

# POLITECNICO DI TORINO

Collegio di Ingegneria Gestionale  
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

*Tesi di Laurea Magistrale*

## **Analisi dei Processi Logistici nei Magazzini Sanitari**



**Relatrice**

*Prof.ssa Anna Cagliano*

**Correlatore**

*Prof. Carlo Rafele*

**Candidato**

*Alberto Tessaro*

8 Aprile 2021



<b>Glossario Acronimi.....</b>	<b>7</b>
<b>Introduzione.....</b>	<b>8</b>
<b>1. La Logistica Sanitaria.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1 Il concetto di Supply Chain .....</b>	<b>9</b>
<b>1.2 Logistica e Supply Chain Sanitaria.....</b>	<b>11</b>
<b>1.3 Processi Core e No-Core .....</b>	<b>13</b>
<b>1.4 La distinzione tra Micro e Macro Logistica Sanitaria.....</b>	<b>15</b>
1.4.1 Macro logistica sanitaria.....	16
Tipologie di gestione delle scorte.....	17
1.4.2 Micro Logistica Sanitaria .....	18
<b>1.5 Gli attori principali e i beni nella Supply Chain delle Aziende Sanitarie.....</b>	<b>20</b>
1.5.1 I beni sanitari: Farmaci, Dispositivi Medici e Materiale Economico .....	22
<b>1.6 Key Performances Indicators – KPI .....</b>	<b>23</b>
1.6.1 Indice di Rotazione.....	25
1.6.2 Costo del Personale.....	26
1.6.3 Progettazione degli indicatori .....	26
1.6.4 Analisi ABC.....	27
<b>1.7 Warehouse Management System – WMS e sistema informativo.....</b>	<b>28</b>
1.7.1 ERP aziendale .....	31
<b>1.8 Anagrafica Aziendale e i suoi elementi principali.....</b>	<b>32</b>
1.8.1 Classificazione Nazionale dei Dispositivi medici CND .....	33
1.8.2 Codice Prodotto .....	33
1.8.3 AIC .....	34
1.8.4 Classificazione ATC .....	35
<b>2. L’Intralogistica Sanitaria.....</b>	<b>37</b>
<b>2.1 Sistemi di Stoccaggio Automatici .....</b>	<b>38</b>

2.1.1 Sistemi di Stoccaggio Automatici serviti da Trasloelevatore .....	39
Caso reale di sistemi di stoccaggio automatici serviti da trasloelevatore .....	41
2.1.2 Sistemi di Stoccaggio Automatici serviti da Shuttle .....	41
<b>2.2 Magazzini per UdC di piccole dimensioni .....</b>	<b>43</b>
Sistemi di stoccaggio “Picker-to-Parts” .....	43
Tecnologie a supporto del Batch Picking .....	45
Sistemi di stoccaggio “Parts-to-Picker” .....	46
2.2.1 Carosello orizzontale .....	46
Caso reale di applicazione di caroselli orizzontali .....	48
2.2.2 Carosello verticale .....	49
2.2.3 Miniload .....	50
Caso reale di applicazione di magazzini del tipo Miniload in ambito sanitario .....	53
2.2.4 AutoStore .....	54
Caratteristiche tecniche sistema Swisslog AutoStore .....	55
2.2.5 VLM – Vertical Lift Modules .....	57
<b>2.3 Sistemi di movimentazione .....</b>	<b>60</b>
2.3.1 Sistemi aerei con carrelli automotori (EMS) .....	61
Caso reale di applicazioni di Sistemi Aerei con Carrelli Automotori (EMS) .....	63
2.3.2 AGV .....	64
Caso reale di applicazioni di AGV .....	67
2.3.3 AMR .....	68
Caso reale di applicazioni di AMR .....	69
2.3.4 Posta pneumatica .....	71
Caso reale di applicazioni del sistema di Posta Pneumatica .....	72
<b>2.4 Vantaggi nell’automazione di magazzino .....</b>	<b>74</b>
2.4.1 Vantaggi sistemi di stoccaggio automatizzati .....	75
2.4.2 Confronto tra sistemi di picking innovativi .....	77
<b>3. Flow chart attività/processi .....</b>	<b>83</b>
<b>3.1 Principali fasi del processo logistico per un magazzino tradizionale .....</b>	<b>84</b>

3.1.1 Accettazione, ricevimento e stoccaggio merce .....	84
3.1.2 Evasione .....	85
Richiesta di prelievo merce a stock .....	85
3.1.3 Evasione richiesta di prelievo merce in transito .....	86
3.1.4. Tempistiche di evasione merce.....	87
<b>3.2 Limitazioni sistemi di stoccaggio tradizionali.....</b>	<b>88</b>
<b>4. Sistemi di stoccaggio automatici per ambito sanitario .....</b>	<b>90</b>
<b>4.1. Procedure relative al magazzino automatico di un Ospedale Torinese .....</b>	<b>90</b>
4.1.1 Procedura di Carico .....	90
4.1.2 Procedura di Scarico.....	93
4.1.3 Procedura di Reso.....	94
<b>4.2 Le principali soluzioni presenti sul mercato .....</b>	<b>96</b>
4.2.1 GPI Riedl Phasys .....	97
4.2.2 Pharmatek .....	98
4.2.3 Gollmann.....	99
4.2.4 Apostore.....	100
4.2.5 ROWA .....	101
<b>4.3 Confronto tra i principali competitor del settore.....</b>	<b>101</b>
<b>5. Conclusioni .....</b>	<b>107</b>
<b>5.1 Benefici del lavoro di tesi .....</b>	<b>108</b>
<b>5.2 Limitazioni dello studio e passi futuri .....</b>	<b>109</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>111</b>
<b>SITOGRAFIA.....</b>	<b>116</b>
<b>ALLEGATI.....</b>	<b>121</b>

## INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1 – MICRO E MACRO LOGISTICA (VILLA, 2012).....	16
FIGURA 2 – SOTTO-PROCESSI MICRO LOGISTICA SANITARIA .....	18
FIGURA 3 – ATTORI DELLA SUPPLY CHAIN NELLE AS .....	21
FIGURA 4 – SUDDIVISIONE KPI IN BASE ALLE PRESTAZIONI GENERALI DI UN SISTEMA LOGISTICO .....	24
FIGURA 5 – INTEGRAZIONE WMS, ERP CON RFID E RELATIVI ACCESS POINTS [75].....	29
FIGURA 6 – ESEMPIO UTILIZZO CODICE IDENTIFICATIVO AIC .....	34
FIGURA 7 – ESEMPIO UTILIZZO CODICE ATC.....	36
FIGURA 9 – MAGAZZINO AUTOMATICO SERVITO DA TRASLOELEVATORE [6] .....	40
FIGURA 10 – SHUTTLE SSI CUBY [47] .....	42
FIGURA 11- SOLUZIONE BATCH, SCAN E SORT DI SSI SHAFER [10] .....	45
FIGURA 12 – CAROSELLO ORIZZONTALE [36] .....	47
FIGURA 13 – CAROSELLO VERTICALE [35] .....	49
FIGURA 14 – MAGAZZINO MINILOAD [34] .....	51
FIGURA 15 – FORCA TELESCOPICA [12] .....	52
FIGURA 16 - ESTRATTORE CON CINGHIA. [15].....	53
FIGURA 17 – ESTRATTORE CON PINZE LATERALI [14] .....	53
FIGURA 18 – SISTEMA AUTOSTORE [18].....	55
FIGURA 19 – ROBOT PER SISTEMA AUTOSTORE [19].....	56
FIGURA 20 – VERTICAL LIFT MODULE [51].....	57
FIGURA 21 – CONTENITORE TIPO EUROBOX [42] .....	59
FIGURA 22 – UDC TIPO VASSOIO [43].....	59
FIGURA 23 – SISTEMA AEREO CON CARRELLI AUTOMOTORI [32].....	61
FIGURA 24 – ESEMPIO DI ROTAIA, SISTEMA DI APPRENSIONE E CARRELLO [33] .....	62
FIGURA 25 – TOWING VEHICLE [38] .....	66
FIGURA 26 – FORKLIFT [37].....	66
FIGURA 27 – UNIT LOAD VEHICLE [40] .....	66
FIGURA 28 – PALLET TRUCK [39].....	67
FIGURA 29 – AMR OSPEDALIERO [41].....	69
FIGURA 30 – CONFRONTO TRA I PRINCIPALI SISTEMI DI GUIDA DI AGV RISPETTO AGLI AMR (FRAGAPANE ET AL, 2021) .....	69
FIGURA 31 – IN ORDINE: BOSSOLO, SOFFIANTE, DEVIATORE, TUBAZIONE [29] .....	72
FIGURA 32 – POSTA PNEUMATICA [30].....	72
FIGURA 33 – PUT TO CART, CARRELLO [SIMCO CONSULTING, PROGETTARE E RIORGANIZZARE UN MAGAZZINO AD ALTO CONTENUTO DI PICKING, 02/04/2020] .....	78
FIGURA 34 – SCAFFALATURE A GRAVITÀ PER MINUTERIE [56] .....	78
FIGURA 35 – BAIA DI PICKING E REFILLING [57] .....	79
FIGURA 36 – A-FRAME [58].....	80

FIGURA 37 – SCENARI TECNOLOGICI SOLUZIONI PICKING [SIMCO CONSULTING, PROGETTARE E RIORGANIZZARE UN MAGAZZINO AD ALTO CONTENUTO DI PICKING, 02/04/2020] .....	80
FIGURA 38 – ILLUSTRAZIONE ROBOT ANTROPOMORFO PER PICKING [59].....	81
FIGURA 39 - OVERVIEW DI SISTEMI PARTS TO PICKER VS PICKER TO PARTS (WAREHOUSE AUTOMATION RESEARCH, CREDIT SUISSE, 2017) [54].....	82
FIGURA 40 – RIEDL PHASYS – MAGAZZINO AUTOMATIZZATO GPI [].....	98
FIGURA 41 - CONFRONTO TRA MAGAZZINI AUTOMATICI.....	105

## Glossario Acronimi

<i>SSN</i>	= <i>Sistema Sanitario Nazionale</i>
<i>ASL o AS</i>	= <i>Azienda Sanitaria Locale</i>
<i>AO</i>	= <i>Azienda Ospedaliera</i>
<i>SCM</i>	= <i>Supply Chain Management</i>
<i>SC</i>	= <i>Struttura Complessa</i>
<i>WMS</i>	= <i>Warehouse Management System</i>
<i>ERP</i>	= <i>Enterprise Resource Planning</i>
<i>KPI</i>	= <i>Key Performances Indicators</i>
<i>CND</i>	= <i>Classificazione Nazionale Dispositivi</i>
<i>ATC</i>	= <i>Classificazione Anatomica Terapeutica Chimica</i>
<i>AIC</i>	= <i>Autorizzazione all'Immissione in Commercio</i>
<i>AIFA</i>	= <i>Agenzia Italiana del Farmaco</i>
<i>FTE</i>	= <i>Full Time Equivalent</i>
<i>DM</i>	= <i>Dispositivi Medici</i>
<i>CdC</i>	= <i>Centri di Costo</i>
<i>Fs</i>	= <i>Farmacista responsabile di Settore</i>
<i>OTpic</i>	= <i>Operatori tecnici addetti al Picking</i>
<i>LP</i>	= <i>Lista di Prelievo</i>
<i>BC</i>	= <i>Bolla di Consegna</i>
<i>OA</i>	= <i>Operatore Amministrativo</i>
<i>DDT</i>	= <i>Documento di Trasporto</i>
<i>BR</i>	= <i>Bolla di Reso</i>
<i>OTm</i>	= <i>Operatore tecnico</i>
<i>PO</i>	= <i>Proposta d'Ordine</i>



## Introduzione

Il presente lavoro di tesi fornirà, nei successivi capitoli, una panoramica della situazione relativa alla logistica sanitaria italiana. In particolare, verrà approfondito l'ambito relativo alla logistica di magazzino analizzando soluzioni di stoccaggio tradizionali ma anche esplorando soluzioni automatizzate e innovative.

Infine, verrà analizzato il caso studio di un'Azienda Ospedaliera, che ha implementato un magazzino farmacia in sostituzione alle preesistenti scaffalature tradizionali e ne verranno analizzati i processi che permettono di movimentare materiale medico, dispositivi, materiale economico in modo efficace ed efficiente dal magazzino fino al letto del paziente.

Il lavoro è organizzato nel modo seguente.

Si articola in 5 capitoli, di cui l'ultimo è il conclusivo.

Il capitolo 1 è funzionale al lettore per fornire una panoramica della logistica sanitaria e tocca le tematiche e i concetti base su cui si sviluppa la restante parte del lavoro. In tale capitolo verranno trattati i principali KPI, il concetto di WMS e di ERP e la tematica delle anagrafiche di prodotto.

Il capitolo 2 analizza il mondo dell'intralogistica sanitaria, e quindi i principali sistemi di stoccaggio, Picking, Material Handling di magazzino con focus particolare su sistemi e tecnologie innovative che vengono applicate in ambito produttivo e che possono essere utilizzate anche in ambito sanitario, corredate con descrizioni di casi di implementazione di successo sia in contesto ospedaliero che in fasi più a monte nella Supply Chain.

Il capitolo 3 fornisce una panoramica dei processi con l'ausilio di diagrammi di flusso, mettendo a confronto quelli relativi al magazzino tradizionale con quelli del magazzino automatizzato dell'Azienda Ospedaliera analizzata. Questo capitolo sarà corredato con una analisi delle debolezze e dei relativi punti di forza dell'automazione di magazzino.

Il capitolo 4 analizza le principali soluzioni alternative sul mercato riguardanti sistemi di stoccaggio tipo magazzino farmacia automatizzati.

Le conclusioni, infine, presentano considerazioni riguardanti la criticità, vantaggi e prospettive future derivanti da questo progetto di tesi.

# 1. La Logistica Sanitaria

Il seguente capitolo è di carattere puramente descrittivo. Si focalizza sui concetti chiave di logistica e Supply Chain in modo generale, per poi scendere più nel dettaglio e analizzarne la sua evoluzione anche nell'ambito sanitario, oggetto di questo lavoro di tesi.

Verranno quindi presentati i principali KPI nonché forniti i concetti fondamentali riguardanti le anagrafiche e i sistemi gestionali di magazzino WMS.

Si sottolinea, in seguito, quanto l'ottimizzazione dei processi logistici delle strutture ospedaliere sia di fondamentale importanza per ottenere un miglioramento del livello di servizio nel nostro Sistema Sanitario.

## 1.1 Il concetto di Supply Chain

La logistica è un concetto che negli anni ha subito un profondo cambiamento fino ad arrivare ora ad essere una delle principali attività all'interno dell'ambito aziendale.

In senso economico, rappresenta la gestione del flusso di "cose" tra un punto di origine e un punto di consumo al fine di soddisfare le esigenze dei clienti o delle aziende (Pareschi et al. 2007). Le risorse gestite possono includere articoli fisici come cibo, materiali, animali, attrezzature e liquidi, così come oggetti intangibili, come tempo, informazioni e idee (MIT center for transportation and logistics).

Gestire la Supply Chain significa occuparsi di una serie di attività che hanno come obiettivo la pianificazione, implementazione e controllo del flusso in entrata e uscita efficiente ed efficace e lo stoccaggio di beni, servizi e informazioni al fine di soddisfare le esigenze del cliente. [60]

Si definisce Logistica Integrata, l'integrazione di tutte queste attività del ciclo operativo aziendale in modo unico e interfunzionale, coordinando tutte le attività gestionali e con una visione globale dell'azienda e non frammentata e compartimentale. [61]

Negli ultimi decenni il concetto di aggregazione si è esteso dalla singola azienda all'intera catena di fornitura facendo nascere un nuovo approccio alla logistica, il Supply Chain Management. Secondo la definizione sviluppata dal International Center for Competitive Excellence nel 1994, con il termine Supply Chain

Management si intende «l'integrazione dei processi di business dal consumatore finale fino ai fornitori a monte della catena che forniscono prodotti, servizi, informazioni ed in generale tutto ciò che contribuisce alla creazione di valore aggiunto per il cliente». (Cooper, Lambert e Pagh, 1997)

Un'altra possibile definizione di logistica ci è fornita da AILOG (Associazione italiana di Logistica e Supply Chain Management) che la descrive così [62]: «Il processo di pianificazione, implementazione e controllo dell'efficiente ed efficace flusso e stoccaggio di materie prime, semilavorati e prodotti finiti e delle relative informazioni dal punto di origine al punto di consumo con lo scopo di soddisfare le esigenze dei clienti».

