, viene classificata come micro, piccola, media e grande. In particolare, in Tabella 8, è possibile confrontare gli intervalli di fatturato che classificano le imprese nelle suddette categorie e la percentuale di aziende che hanno risposto al sondaggio per ogni categoria. Il 50% delle aziende vengono classificate come *Grande imprese*, il 40% come *Medie imprese*, il 10% come *piccole imprese* mentre nessuna viene classificata come *Microimpresa*.



<i>Categoria di imprese</i>	<i>Fatturato annuo</i>	<i>Percentuale aziende rispondenti al Survey</i>
<i>Grande impresa</i>	> 50 milioni di euro	50%
<i>Media impresa</i>	≤ 50 milioni di euro	40%
<i>Piccola impresa</i>	≤ 10 milioni di euro	10%
<i>Microimpresa</i>	≤ 2 milioni di euro	0%

Tabella 8. **Categorie imprese in base al fatturato**

La superficie ed il volume dell'area di stoccaggio, com'è facile intuire, crescono al crescere delle dimensioni dell'azienda. Si nota una leggera anomalia tra superficie e volume dell'area di stoccaggio tra le medie e le grandi aziende. Infatti, la superficie di queste ultime è superiore rispetto alle medie imprese ma ciò non vale per il volume. Questo potrebbe indicare che le grandi aziende a fronte di elevate superfici di stoccaggio, utilizzino sistemi di immagazzinamento più compatti per evitare di elevarsi troppo in altezza e risparmiare sull'acquisto dei carrelli a grandi altezze. Ed è proprio ciò che succede: il 10% delle grandi aziende utilizza magazzini drive-through che permettono di avere tutto lo stock necessario in spazi più contenuti ed un altro 10% utilizza sistemi a catasta per i contenitori.

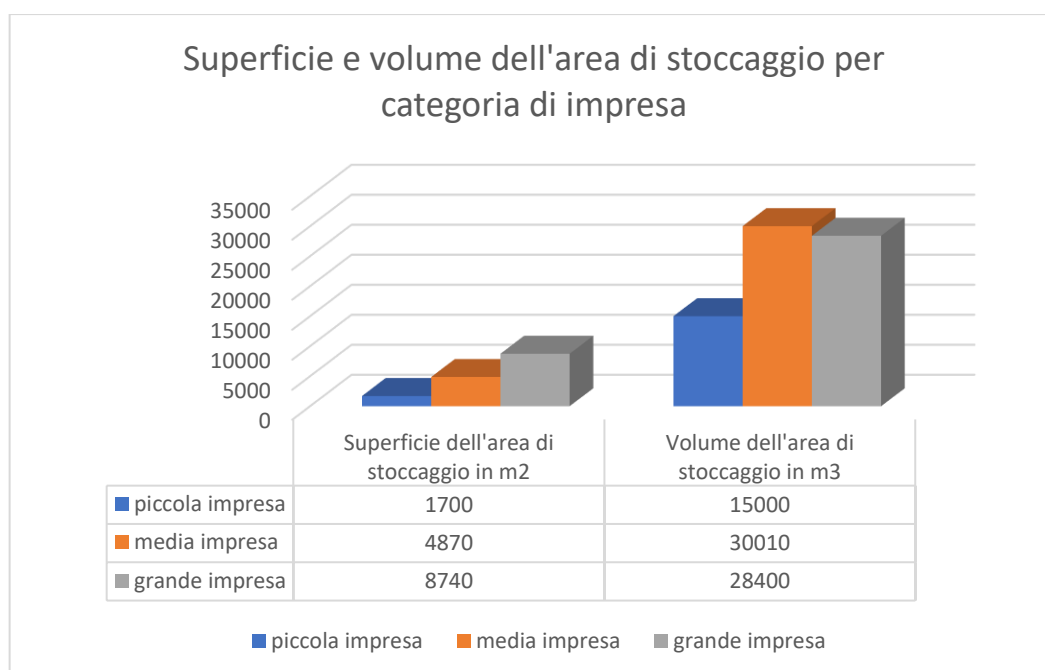
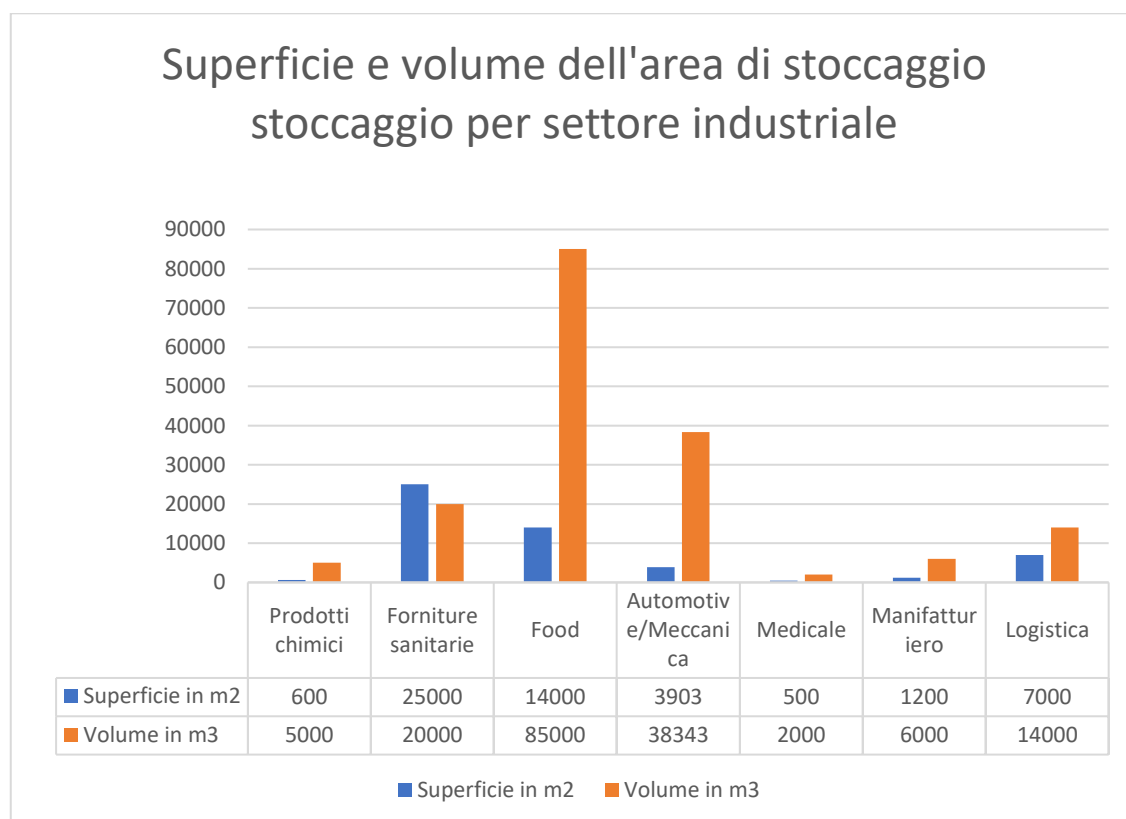


Figura 31. Superficie e volume dell'area di stoccaggio per piccole, medie e grandi imprese