A differenza del concetto di Logistica Integrata, che si occupa del sistema logistico interno all'azienda, con il Supply Chain Management si passa quindi ad una visione globale (Cooper, Lambert e Pagh, 1997) attraverso il coordinamento di tutti gli attori, dai fornitori di materie prime, passando per la produzione e le unità di assemblaggio, fino ai consumatori finali all'interno della singola Supply Chain (Maggi and Borruso, 2001) e la prestazione di questo sistema è funzione dell'intera catena in cui è inserito (Slack et al., 2001)

All'interno dell'ecosistema complesso che ho delineato, di fondamentale importanza sono le infrastrutture e in particolare i magazzini, che rappresentano il luogo in cui la merce viene depositata nei e tra i vari step della catena di fornitura. Un'ulteriore compito che rientra nell'ambito della logistica aziendale è, dunque, la gestione dei magazzini, che comprende la programmazione dei flussi fisici dei materiali all'interno dei magazzini stessi e le movimentazioni da e/o verso di essi, non dimenticando anche i trasferimenti di materiali per reso o per recupero/smaltimento.

## 1.2 Logistica e Supply Chain Sanitaria

La Logistica Sanitaria o anche detta Supply Chain in ambito Healthcare, è il coordinamento di tutta quella serie di operazioni che concorrono ad erogare il servizio richiesto al paziente, e rappresenta quindi il punto di collegamento tra mercato e Azienda Sanitaria, inglobando le classiche attività logistiche quali approvvigionamento, trasporto e stoccaggio.

Alla luce dei cambiamenti in atto nei diversi Sistemi Sanitari Regionali, le scelte manageriali in ambito logistico stanno assumendo crescente importanza perché permettono di ottimizzare e aumentare il servizio offerto al paziente (Hollingsworth, 2008) nonostante la comune tendenza sia quella di una progressiva diminuzione di finanziamenti e delle risorse disponibili, di pari passo con un aumento della spesa sanitaria (Grimes et al., 2004).

Soltanto considerando la rete logistica sanitaria piemontese, essa è composta da 12 aziende sanitarie locali, 59 presidi ospedalieri, 18 aziende sanitarie e da un totale di 91 magazzini sanitari e non.

Le spese per gli approvvigionamenti di materiali ammontano a circa 1 miliardo di €, i costi per la logistica (magazzini, strutture, personale) sono pari a circa 25 milioni di €. mentre le giacenze di tutti i magazzini delle Regione hanno un valore di circa 130 milioni di €. (Iaropoli S., 2017).

Con l'obiettivo di creare un maggior valore e riconoscendo le importanti ricadute sulla qualità dei processi clinico assistenziali, le ASL piemontesi e di tutta Italia hanno quindi intrapreso autonomamente o su spinta regionale (come risposta alle normative nazionali) processi di riorganizzazione della logistica, o per meglio dire della Supply Chain, dei beni sanitari (farmaci, dispositivi medici e materiale economale).

La riorganizzazione dei processi e dei vari passaggi dal fornitore al letto del paziente e/o al suo domicilio, rappresenta un passaggio fondamentale e imprescindibile per il miglioramento dell'allocazione delle risorse disponibili del sistema sanità che per sua caratteristica intrinseca è frammentato e costoso. (Iaropoli S., 2017)

La revisione del modello logistico deve seguire i principi di semplificazione ed ottimizzazione dell'efficienza dei flussi tra fornitori, magazzini e reparti indirizzandosi verso un modello di logistica integrata e cercando di risolvere le notevoli criticità che riguardano i magazzini, le tecnologie caratterizzate da un basso livello di automazione e di informatizzazione e il personale spesso insufficiente o inadeguato.

Tre sono le azioni di integrazione principali (Iaropoli S., 2017):

- informativa: unificare la gestione dei materiali (e delle anagrafiche), le richieste dai punti di utilizzo (modalità e tempi di consegna), la visibilità degli stock e dei movimenti di magazzino. Ciò non può prescindere dall'utilizzo di soluzioni software e hardware, standardizzate e non, che automatizzino la gestione.
- fisica: obiettivo principale la creazione di magazzini centralizzati. Il risultato è una drastica riduzione del numero di risorse impiegate nei processi coinvolti.
- organizzativa: dal magazzino dell'azienda verso i punti di utilizzo (reparti, ambulatori).

Il risparmio conseguibile è quindi il risultato di una serie combinata di effetti che si possono sintetizzare nella riduzione delle scorte di magazzino mediante il taglio delle scorte in eccesso, in una riduzione dei volumi, ottenuta con un attento monitoraggio che permetta di stabilire l'effettivo fabbisogno e riducendo di conseguenza gli acquisti, e in una riduzione del personale dedicato, puntando molto sull'automatizzazione e liberando dove possibile risorse per altre attività a maggiore valore aggiunto.

### 1.3 Processi Core e No-Core

In qualsiasi organizzazione è possibile distinguere dei processi strategici che le permettono di funzionare correttamente. Possiamo pertanto distinguere processi Core e Non Core [63] (Hamel e Prahalad, 1990). Le Core Competencies rappresentano ciò che un'azienda sa fare e sono una determinante che determina il successo competitivo di un'azienda, anche in termini dinamici se le Core Businesses presentano delle ben definite caratteristiche di durevolezza, inimitabilità e trasversalità.

Il core business rappresenta l'insieme delle Core Competencies di un'azienda e, nel caso delle aziende sanitarie, si può identificare con le attività cliniche relative ai processi di prevenzione, diagnosi, cura e riabilitazione.

L'adozione e definizione di piani strategici è una pratica molto diffusa per quanto riguarda le AS e può avvenire tramite la definizione di linee guida collegate alla specificità del contesto ambientale (regionale e/o locale), in cui si definiscono gli obiettivi a medio/lungo termine, gli orientamenti di fondo e le, eventuali, finalità istituzionali.

L'esternalizzazione dei servizi rappresenta una scelta strategica che le AS intraprendono in modo da riservare le risorse interne sul core business aziendale che, come abbiamo specificato in precedenza, è riferibile alle attività cliniche.

La scelta su quali servizi esternalizzare ricade inevitabilmente su tutti quei servizi "no core" che, pur essendo collaterali rispetto al circuito produttivo dell'azienda, contribuiscono in modo sostanziale alla generazione del valore. (Cicchetti e Fiore, 2013)

Attività di tipo no-core sono le attività di supporto della macro-area tecnico-sanitaria (farmacia, sterilizzazione), alberghiera, tecnica (manutenzioni, gestione delle tecnologie, sterilizzazione), amministrativa (fatturazione, acquisti), generale (sicurezza, trasporti, logistica).

E quindi anche la Logistica rientra tra queste attività definite "no core" o di supporto nelle Aziende Sanitarie nonostante essa svolga un compito focale per la creazione di valore finale per il paziente, in quanto è necessario, affinché l'azienda possa erogare un servizio di cura e/o diagnosi adeguato, che si disponga del materiale necessario nel momento esatto in cui è richiesto. Come sottolineato da (Lega, Mauri

e Prenestini, 2010), la indisponibilità di cure tempestive è spesso più da attribuirsi ad aspetti logistici e produttivi piuttosto che clinico assistenziali.

In conclusione, quindi, il miglioramento qualitativo in ambito assistenziale non deve esclusivamente rivolgersi verso i processi definiti “Core” ma anche e soprattutto riguardare tutte quelle attività di servizio e di supporto come la logistica, che in quest’ottica assume un ruolo fondamentale. Gestire in modo adeguato i flussi di materiale sanitario, farmaci e dispositivi medici permette, infatti, non solo di ridurre il rischio clinico mantenendo e migliorando le prestazioni attuali, ma riducendo al contempo i costi.

## 1.4 La distinzione tra Micro e Macro Logistica Sanitaria

Nella Supply Chain ospedaliera risulta più semplice mappare la cosiddetta **macro e micro logistica** (Villa, 2012).

La prima riguarda la gestione ed ottimizzazione dei flussi di materiale medico di varia tipologia (farmaci, presidi sanitari, attrezzature, materiali di consumo) e dei relativi flussi di informazioni tra i diversi attori operanti nella Supply Chain sanitaria arrivando fino all'ospedale o al singolo reparto ma comunque lontana dalla fase di utilizzo.

La seconda, invece, analizza tutto ciò che avviene nell'ultimo miglio, assicurando efficientemente la disponibilità della cura al paziente ricoverato, analizzando la gestione delle scorte di farmaci e presidi, la correttezza della somministrazione al paziente e infine le modalità di ripristino di tali scorte all'interno del singolo reparto.

Micro e macro logistica ospedalieri sono quindi sostanzialmente logistica dei beni (Bensa, Prenestini, Villa, 2008) il cui obiettivo è quello di assicurare un efficiente ed efficace flusso dei materiali verso i centri d'utilizzo e che si contrappone con la seconda macro-area di operations rappresentata dalla logistica dei pazienti, comprendente programmazione, gestione e controllo delle aree operative [64]. È importante considerare che queste due aree sono sostanzialmente diverse in quanto necessitano di livelli di efficienza e dettagli informativi diversi (Villa, 2012).

Questa tesi si focalizzerà essenzialmente sulla macro logistica sanitaria.



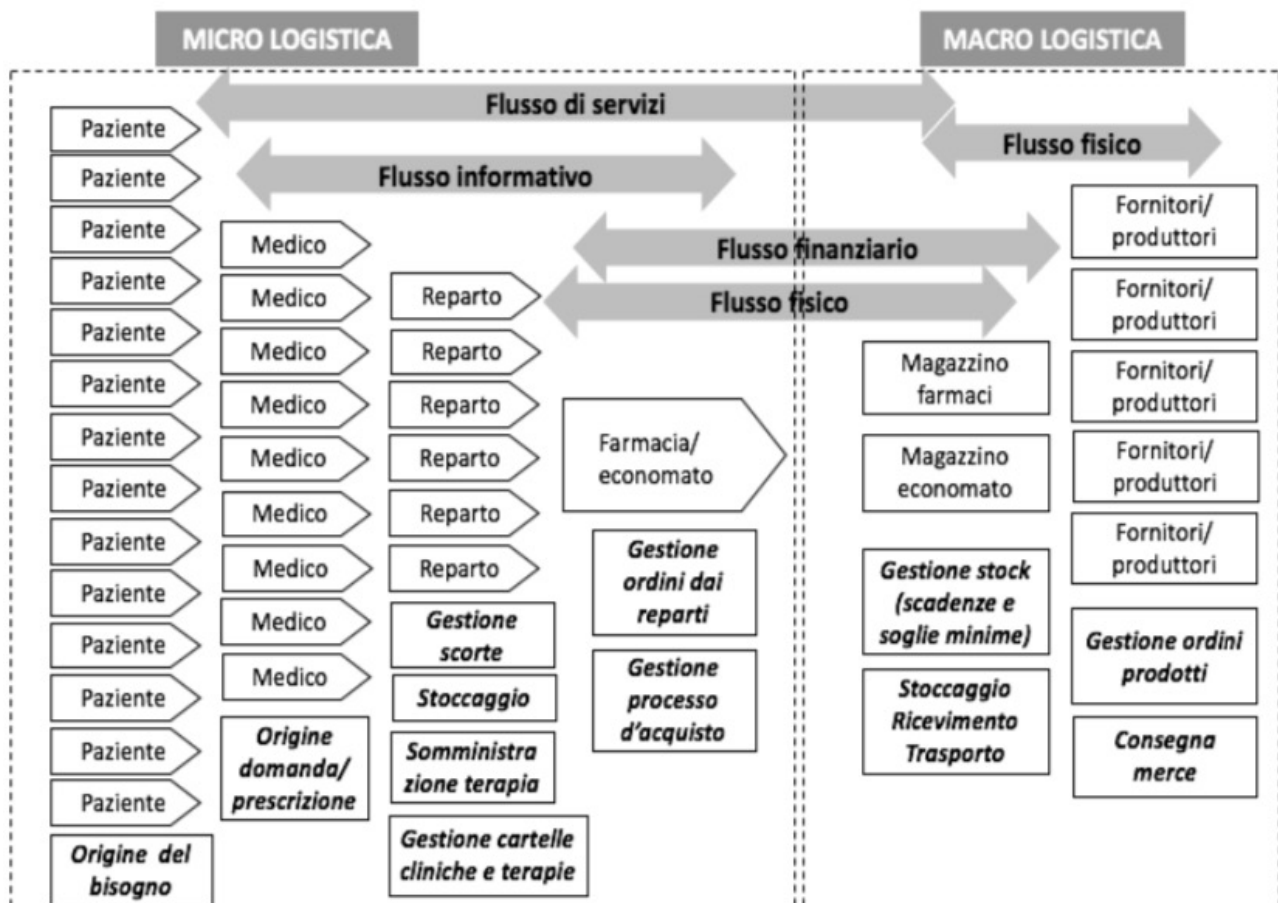


Figura 1 – Micro e Macro Logistica (Villa, 2012)

### 1.4.1 Macro logistica sanitaria

La macro-logistica sanitaria è identificata con i processi logistici di approvvigionamento, stoccaggio, trasporto e distribuzione.

Rientrano in questa classificazione anche la gestione delle scorte e, quindi, le decisioni se stoccare fisicamente il prodotto all'interno del magazzino o ridurre i tempi di immobilizzo.

La centralizzazione del magazzino è un'operazione di ristrutturazione della Supply Chain che permette di fornire una soluzione ai costi molto elevati della macro-logistica sanitaria, per sua natura caratterizzata da scorte e da costi unitari elevati.

## Tipologie di gestione delle scorte

I magazzini sanitari comprano, gestiscono e consegnano farmaci, dispositivi medici e di consumo (economici). La gestione di queste tre tipologie è sostanzialmente di tre tipi (Scheller and Smeltzer, 2006):

- *Stock*;
- *Direct Delivery (a transito)*;
- *Consignment Stock (a conto deposito)*.

Nel primo caso i prodotti soggetti a questa modalità sono solitamente materiale economico, gran parte dei farmaci e i dispositivi medici meno specifici. Vengono stoccati nel magazzino in una quantità apposita e poi spediti ai punti d'uso (per esempio farmacie/farmacie ospedaliere) in base al fabbisogno.

I prodotti a transito sono prodotti ordinati ma non stoccati nel magazzino. Il fornitore li spedisce direttamente al loro punto d'uso, oppure al magazzino centralizzato, ma in quest'ultimo caso ha solamente la funzione di un Transit-Point. Diversamente dal caso di consignment stock, in quest'ultimo caso la proprietà dei prodotti passa al magazzino nel momento in cui il fornitore li spedisce.

I prodotti soggetti a Consignment Stock sono dispositivi medici estremamente specifici e costosi, sono legalmente di proprietà del fornitore fino al momento in cui vengono prelevati e utilizzati. Per l'Azienda Sanitaria il vantaggio di questa modalità di gestione delle scorte è quella di avere minori costi di gestione, un lead-time di rifornimento praticamente annullato e meno costi di immobilizzo finanziario. Anche lato fornitore i vantaggi sono molteplici quali quello di condividere il magazzino con la AS, avere maggiori informazioni per quanto riguarda le vendite e avere la sicurezza di un contratto di fornitura di lungo periodo.

## 1.4.2 Micro Logistica Sanitaria

A livello di Micro-Logistica sanitaria bisogna concentrarsi su cinque sotto-processi:



Figura 2 – Sotto-processi Micro Logistica Sanitaria

Tutti i processi elencati sopra hanno origine in Farmacia o in un centro di utilizzo (p.e. Reparto).

A livello di Micro-Logistica nei reparti si stanno sviluppando soluzioni ICT quali la prescrizione e gestione delle scorte informatizzata e somministrazione controllata, con l'utilizzo di software, dispositivi (tablet e smartphone) e modalità (Kanban, RFID) che consentono di passare dalla prescrizione del medico alla somministrazione al paziente saltando tutte quelle numerose fasi intermedie e passaggi di informazioni che consumerebbero tempo e risorse. La prescrizione e somministrazione informatizzata consente di ottimizzare le scorte di reparto che vengono costantemente tenute sotto osservazione e controllo.

Gli interventi da realizzare in reparto dovrebbero in generale seguire le seguenti linee guida (Villa 2012):

- Standardizzazione e/o semplificazione delle attività: comprende anche l'identificazione e la tracciabilità dei prodotti;

- Realizzazione di un “flusso teso”: logica PULL tra farmacia e reparto dove la domanda alla farmacia deriva dalle prescrizioni e non dalle valutazioni soggettive dei capisala. Il kanban è uno strumento che può essere utilizzato nell’ottica di realizzazione di un flusso teso dei materiali. In questo caso l’alimentazione al reparto avviene secondo la logica del “ripristino del consumato” che potenzialmente permette abbattimento delle scorte e minori spazi occupati.
- Gestione del tipo “pieno contro vuoto” (sistema pull), per garantire una logica FIFO (First In - First Out) nelle movimentazioni interne, richiedendo solo le quantità necessarie nei punti di utilizzo.

La metodologia Kanban può essere applicata in tre diverse soluzioni:

- Carrelli farmaci gemelli: si basa su schede di accompagnamento che hanno la molteplice funzione di ordinare, gestire e richiedere solo la quantità di farmaci necessaria nei punti di utilizzo (questo tipo di gestione è cartacea). Il carrello ha la funzione di un buffer periodico di reparto che, con periodicità infrasettimanale viene sostituito con un carrello gemello pieno per poi procedere al reintegro del carrello vuoto.
- Carrello supermarket: in questo carrello sono posizionati tutti i farmaci necessari al reparto (con scorta periodicamente definita)
- Kanban elettronico: tramite un sistema a pulsantiera wireless, si trasmette in tempo reale una richiesta di ripristino scorte (eventualmente è possibile indicarne l’urgenza), che viene ricevuta dal magazzino centrale che si occupa dell’elaborazione e gestione della richiesta.

L’obiettivo della gestione, che coincide con la riduzione del rischio clinico, può quindi concretizzarsi tramite l’applicazione di tecniche Just in Time o Lean in modo tale da eliminare gli sprechi e ottimizzare i flussi logistici in un’ottica di Kaizen, di miglioramento continuo.

## 1.5 Gli attori principali e i beni nella Supply Chain delle Aziende Sanitarie

Per quanto riguarda i ruoli della logistica sanitaria, se ne possono individuare molteplici [65]:

- *Medico territoriale, ospedaliero;*
- *Infermiere;*
- *Caposala;*
- *Farmacista;*
- *Provveditore, economo, logistico;*
- *Enti sovra-aziendali.*

Nell'intricato panorama della Logistica Sanitaria è a valle che si decidono realmente i consumi che incidono sulla spesa sanitaria, infatti, il flusso logistico si mette in atto a partire dal medico di base e/o dal medico ospedaliero, la cui prescrizione mette in movimento le politiche di gestione di farmaci e/o dispositivi sanitari.

Spostandosi più a monte nel reparto ospedaliero, gli infermieri si occupano della somministrazione delle terapie e della gestione locale dei prodotti sanitari, con particolare focus su manipolazione, distribuzione, conservazione e tracciatura.

Un altro attore della logistica sanitaria è il caposala, che garantisce responsabilizzazione sugli obiettivi di gestione qualitativamente ed economicamente. Proseguendo la panoramica degli attori della catena logistica troviamo il Farmacista e il Logista o Economo, che si occupano dell'evasione delle richieste di farmaci, materiale sanitario ed economico provenienti dai reparti e dell'acquisto dei beni dai fornitori.

In un contesto di unificazione dei magazzini (magazzino economico, magazzino dei dispositivi medici e farmacia), il farmacista è costretto a svolgere compiti organizzativi e gestionali non di sua competenza e, per tale ragione, è spesso causa di rallentamento dell'evoluzione del sistema logistico. Il Logista, invece, gestisce vari tipi di materiali e, rispetto ad altre figure, ha una visione più ampia del settore amministrativo e logistico e sarebbe pertanto la figura più adatta alla gestione complessiva del flusso di materiali sanitari, se dotato di buone conoscenze in ambito sanitario.

Nella sanità sono infine presenti due clienti, il paziente e il fornitore.

La macro-logistica comprende tutte le attività che vanno dal fornitore al Logista/Farmacista, mentre la micro-logistica opera nelle fasi successive del flusso di approvvigionamento, ovvero dal Logista/Farmacista al medico di reparto, fino al paziente.

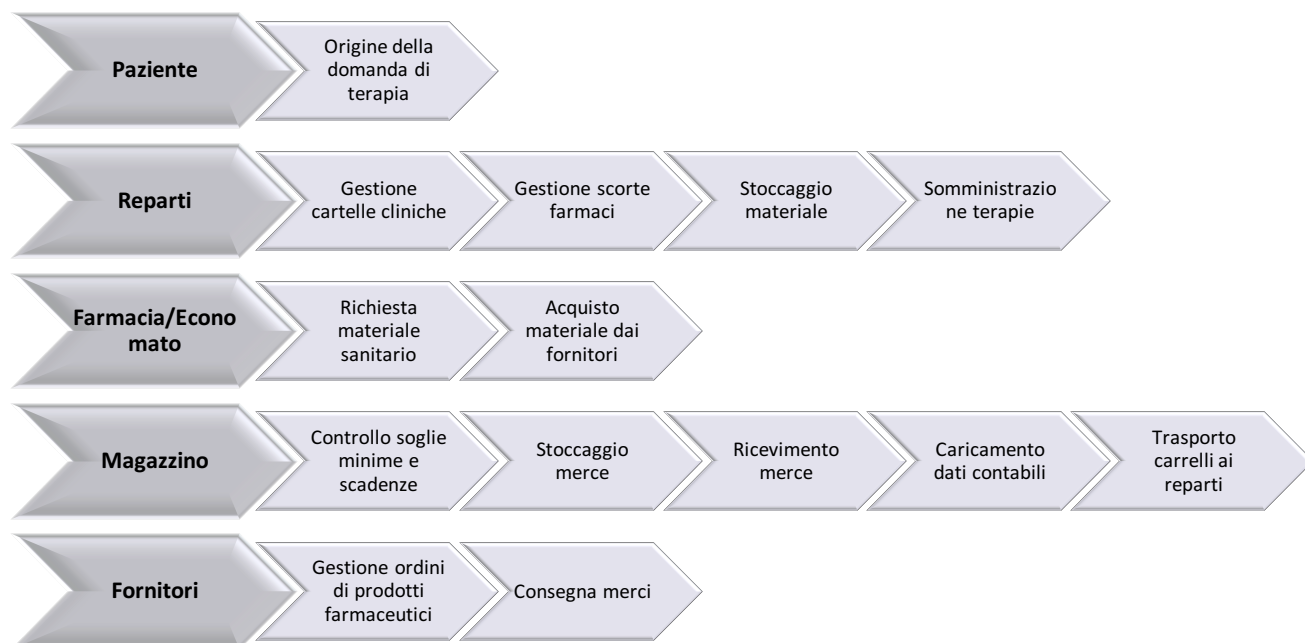


Figura 3 – Attori della Supply Chain nelle AS

### 1.5.1 I beni sanitari: Farmaci, Dispositivi Medici e Materiale Economico

I beni sanitari che consideriamo sono: Farmaci, Dispositivi Medici e Materiale Economico.

I farmaci, o meglio medicinali, sono ogni sostanza o associazione di sostanze che possa essere utilizzata sull'uomo o somministrata all'uomo allo scopo di ripristinare, correggere o modificare funzioni fisiologiche, esercitando un'azione farmacologica, immunologica o metabolica, ovvero di stabilire una diagnosi medica. [66]

Possono in genere distinguersi tra preparati in farmacia (galenici) o di origine industriale. [67]

Secondo il D.lgs 46/97 per dispositivo medico si intende “un qualsiasi strumento, apparecchio, impianto, sostanza o altro prodotto, utilizzato da solo o in combinazione, compreso il software informatico impiegato per il corretto funzionamento, e destinato dal fabbricante ad essere impiegato nell'uomo a scopo di:

- diagnosi prevenzione, controllo, terapia o attenuazione di una malattia;
- diagnosi, controllo, terapia, attenuazione o compensazione di una ferita o di un handicap;
- studio, sostituzione o modifica dell'anatomia o di un processo fisiologico;
- intervento sul concepimento, il quale prodotto non eserciti l'azione principale, nel o sul corpo umano, cui è destinato, con mezzi farmacologici o immunologici ne' mediante processo metabolico ma la cui funzione possa essere coadiuvata da tali mezzi”;

I dispositivi sono suddivisi nelle classi I, IIa, IIb e III, che rappresentano l'indice di gravità e invasività dello strumento stesso.

Il materiale economico, gestito in genere dalla Struttura Complessa Economico può suddividersi in:

- Materiali per profilassi igienico sanitaria;
- Materiale radiografico;
- Altri materiali diagnostici;
- Presidi chirurgici;

- Materiali di guardaroba;
- Materiali di pulizia e lavanderia;
- Materiali di convivenza in genere;
- Supporti meccanografici;
- Altri beni non sanitari;
- Cancelleria e stampati;

## 1.6 Key Performances Indicators – KPI

Ogni organizzazione aziendale deve strutturare un sistema di monitoraggio delle prestazioni in modo tale da tenere sotto costante osservazione eventuali scostamenti dai livelli obiettivo di servizio richiesti nella gestione dei processi logistici. Tale sistema di monitoraggio si basa sui KPI o Key Performance Indicators che sono indicatori chiave di prestazione quantitativi e che hanno come obiettivo quello di fornire una descrizione sintetica del processo o sotto-processo osservato. [68]

Le principali funzioni degli indicatori variano a seconda del livello operativo considerato:

- *Input*: monitorano l'efficienza, verificando l'utilizzo delle risorse rispetto ai flussi in ingresso.
- *Processo*: permettono di monitorare la produttività, la flessibilità, le prestazioni rispetto al tempo e le giacenze.
- *Output*: permettono la misurazione dell'efficacia, dell'affidabilità e del livello di servizio reso, anche considerando il gap tra prestazioni attese ed effettivamente realizzate.

Anche in ambito sanitario è di fondamentale importanza definire degli indicatori per tenere sotto osservazione dei processi, in modo tale da intervenire direttamente a monte in presenza di qualche problematica. [69]

All'interno della Supply Chain sanitaria è importante quindi definire misure di performance che analizzino tempi, costi, qualità del servizio e produttività e che, quindi, permettano di misurare efficienza, efficacia e soddisfazione.



Gli indicatori chiave più comuni possono eventualmente essere raggruppati per fase logistica [70]:

- KPI per il monitoraggio della funzione di approvvigionamento: ad esempio livello di conformità dei fornitori, lead time ecc.;
- KPI per il monitoraggio di logistica e trasporti: servono per misurare l'impatto logistico lungo i diversi anelli della supply chain, esempi sono il costo del trasporto, la puntualità delle consegne ecc.;
- KPI sulla logistica di magazzino: esempi di indicatori di questo tipo sono il numero di ordini, la puntualità nella presa in carico delle consegne, incidenza consegne errate ecc.;
- KPI di inventario: permettono di rintracciare e analizzare i movimenti delle scorte lungo la catena di approvvigionamento. Comprende indici come l'Indice di Rotazione (IR) e KPI sulla rottura di stock.

Alternativamente è possibile suddividere i KPI in base all'impatto sulle prestazioni generali di un sistema logistico (vedi figura seguente). Tuttavia, questa classificazione considera per lo più la fase finale e iniziale di un processo che inizia con un ordine e finisce con la ricezione di materiale, mentre nella Supply Chain del farmaco la gestione del magazzino centralizzato riveste un ruolo predominante. [69]



Figura 4 – Suddivisione KPI in base alle prestazioni generali di un sistema logistico

Nei capitoli seguenti analizzo gli indici più comunemente utilizzati per poi scendere più nel dettaglio degli indici utilizzati nella nostra analisi nel capitolo di re-engineering del processo gestionale.

### 1.6.1 Indice di Rotazione

L'indice di rotazione è un KPI che esprime il numero di volte in cui, in un certo periodo di tempo, il materiale "ruota" a magazzino.

Si ottiene calcolando il rapporto tra consumi annui (vendite) in un determinato periodo e lo stock medio a magazzino dello stesso periodo secondo la seguente formula:

$$\text{I. R.} = \frac{\text{Consumi}_{\text{periodo}}}{\text{Giacenza media}_{\text{periodo}}}$$

Dove le giacenze medie per un dato periodo sono solitamente calcolate con:

$$\text{Giacenza media} = \frac{g_0 + \sum g_i}{13}$$

Un alto indice di rotazione indica dei risultati positivi dal momento che significa che le scorte ruotano velocemente con più rinnovo e maggiore efficienza nel capitale impiegato nell'immobilizzazione delle scorte. Avere dei prodotti a lunga permanenza nel magazzino è un sintomo di inefficienza della gestione della logistica a livello aziendale [71].

Per ottenere un'indicazione dei giorni di copertura si può utilizzare lo stesso indice di rotazione precedentemente calcolato facendone l'inverso ed eventualmente moltiplicandolo per l'anno per ottenere l'indice annualizzato:

$$\text{IC} = \frac{1}{\text{IR}} * 365$$

Il risultato migliore si ottiene tanto più basso è l'indicatore.

## 1.6.2 Costo del Personale

Per valutare l'efficienza del magazzino in termini di costo si può calcolare un indicatore che rapporta il costo totale del personale con le righe bolla totale stock e transitano, che rappresentano il carico di lavoro all'interno del magazzino:

$$C_{\text{uni}} = \frac{C_{\text{tot personale annuo}}}{\text{Totale Righe Bolla annuo}}$$

Questo KPI permette di confrontare l'efficienza dell'ASL o AO considerata con i livelli target europei o nazionali.

## 1.6.3 Progettazione degli indicatori

Nei paragrafi precedenti ho delineato alcuni degli indicatori comunemente utilizzati in ambito sanitario, tuttavia ne possono essere pensati molti altri, data l'eterogeneità delle pratiche e le diverse necessità dei vari operatori.

È importante, pertanto, delineare i criteri più importanti nella scelta di tali indicatori.

A tale proposito, ogni indicatore deve essere sviluppato considerando:

- *Obiettivo*: la formula di calcolo e i dati da raccogliere;
- *Valore Target*: il valore considerato ottimale per processo o sotto-processo;
- *Tolleranze*: gli scostamenti dal valore target che l'indicatore può assumere.

È inoltre importante definire la periodicità del rilevamento e le responsabilità della rilevazione.

Affinché gli indicatori siano efficaci dovrebbero avere il requisito di semplicità ed essere poco costosi da rilevare, elaborare e interpretare, essere facilmente misurabili e poter essere confrontabili con degli standard di riferimento per poter essere aggiornati periodicamente e/o in caso di eventi straordinari.

#### 1.6.4 Analisi ABC

L'analisi ABC incrociata di magazzino è uno strumento che permette di capire se stiamo gestendo in maniera appropriata le scorte di magazzino mettendo in relazione l'analisi ABC sulla giacenza media e quella sulle movimentazioni.

Essa si basa su considerazioni quali la legge di Pareto, secondo cui, il 10-20% dei prodotti costituisce l'80% del valore, la parte restante si spartisce su componenti a media (20-25% degli articoli rappresenta il 20-30% del valore) e bassa importanza.

Dall'incrocio delle due possiamo ottenere la matrice che ho riportato qua sotto.

		FATTURATO		
		A	B	C
GIACENZA MEDIA	A	AA	AB	AC
	B	BA	BB	BC
	C	CA	CB	CC

Tabella 1 – Analisi ABC incrociata

Una gestione delle scorte ottimale prevede che siano popolate solo le diagonali principali delle matrici (classi AA, BB, CC). Tutti gli articoli che presentano una classe di giacenza superiore a quella di prelievo (AB, AC, BC) sono caratterizzati da una scorta non giustificata dalle loro movimentazioni.

Al contrario, gli articoli che presentano una classe di giacenza inferiore a quella di prelievo (BA, CA, CB) potrebbero essere a rischio di stock-out, sarebbe quindi opportuno modificare la politica di gestione al fine di aumentare le scorte, per non impattare sul livello di servizio finale.

All'interno di queste classi, potrebbero esserci degli articoli non ancora (o appena) introdotti sul mercato per cui però si è già iniziata da tempo la produzione.

A livello operativo la matrice può essere utilizzata per l'organizzazione della politica di gestione. [72]

Ricalcolandola periodicamente, è infatti possibile individuare se e quali articoli hanno cambiato classe, eventualmente evidenziando la necessità di variare i criteri di approvvigionamento per ottenere miglioramenti gestionali e/o ridurre le scorte.

L'analisi ABC può essere inoltre utilizzata per minimizzare i tempi di picking da magazzino, collocando la merce sugli scaffali in base alla frequenza di movimentazione.

## 1.7 Warehouse Management System – WMS e sistema informativo

Come sottolineato in precedenza, i magazzini, in particolar modo in ambito sanitario, giocano un ruolo fondamentale nel definire il successo competitivo di un'impresa per quanto riguarda i costi e i livelli di servizio (Frazelle, 2002), agendo come una sorta di buffer operativa tra i fornitori ed il punto di utilizzo (Gu et al., 2007).

La gestione di tali magazzini diventa sempre più complessa perché al flusso fisico della merce è associato un enorme flusso di dati e informazioni che devono essere gestiti in modo appropriato.