## Analisi del Survey

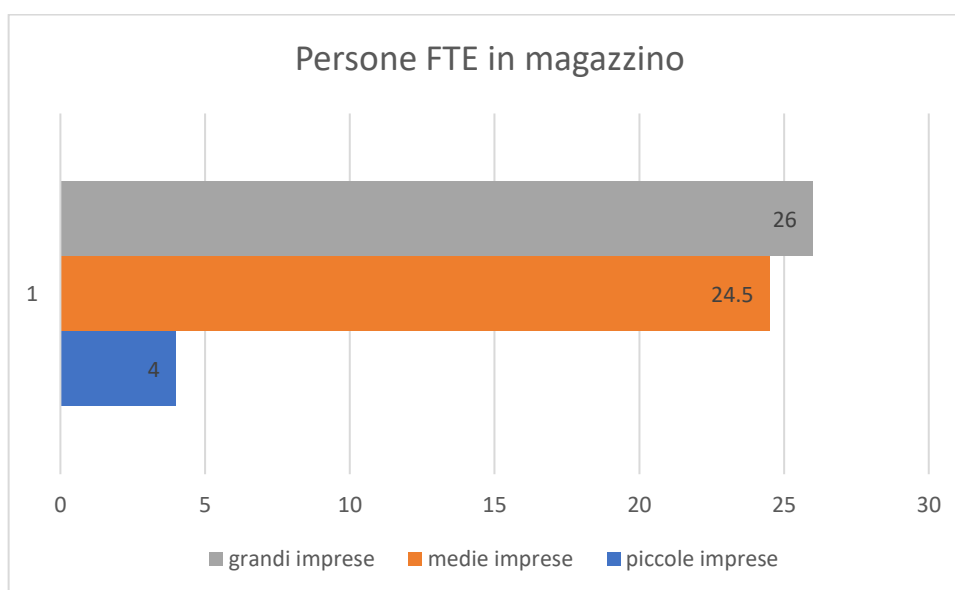
Per quanto riguarda invece i valori di superficie e volume dell'area di stoccaggio in base al settore industriale, si riscontra un'elevata differenza tra il volume e la superficie del settore food e del settore automotive/meccanica. Ciò porta subito a pensare all'utilizzo di scaffalature molto elevate in altezza ed al conseguente utilizzo di carrelli a grandi altezze. Infatti, il settore "food", utilizza come sistema di immagazzinamento una struttura tradizionale per tutte le tipologie di UDC e per quanto riguarda il materiale raggruppato mediante reggettatura utilizza proprio un carrello a grande altezza, mentre per i pallet utilizza carrelli a presa laterale e per il resto delle UDC utilizza carrelli commissionatori. Il settore automotive/meccanica, utilizza anch'esso solo ed esclusivamente scaffalature tradizionali ma questa volta non vi è l'utilizzo di carrelli a grandi altezze ma vengono utilizzati carrelli commissionatori, carrelli con forche a sbalzo e carrelli con forche retrattili i quali riescono comunque a raggiungere altezze elevate.



**Figura 32.** Superficie e volume dell'area di stoccaggio per settore industriale

Come si vede in Figura 33, le piccole imprese utilizzano in media solamente quattro persone full time equivalent in magazzino mentre, passando alle medie ed alle grandi aziende arriviamo ad una media rispettiva di 24.5 e 26 persone.

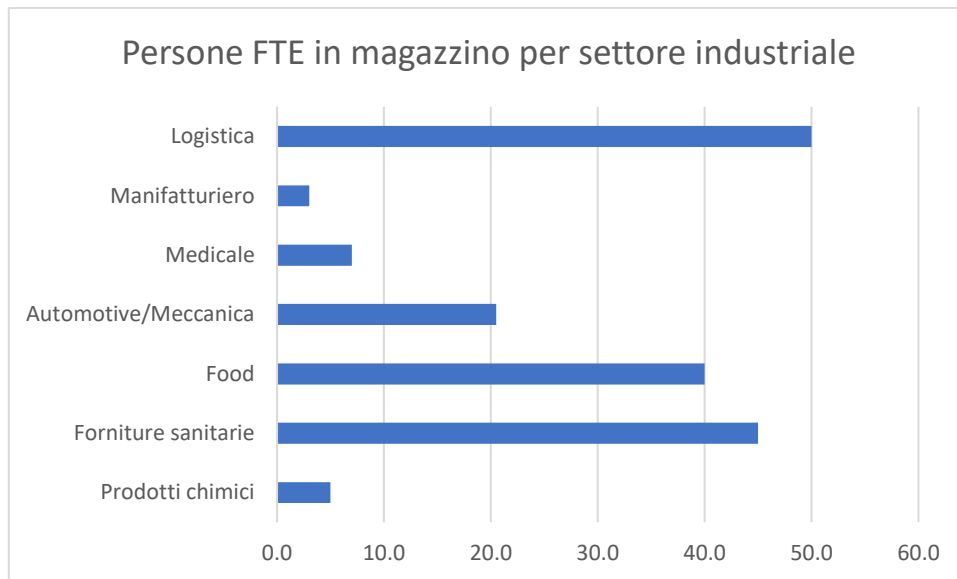
L'aumento del personale al crescere delle dimensioni sia economiche che fisiche dell'azienda è senz'altro dovuto al maggior numero di flussi di materiale sia in entrata che in uscita, che necessitano di un maggior numero di operatori per le varie fasi. Quest'incremento però è eclatante dal passaggio da piccola a media impresa, ma non lo è confrontando invece media e grande. Questo leggero e non marcato incremento potrebbe essere un indicatore di un possibile maggior utilizzo di automazione da parte delle grandi imprese che portano, come noto, ad un risparmio della manodopera. Ciò porta a supporre che le grandi imprese, grazie ai fatturati superiori ma anche grazie alle necessità di dover soddisfare una più vasta platea di clienti abbiano introdotto una quantità maggiore di automazione. Analizzando però le successive risposte, sulla tipologia di sistemi di stoccaggio e sistemi di movimentazione, scopriamo che non è così. Infatti, nessuno utilizza né sistemi di stoccaggio né sistemi di movimentazione innovativi.



**Figura 33.** Grafico indicante la media delle persone FTE in magazzino per piccole, medie e grandi imprese

Nel grafico in Figura 34 individuiamo invece il numero di persone FTE in magazzino per settore industriale e notiamo che il settore della logistica, del food e delle forniture sanitarie sono quelli che utilizzano il maggior numero di persone. Ciò è in linea con i dati riguardanti la superficie dell'area di stoccaggio infatti, tali settori, presentano un'area media di stoccaggio superiore rispetto ai restanti

settori industriali che, a parità di grado di innovazione e di indice di rotazione richiederebbe l'impiego di più personale.

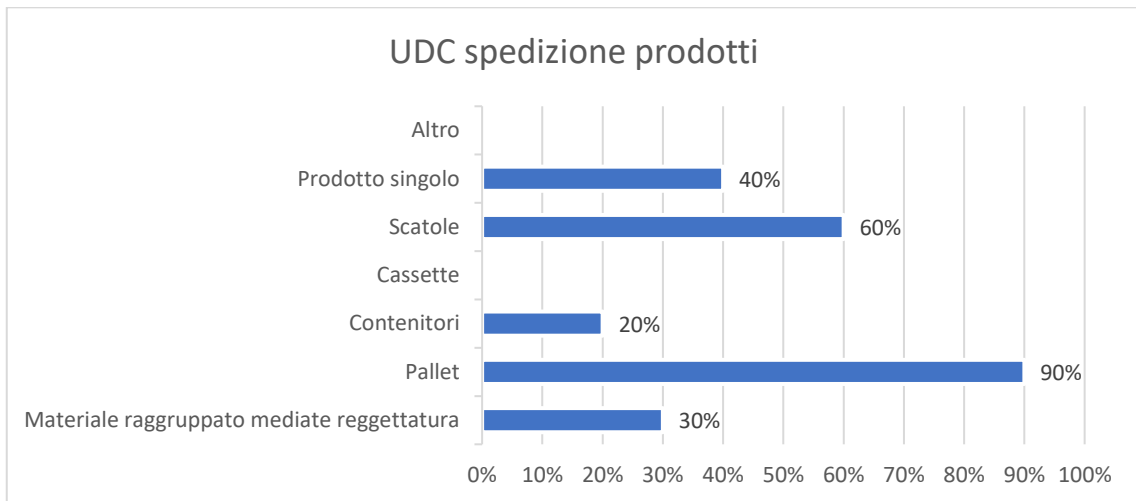


**Figura 34.** Grafico indicante la media delle persone FTE in magazzino per settore industriale

Il 50% delle aziende impiega solo personale dipendente, il 30% operatori esterni e il 20% li utilizza entrambi. Non sembra esservi nessuna correlazione tra la tipologia di personale in magazzino con i diversi settori industriali e la dimensione dell'azienda. Il 70% utilizza gli stessi sistemi di movimentazione e stoccaggio per i diversi canali, mentre il 20% li differenzia. In particolare, uno tra i settori che differenzia i sistemi di movimentazione e stoccaggio è il settore alimentare; plausibile se consideriamo la miriade di prodotti che il settore alimentare può trovarsi a gestire, fra quelli con scadenza breve, e quindi con alto indice di rotazione, e quelli che necessitano di temperatura controllata.

La spedizione dei prodotti finiti ai clienti finali viene gestita solo per l'11,1% da depositi terzi, mentre il 55,6% utilizza il proprio stabilimento produttivo e il 33,3% si appoggia ai centri distributivi. Ad avvalersi dei centri distributivi sono prevalentemente il settore alimentare, il settore medicale ed il settore di forniture sanitarie, ovvero quei settori che giornalmente devono rifornire i vari punti vendita dislocati in diverse parti geografiche e che quindi hanno un indice di rotazione elevato. Infatti, l'indice di rotazione medio complessivo di tutti i settori è di 6.9, mentre l'indice medio di queste tre sole categorie è di 12.6.