Anche in ambito sanitario, dove tracciabilità e deperibilità devono essere tenuti sotto costante monitoraggio, la gestione e l'organizzazione dei magazzini rispetta i requisiti di efficienza ed efficacia solo con l'ausilio di software adeguati, permettendo la trasmissione di informazioni quali la situazione dello stock, oltre che ai dati anagrafici dei prodotti, fornitori e clienti. [73]

Il WMS o Warehouse Management System (sistema informativo di magazzino) è il software dedicato alla gestione operativa dei flussi fisici che transitano per il magazzino, consentendo di controllare e ottimizzare tutti i processi produttivi, dal controllo della merce in ingresso in fase di accettazione alla preparazione delle spedizioni verso i clienti.

Il WMS deve essere in grado di elaborare, integrare e gestire i dati relativi al riapprovvigionamento delle scorte, all'anagrafica prodotti, alle richieste di approvvigionamento e alla ricezione e al controllo della merce in entrata e in uscita dal magazzino e, in sintesi, permettono di implementare e supportare le migliori pratiche operative ottimizzando le attività di magazzino.

Requisito fondamentale dei WMS è quello di essere in grado di comunicare e di essere perfettamente interfacciato con il software gestionale in uso, l'ERP (Enterprise Resource Planning) aziendale, la cui funzione è quella di gestire la parte Amministrativo-Contabile come per esempio contabilità e gestione del budget.

L'architettura software di un WMS è di tipo client-server o web-server (nelle applicazioni più recenti) e per l'applicazione in ambito ASL o AO deve essere in grado di operare su tre livelli, supportando una gestione multi-magazzino e multi-azienda [74].

Il server WMS è collegato ad un Host e, a livello inferiore, a degli Access Point posti all'interno del magazzino per consentire alle informazioni di essere scambiate in tempo reale tramite dispositivi mobili (solitamente terminali a radiofrequenza) e con l'ausilio di tecnologie quali tag RFID e codici a barre. [75]

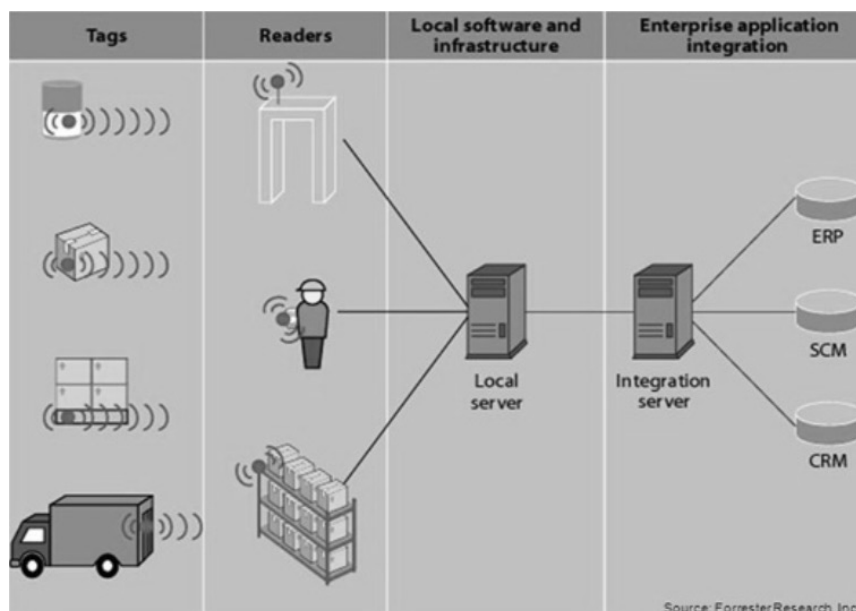


Figura 5 – Integrazione WMS, ERP con RFID e relativi Access Points [75]

Il WMS permette di ottenere in ambito magazzino i seguenti vantaggi:

- ottimizzazione dei tempi di movimentazione delle merci (e.g. possibilità di gestire la merce con una determinata logica, identificata a priori, LIFO, FIFO, FEFO etc.);
- riduzione dei tempi di evasione degli ordini;
- possibilità di consultare i dati di giacenza in real-time e di avere delle statistiche aggiornate sul funzionamento del magazzino;
- riduzione di errori da parte degli operatori.

Oltre che con l'ERP, il WMS scambia dati anche con il Sistema di Analisi che ha la funzione di elaborare e produrre i dati a supporto di acquisti e contabilità e dal quale riceve in input dati come gli ordini di acquisto per accettazione delle merci e le richieste dei centri utilizzatori e fornisce come output la bolla della richiesta evasa al netto della quantità spedita e la merce ricevuta.

Ultimo requisito fondamentale di un WMS è che deve continuamente garantire la tracciabilità della merce attraverso la registrazione del codice prodotto e del lotto.

### 1.7.1 ERP aziendale

ERP è l'acronimo di **Enterprise Resource Planning**, è un software che gestisce tutti i processi aziendali e le relative scritture contabili in maniera integrata e con una gestione univoca delle informazioni aziendali. Un ERP è quindi di fatto un software gestionale.

The American Production and Inventory Control Society (APICS, 2001) ha definito l'ERP come “un metodo efficace per pianificare e controllare tutte le risorse necessarie per la fornitura, la produzione, la contabilità e la consegna dell'ordine al cliente in un'azienda manifatturiera, di distribuzione o di servizi”.

Il sistema Enterprise Resource Planning è un software composto da sottosistemi integrati, i quali condividono una base di dati comune ma le cui procedure sono progettate per interagire e cooperare.

Man mano che i dati e i processi aziendali vengono inseriti nei sistemi ERP, le aziende possono allineare reparti separati e migliorare i flussi di lavoro, con risparmi significativi sui costi. Esempi di vantaggi aziendali includono:

- Riduzione dei costi operativi grazie a processi aziendali semplificati e best-practice;
- Miglioramento della collaborazione da parte degli utenti che condividono i dati in contratti, richieste e ordini di acquisto;
- Miglioramento dell'efficienza;
- Infrastruttura coerente dal back office al front office;
- Maggiori tassi di adozione da parte degli utenti;
- Migliore integrità dei dati e controlli finanziari;
- Riduzione dei costi di gestione attraverso sistemi uniformi e integrati;



## 1.8 Anagrafica Aziendale e i suoi elementi principali

Il Sistema Informativo Sanitario Regionale (SISR) era caratterizzato da una gestione locale e non da una gestione uniforme ed integrata di flussi informativi e dati, ciò ha portato nel tempo alla frammentazione degli archivi di anagrafica delle ASL e delle aziende ospedaliere. Prendendo come esempio la sanità Piemontese, sono presenti 19 anagrafiche diverse.

Per unificare a livello aziendale e sovra-aziendale è necessario imporre un sistema informativo unico e come tale è necessario normalizzare anche le singole anagrafiche attive all'interno delle singole azienda sanitarie, organizzando i dati in modo funzionale alle operazioni di raccolta fabbisogni, acquisti centralizzati, monitoraggio delle varie entità coinvolte a livello regionale. Un'anagrafica unica è fondamentale ai fini della controllabilità dei prodotti e dell'appropriatezza di utilizzo.

La modalità di alimentazione delle anagrafiche aziendali e i metodi di registrazione dei contratti di approvvigionamento tramite il Sistema Informativo Aziendale sono due dei problemi maggiore per quanto riguarda le anagrafiche di prodotto. Un errore nella compilazione, o il mancato inserimento di un campo, può creare problemi nella generazione degli ordini e dei prodotti. È inoltre necessario aggiornare puntualmente il database in modo che i dati riflettano in ogni dato momento la situazione reale.

Nei capitoletti seguenti riporto alcuni delle principali nomenclature per quanto riguarda i farmaci e i dispositivi medici, in particolare il CND, il codice prodotto, AIC e ATC.

### 1.8.1 Classificazione Nazionale dei Dispositivi medici CND

È la classificazione italiana che raggruppa i dispositivi medici in categorie omogenee di prodotti idealmente destinati ad effettuare un intervento diagnostico-terapeutico simile.

Il settore sanitario è costituito da un numero di prodotti estremamente elevato ed eterogeneo, la classificazione CND permette di raggrupparli in modo omogeneo, consentendo un confronto anche dal punto di vista economico.

CND si contrappone alla *Global Medical Device Nomenclature* (GMDN) [76].

La seconda non raggruppa in modo omogeneo i dispositivi medici ma utilizza voci lessicali e per allinearla al CND vengono presi in considerazione solo i termini preferenziali che consentono l'identificazione del dispositivo che sono inseriti in livelli diversi della struttura gerarchica del codice CND e che determinano la corrispondenza (p.e. biunivoca se il termine preferenziale è inserito al livello terminale del codice CND).

La struttura gerarchica di questa classificazione è composta da 22 Categorie, 145 Gruppi e 5 livelli di dettagli per le Tipologie. Tuttavia, la classificazione CND risulta incompleta perché non arriva ad identificare il prodotto unitario e perché vi sono casi in cui allo stesso prodotti sono attribuiti codici CND diversi.

### 1.8.2 Codice Prodotto

Il codice ASL (o codice prodotto) identifica in modo univoco un prodotto gestito dall'ASL.

Viene assegnato automaticamente dal Sistema Gestionale al momento della registrazione di un nuovo prodotto nell'anagrafica.

Permettono l'identificazione univoca all'interno di una stessa ASL ma non tra ASL diverse che possono avere codici prodotto diversi per lo stesso prodotto.

In ottica centralizzazione dei magazzini sanitari può diventare importante investire per l'accorpamento di una anagrafica unica regionale.

### 1.8.3 AIC

L'Autorizzazione all'Immissione in Commercio (AIC) è definita mediante un sistema di codifica a 9 cifre che identifica in modo assolutamente univoco ogni confezione farmaceutica venduta in Italia. Tali codici sono rilasciati dall'Agenzia Italiana del Farmaco (AIFA) e permettono inoltre di identificare la confezione farmaceutica in base al numero di compresse/unità, alla percentuale di principio attivo, alla via di somministrazione, ecc. [77]

L'AIC viene rilasciata a seguito di una valutazione scientifica dei requisiti di qualità, sicurezza ed efficacia del medicinale ed è ottenibile solamente previa presentazione di una domanda costituita da un dossier che contiene informazioni riguardanti aspetti chimico-farmaceutici, preclinici e clinici, strutturato secondo un formato standardizzato (CTD - documento tecnico comune). I dati e gli studi presentati a supporto della domanda di AIC devono essere conformi a orientamenti e linee guida definiti a livello europeo [78].

Dopo che sono state espletate tutte le fasi di studio previste dalle sperimentazioni cliniche e dopo il parere favorevole della Commissione Tecnico Scientifica (CTS), che esamina pure le ricerche condotte dall'azienda produttrice del farmaco, vengono rilasciati i codici identificativi dei farmaci autorizzati alla vendita.

Per esempio il codice identificativo AIC per il farmaco "Sertralina" è:

#### **Sertralina**

- 100 mg **15** compresse rivestite con film n. AIC **027753045**.
- 100 mg **30** compresse rivestite con film n. AIC **027753110**.

*Figura 6 – Esempio utilizzo codice identificativo AIC*

#### 1.8.4 Classificazione ATC

È curata dal *Nord Council of Medicine* e dal *WHO (World Health Organization) Collaborating Centre for drugs Statistics Methodology* di Uppsala (Svezia) ed è costituita da un codice alfanumerico, ha cinque livelli ed è realizzata in funzione dell'organo bersaglio, del meccanismo d'azione e delle caratteristiche chimiche di ogni farmaco.

- 1° Livello: Contiene il gruppo anatomico principale; i gruppi anatomici sono 14 e ognuno è contraddistinto da una lettera.
  - A. Apparato gastrointestinale e metabolismo.
  - B. Sangue ed organi emopoietici.
  - C. Apparato cardiovascolare.
  - D. Farmaci dermatologici.
  - G. Apparato genito – urinario e ormoni sessuali.
  - H. Preparazioni ormonali sistemiche, esclusi gli ormoni sessuali e l'insulina.
  - J. Antimicrobici generali per uso sistemico.
  - L. Farmaci antineoplastici e immunomodulatori.
  - M. Apparato muscoloscheletrico.
  - N. Sistema nervoso.
  - P. Farmaci antiparassitari, insetticidi e repellenti.
  - R. Apparato respiratorio.
  - S. Organi di senso.
  - V. Vari.
- 2° Livello: Contiene il gruppo Terapeutico Principale ed è espresso da un numero di due cifre.
- 3° Livello: Contiene il Sottogruppo Terapeutico Farmacologico ed è espresso da una lettera dell'alfabeto.
- 4° Livello: Contiene il Sottogruppo Chimico – Terapeutico Farmacologico ed è espresso da una lettera dell'alfabeto.
- 5° Livello: Contiene il Sottogruppo Chimico è specifico per ogni singola sostanza chimica ed è espresso da un numero di due cifre.

Un esempio di codice ATC è stato riportato nella seguente figura:

**Sertralina ATC N 06 A B 06**

N = Sistema nervoso centrale.

06 = Psicoanaletici.

A = Inibitori selettivi della ricaptazione della serotonina.

B = Derivati biciclici.

06 = Sertralina.

*Figura 7 – Esempio utilizzo codice ATC*

## 2. L'Intralogistica Sanitaria

Il termine Intralogistica è usato per indicare i flussi logistici di materiali e di informazioni all'interno delle aree di un'azienda (Kartnig *et al*, 2012). La movimentazione delle merci, la gestione del magazzino e dello stock sono esempi di processi di logistica interna [1].

L'intralogistica può comprendere quindi sistemi di stoccaggio che spaziano da quelli tradizionali come a scaffalatura fino a magazzini automatici e Miniload, e mezzi di movimentazione quali carrelli elevatori e transpallet fino ad arrivare a veicoli a guida automatica (AGV) e sistemi automotori EMS.

Tutti questi sistemi di stoccaggio e movimentazione si interfacciano con i sistemi di gestione del magazzino (Warehouse Management System, WMS) che monitorano i materiali dalla consegna in magazzino da parte dei fornitori fino alla consegna ai loro utilizzatori, gestendo quindi le fasi di ricevimento, deposito, prelievo, spedizione [2].

Erroneamente si potrebbe pensare che la logistica e la Supply Chain siano tematiche di prerogativa esclusivamente industriale, affermazione che viene smentita dalle tendenze attuali, che vedono una crescita della diffusione delle *best practices* della Supply Chain anche in organizzazioni che non fanno della logistica il proprio core business, come ad esempio le aziende ospedaliere (Ageron *et al*, 2018).

Nella Supply Chain sanitaria, produttori e distributori di prodotti farmaceutici, dispositivi medici e altro materiale sanitario, utilizzano da tempo l'automazione e le tecnologie per la movimentazione dei materiali nelle loro attività.

Negli ultimi 15 anni anche nelle aziende ospedaliere di medio-grandi dimensioni, le *best practices* della Supply Chain, quali la gestione dei processi e dei flussi di materiali all'interno delle strutture sanitarie, e quindi l'ottimizzazione dell'intralogistica, hanno cominciato ad assumere un ruolo strategico (Volland *et al*, 2017).

I candidati chiave per l'automazione sono le fasi cost e labour intensive dello stoccaggio, del Picking e della movimentazione della merce (Azadeh e de Koster, 2017).

Introdurre tecnologie e strumenti integrati e innovativi per automatizzare flussi e processi in queste fasi logistiche deve essere visto come catalizzatore di crescita ed efficienza [3], e al tempo stesso un passo fondamentale per migliorare anche le

condizioni di lavoro in magazzino, consentendo alle aziende sanitarie di focalizzarsi maggiormente sulle proprie attività core, le attività cliniche di prevenzione, diagnosi, cura e riabilitazione.

Il risultato è, non solo un miglioramento delle performances complessive dell'Intralogistica, ma anche una costante visibilità del percorso di un prodotto dallo stabilimento di produzione fino al paziente, permettendo quindi di garantire una maggiore tracciabilità dei flussi di merce [5].

Nei paragrafi successivi vengono delineati i sistemi di stoccaggio e movimentazione delle merci innovativi e correntemente utilizzati nell'Intralogistica Sanitaria.

## 2.1 Sistemi di Stoccaggio Automatici

I sistemi di stoccaggio automatici sono impianti che prevedono l'utilizzo di macchinari automatici per la movimentazione dei materiali. Si contrappongono pertanto ai magazzini tradizionali o meccanizzati e permettono di ottenere vantaggi quali (Vasili *et al*, 2012):

- Alta densità di riempimento volumetrico ed elevata ricettività del magazzino.
- Riduzione del numero di addetti.
- Operatività 24/7.
- Ottimizzazione del flusso di merci in entrata e uscita (indice di movimentazione elevato).
- Migliore tracciabilità della merce.

Vengono chiamati anche *intensivi*, in riferimento all'elevato grado di utilizzo dello spazio, e *autoportanti*, in riferimento alla doppia funzione delle scaffalature, qualora abbiano anche funzione di sostegno delle pareti e di copertura del fabbricato (Fig. 8).