I prodotti finiti vengono spediti per lo più per mezzo di pallet seguiti per un'abbondante quota dalle scatole e dal prodotto singolo. Il pallet si conferma quindi l'UDC preferita dalle aziende grazie soprattutto alle sue dimensioni standardizzate.



**Figura 35.** Grafico con percentuale di utilizzo delle diverse UDC per la spedizione dei prodotti

Per quanto riguarda i trasporti invece, solo il 10% utilizza mezzi di proprietà, mentre il restante 90% utilizza Corrieri o Padroncini e/o Terziarizzazione logistica.

Questi ultimi dati, insieme a quelli relativi alla tipologia di personale impiegato in magazzino, mostrano che le aziende preferiscono affidarsi ad operatori esterni solo per quanto riguarda la gestione dei trasporti, mentre preferiscono gestire il magazzino internamente. Infatti, molto spesso, l'attività di magazzino viene considerata come parte integrante del core-business dell'impresa, mentre le attività di spedizione prodotti sono spesso considerate secondarie e vengono affidate ad aziende il quale core-business è proprio la spedizione dei prodotti. Ciò permette inoltre di risparmiare sui costi e di sfruttare eventuali economie di scala.

È stato chiesto di indicare la percentuale di prodotti spediti a livello regionale, nazionale, europeo ed internazionale per determinare se vi fossero delle analogie tra il grado di innovazione, la dimensione e la clientela con la quale si interfacciano. Dai risultati però, non si riscontra nessuna differenza, per le diverse tipologie di clientela e i sistemi di movimentazione e stoccaggio utilizzati. Inoltre,

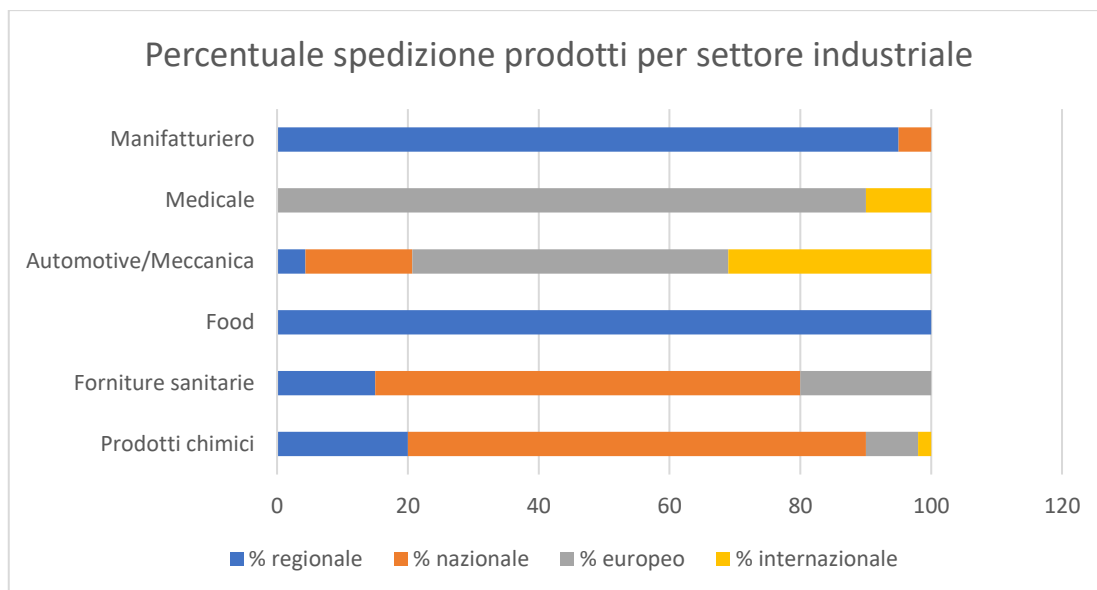
## Analisi del Survey

i dati mostrano un andamento anomalo in quanto ci si aspetta che aziende piccole spediscono i loro prodotti per lo più a livello regionale e che le grandi imprese si interfaccino per un'abbondante quota a livello internazionale ma il trend è pressoché l'opposto, come si evince in Tabella 9.

	<i>Percentuale prodotti spediti a livello regionale</i>	<i>Percentuale prodotti spediti a livello nazionale</i>	<i>Percentuale prodotti spediti a livello europeo</i>	<i>Percentuale prodotti spediti a livello internazionale</i>
<i>Piccole imprese</i>	10%	10%	40%	40%
<i>Media impresa</i>	40.7%	26.7%	16%	16.7%
<i>Grande impresa</i>	27.8%	24.8%	43.8%	3.8%
<i>Totale</i>	30.4%	23.6%	32.9%	13.1%

Tabella 9. **Tabella con percentuale di prodotti spediti a livello regionale, nazionale, europeo ed internazionale per piccole, medie e grandi imprese**

Per quanto riguarda invece la suddivisione per settore industriale notiamo che, solo il settore automotive/meccanica e medicale spediscono per una buona percentuale a livello internazionale, mentre il settore manifatturiero ed il settore food spediscono quasi solo ed esclusivamente a livello regionale. In particolare, nel settore manifatturiero vi è quel 10% che utilizza come mezzi di trasporto i mezzi di proprietà. Sarebbe stato inverosimile non ritrovare questo riscontro a meno che non si tratti di aziende il cui core-business è proprio la spedizione dei prodotti.

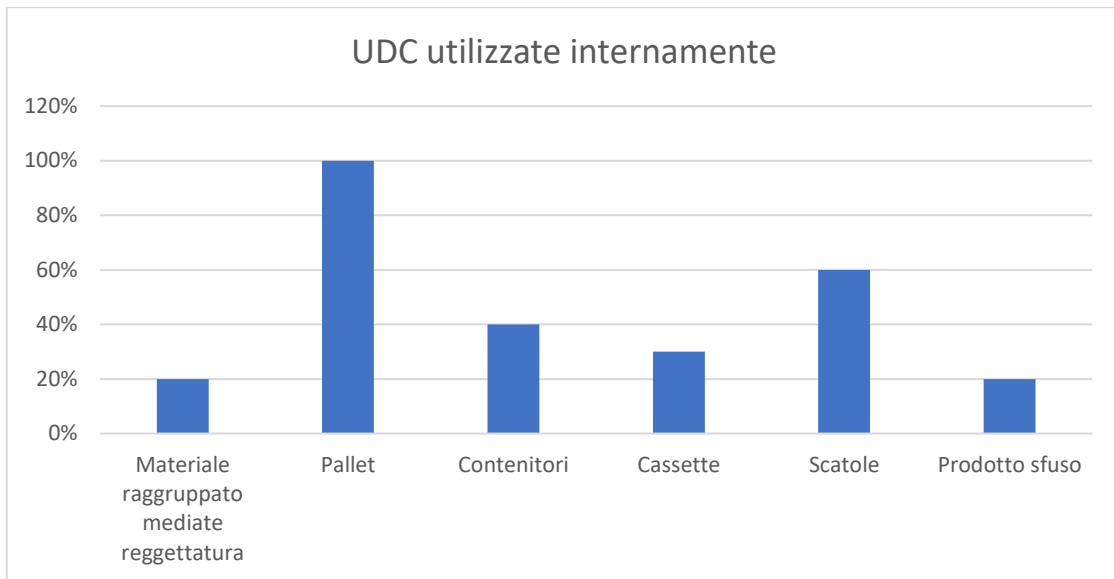


**Figura 36.** Grafico indicante la percentuale di prodotti spediti a livello regionale, nazionale, europeo ed internazionale per settori industriali.

Il 20% delle aziende, facenti parte del settore alimentare e dei prodotti chimici, si trova a gestire un prodotto finito deperibile con conseguente magazzino prodotti finiti a temperatura controllata. A fronte di ciò, non si trova però nessun utilizzo innovativo né dei sistemi di stoccaggio, né dei sistemi di movimentazione. Infatti, vengono utilizzate solo scaffalature tradizionali e come mezzi di movimentazione carrello a grande altezza, carrello a presa laterale, carrello commissionatore, transpallet elevatore e carrello a traslazione manuale. Non si sono raccolte informazioni sulla temperatura effettiva dei magazzini a temperatura controllata ma, se l'ambiente fosse refrigerato, sarebbe ancor più sconcertante l'utilizzo di sistemi di picking per niente o poco innovativi quali lista di prelievo cartacea e lista di prelievo a palmare, i quali sono poco adatti per magazzini refrigerati in cui gli operatori necessitano dell'utilizzo di guanti.

Per quanto riguarda la gestione di produzione e dei materiali, solo il 10% utilizza una gestione di tipo puramente Push, in particolare il settore dei prodotti chimici, basando la previsione sul trend passato. Il 20% utilizza una gestione puramente Pull e ben il 70% utilizza una gestione ibrida. Anche il settore alimentare utilizza una gestione ibrida, pur essendo un settore con bassa variabilità ed altamente prevedibile.

Com'era ampiamente intuibile, il 100% delle aziende utilizza internamente come UDC i pallet. Il 60 % utilizza le scatole, il 40% i contenitori, il 30% le cassette e il 20% il prodotto sfuso ed il materiale raggruppato mediante reggettatura.

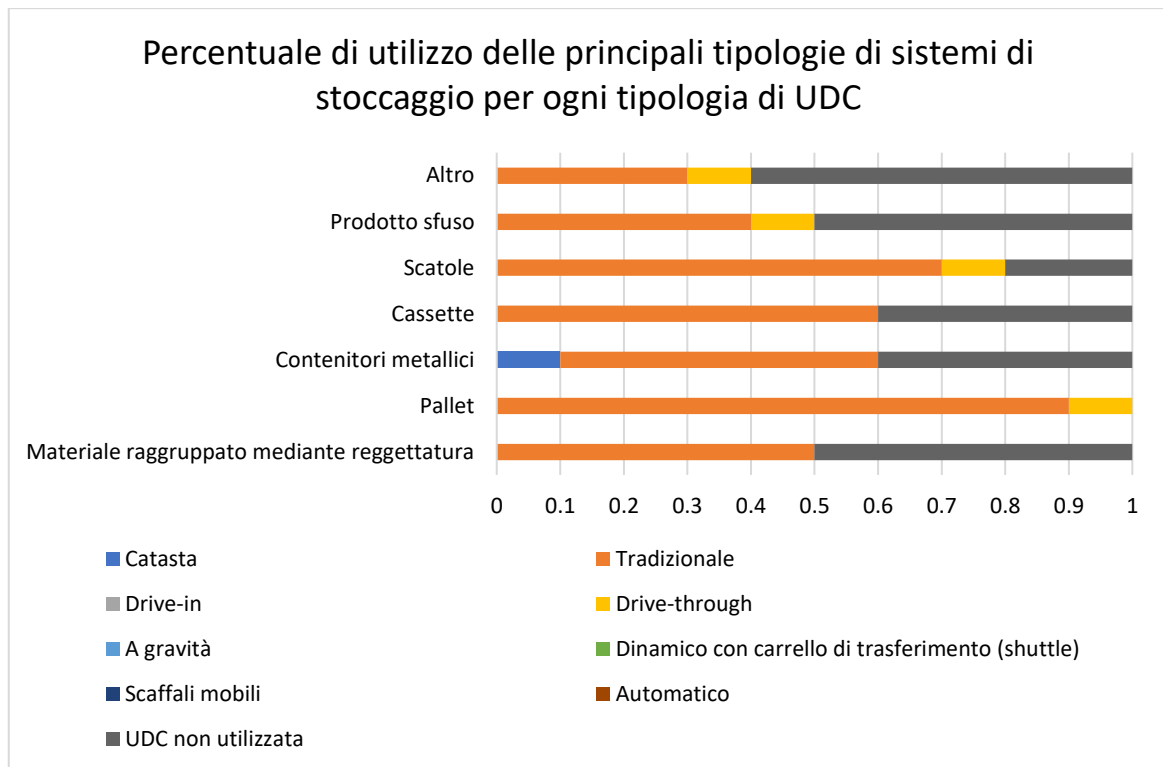


**Figura 37.** Grafico indicante la percentuale di UDC utilizzate internamente dalle aziende

Ovviamente le aziende preferiscono utilizzare UDC la cui movimentazione risulti semplice e con la minor probabilità di errore. Movimentare prodotto sfuso, in base anche alle dimensioni del prodotto stesso, potrebbe portare ad errori e lunghi tempi nelle fasi di movimentazione, stoccaggio e prelievo così come per il materiale raggruppato mediante reggettatura. L'utilizzo di sistemi forcabili quali pallet e contenitori facilita senza dubbio tutte le fasi di magazzino.

Come anticipato, nessuno dei rispondenti al Survey utilizza sistemi di immagazzinamento innovativi. In Figura 38 sono evidenziate le percentuali di utilizzo dei principali sistemi di stoccaggio per ogni tipologia di UDC.





**Figura 38.** Grafico indicante la percentuale di utilizzo delle principali tipologie di sistemi di stoccaggio per ogni tipologia di UDC

Escludendo la percentuale riferita alla voce “UDC non utilizzata” si nota come la scaffalatura tradizionale sia la soluzione maggiormente utilizzata per tutte le tipologie di UDC. Qualcuno, per i contenitori metallici, utilizza sistemi a catasta, molto compatti, che non richiedono nessun costo ma con selettività molto ridotta, qualcun altro utilizza sistemi drive-through, molto compatti che permettono una gestione FIFO e con selettività inferiore all’unità ma nessuno utilizza sistemi automatici/innovativi come sistema di stoccaggio. Questo potrebbe indicare che la scaffalatura tradizione è il tipo di sistema di immagazzinamento più adatto per queste aziende, o che, a causa degli elevati costi per la sostituzione le aziende preferiscono non apportare alcun tipo di cambiamento. Nel primo caso non avrebbe alcun senso apportare automazione, se i flussi di materiale sono snelli e gli errori minimi si può continuare ad utilizzare scaffalature tradizionali. Il secondo caso invece, potrebbe essere molto dannoso per l’azienda stessa perché, se i competitors si innovano, se apportano automazione pur investendo grandi somme di denaro ma che riescano nel lungo periodo ad abbassare i costi, allora molto presto non vi sarà più spazio nel mercato per le aziende che hanno

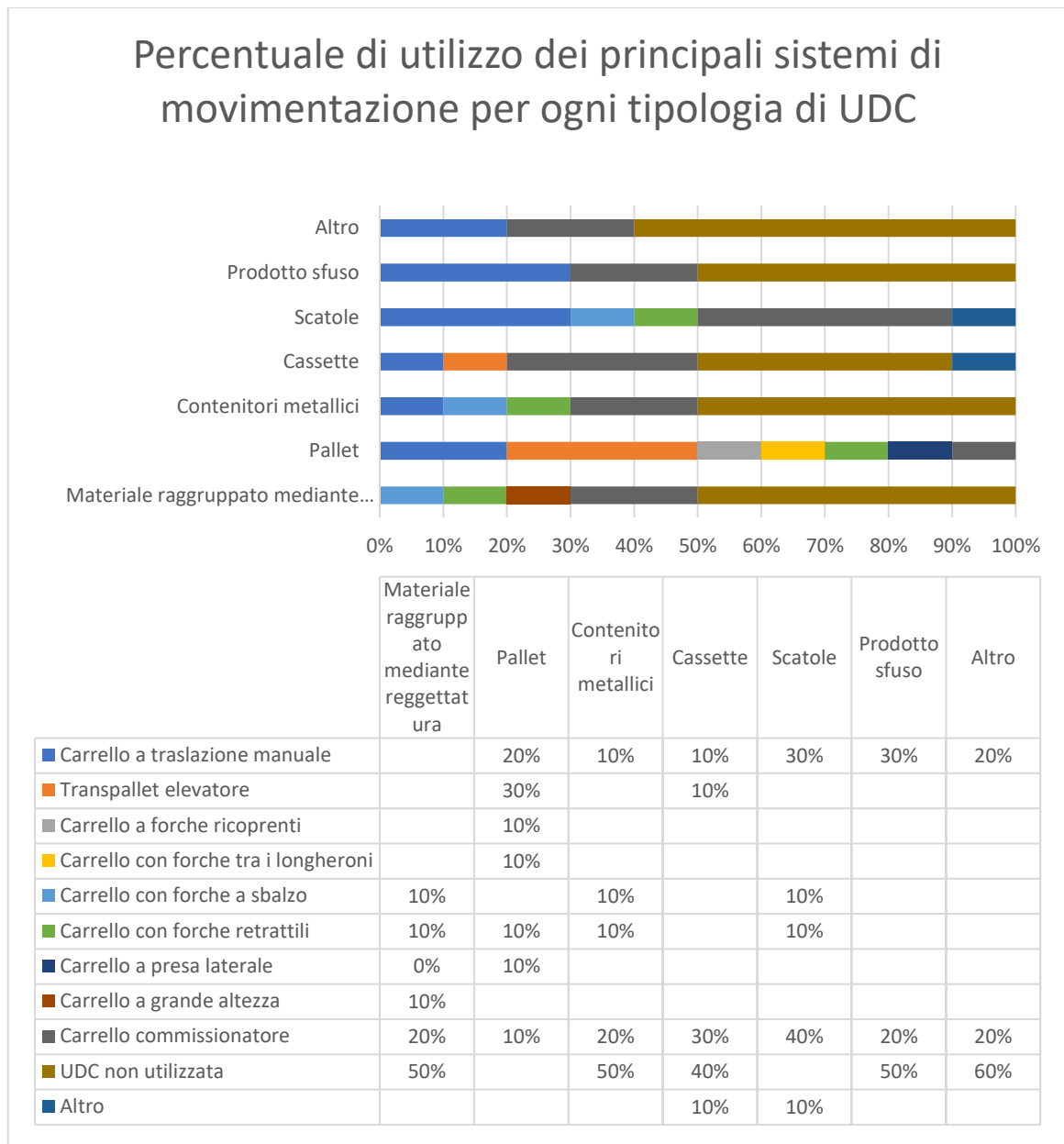
deciso di non investire spaventati da costi di sostituzione e implementazione elevati.