Figura 8 – Magazzino automatico [48]

Il principale limite di questi sistemi è rappresentato dall'elevato costo connesso con la struttura del magazzino e del sistema di movimentazione e controllo.

Per il deposito e prelievo automatico di contenitori, cartoni e vassoi le soluzioni più utilizzate sono i trasloelevatori e gli shuttle.

### 2.1.1 Sistemi di Stoccaggio Automatici serviti da Trasloelevatore

I magazzini di stoccaggio automatici possono servirsi di trasloelevatori per il prelievo e il deposito delle unità di carico.

I trasloelevatori sono macchine che non necessitano di operatori a bordo e che possono muoversi simultaneamente verticalmente e orizzontalmente lungo le corsie del magazzino.

Ogni trasloelevatore (Fig. 9) può gestire le movimentazioni all'interno di una singola corsia, oppure può muoversi tra più corsie tramite un binario trasversale posto in testa al magazzino (Vasili *et al*, 2012).



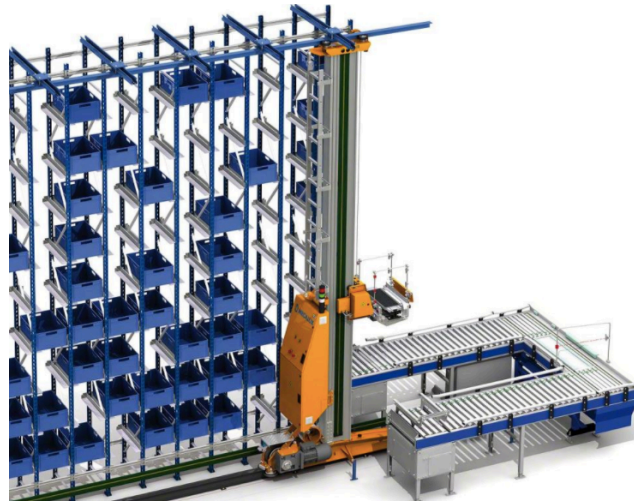


Figura 9 – Magazzino automatico servito da trasloelevatore [6]

L'allocazione dei pallet all'interno della scaffalatura è gestita automaticamente ed in real-time da un sistema informativo centrale WMS che gestisce il magazzino e organizza le movimentazioni a seconda delle logiche inserite, assicurando elevate prestazioni nel coordinamento e ottimizzazione dei processi e dei movimenti che si svolgono all'interno del magazzino automatico. Le logiche di prelievo/deposito sono sostanzialmente due (Bozer e White, 1994):

- Ciclo Semplice:
  - Ciclo Semplice di prelievo: consiste nella movimentazione dal punto di input, cioè il punto di partenza del trasloelevatore, al vano dal quale prelevare l'UdC a vuoto, senza UdC a bordo del trasloelevatore, e nel raggiungimento del punto di output (il punto di destinazione) con a bordo l'UdC prelevata.  
I punti di Input e Output sono stati considerati due punti separati per semplicità descrittiva, tuttavia determinate configurazioni prevedono che il trasloelevatore parta e arrivi allo stesso punto. Per tale motivo, nella trattazione, tale luogo di partenza e arrivo verrà indicato genericamente come punto di I/O.
  - Ciclo Semplice di deposito: consiste nel raggiungimento dal punto di I/O al vano nel quale depositare l'UdC con a bordo del trasloelevatore l'UdC da depositare e nel ritorno al punto di I/O a vuoto.
- Ciclo Composto: consiste nel raggiungimento dal punto di I/O del vano nel quale depositare l'UdC con a bordo l'UdC da depositare, nello spostamento a

vuoto verso il vano dal quale prelevare una seconda UdC e nel ritorno al punto I/O con a bordo l'UdC prelevata.

La prima modalità, a cicli semplici, presenta una minore complessità di gestione rispetto a quella a cicli composti ma comporta anche una minore efficienza dal momento che nel caso combinato il trasloelevatore non si muove mai a vuoto e ciò impatta positivamente sulla sua efficienza.

### *Caso reale di sistemi di stoccaggio automatici serviti da trasloelevatore*

#### **Novartis, Centro di Strykow**

Novartis è una multinazionale farmaceutica e biotecnologica. Nel centro di Strykow, che si occupa dell'immagazzinamento di prodotti farmaceutici, è stato costruito un magazzino autoportante di 1.980 m<sup>2</sup> di superficie e 27 m di altezza, collegato grazie a un tunnel di comunicazione al già preesistente centro produttivo.

Il magazzino è formato da quattro corsie lunghe 70 m e con scaffalature a doppia profondità su ciascun lato che offrono una capacità di stoccaggio di 14.304 posti pallet. I pallet includono i prodotti finiti, mentre contenitori e imballaggi sono dedicati ai semilavorati.

I trasloelevatori si occupano della merce in entrata e in uscita dalle relative ubicazioni e sono in grado di lavorare a una velocità di traslazione di 160 m/min e 46 m/min in elevazione. Ognuna di queste macchine può effettuare 24 cicli combinati l'ora (24 pallet in entrata e 24 pallet in uscita),

#### **2.1.2 Sistemi di Stoccaggio Automatici serviti da Shuttle**

I magazzini automatici, oltre ai trasloelevatori, possono impiegare dei sistemi shuttle per depositare e prelevare merce in modo completamente autonomo (Jan Roodbergen *et al*, 2008). Generalmente si impiega uno shuttle per piano di stoccaggio (Tone, 2017) e sono adatti alla movimentazione di scatole e cartoni di dimensioni medio piccole.

Confrontando il sistema di stoccaggio a shuttle e a trasloelevatore, il primo può prevedere una configurazione con shuttle in movimento simultaneo nella stessa corsia, incrementandone idealmente la produttività di 5-10 volte.

Uno shuttle di questo tipo è il SSI Cuby (Fig. 10), in grado di movimentare merce fino ad un peso di 35 kg.



Figura 10 – Shuttle SSI Cuby [47]

I principali parametri tecnici di SSI Cuby [47] sono:

#### Parametri tecnici SSI Cuby

Velocità max	2.5 m/s
Accelerazione max	1 m/s <sup>2</sup>
Portata max	35 kg
Performance	400 doppi cicli / h per corsia
Altezza max raggiungibile	15 m

## 2.2 Magazzini per UdC di piccole dimensioni

I magazzini per UdC di piccole dimensioni, sono dedicati sostanzialmente alle operazioni di Picking, Refilling e Kitting.

La fase di Picking, in particolare, consiste nel prelievo frazionato di prodotti, allo scopo di soddisfare ordini di spedizione o di lavorazione con i quantitativi richiesti. È una fase che risulta fondamentale in ogni catena di distribuzione, e sta acquistando un ruolo sempre più critico nell'ambito dei sistemi logistici principalmente a causa della sua alta incidenza sui costi operativi del magazzino (Drury, 1988). I magazzini per UdC di piccole dimensioni sono molto utilizzati in magazzini sanitari e nelle realtà ospedaliere per le caratteristiche intrinseche delle referenze sanitarie, caratterizzate da dimensioni contenute.

La rilevanza di una corretta progettazione del sistema di Picking è legata alla criticità in termini di costi e di impatto sul livello di servizio. (De Koster *et al*, 2007)

La fase di Refilling consiste nel reintegro periodico dello stock a magazzino mentre la fase di Kitting consiste nel raggruppare più merce in un set di prodotti chiamato, appunto, *Kit*.

I magazzini per UdC di piccole dimensioni si distinguono in genere in due categorie:

- Sistemi di stoccaggio “Picker-to-Parts”;
- Sistemi di stoccaggio “Parts-to-Picker”

### *Sistemi di stoccaggio “Picker-to-Parts”*

Nel caso dei sistemi di stoccaggio “Picker-to-Parts” l’UdC rimane ferma nella posizione di stoccaggio mentre l’operatore si muove, a piedi o a bordo di un veicolo, ed effettua i prelievi.

I vantaggi dei sistemi “Picker-to-Parts” sono legati al minore costo di investimento e alla minore necessità di manutenzioni rispetto ai sistemi di stoccaggio del tipo “*Parts-to-Picker*”, merito della maggiore semplicità costruttiva, a scapito di un throughput potenziale minore.

Se il Picking è di tipo manuale vengono solitamente predisposte delle tecnologie atte ad aiutare l'operatore in questa operazione. Le soluzioni più utilizzate nel caso di ordini generalmente piccoli che insistono su un numero piccolo di referenze sono [7]:

- *Pick to Light;*
- *Put to light;*
- *Radio Frequency Picking;*

Il Pick to Light e il Put to light sono due tecnologie a supporto del Picking che seguono entrambe il principio di eliminazione degli errori mediante un sistema di spie luminose.

Il Pick to Light è un sistema comodo e intuitivo in cui l'operatore preleva la referenza sita in corrispondenza di un apposito display luminoso che indica sia la posizione che la quantità di merce che deve essere prelevata.

Nel momento in cui l'operatore termina il prelievo della referenza, preme un bottone di conferma, che comunica al software WMS l'effettivo completamento dell'operazione di Picking.

Nel Put to Light, invece, viene effettuata l'operazione opposta al Pick to Light. In questo caso il sistema indica all'operatore in quale posizione collocare la merce e il suo quantitativo.

Entrambi i sistemi di Pick e Put to light hanno come prerequisito fondamentale quello di essere costantemente interfacciati con il WMS e ERP di magazzino, e permettono in ultima istanza di ottenere una serie di vantaggi quali un Picking senza supporti cartacei, e un prelievo in genere facilitato e rapido [8].

Il Radio Frequency Picking permette di prelevare il materiale con l'ausilio di terminali a radiofrequenza portatili e scanner per leggere i tag RFID. Come nel caso precedente, anche in questo caso il sistema si interfaccia con il WMS di magazzino. È un sistema adatto al Picking manuale e permette di guidare e controllare in modo efficiente i collaboratori nel magazzino che possono ricevere gli ordini e leggere i dati dello stesso direttamente sul display e, infine, confermare l'esecuzione sul terminale radio.

Il Batch Picking è la soluzione più costosa ma anche quella che permette di ottenere la maggiore potenzialità produttiva, consiste nel prelievo contemporaneo di più referenze in modo tale da soddisfare più ordini contemporaneamente.

Una soluzione per il Batch Picking è quella a nastri trasportatori di SSI SHAFER, spiegata nel paragrafo successivo.

### *Tecnologie a supporto del Batch Picking*

La soluzione SSI SHAFER [9] per il batch Picking prevede nastri trasportatori che possono gestire in modo semi-autonomo la scansione delle referenze e il loro successivo smistamento in uno spazio minimo.

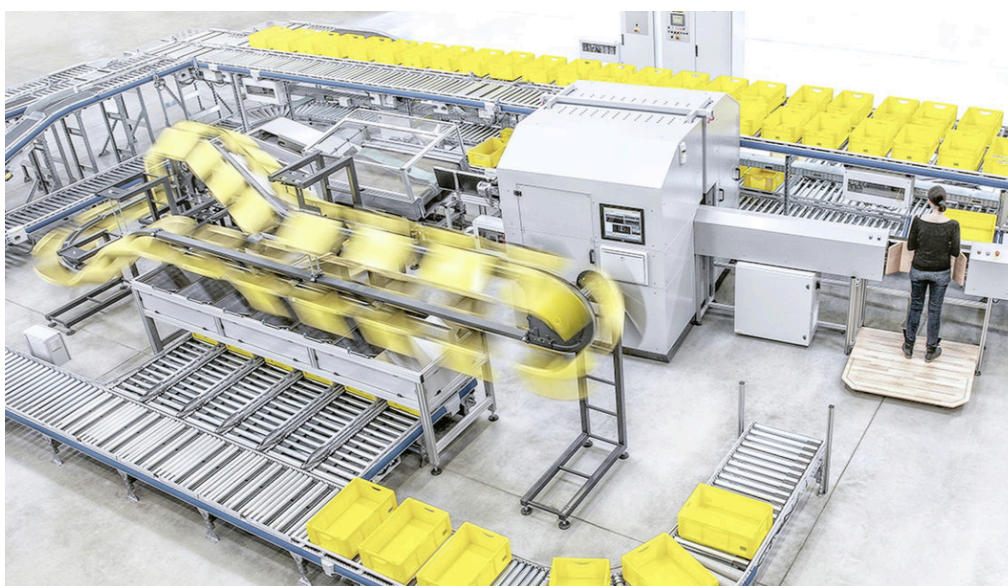
Il sistema è sostanzialmente composto da quattro settori. Nella stazione di consegna, i prodotti prelevati vengono posizionati manualmente su un trasportatore a nastro.

Dopo lo smistamento, i prodotti vengono fatti passare a una velocità di 2,0 m/s attraverso la Schäfer Scan Machine, in cui ogni prodotto viene scansionato da telecamere su tutti i 6 lati.

Gli articoli vengono quindi posizionati singolarmente tramite il separatore e smistati nella UdC di destinazione con una potenzialità produttiva che può raggiungere i 4500 pz/ora [9]

L'unico vincolo è che le misure dei prodotti non superino i 260\*180\*180 mm e non siano di forma sferica.

Questa soluzione è adatta ai settori healthcare e cosmetici per l'elevata potenzialità produttiva e per le dimensioni delle referenze, il cui peso non deve superare 1 kg.



*Figura 11- Soluzione Batch, Scan e Sort di SSI SHAFER [10]*

## Sistemi di stoccaggio "Parts-to-Picker"

Nel caso dei sistemi "Parts-to-Picker" l'operatore rimane fermo mentre il materiale viene portato alla postazione di prelievo mediante un dispositivo automatizzato che preleva l'UdC (pallet o contenitore) dall'area di stoccaggio e la trasporta a detta postazione.

Alcuni esempi di sistemi di stoccaggio automatici del tipo "Parts-to-Picker" sono:

- Caroselli (dinamici).
- Miniload.
- VLM (Vertical Lift Modules).
- AutoStore.

I punti di forza dei sistemi "Parts-to-Picker" sono molteplici e in genere li rendono la scelta preferita per UdC di piccole dimensioni in quanto consentono (De Koster *et al*, 2006):

- throughput potenzialmente più elevato;
- più facile supervisione del sistema;
- minor rischio di danneggiare i prodotti durante l'attività di Picking;
- minore occupazione di spazio;
- minore fabbisogno di manodopera.

### 2.2.1 Carosello orizzontale

Si tratta di un dispositivo meccanico costituito da una serie di blocchi di ripiani paralleli che ruotano attorno ad un asse perpendicolare al pavimento grazie all'azione di una catena motorizzata che unisce i blocchi di ripiani in un loop (Fig. 12). Sui ripiani sono appoggiati contenitori di piccole dimensioni (solitamente 400x600 mm o minori) all'interno dei quali risiedono uno o più articoli. Il picker digita la lista delle postazioni di prelievo nell'applicativo informatico del carosello, in modo tale che ruoti finché il blocco di ripiani contenente l'articolo da prelevare non si trova di fronte

al picker nella baia di prelievo. Il materiale viene quindi prelevato manualmente dal picker che occupa una posizione fissa di fronte al carosello.

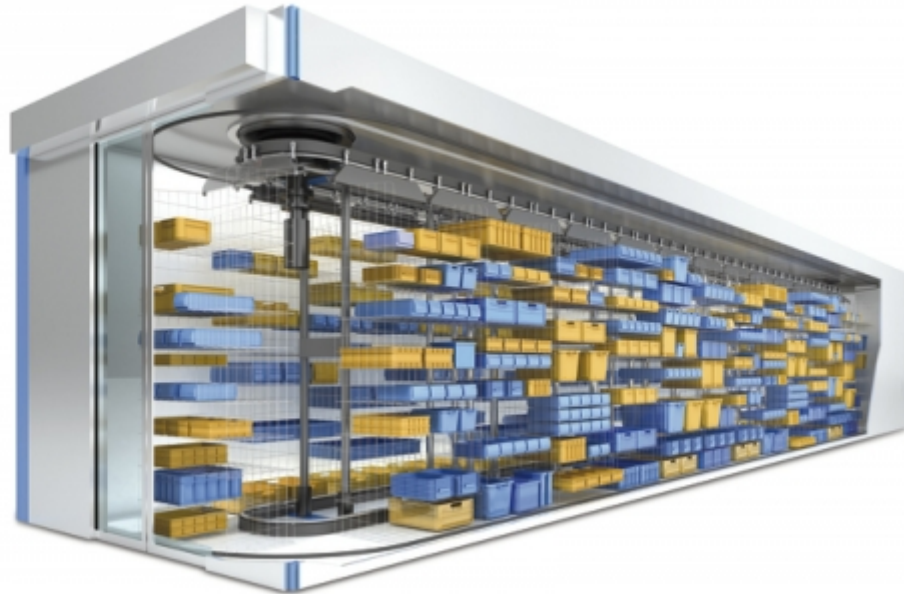


Figura 12 – Carosello Orizzontale [36]

L'altezza e la lunghezza del carosello dipendono sia dallo spazio fisico disponibile sia dal throughput richiesto (Li e Bozer, 2010). In particolare:

- Al crescere della lunghezza del carosello, cresce il tempo medio di rotazione necessario a portare il carosello orizzontale in posizione di prelievo, determinando conseguentemente una riduzione del throughput medio.
- Al crescere dell'altezza del carosello, cresce il tempo medio impiegato dal picker per prelevare il materiale. Un'altezza superiore ai 180 cm richiede l'utilizzo di scale o addirittura di bracci robotizzati per accedere agli articoli collocati ai ripiani più alti.