In tabella 10 vediamo riassunti i diversi sistemi di stoccaggio utilizzati per settore industriale. Anche qui, viene ampiamente messo in luce che il sistema di stoccaggio tradizionale è quello più ampiamente utilizzato.

<b>Settore Industriale</b>	<b>Sistema di stoccaggio</b>
<b>Prodotti chimici</b>	Tradizionale
<b>Forniture sanitarie</b>	Tradizionale
<b>Food</b>	Tradizionale
<b>Automotive/Meccanica</b>	Tradizionale
<b>Medicale</b>	Tradizionale
<b>Manifatturiero</b>	Drive-through
<b>Logistica</b>	Catasta
	Tradizionale

Tabella 10. **Tabella riepilogativa dei sistemi di stoccaggio utilizzati per settore industriale**

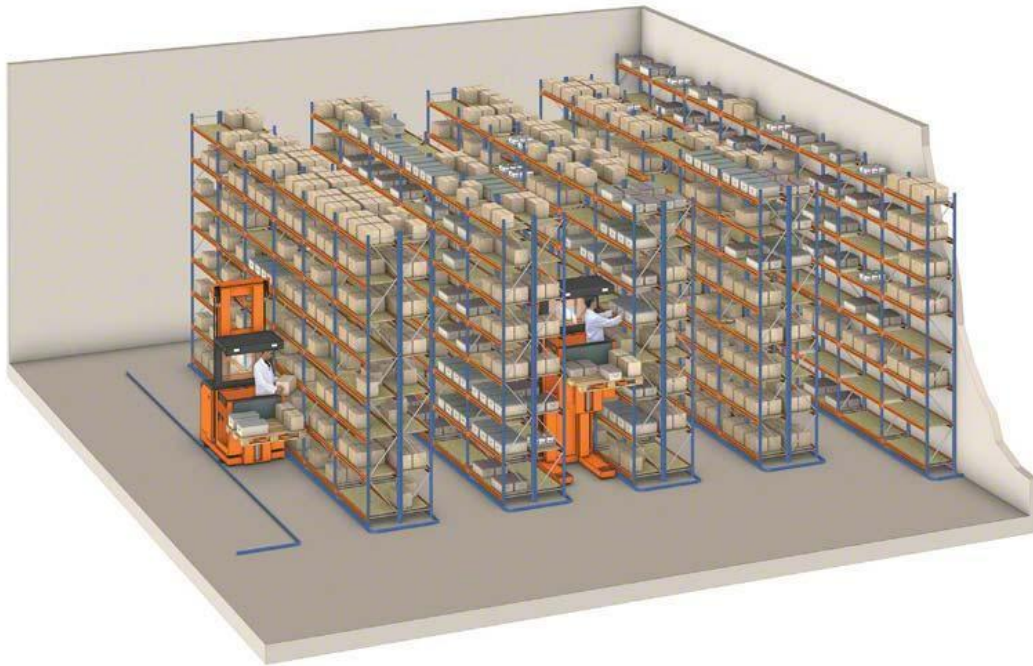
Dopo aver chiesto di indicare la tipologia di sistema di stoccaggio per le varie UDC, è stato chiesto di indicare la tipologia di mezzi di movimentazione per ogni UDC utilizzata.



**Figura 39.** Grafico indicante la percentuale di utilizzo dei principali sistemi di movimentazione per ogni tipologia di UDC

Anche qui, nella gestione della movimentazione dei materiali nessuno utilizza sistemi innovativi o automatici quali AGV o AMR. Comprensibile l'utilizzo di sistemi classici per il materiale raggruppato mediante reggettatura, per il prodotto sfuso e per i contenitori se di peso eccessivo e con forme non standard. In particolare, per queste tipologie di UDC vengono prevalentemente utilizzati carrelli commissionatori, ovvero carrelli che permettono all'operatore di elevarsi in quota per raggiungere le UDC ed effettuare operazioni di stoccaggio o prelievo.

I pallet, le cassette e le scatole invece, potrebbero tranquillamente essere movimentati con sistemi di AGV o AMR che ottimizzano il flusso di materiale, permettono di risparmiare i costi della manodopera e riducono gli incidenti dovuti all'errore di movimentazione umano. Nessuno li utilizza e si predilige anche qui l'utilizzo del carrello commissionatore ad eccezione per i pallet che vede per di più l'utilizzo del classico transpallet elevatore.



**Figura 40.** Esempi di carrelli commissionatori tra le corsie di una scaffalatura tradizionale tratta da [www.mecalux.it](http://www.mecalux.it)

In tabella 11 vediamo riassunti i diversi sistemi di movimentazione utilizzati per settore industriale. Il settore automotive/meccanica è quello che utilizza più sistemi di movimentazione, ma è anche quello che ha ricevuto un tasso di risposte maggiore (40% dei rispondenti) rispetto ai restanti.

<b>Settore Industriale</b>	<b>Tipologia di sistema di movimentazione</b>
<b>Prodotti chimici</b>	Carrello a traslazione manuale
	Transpallet elevatore
<b>Forniture sanitarie</b>	Carrello commissionatore
	Carrello con forche tra i longheroni
<b>Food</b>	Carrello a grande altezza
	Carrello a presa laterale
	Carrello commissionatore
<b>Automotive/Meccanica</b>	Carrello con forche a sbalzo

	Transpallet elevatore
	Carrello a traslazione manuale
	Carrello commissionatore
	Carrello con forche retrattili
<b>Medicale</b>	Carrello con forche retrattili
<b>Manifatturiero</b>	Carrello a traslazione manuale
	Carrello a forche ricoprenti
<b>Logistica</b>	Carrello commissionatore
	Carrello a traslazione manuale

Tabella 11. **Tabella riepilogativa dei sistemi di movimentazione utilizzati per settore industriale**

Ricapitolando, ad eccezione dei pallet e del prodotto sfuso che vedono adottare in maggioranza rispettivamente transpallet elevatore e carrello a traslazione manuale, tutte le altre UDC vengono movimentate più che altro con carrelli commissionatori. Questo risultato è in linea con l'adozione della scaffalatura tradizionale come sistema di stoccaggio. Infatti, una scaffalatura tradizionale prevede dei corridoi per il transito dei carrelli ed in particolare l'utilizzo del carrello commissionatore indica che parte o tutte le operazioni di picking e/o kitting avvengono tra le scaffalature del magazzino tradizionale.