I caroselli orizzontali offrono una velocità di Picking medio-alta e un'elevata densità di stoccaggio, tuttavia alle UdC è associata una scarsa protezione e sicurezza dei prodotti che si trovano infatti all'interno di contenitori aperti e poggiati su ripiani non protetti.



## **Colorado Children's Hospital**

Al Children's Hospital del Colorado, una nuova struttura ospedaliera da 298 posti letto fuori la città americana di Denver, sono stati implementati 3 caroselli orizzontali della lunghezza di 16 metri l'uno. [3]

Ogni carosello è dotato di tecnologia pick-to-light e permette di gestire la consegna di oltre 141.000 pezzi al giorno al personale sanitario, per un totale di 52 milioni di pezzi all'anno.

L'ospedale dispone di circa 1700 referenze a magazzino interamente gestite con il sistema di pianificazione delle risorse ERP ospedaliero.

Il magazzino è responsabile di tre tipi di ordini:

- Rifornisce 147 armadi situati nei reparti;
- Soddisfa gli ordini per i medici che richiedono forniture non inventariate (pannolini per esempio) che vengono immagazzinati negli armadi di alimentazione automatizzati;
- Supporta il reintegro degli armadi ambulatoriali.

Gli ordini vengono inseriti nel sistema ERP e poi indirizzati al software di elaborazione degli ordini dei caroselli. Quando viene avviato il processo, i caroselli ruotano e si posizionano per predisporre il picking della prima scelta.

Con un sistema del tipo Pick to Light, il picker preleva la referenza, conferma la scelta premendo un pulsante verde con la dicitura "task complete" e posiziona l'articolo su un carrello di consegna pronto per essere destinato al centro richiedente.

### 2.2.2 Carosello verticale

Si tratta di un dispositivo meccanico caratterizzato da un funzionamento simile a quello del carosello orizzontale, ma anziché svilupparsi orizzontalmente, è caratterizzato da uno sviluppo verticale, con l'asse di rotazione dei blocchi di ripiani orizzontali (Fig. 13).

I vincoli sono analoghi a quelli del carosello orizzontale, l'altezza è limitata sia dallo spazio disponibile sia dal throughput richiesto (Li e Bozer, 2010). In particolare, all'aumentare dell'altezza del carosello, aumenta il tempo medio di rotazione e il throughput del sistema si riduce conseguentemente.

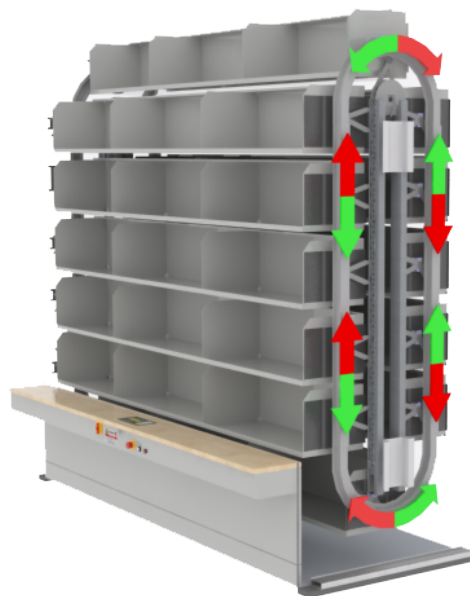


Figura 13 – Carosello verticale [35]

Rispetto ai caroselli orizzontali:

- il tempo mediamente impiegato dall'operatore per prelevare il materiale dai contenitori è minore dal momento che il ripiano contenente l'articolo viene sempre portato all'altezza della vita del picker. Ciò determina anche una maggiore accuratezza di prelievo;

- i prodotti sono maggiormente protetti poiché il carosello verticale è solitamente racchiuso da pareti esterne di protezione (omesse nella Fig. 6), per cui un solo ripiano alla volta si trova all'esterno di tali pareti.

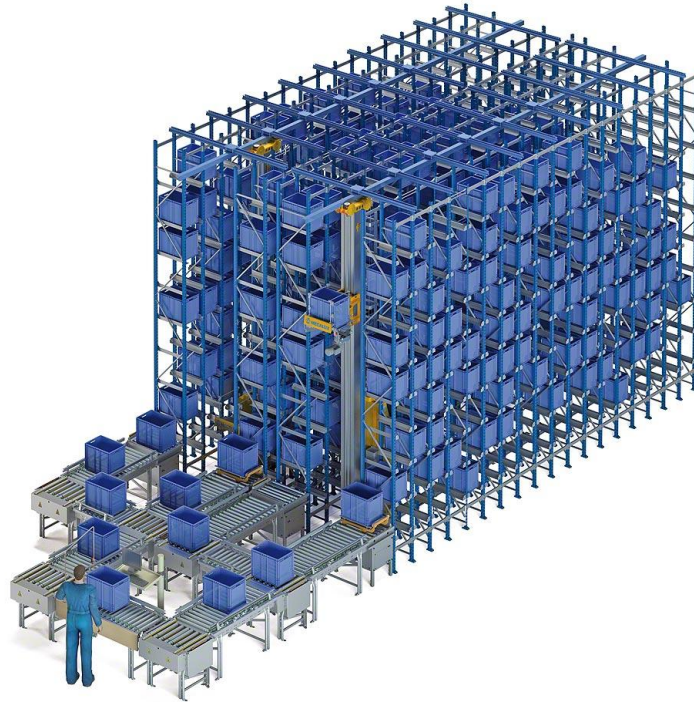
Tuttavia la velocità di rotazione è minore rispetto ai caroselli orizzontali poiché la direzione di rotazione deve vincere la forza di gravità e il costo dell'investimento è maggiore (Litvak *et al*, 2010).

### 2.2.3 Miniload

I magazzini automatici Miniload (Fig. 14) sono anche loro magazzini concepiti in base al principio "Parts-to-picker" nati per soddisfare l'esigenza dello stoccaggio di oggetti di medio-piccole dimensioni [11].

Il magazzino è costituito da una o più corsie, all'interno delle quali si muovono i trasloelevatori o sistemi a pinza automatici di dimensioni minori rispetto alle soluzioni viste per i magazzini automatici. Vengono progettati per lo stoccaggio a una o più profondità, in sistemi a ripiani o a canali di scorrimento. Su entrambi i lati sono presenti le scaffalature per immagazzinare sia contenitori che eventualmente vassoi o scatole.

I contenitori possono essere di materiali e dimensioni diverse, purché garantiscano la rigidità e la stabilità del carico.



*Figura 14 – Magazzino Miniload [34]*

Nella maggior parte dei casi ad ogni corsia viene dedicato un trasloelevatore, ma non è da escludere il caso in cui il numero di trasloelevatori sia minore del numero di corsie e, quindi, il singolo trasloelevatore debba servire più corsie.

Le macchine per la movimentazione automatica vengono attrezzate, a seconda della necessità, con unità per l'estrazione, il prelievo e il sollevamento automatici. Ciascuna macchina può essere equipaggiata con più unità di questo tipo, in modo da aumentarne l'efficienza e ottimizzare i costi d'esercizio. Questa tipologia di magazzino è particolarmente indicata per la risoluzione di problematiche relative al Picking in asservimento a linee di montaggio o al reparto di spedizione; un'ulteriore applicazione si riferisce all'archiviazione/ consultazione di documenti per enti pubblici e banche.

Tutti gli articoli presenti nel magazzino Miniload vengono gestiti tramite sistemi informatici collegati al WMS. Gli stessi sistemi memorizzano l'ubicazione di tutti i materiali collocati nel magazzino e controlla e gestisce l'allocazione della merce rendendo disponibile un inventario in tempo reale.

I Miniload utilizzati in ambito sanitario si differenziano dagli impianti tradizionali con trasloelevatore per la presenza di organi di presa che variano in base alla tipologia del carico, della velocità di Picking e di servizio [4].

I più comuni sistemi di estrazione dei trasloelevatori, ovvero gli organi attraverso i quali viene effettuato il carico e lo scarico delle UdC dalla scaffalatura, erano inizialmente le forche telescopiche (EP) (Fig. 15). Esse costituiscono la grande maggioranza delle soluzioni per i trasloelevatori, disponendo di elevata compattezza e bassi costi di manutenzione [12]. Permettono il prelievo o lo stoccaggio di materiale a singola o doppia profondità in base alle soluzioni tecniche, con un carico che può arrivare ai 150 kg per le forche più robuste.



Figura 15 – Forca telescopica [12]

La forca in fig. 15, ad esempio, presenta una lunghezza che va dai 410 mm ai 1600 mm con una corsa che va dai 480 ai 1700 mm e un carico massimo di 100 kg.

Negli ultimi decenni sono apparse sul mercato diverse soluzioni innovative installabili secondo la tipologia delle UdC stoccate nel Miniload.

Oltre all'estrattore a forca telescopica descritto in precedenza, altri tipi di estrattori sono:

- Estrattore a forca con cinghia motorizzata (EC): dispositivo costituito da una piattaforma telescopica analoga al caso tradizionale e da un sistema di cinghie che prelevano il carico trascinandolo allo stesso tempo. In genere è caratterizzato da due motorizzazioni dedicate all'azionamento di ciascuno dei due sistemi di cingoli [13]. Un sistema a doppio contenitore è caratterizzato a due cinghie che possono con un movimento indipendente prelevare e/o depositare i contenitori e al bisogno spostarlo da un cingolo all'altro con una

traslazione laterale. Un esempio di estrattore con cinghia motorizzata è rappresentato in fig. 16.

- Estrattore a pinze laterali (EG): Le pinze laterali permettono di afferrare le unità di carico per estrarle o spingerle [14]. Questa soluzione può essere provvista di ventose montate sul braccio telescopico che generando il vuoto su un lato dell'UdC. permette un Picking meno soggetto a urti e più sicuro. (Fig. 17)



Figura 16 - Estrattore con cinghia. [15]

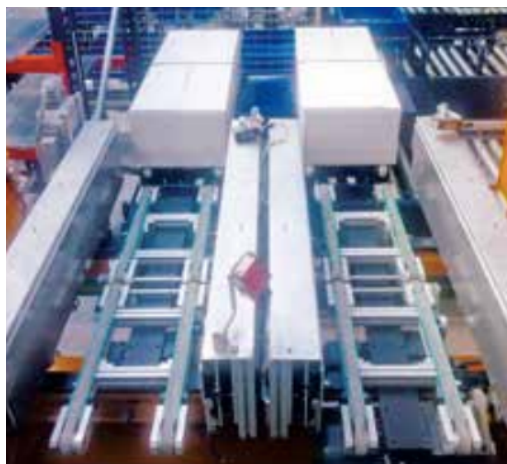


Figura 17 - Estrattore con pinze laterali [14]

### *Caso reale di applicazione di magazzini del tipo Miniload in ambito sanitario*

#### **Galexis AG, Svizzera**

A Niederbipp, la società Galexis del gruppo Galenica gestisce un centro di distribuzione di altamente produttivo che rifornisce in maniera efficiente farmacie, ambulatori, drogherie, cliniche e ospedali.

Il sistema Miniload a 3 corsie è servito da tre trasloelevatori Schäfer Miniload Crane (SMC). I dispositivi di sollevamento carichi sono dotati di estrattori telescopici doppi, i trasloelevatori raggiungono una produttività pari a 51 cicli doppi combinati oppure 125 cicli di immagazzinamento all'ora.

I principali parametri tecnici che caratterizzano ogni trasloelevatore attualmente in uso a Galexis AG, SMC1, sono:

#### **Parametri tecnici SMC1 (Shäfer Miniload Crane)**

Portata max	100 kg
Stoccaggio a profondità:	Singola, Doppia, Multipla
Altezza max raggiungibile	18 m
Velocità max	5 m/s
Range di temperatura	-30° C - +45° C

#### **Parametri tecnici magazzino Miniload**

Produttività	51 doppi cicli/ h/ corsia
Posti di stoccaggio contenitori	81500

#### **2.2.4 AutoStore**

AutoStore è un sistema ultracompatto per lo stoccaggio e la preparazione degli ordini (Fig. 18). Consente di aumentare l'efficienza della Picking con la massima flessibilità e scalabilità e consente di aumentare la densità di stoccaggio rispetto a magazzini automatizzati e tradizionali a scapito di una bassa selettività (Beckschäfer *et al*, 2017).

Il sistema AutoStore si adatta perfettamente al mondo dei prodotti farmaceutici e altri settori tipici di utilizzo sono e-commerce, ricambi, componentistica elettronica, prodotti per salute e bellezza, ecc.

In generale può essere implementato in magazzini con elevato numero di referenze di piccole dimensione e caratterizzate da alto valore economico unitario [16].

La merce viene conservata in contenitori impilati gli uni sugli altri sulla cui sommità è presente una griglia modulare su cui si muovono alcuni robot (Fig. 19). Essi sono in grado di accedere ad ogni postazione e servire ciascuna stazione di Picking. La merce viene prelevata tramite un elevatore che permette ai robot di agganciare i contenitori richiesti e di posizionarli in cima alla griglia sovrapponendoli ad altri [17].

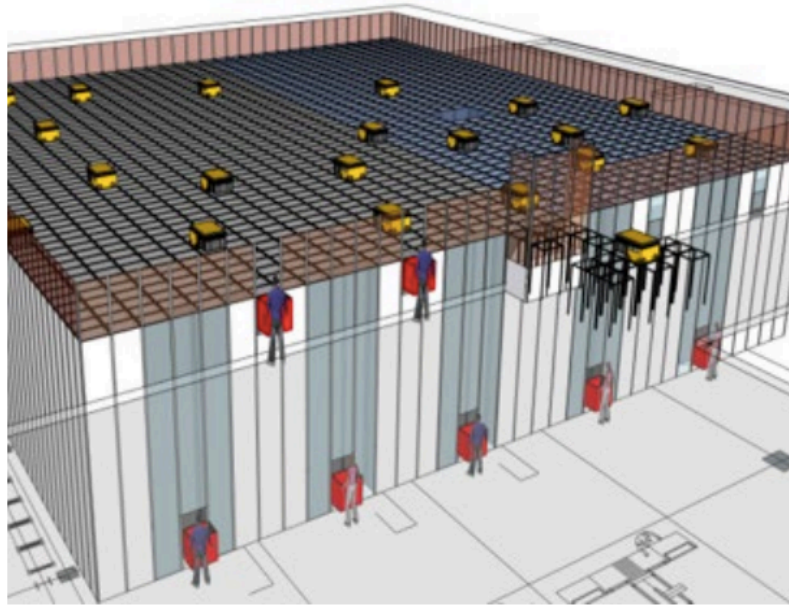


Figura 18 – Sistema Autostore [18]

### *Caratteristiche tecniche sistema Swisslog AutoStore*

Una soluzione automatica del tipo AutoStore è stata sviluppata e progettata da Swisslog. Sono numerosi gli esempi di corretta implementazione di questo sistema, che in tutto il mondo superano le 200 unità con casi di eccellenza come Medline, USA. Il centro di Libertyville si espande su un'area di 600.000 metri quadrati, con l'ausilio di 47 robot mobili che permettono di movimentare merce sanitaria per un totale di quasi 30000 contenitori, e migliorando le prestazioni di stoccaggio del 25% dalla data della sua implementazione.

Le dimensioni del formato tipico di contenitore AutoStore è di 649mm\*449mm con diverse opzioni di altezza in base alla merce stoccata (220mm, 330mm, 425mm) e una portata massima di 30 kg.





Figura 19 – Robot per Sistema AutoStore [19]

### Caratteristiche tecniche Swisslog AutoStore [50]

Altezza massima della griglia	5.4 m;
Capacità di carico	30 kg;
Velocità robot	3 m/s;
Velocità robot (picking UdC)	1.6 m/s;
Accelerazione robot massima	0.8 m/s <sup>2</sup> ;
Prelievi ora	50 prelievi / h;
Capacità di stoccaggio (di un sistema standard)	5 000 - 100 000 contenitori;

## 2.2.5 VLM – Vertical Lift Modules

I VLM sono in genere costituiti da due colonne di vassoi con un insertore/estrattore meccanico posizionato al centro. L'insertore/estrattore viaggia verticalmente tra i vassoi immagazzinati, localizzando e recuperando la merce a seconda delle necessità (Calvazara *et al*, 2019).

I VLM si differenziano dai caroselli verticali (cap. 2.2.2) perché non sono dotati di catena motorizzata che muove tutti i ripiani in contemporanea. Nel caso del VLM l'unico ripiano a muoversi è quello richiamato dall'operatore tramite l'applicativo che gestionale che guida il magazzino automatico.

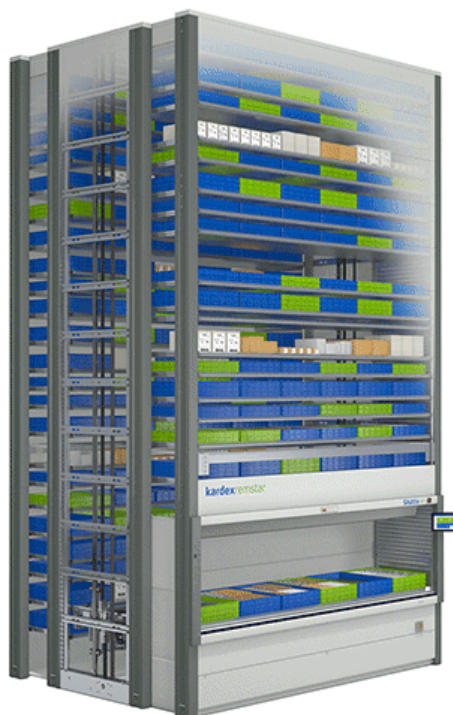


Figura 20 – Vertical Lift Module [51]

Una configurazione di questo tipo è il Modula Lift [52], che può raggiungere i 16 metri di altezza, liberando spazio di stoccaggio a terra e liberando fino al 90% di spazio di stoccaggio del magazzino (Fig. 20).

Le caratteristiche tecniche di questa soluzione sono visionabili nella tabella seguente:

## Caratteristiche tecniche

Larghezza cassetto	Da 1500 mm a 4100 mm
Altezza	Da 3300 mm a 16100 mm
Velocità	Fino a 120 cicli/ora
Numero di baia	Fino a 3
Portata lorda totale	Da 35000 a 90000 kg

## Unità di carico

I magazzini automatici per UdC di piccole dimensioni sono progettati per stoccare diversi tipi di contenitori. I più comuni sono i seguenti:

- *Eurobox* (400 mm × 600 mm o 600 mm × 800 mm): è l'UdC di più comune uso, l'altezza della scatola dipende dai prodotti che sono contenuti in essa e dal volume delle celle che dovranno ospitarla all'interno della scaffalatura. In genere gli Eurobox sono composti da materiale plastico come ad esempio Polipropilene (PP) e sono eventualmente impilabili uno sopra l'altro [11].  
La scatola può avere un fondo normale o rinforzato a seconda dei prodotti contenuti e dal tipo di organo di movimentazione utilizzato e può prevedere un coperchio di protezione. In Fig. 21 si può vedere un esempio di contenitore Eurobox delle dimensioni di 400\*600\*230 a pareti dritte con fondo normale.
- *Scatole di cartone*: possono essere stoccate all'interno delle celle del magazzino automatico senza ricorrere all'uso di Eurobox in plastica o vassoi. Le dimensioni di queste scatole in cartone sono quasi sempre molto simili alle dimensioni di eurobox standard ma le caratteristiche di rigidità e deformazione del cartone sono molto differenti. Tale tipo di UdC viene spesso sottoposto a specifici trattamenti per garantire l'impermeabilizzazione, tramite l'ausilio, per esempio di pellicole di polietilene che possono venire applicate sulla superficie esterna delle scatole.  
È di fondamentale importanza che tale tipo di UdC non venga esposto all'umidità per non perdere le sue caratteristiche di resistenza.
- *Vassoi in plastica o in metallo*: sono utilizzati per stoccare all'interno di un magazzino automatico scatole e oggetti di diverse dimensioni, sono progettate in accordo tra produttore e cliente per soddisfare al meglio le

esigenze dimensionali dei prodotti che dovranno ospitare (esempio in Fig. 22). Possono essere costruite sia in materiale plastico come gli Eurobox sia con leghe metalliche leggere. Sono delle UdC in genere non utilizzate in ambito ospedaliero.



*Figura 21 – Contenitore tipo Eurobox [42]*



*Figura 22 – UdC tipo Vassoio [43]*

## 2.3 Sistemi di movimentazione

Per “*movimentazione*” o “*Material Handling*” (MH) si intende la movimentazione del materiale e tutta l’attrezzatura collegata a questo scopo, come scaffalature e carrelli elevatori. L’obiettivo è rendere disponibile, attraverso l’impiego di opportuni metodi e strumenti, la giusta quantità del materiale corretto nel posto giusto, rispettando i tempi, le sequenze e le condizioni richieste [20].

Data l’enorme incidenza che questa fase può avere in termini di tempi (Seha et al,2017), costi (Pavini, 2011) e ingombro spaziale (Pavini, 2011), è di fondamentale importanza scegliere il sistema di movimentazione adeguato per perseguire obiettivi di efficacia, efficienza, e affidabilità.

I transpallet e i carrelli elevatori sono i mezzi di movimentazione tradizionali, che richiedono un operatore costantemente coinvolto nella movimentazione dei materiali (Valmiki et al, 2018).

In ottica di utilizzo in ambito sanitario, per aumentare l’efficienza, la sicurezza, l’automazione, e per eliminare l’incidenza di errori umani è di fondamentale importanza optare per mezzi di movimentazione come:

- Sistemi aerei con carrelli automotori.
- Automated Guided Vehicles (AGV).
- Posta Pneumatica (PTS).
- Autonomous Mobile Robot (AMR).

È importante tenere in considerazione come un ospedale con 200 posti letto movimenti in media 6 tonnellate di materiale al giorno che si muovono su uno spazio cumulato di 60 km [49]. Optare per mezzi di movimentazione come quelli che vengono descritti nei paragrafi successivi permette di liberare risorse per attività clinico-assistenziali, generando al contempo una riduzione dei costi.

### 2.3.1 Sistemi aerei con carrelli automotori (EMS)

I sistemi monorotaia elettrificati, chiamati anche automotori o Electrified Monorail Systems (EMS), sono in grado di prelevare autonomamente le merci quali ad esempio pallet, carrozzerie, fasci di nastri o bobine, carrelli, confezioni di piccole dimensioni [21] e trasportarle da un luogo ad un altro.

I sistemi EMS occupano una posizione sopraelevata riducendo gli ingombri a piano pavimento e hanno un vasto campo applicativo essendo implementabili in molti settori industriali nella logistica, in aree di produzione o assemblaggio o per il trasporto merci in ambito ospedaliero [22].

Esistono diversi tipi di EMS che differiscono per velocità, portata, dimensioni impianto, dimensioni rotaie, materiale composito. Per le applicazioni in ambito farmaceutico, sono adeguati sistemi di dimensioni contenute (rotaia 180\*60 mm) e con portate massime limitate che per applicazioni in ambito sanitario non superano solitamente i 100 kg.

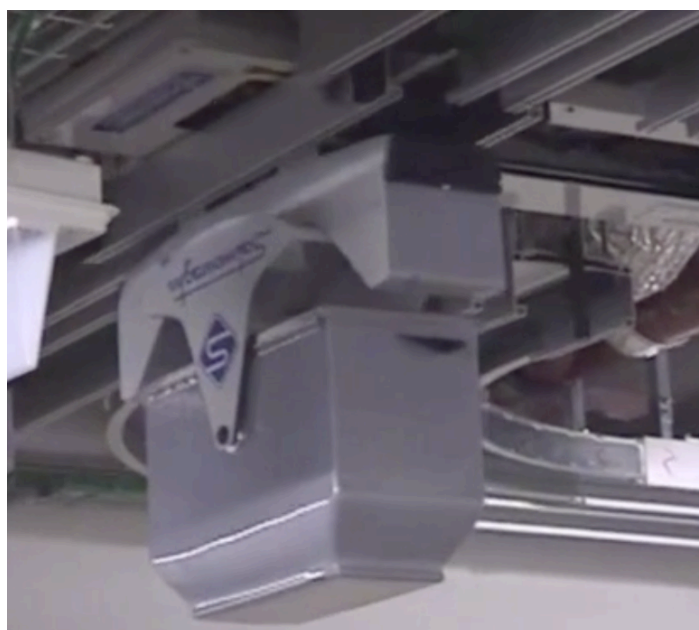


Figura 23 – Sistema aereo con carrelli automotori [32]

Nella configurazione tradizionale la rotaia di alluminio è elettrificata tramite bandelle (canalette di rame) lungo le quali scorrono spazzole di rame e grafite, che alimentano il carrello motore dell'organo in movimento. Esistono anche versioni di automotrici

EMS a induzione in cui non vi è presente contatto fisico tra spazzole e bandelle [24]. Per quanto riguarda il sistema meccanico, il componente base è una rotaia solitamente di alluminio, o acciaio se i carichi da trasportare devono essere maggiori, composta da tratti rettilinei o curvi con i relativi accessori (staffe di sostegno e giunzione, giunti ecc.).

Altri componenti di un sistema EMS sono:

- Componenti meccanici: rotaia, sistema di appensione, carrelli, cremagliere;
- Macchine: carrelli, deviatori, traslatori;
- Sistemi di comando e gestione del movimento.

I carrelli sono unità indipendenti in grado di muoversi lungo il profilo delineato dalla rotaia. La configurazione standard è composta da due carrelli (uno motorizzato e uno in folle) uniti meccanicamente mediante l'ausilio di una barra e a contatto con la rotaia mediante ruote (di trascinamento, folli e di contrasto) montate su cuscinetti. La lunghezza della barra di unione dipende dalle esigenze dell'implementazione tecnica e dalla curvatura del percorso. Sotto la barra di unione vengono trasportati i carichi sospesi [25].



Figura 24 – Esempio di rotaia, sistema di appensione e carrello [33]

### **Nuovo Ospedale di Mestre**

Un esempio di implementazione di questo sistema la si può trovare al Nuovo Ospedale di Mestre [23] in cui è stato possibile collegare diversi reparti dislocati su 9 piani mediante un sistema con una lunghezza di rotaia totale di 1500 m. L'indirizzamento dei veicoli verso i vari rami avviene per mezzo di speciali scambi rotaia motorizzati. Nei tratti in salita e discesa, gli automotori sono vincolati alla monorotaia e per superare il dislivello impegnano una cremagliera continua.

Ogni shuttle presenta un contenitore basculante (fig.23) con una portata massima di 10 kg e un volume di 25 l. La velocità media di ogni veicolo è di 0,4 m/s. Ogni stazione delle 28 presenti è dotata di Access Point con interfaccia facilmente consultabile dagli operatori e la gestione della movimentazione dei veicoli con il coordinamento delle missioni e della movimentazione lungo la linea è effettuata da un server di supervisione comunicante con le varie macchine tramite wireless Wi-Fi e opportune schede di comunicazione a bordo degli automotori.

Questi shuttle potevano portare prodotti farmaceutici ai reparti, provette e campioni dai reparti ai laboratori, documenti tra i vari reparti e l'archivio (radiografie, tomografie, ecografie, referti, cartelle cliniche), materiali urgenti da un'area all'altra (farmaci, dispositivi medici sterili).



### 2.3.2 AGV

Un veicolo a guida automatica (AGV) è un robot che si muove seguendo cavi percorsi da corrente posti sotto il pavimento, nastri catarifrangenti sul pavimento o utilizzando onde radio, telecamere di visione, magneti o laser e sistemi GPS per la navigazione (Berman et al, 2006).

In base al metodo di navigazione possiamo in genere distinguere due tipi di AGV:

- Percorso Predefinito;
- Percorso non Predefinito;

Per gli AGV con percorso predefinito sarà necessario predisporre dei percorsi nel/sul pavimento con alcune delle tecnologie spiegate in precedenza come i sistemi di guida delineati precedentemente a filo, magneti e bande colorate.

Il fatto di seguire un percorso predefinito, se da un lato è efficiente dal punto di vista dei costi per l'utilizzo di tecnologie che sono ormai consolidate, dall'altro lato non garantisce flessibilità ed in alcuni ambiti potrebbe risultare molto limitante (Shi et al, 2020). Piccoli cambiamenti dovuti, ad esempio, ad una modifica del layout della macchina richiedono, infatti, in genere molto tempo per la maggior parte dei sistemi di guida AGV, causando periodi di inattività e diminuzione di produttività.

Nel caso di AGV con percorso non predefinito vengono utilizzate tecnologie di rilevamento che includono sistemi di posizionamento satellitare, come il sistema di posizionamento globale (GPS), telecamere e sensori di rilevamento come LiDAR (Light Laser Detection and Ranging), UWB (Ultra Wide Band) e così via (vedere Fig. 30). Queste tecnologie servono all'AGV per rilevare l'ambiente circostante e/o per essere informati con informazioni sul posizionamento per localizzarsi autonomamente ma il principale svantaggio di questi sistemi è il costo molto elevato. Per gli AGV è di fondamentale importanza essere costantemente integrati con il WMS di magazzino tramite il FMS (Fleet Management Software) per avere, in tempo reale, una visualizzazione della mappatura del magazzino, delle ubicazioni e dello stock e permettere la comunicazione Real-Time tra veicoli.

Tra il sistema e i singoli AGV le comunicazioni avvengono generalmente mediante tecnologia a radiofrequenza e le operazioni comprendono l'avviamento e l'arresto, il cambio di velocità, il sollevamento e l'abbassamento delle attrezzature, le virate, il cambio di percorso e l'interazione con altre attrezzature e sistemi di movimentazione.

La implementazione degli AGV si basa su una serie di considerazioni riguardanti i pesi da trasportare, le prestazioni richieste, l'autonomia e gli spazi di manovra. Inoltre, vi sono quattro differenti tipi di veicoli con differenze sia per quanto riguarda il metodo di navigazione che per la tipologia di sensori (Lynch et al., 2018):

- Towing Vehicle: possono trainare carrelli con materiale nei vari punti di destinazione. Sono utilizzati tipicamente per applicazioni relative ai processi produttivi. Un esempio di Towing Vehicle si può vedere in Fig. 25.
- Unit Load Vehicle: la parte superiore del mezzo posizionandosi sotto un carico, permette di sollevarlo da terra e movimentarlo. Può avere una navigazione monodirezionale o bidirezionale ed è in genere utilizzato per carichi medio-piccoli. (Fig. 27)
- Pallet Truck: AGV simili a transpallet, tuttavia hanno un sistema automatizzato per il sollevamento dei pallet e, grazie all'automazione, viene eliminata la necessità di un operatore che si occupi del trasporto. Sono utilizzati per sollevare e spostare carichi all'interno di impianti produttivi e magazzini. (Fig. 28)
- Forklift: AGV con similitudini rispetto al carrello elevatore azionato dall'uomo, anche in questo caso le forche sono automatizzate e possono venire alzate o abbassate per caricare o scaricare il carico in luoghi prestabiliti. Può stoccare i carichi anche in altezza, infatti può ubicare i pallet anche sui ripiani di uno scaffale. L'impiego maggiore dei Forklift si trova in magazzino o nelle aree di carico e scarico della merce dai mezzi di trasporto. (Fig. 26)

In ambito ospedaliero, i tipi più utilizzati di AGV per il Material Handling sono gli Unit Load Vehicle. In alcune implementazioni vengono utilizzati pure i Towing Vehicle e i Pallet Truck [26].



Figura 25 – Towing Vehicle [38]



Figura 26 – Forklift [37]



Figura 27 – Unit Load Vehicle [40]



Figura 28 – Pallet Truck [39]

L'utilizzo degli AGV permette di ottenere vantaggi quali flessibilità, efficienza e precisione.

I flussi legati al trasporto vengono ottimizzati, così come i carichi e i percorsi, questo si traduce non solo nei vantaggi riportati sopra, ma anche in una maggiore affidabilità e protezione della merce trasportata.

Inoltre, un AGV in acciaio inossidabile elimina virtualmente la contaminazione della manipolazione umana per la bassa ritenività batterica e per la facilità di sanificazione, ed è in grado di distribuire la merce richiesta 24 ore su 24 e 7 giorni su 7 [27].

#### *Caso reale di applicazioni di AGV*

##### **Ospedale di Garbagnate Milanese**

Un caso reale di implementazione di veicoli AGV è stato sviluppato nell'ospedale di Garbagnate Milanese, che da alcuni anni impiega queste tecnologie per automatizzare i processi.