Tramite la modalità di picking per le diverse UDC è possibile capire anche quanto le aziende si impegnino a salvaguardare la qualità del lavoro dei dipendenti. È facile capire che un sistema *merce verso uomo* evita al picker di percorrere chilometri e chilometri tra i corridoi dei magazzini rendendo tutte le operazioni più veloci ed efficienti. I risultati ottenuti sono però contrastanti tra di loro. Infatti, è stato prima chiesto quali fossero i sistemi di stoccaggio e i mezzi di movimentazione per le varie UDC e nessuno ha indicato l'utilizzo di magazzini automatici, navette shuttle, trasportatori a nastro, AGV o AMR solo per elencarne qualcuno. Dalle risposte precedenti, sembra che la tipologia di picking non abbia scampo e sia per forza di cose *uomo verso merce*, ma così non è. Il 30% di aziende dichiara di utilizzare sistemi *merce verso uomo* ma lo stesso 30% afferma di utilizzare scaffalature tradizionali e diverse varianti di carrelli ma niente di automatizzato. Vi è quindi o un gap formativo delle aziende sulla nomenclatura dei vari sistemi, oppure le aziende utilizzano sistemi non indicati nel Survey, anche se, tra le opzioni di risposta, vi era la voce "Altro". Le restanti aziende

invece, rimangono coerenti con la tipologia di scaffalatura e movimentazione ed indicano tipologie uomo verso merce.

Ad ogni modo, per entrambe le tipologie di picking, deve esservi un sistema di ausilio a tale operazione, ovvero il picker deve in qualche modo ricevere l'informazione di quale prodotto prelevare. La ricezione dell'informazione può avvenire in diversi modi più o meno tecnologici. Dalle risposte evince che il sistema più utilizzato è la lista di prelievo a palmare per tutte le tipologie di UDC. Questo sistema permette alle aziende di diventare sempre più *paperless* dando uno sguardo anche all'ambiente ma, il picker dovrà tenerlo in mano non consentendogli di svolgere le attività al meglio. Qualcuno utilizza sistemi di Voice picking che consentono anche loro di eliminare il cartaceo e in più non sono di intralcio consentendo di avere sempre le mani libere. Il dato più sconcertante è che ancora un elevato numero di aziende utilizza liste di prelievo cartacee. Quest'ultime, oltre ad avere un impatto ecologico non indifferente che potrebbe inficiare sulla qualità di tutta la Supply Chain, sono dei sistemi ormai obsoleti e poco efficienti che richiedono anche tanto tempo affinché l'informazione arrivi al picker.

Dall'ultima sezione del Survey emerge che vi sono parecchi WMS e sistemi gestionali utilizzati ma il mercato sembra preferire, sia per i WMS, sia per i sistemi gestionali, i prodotti offerti da SAP.



**Figura 41.** Logo dell'azienda SAP tratta da [https://it.wikipedia.org/wiki/SAP\\_\(azienda\)](https://it.wikipedia.org/wiki/SAP_(azienda))

SAP è un'azienda tedesca e su Wikipedia viene definita come *“una delle principali aziende al mondo nel settore degli ERP (Enterprise Resource Planning) e in generale nelle soluzioni informatiche per le imprese”*.

Quasi tutti i sistemi gestionali indicati dalle aziende si interfacciano con fornitori e clienti, aspetto fondamentale per avere una Supply Chain matura, ma emerge qualcosa di singolare. Infatti, chi utilizza sistemi gestionali SAP dichiara che il

sistema, insieme al software Gestionale2 Zucchetti, non garantiscono flessibilità. La flessibilità delle aziende ai cambiamenti di domanda o ad altre variabili esterne è un fattore chiave per evitare sprechi ed essere reattivi. Da questo Survey emerge quindi che SAP fornisce uno tra i software gestionali più utilizzati ma allo stesso tempo non garantisce flessibilità. Bisognerebbe porre ulteriori domande specifiche alle aziende, per capire quali sono quindi i punti di forza che spingono le aziende a prediligere SAP nonostante manchi di flessibilità.

Quello visto fino ad ora, dalla tipologia di magazzino al tipo di sistema gestionale utilizzato, sono tanti piccoli tasselli che rendono la Supply Chain più o meno resiliente. La resilienza, se ci si riferisce ad un materiale, è la capacità di quest'ultimo di resistere agli urti e di ritornare alla sua forma iniziale. Quando ci si riferisce ad una Supply Chain si intende la capacità che ha quest'ultima di resistere ad eventi più o meno dannosi, quali calamità naturali, mal funzionamento dei sistemi informativi o, come nell'attuale periodo storico, di pandemie solo per citarne alcune. Dato confortante è un alto 70% che pensava di avere una Supply Chain resiliente prima del Covid-19 e che anche dopo, in piena pandemia, pensa ancora di averla. Quindi, nonostante nessuno utilizzi sistemi di ultima generazione sembra che le aziende italiane godano realmente di SC resilienti. D'altronde è la fiducia, la collaborazione e lo scambio di informazioni che permettono ad un SC di essere ben solida; aspetti che non richiedono l'utilizzo della tecnologia ma che potrebbero trarne un grosso beneficio.

Le aziende sono quindi ben soddisfatte della propria SC ed infatti al quesito "Post Covid-19 cambierà qualcosa della vostra supply chain?", il 50% dichiara che non cambierà nulla e la restante percentuale pensa invece di attuare delle modifiche quali un aumento delle scorte e di migliorare in flessibilità.

È stato chiesto se l'introduzione della Blockchain possa creare valore nella Supply Chain e solo il 30% pensa di sì. Questo dato è particolarmente basso e le risposte di alcune aziende, che ammettono di avere lacune su questa nuova tecnologia, mostrano che vi è un gap formativo. A parere dell'autore, la Blockchain diventerà uno strumento fondamentale in tutte le Supply Chain. La possibilità di verificare ogni transazione validata dal tempo zero, e di essere

costantemente informati di tutte le transazioni che avvengono lungo la filiera, rende la SC molto più trasparente e permette alle parti di aumentare la fiducia reciproca portando anche benefici al consumatore finale attento alla qualità ed alla provenienza dei prodotti. Di buon auspicio è ciò che pensano su come possa cambiare in futuro la SC. Le aziende sono consapevoli dei cambiamenti in atto e pensano, correttamente, che vi sarà maggior utilizzo di automazione, digitalizzazione, utilizzo di intelligenza artificiale e scambio di informazioni più rapide e trasparenti, ovvero tutto ciò che porta la SC a diventare Digitale. Il problema, è che le aziende sono consapevoli del cambiamento e l'80% pensa che sia necessario aumentare il livello di automazione, ma ad oggi, dalle risposte del Survey, non hanno introdotto nessun tassello verso il digitale.

A questo punto, è stato chiesto se avessero delle innovazioni in programma, e molte di quelle indicate, come l'introduzione di palmari, sistemi pick to light, voice picking e AGV indicano senza dubbio che le aziende vogliono prima di tutto migliorare le fasi di picking. Infatti, dalle risposte precedenti, in cui vi è ancora l'utilizzo di lista a prelievo cartacea, indica che il picking in queste aziende è uno dei punti meno curati, confermato poi dalle ultime risposte all'ultima domanda del Survey, in cui in tanti presentano tra i punti critici, i tempi di picking eccessivamente lunghi.



## **16 Conclusioni**

Le Supply Chain, e le aziende che ne fanno parte, si trovano a competere in ambienti sempre più innovativi che evolvono con ritmi estremamente veloci mai visti prima d'ora. È essenziale che le imprese pensino al beneficio dell'intera catena piuttosto che al proprio ed unico beneficio garantendo la massimizzazione del profitto totale. Le nuove tecnologie per il magazzino, tutto ciò che rende le aziende digitali e la connessione e condivisione tra aziende sono di *vitale* importanza. Tutto ciò, migliora i processi, aiuta la coordinazione tra le diverse entità, e permette una migliore gestione dell'incertezza.

Fra le tendenze più importanti ricavate dal Survey, vi è senza dubbio la differenza di volume dell'area di stoccaggio tra piccola, medie e grande impresa. Infatti, mentre la superficie dell'area di stoccaggio cresce al crescere delle dimensioni delle aziende, il volume delle medie imprese è leggermente superiore rispetto al volume delle grandi imprese come mostrato in Figura 31. Risulta che le grandi imprese utilizzino sistemi di stoccaggio più compatti rispetto alle medie imprese, utilizzando in particolare magazzini drive-through e sistemi a catasta rispetto ai magazzini tradizionali utilizzati dalle medie imprese. Guardando invece i diversi settori industriali, risulta che il settore food ed il settore Automotive/Meccanica sono quelli con la differenza più marcata tra la superficie ed il volume dell'area di stoccaggio. Questi settori industriali, infatti utilizzano sistemi di immagazzinamento tradizionale, uniti all'utilizzo di carrelli a grandi altezze e carrelli commissionatori per raggiungere appunto altezze importanti e coprire l'intero spazio volumetrico dei magazzini. Inoltre, questi due settori, insieme al settore logistica e forniture sanitarie, sono i settori che utilizzato il maggior numero di persone FTE. In particolare, il settore logistica si trova ad utilizzare in media 50 persone FTE ma, guardando il grafico in Figura 32, notiamo che la superficie di stoccaggio è inferiore rispetto al settore forniture sanitarie e food. Molto probabilmente, questa differenza è dovuta alle diverse dimensioni degli items che si trovano a gestire.

Nessuna delle aziende rispondenti al Survey, utilizza sistemi di immagazzinamento innovativi. Tra i sistemi utilizzati troviamo solo sistemi

## Conclusioni

---

tradizionali, sistemi a catasta e magazzini drive-through. Le aziende quindi, non sembrano rispondere in modo positivo alle attuali sfide della SCM, tra cui troviamo l'ottimizzazione e la gestione dell'incertezza. Infatti, l'utilizzo di sistemi automatici/innovativi, oltre ad una riduzione dei costi del personale, alla riduzione degli errori umani porta anche ad un aumento in flessibilità, aspetto chiave in un'ambiente dinamico. Magazzini automatici con traslo-elevatori o con navette shuttle, permetterebbero anche di sfruttare appieno lo spazio in magazzino, raggiungendo elevati indici di sfruttamento superficiale e volumetrico, risparmiando sui costi di illuminazione e riscaldamento. Anche per quanto riguarda i sistemi di movimentazione, nessuno utilizza sistemi automatici quali AGV o AMR, quindi tutti i flussi di materiale all'interno del magazzino risultano essere poco efficienti. Come sappiamo, l'utilizzo di questi sistemi porta ad un aumento della velocità delle fasi di movimentazione, riducendo di gran lunga l'errore umano e permettendo all'occorrenza un aumento improvviso della produttività. Anche questo aspetto mette in luce una certa difficoltà delle aziende ad innovarsi.

Il 20% delle aziende gestisce prodotti deperibile ed ha magazzini prodotti finiti a temperatura controllata. Come già detto però, nessuno e quindi neanche questo 20%, utilizza sistemi di stoccaggio e immagazzinamento innovativi, ed inoltre i sistemi di picking utilizzati risultano essere la lista di prelievo cartacea e lista di prelievo a palmare. Non si sono raccolti dati sulla temperatura dei magazzini, ma se quest'ultimi fossero refrigerati, allora le aziende risulterebbero poco curanti della qualità del lavoro dei pickers. Infatti, in ambienti refrigerati, quest'ultimi necessitano dell'utilizzo di guanti, e quindi, con le tipologie indicate di lista di prelievo non hanno mai entrambe le mani libere. In questi ambienti sarebbero ottimali sistemi di picking quali pick/put to light, voice picking o, come la tecnologia individuata, il Vision Manual picking che sfrutta una tecnologia a realtà aumentata. Per quanto riguarda la tipologia di picking delle restanti aziende, si trova l'utilizzo di sistemi Voice picking, lista di prelievo cartacea e lista di prelievo a palmare che risulta essere il sistema preferito dalle aziende. Chi utilizza liste di prelievo cartacee risulta essere poco attento alla problematica ambientale ed alla SC in generale. Queste aziende rischiano di essere buttate fuori da una SC che diventa sempre più sostenibile. Infatti, vi sono già aziende che accettano come

fornitori solo aziende che rispettano determinati requisiti sia economici sia di sostenibilità ambientale. Diversamente, le aziende che utilizzano palmari o sistemi voice picking risultano essere attente all'ambiente, puntando a diventare sempre più paperless.

Il Pallet rimane la tipologia di UDC più utilizzata, sia internamente sia per la spedizione di prodotti finiti. Infatti, grazie alle dimensioni standardizzate, permette una gestione omogenea delle UDC tra diverse aziende facenti parte della medesima SC. Inoltre, il 32.9% dei prodotti viene spedito a livello europeo, mentre il 13.1% viene spedito a livello internazionale, quindi l'utilizzo dei pallet è la soluzione più efficiente dato che, anche i mezzi di trasporto, quali camion e container, hanno anch'essi dimensioni standard per il trasporto dei pallet.

Tendenza molto singolare è la predilezione, sia per i WMS che per i software gestionali, dei prodotti offerti da SAP. Infatti, chi utilizza SAP come sistema gestionale, afferma che il sistema non garantisce flessibilità. Come ampiamente discusso, la flessibilità è un *must have*, qualcosa di assolutamente necessario che le aziende devono avere per fronteggiare cambiamenti improvvisi. Non si capisce quindi questa tendenza ad utilizzare SAP, rispetto ad altri software quali Lynfa, JGalileo, Microsoft Dynamics Nav, i quali, in base alle risposte del Survey, garantiscono flessibilità.

Un aspetto molto positivo è la considerazione delle aziende della propria SC. Infatti, il 70% delle aziende, pre-Covid19 pensava di avere una Supply Chain resiliente e post-Covid19 pensa ancora che sia così. Dati coerenti con ben il 50% delle aziende che post pandemia non cambierà nulla della propria SC, mentre i restanti punteranno ad un aumento delle scorte e a migliorare in flessibilità.

Le aziende, nonostante il basso grado di innovazione tecnologica, sono consapevoli dei cambiamenti in atto e pensano che vi sarà sempre più un aumento di automazione e tutto ciò che concerne per la transizione delle Supply Chain verso il digitale. Cambiamenti che riescono a fornire armi in più a fronteggiare le attuali sfide della SCM, rendendo la trasmissione di informazioni sempre più veloci e trasparenti.

Tra le innovazioni in programma delle aziende vi sono l'introduzione di palmari, sistemi pick to light, voice picking e sistemi di movimentazione AGV, ovvero di

## Conclusioni

---

tutte quelle innovazioni che migliorano i flussi di materiale e i processi di picking. Infatti, il picking risulta essere proprio l'aspetto critico delle aziende rispondenti al Survey, in linea con le risposte fornite sui sistemi di movimentazione e i sistemi di prelievo.

Dal Survey emerge quindi un basso grado di innovazione tecnologica e nell'immediato futuro, le aziende mirano solo a migliorare la movimentazione del materiale. Dopo questo passo, si dovrebbe puntare all'introduzione di nuove tecnologie quali Big Data, Cloud Computing, Blockchain per migliorare la relazione tra i partner, aumentare la fiducia, la credibilità e soprattutto condividere le informazioni delle reali vendite al cliente finale in modo da basare le produzioni sulla domanda effettiva. Infatti, solo il 20% dichiara che il livello della SC arriva fino al cliente finale.

L'insieme delle aziende che hanno risposto al sondaggio, non riconoscono quindi un ruolo strategico e competitivo nella gestione della Supply Chain, dato la limitata applicazione di soluzioni automatizzate/innovative. Questa visione è ancor più evidente considerando che le aziende rispondenti dovrebbero essere quelle più sensibili ai temi della logistica.

Come detto nel capitolo precedente, tali risultati non hanno alcuna validità statistica a causa del basso tasso di risposte, ma se questo trend fosse esteso a tante aziende italiane, sarebbe opportuno che queste inizino la transizione ad una Supply Chain Digitale e che apportino soluzioni innovative ed automatizzate all'interno dei loro magazzini.

## **17 Bibliografia**

- BARTHOLDI, J., & HACKMAN, S. (2011). *WAREHOUSE & DISTRIBUTION SCIENCE*.
- Büyüközkan, G., & Göçer, F. (2018). Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework. *Computers in Industry* , 157-177.
- Carlin, A. (2020). Carrelli per il trasporto e il sollevamento.
- Carlin, A. (2020). Dispense del corso "Supply Chain Management". Torino.
- Caron, Marchet, & Wegner. (1997). *Impianti di movimentazione e stoccaggio dei materiali*. Hoepli.
- Cooper, M., Lambert, D., & Pagh, J. (1997, Gennaio). Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics. *The International Journal of Logistics Management*.
- Dominici, G. (2007). L'effetto Bullwhip, nella gestiona della Supply Chain. Palermo.
- Effimat. (s.d.). *Effimat*. Tratto da klainrobotics: <https://www.klainrobotics.com/>
- Faber, N., de Koster, M., & Smidts, A. (2013). Organizing warehouse. *International Journal of Operations &*, p. 1230-1256.
- Galeani, S. (2019, Novembre - Dicembre). Dagli AGV agli AMR. *Automazione Oggi* .
- Incaricotech. (s.d.). *Lean-Lift:magazzino verticale automatico*. Tratto da [incarcotech.com: https://www.incaricotech.com/preventivo-magazzino-verticale-automatico-a-cassetti-carico-merci/](https://www.incaricotech.com/preventivo-magazzino-verticale-automatico-a-cassetti-carico-merci/)
- Jungheinrich. (2017, Settembre). *ERE 120 - 225 drivePLUS*. Tratto da <https://www.jungheinrich.it/>
- Jungheinrich. (s.d.). *Transpallet automatici*. Tratto da [Jungheinrich.it: https://www.jungheinrich.it/](https://www.jungheinrich.it/)

## Bibliografia

---

- KNAPP. (s.d.). *picking*. Tratto da knapp.com:  
<https://www.knapp.com/loesungen/technologien/kommissionieren/>
- Kraaijenbrink, J. (2018, Dicembre). *What does VUCA really mean?* Tratto da Forbes.
- Lambert, D. M. (s.d.). Supply Chain Management.
- Larson, & Halldorsson. (2004, Marzo). *Logistics Versus Supply Chain Management: An international Survey*. Tratto da researchgate.net:  
[https://www.researchgate.net/publication/247517167\\_Logistics\\_Versus\\_Supply\\_Chain\\_Management\\_An\\_International\\_Survey](https://www.researchgate.net/publication/247517167_Logistics_Versus_Supply_Chain_Management_An_International_Survey)
- Lockamy, A., & McCormack, K. (2004). The Development of a Supply Chain Management Process Maturity Model Using the Concepts of Business Process Orientation. *Supply Chain Management*.
- Lockamy, A., & McCormack, K. (2004). The Development of a Supply Chain Management Process Maturity Model Using the Concepts of Business Process Orientation. *Supply Chain Management*.
- Mecalux. (s.d.). *Trasloelevatori per pallet*. Tratto da Mecalux.it:  
<https://www.mecalux.it/>
- MiR. (s.d.). *mobile-industrial-robots*. Tratto da MiR: <https://www.mobile-industrial-robots.com/en/>
- Mobile robotics\_KMR iiwa*. (2017, Marzo). Tratto da kuka.com:  
[https://www.kuka.com/-/media/kuka-downloads/imported/9cb8e311bfd744b4b0eab25ca883f6d3/kuka\\_kmriiwa\\_en.pdf?rev=e511392c051b4bc1b32416942ba652de](https://www.kuka.com/-/media/kuka-downloads/imported/9cb8e311bfd744b4b0eab25ca883f6d3/kuka_kmriiwa_en.pdf?rev=e511392c051b4bc1b32416942ba652de)
- Monte, A. (2003). *Elementi di Impianti Industriali*. Torino.
- Olhager, J. (2012, Settembre). *The role of decoupling points in value chain*. Tratto da researchgate:  
[https://www.researchgate.net/publication/303592327\\_The\\_Role\\_of\\_Decoupling\\_Points\\_in\\_Value\\_Chain\\_Management](https://www.researchgate.net/publication/303592327_The_Role_of_Decoupling_Points_in_Value_Chain_Management)

- OMRON. (2020). *Autonomous Material Transportation*. Tratto da industrial.omron.eu: <https://industrial.omron.eu/en/home>
- OMRON. (2020). *Mobile Robots LD Series*. Tratto da industrial.omron.eu: <https://industrial.omron.eu/en/home>
- OPEX. (2020). *High-Speed Automated Sorting*. Tratto da opex.com: [https://www.warehouseautomation.com/wp-content/uploads/2020/09/OPEX\\_OnePager\\_SureSort\\_09292020\\_en-2.pdf](https://www.warehouseautomation.com/wp-content/uploads/2020/09/OPEX_OnePager_SureSort_09292020_en-2.pdf)
- Payaro, A. (2010). Sistemi di picking - Operatività vocale. *Logistica*, 30-31.
- Pounder, P. (2013). A Review of Supply Chain Management and Its Main External Influential Factors. *Supply Chain Forum*, 42-50.
- Rafele, C. (2020). Dispense del corso "Supply Chain Management". Torino.
- Seiton: ogni cosa al suo posto*. (s.d.). Tratto da iscsrl: <https://iscsrl.com/seiton-ogni-cosa-al-suo-posto/>
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2000). *Design and Managing The Supply Chain. Concepts, Strategies and Case Studies*.
- ssi-schaefer. (s.d.). *Incasgroup*. Tratto da WEASEL: <https://www.incasgroup.com/>
- Swisslog. (s.d.). *Vectura*. Tratto da swisslog.com: [https://www.swisslog.com/-/media/swisslog/documents/intralogistics-automation/products--systems/factsheet\\_vectura\\_eng\\_web.pdf?rev=7b68f6658caf46fa92c9e4f6d217cc44&hash=2EE88C52F478D7024344794DBDBBEDD0](https://www.swisslog.com/-/media/swisslog/documents/intralogistics-automation/products--systems/factsheet_vectura_eng_web.pdf?rev=7b68f6658caf46fa92c9e4f6d217cc44&hash=2EE88C52F478D7024344794DBDBBEDD0)
- van der Vorst, J. (2004). *Supply Chain Management: theory and practices*.
- Wikipedia. (s.d.). *Grace Murray Hopper*. Tratto da wikipedia.com: [https://it.wikipedia.org/wiki/Grace\\_Murray\\_Hopper](https://it.wikipedia.org/wiki/Grace_Murray_Hopper)
- Wikipedia. (s.d.). *SAP (azienda)*. Tratto da wikipedia.org: [https://it.wikipedia.org/wiki/SAP\\_\(azienda\)](https://it.wikipedia.org/wiki/SAP_(azienda))

## **18 Sitografia**

<https://iscsrl.com/seiton-ogni-cosa-al-suo-posto/>

<https://www.logisticaefficiente.it/>

<https://www.forbes.com/sites/jeroenkraaijenbrink/2018/12/19/what-does-vuca-really-mean/#26c3c28717d6>

[https://books.google.it/books?hl=it&lr=&id=Ghu5ebt8EGoC&oi=fnd&pg=PA1&dq=tre+chiavi+decisionali+nella+supply+chain+management&ots=7Qn\\_Do5a7Q&sig=v18CCL\\_FXqDxe-jrlv4EiEs2emM#v=onepage&q&f=false](https://books.google.it/books?hl=it&lr=&id=Ghu5ebt8EGoC&oi=fnd&pg=PA1&dq=tre+chiavi+decisionali+nella+supply+chain+management&ots=7Qn_Do5a7Q&sig=v18CCL_FXqDxe-jrlv4EiEs2emM#v=onepage&q&f=false)

<https://www.rollawaycontainer.it/pallet/pallet-plastica.html>

[https://it.wikipedia.org/wiki/Gestione\\_del\\_magazzino](https://it.wikipedia.org/wiki/Gestione_del_magazzino)

<http://atuttopallet.weebly.com/tutte-le-tipologie-di-pallet.html>

<https://www.gaesco.it/contenitori-lamiera-acciaio>

<https://www.mecalux.it/blog/guida-cantilever>

[https://it.wikipedia.org/wiki/Gestione\\_della\\_catena\\_di\\_distribuzione](https://it.wikipedia.org/wiki/Gestione_della_catena_di_distribuzione)

[https://www.logisticamente.it/Articoli/8773/Amazon\\_punta\\_sui\\_robot\\_Kiva/#:~:text=I%20Kiva%20robot%2C%20realizzati%20da,50%20magazzini%20americani%20della%20societ%C3%A0.](https://www.logisticamente.it/Articoli/8773/Amazon_punta_sui_robot_Kiva/#:~:text=I%20Kiva%20robot%2C%20realizzati%20da,50%20magazzini%20americani%20della%20societ%C3%A0.)

<https://www.exotec.com/en/skypod-system/>

<https://www.mecalux.it/>

<https://www.incasgroup.com/>

<https://www.ferrettogroup.com/index.cfm/it/>

<https://www.informazionefiscale.it/Definizione-UE-micro-piccola-media-impresa-bandi-pubblici>