La struttura ha 57.000 mq di superficie con oltre 500 posti letto e 11 AGV adibiti al trasporto dei beni e 147 stazioni di ricezione dislocate in tutto l'ospedale.

Oppent, con la sua famiglia di EVOcart nata appositamente per il settore sanitario è stata la scelta di questo ospedale per movimentare pasti, biancheria, rifiuti, materiali sterili e farmaci, assicurando anche che gli importanti dispositivi di protezione personale (DPI) siano sempre nel posto giusto al momento giusto.

Questi robot sono del tipo Unit Load Vehicles e nell'ospedale di Garbagnate Milanese percorrono complessivamente 730 km alla settimana, pari a circa 1.000 ore di lavoro. Le specifiche tecniche dei robot utilizzati in questa applicazione sono:

### **DIMENSIONI**

Lunghezza	1050 mm
Larghezza	620 mm
Altezza	500 mm

### **CARICO UTILE**

Carico utile del robot	300 kg
------------------------	--------

### **VELOCITÀ E PRESTAZIONI**

Autonomia della batteria	12 ore
Velocità massima Avanti	1,4 m/s
Velocità massima Indietro	0,1 m/s

### **ALIMENTAZIONE**

Batteria	LiFePO4, 24 V, 120Ah
----------	----------------------

#### **2.3.3 AMR**

Un'alternativa agli AGV sono i Robot Mobili Autonomi (AMR).

Gli AMR (Fig. 29) sono veicoli molto simili agli AGV, ma utilizzano sensori e processori di bordo per spostare autonomamente i materiali senza la necessità di guide fisiche o marcatori (vedere Fig. 30). Sono in grado di interagire con l'ambiente circostante, ricordando la posizione, e pianificando dinamicamente il percorso da un punto iniziale fino ad un punto di destinazione [28].



Figura 29 – AMR ospedaliero [41]

Rispetto a un sistema di veicoli a guida automatica (AGV), in cui un'unità centrale controlla le decisioni di programmazione, instradamento e spedizioni di tutti gli AGV, gli AMR possono comunicare e negoziare in modo indipendente tra loro e con altre risorse come macchine e sistemi e quindi il processo decisionale è decentralizzato. In questo modo, i cambiamenti nello stato del sistema e nell'ambiente vengono gestiti in modo rapido e dinamico (Fragapane *et al*, 2021), adattandosi facilmente ai cambiamenti nell'ambiente operativo.

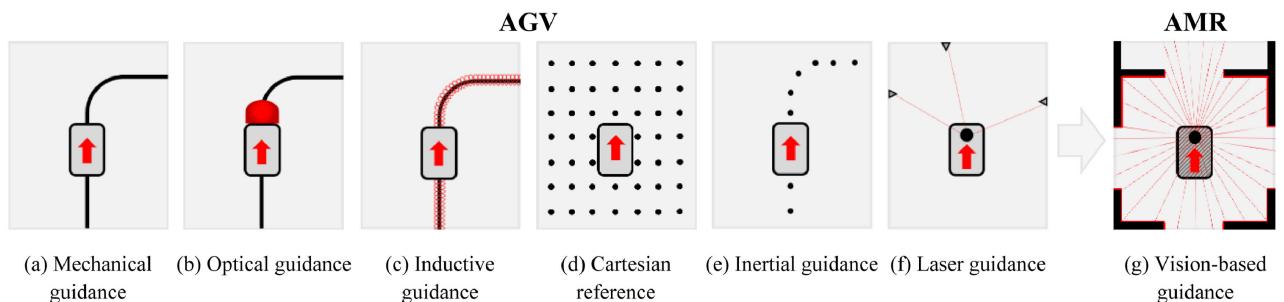


Figura 30 – Confronto tra i principali sistemi di guida di AGV rispetto agli AMR (Fragapane *et al*, 2021)

### Caso reale di applicazioni di AMR

#### Ospedale universitario di Sjælland

Un esempio di applicazione di AMR autonomi si può trovare nell'ospedale universitario della regione Sjælland, in Danimarca, dove 5 reparti ricevono consegne

autonome dal centro di sterilizzazione dell'ospedale grazie all'utilizzo di un robot mobile della Mobile Industrial Robots, il MiR100.

L'implementazione ha avuto data di partenza nel giugno 2018, permettendo di migliorare il servizio, ridurre lo spazio di stoccaggio, risparmiare lunghi spostamenti allo staff e evitare che i reparti si trovino senza materiale.

Prima dell'arrivo di MiR100, gli assistenti effettuavano consegne settimanali di materiale monouso (ferri chirurgici) ai diversi reparti mentre ora, il robot, percorrendo in media 10 km a settimana, consegna il materiale giornalmente, facendo in modo che i reparti non finiscano mai le scorte.

Le potenziali applicazioni dei robot MiR all'interno degli ospedali sono numerose e possono andare dal ritiro e consegna dei rifiuti, ritiro dei campioni di sangue e consegna al laboratorio, l'assistenza agli infermieri nella somministrazione delle terapie (in particolare modo nei reparti di chemio-radio terapia).

Il Robot mobile collaborativo utilizzato nell'ospedale di **Sjælland** ha le seguenti specifiche tecniche [45]:

#### **DIMENSIONI**

Lunghezza	890 mm
Larghezza	580 mm
Altezza	352 mm
Altezza dal pavimento	50 mm
Peso (senza carico)	70 kg
Superficie di carico	600 x 800 mm

#### **CARICO UTILE**

Carico utile del robot	100 kg (220 lb) (pendenza massima del 5%)
Capacità di traino	300 kg (660 lb)

#### **VELOCITÀ E PRESTAZIONI**

Autonomia della batteria	10 ore o 20 km
Velocità massima Avanti	1,5 m/s (5,4 km/h)
Indietro	0,3 m/s (1 km/h)

## ALIMENTAZIONE

Batteria	Li-NMC, 24 V,
Tempo di carica Con cavo	fino a 4,5 ore (0/80%: 3 ore)
Con stazione di ricarica	fino a 3 ore (0/80%: 2 ore)

### 2.3.4 Posta pneumatica

La Posta Pneumatica (Pneumatic Tube System – PTS) è un sistema frequente nella movimentazione outbound di merce ospedaliera quali farmaci e dispositivi medici di piccole dimensioni (Fig. 32). Trova più comune utilizzo nel caso di documenti e risultati di test ospedalieri, ma anche di campioni di laboratorio, sangue e plasma che raggiunge in modo rapido e veloce la destinazione senza subire shock di alcun tipo (Pupek *et al*, 2017).

I principali vincoli della Posta Pneumatica sono le dimensioni solitamente contenute e il corto perimetro d'azione. I componenti principali (Fig.31) di un sistema a Posta Pneumatica sono [29]:

- Il bossolo: contenitore ergonomico di varie misure. Le dimensioni interne generalmente sono di 80, 115, 154 e 240 mm e quelle esterne dei bossoli corrispondono a tubi industriali standard, di diametro 110, 160, 200 e 315 mm, con una lunghezza che può andare dai 245 mm ai 500 mm.
- Il soffiante: la tecnologia di Posta Pneumatica è incentrata su pressione e vuoto delle tubazioni. Sono questi due elementi che determinano la direzione del bossolo e la sua velocità lungo la tubatura (può raggiungere gli 8 m/s)
- La tubazione: è generalmente in PVC, tuttavia in ambito ospedaliero sono più comunemente utilizzate tubazioni in acciaio che passano indifferentemente sottoterra, a soffitto o a parete. L'utilizzo di tubazioni in acciaio permette di rispondere perfettamente agli standard di igiene richiesti per l'uso nelle strutture ospedaliere, perché dotati di elevata resistenza alla corrosione, elevata compattezza superficiale e bassa ritentività batterica.
- Il deviatore: permette l'incanalamento del bossolo nella giusta direzione. È importante in un impianto di Posta Pneumatica complesso multistazione, per permettere ad ogni bossolo di partire da e per la stazione designata.





Figura 31 – In ordine: Bossolo, Soffiante, Deviatore, Tubazione [29]

I bossoli possono essere accoppiati con chip RFID per una più completa integrazione del sistema. In questo modo possono venire raccolti dati quali la posizione del vettore, la sua velocità di trasporto o la sua destinazione.

Il sistema raccoglie e salva tali dati per aiutare gli utenti a ottimizzare i processi interni e i tempi di consegna.



Figura 32 – Posta pneumatica [30]

### *Caso reale di applicazioni del sistema di Posta Pneumatica*

#### **Ospedale Santo Spirito – Casale Monferrato**

Presso l'Ospedale Santo Spirito di Casale Monferrato [44] è stato installato un dispositivo di posta pneumatica che trasferisce automaticamente i campioni si

sangue dal Punto Prelievi e dal Pronto Soccorso, che si trovano entrambi al piano rialzato, fino al Laboratorio Analisi, situato al secondo piano dell'ospedale per un totale di circa 350 provette al giorno.

Dal punto di vista tecnico il sistema consiste di 6 stazioni di collegamento dislocate presso l'area Accettazione, il Centro Prelievi e il Pronto Soccorso e di altre 4 stazioni presenti presso il Laboratorio Analisi.

I campioni vengono trasportati in contenitori ermetici, all'interno di una rete di tubature che collega tra loro le diverse stazioni e con il costante controllo da una centralina di comando che sorveglia l'intero impianto, monitora i bossoli, attraverso un complesso sistema di rilevatori ottici; la propulsione è ad aria.

I bossoli viaggiano ad una velocità di 4-8 metri al secondo, prevedendo un'accelerazione ed una frenata graduate, per evitare brusche variazioni che potrebbero alterare o danneggiare il materiale trasportato.

Possono essere trasportate fino a 12 provette contemporaneamente e sono movimentabili attraverso il sistema di posta pneumatica anche confezioni di farmaci, materiale organico, sacche di sangue, referti.

## 2.4 Vantaggi nell'automazione di magazzino

I sistemi di stoccaggio automatici rappresentano il presente e il futuro nell'immagazzinamento merci in ambito sanitario.

La ricerca di FIASO (Federazione Italiana Aziende Sanitarie e Ospedaliere): “*La Logistica sanitaria Nelle Aziende Sanitarie e ospedaliere del SSN*” [55] evidenzia profonde inefficienze nel SSN italiano, per esempio, rileva come il 60% delle aziende individuino aree di criticità media o alta per inadeguatezze di tipo strutturale (layout, qualità degli ambienti, qualità degli accessi ecc.) e di criticità elevata nell'automazione di magazzino. È possibile pertanto affermare che gli attuali magazzini necessitano di importanti investimenti per garantire un buon livello di servizio e ottimizzarne la gestione.

In questa sezione del report vengono riassunti e illustrati i principali vantaggi dell'introduzione di tecnologie di automatizzazione end-to-end, cioè dall'arrivo all'uscita della merce da magazzino. La trattazione cercherà di seguire il processo di evasione degli ordini, secondo il seguente flusso logico:

1. *Arrivo merce in magazzino*
2. *Stoccaggio merce*
3. *Picking*
4. *Spedizione merce*

In particolare, le attività di picking assorbono fino al 65% degli FTE (Full-Time Equivalent: fornisce una misurazione univoca del tempo lavorativo impiegato per specifiche mansioni) [53], verrà quindi prestata particolare attenzione su questo processo, che risulta cruciale per l'ottimizzazione di magazzino.

Per quanto riguarda la movimentazione interna, i sistemi AGV e AMR godono del vantaggio di essere delle tecnologie flessibili e scalabili, dato che la numerosità della flotta di veicoli può essere modificata a seconda delle esigenze della domanda.

Sono anche meno esigenti in termini di impianti fissi rispetto alle soluzioni basate su trasportatori (EMS, Posta Pneumatica).

Allo stesso modo di altre soluzioni *Parts-to-Picker*, gli AGV possono essere impiegati con successo nel processo di Picking, eliminando la necessità dei lavoratori di

muoversi nel magazzino e riducendo i tempi morti e il tempo speso in viaggi e ricerche da parte del personale operativo.

#### 2.4.1 Vantaggi sistemi di stoccaggio automatizzati

I magazzini automatizzati sono caratterizzati da notevoli differenze in ambito procedurale, in particolar modo nelle attività di picking, e vantaggi specifici che li distinguono dai magazzini tradizionali.

Alcune delle caratteristiche più significative nel confrontare i magazzini automatici con i magazzini tradizionali sono:

- *Indice di selettività*
- *Indice di saturazione superficiale*
- *Capacità di movimentazione*

L'indice di selettività permette di valutare l'accessibilità diretta alla merce e la possibilità di prelevare una determinata UdC senza movimentare altre unità di carico che ne impediscono il prelievo. È rappresentato con il rapporto tra i singoli pallet/contenitori prelevabili direttamente e il numero totale di pallet/contenitori stoccati all'interno del magazzino.

Per selettività si può altrettanto intendere la capacità di ciascun veicolo (in contrapposizione con la persona fisica) di avere accesso ad un determinato numero di codici ed è quindi massima quando ogni codice stoccato all'interno del magazzino è accessibile direttamente, e, al contrario, bassa, quando ogni veicolo/persona ha la possibilità di accesso ad un numero limitato di celle e quindi ad un numero limitato di codici prodotto.

Per saturazione superficiale si intende il numero di UdC per unità di superficie (ad esempio m<sup>2</sup>).

A numeratore non si tiene quindi conto dell'area occupata dalle scaffalature, dai corridoi e dalle strutture dei sistemi di stoccaggio che sono tuttavia fattori da tenere in considerazione nella scelta del sistema di stoccaggio adatto.

La capacità di movimentazione è la capacità di un qualsiasi sistema meccanico di trasportare un'unità di carico da un punto predefinito ad un altro indicato dal software di gestione in un'unità di tempo predefinita. L'unità di misura per questo indice di

prestazione del sistema è UdC/h, e tiene quindi conto di quante unità di carico vengono movimentate all'interno del magazzino prendendo in considerazione sia quelle in entrata sia quelle in uscita.

I magazzini automatici presentano, in confronto con i sistemi di stoccaggio tradizionale, uno sfruttamento ottimale dello spazio, con un'alta saturazione superficiale e volumetrica, elevata accessibilità ai carichi, e un aumento della produttività rispetto a una gestione di tipo tradizionale.

Nel grafico seguente vengono riportati alcuni dei vantaggi specifici del magazzino automatico con le relative attività che vengono impattate dall'implementazione di soluzioni automatizzate all'interno del magazzino di un'azienda sanitaria.

### Vantaggi specifici del magazzino automatico

Pro	Attività	
<b>Riduzione delle attività del personale</b>	Order picking	Ricerca prodotto
		Picking
	Movimentazione interna merce	
	Allestimento Unità di Consegna	
	Verifica integrità merce	
	Controllo livello scorte e scadenze prodotti	
	Carico merce a magazzino	
<b>Maggiore precisione e minore incidenza di errori</b>	Accettazione merce a magazzino	
	Picking più preciso	
	Monitoraggio scaduti e scorte	
	Resi a magazzino meno frequenti	
<b>Maggiore produttività</b>	Picking più preciso	
	Movimentazione merce più frequente	
	Allestimento ordinativi	

È importante sottolineare come la lista dei vantaggi sia molto più lunga e comprenda anche:

- Sicurezza durante i processi di movimentazione dei carichi: non vi è bisogno della presenza di operatori all'interno della zona di stoccaggio;
- Protezione del prodotto;
- Affidabilità e semplicità di utilizzazione;
- Ridotti costi di manutenzione;
- Riduzione del tempo di preparazione degli ordini;
- Ritorno rapido dell'investimento;
- Rispetto ambientale: le nuove soluzioni implementano motori e azionamento a risparmio energetico.

#### 2.4.2 Confronto tra sistemi di picking innovativi

Nella scelta del sistema di picking da implementare a magazzino ci sono diversi fattori da tenere in considerazione come ad esempio le unità di carico e spedizione utilizzate, le caratteristiche fisiche e gestionali dei prodotti da prelevare, il numero di prodotti a magazzino, il numero delle righe evase (comportamento articoli ottica ABC), il giusto livello di riordino per non rischiare di interrompere la catena di prelievo nonché tutte le varie attività di contorno quali imballaggio, confezionamenti e le relative necessità.

In Figura 37 è fornita un'overview complessiva che mette in relazione la filosofia operativa adottata in rapporto al grado di automazione. Le due filosofie operative principali, come spiegato nei capitoli precedenti, sono *Parts to Picker* (MTG in Fig. 37) e *Picker to Parts* (GTM in Fig. 37).

Il livello massimo di automazione nei sistemi di picking più avanzati è ottenibile con una configurazione chiamata *Goods to Robot* che cerca di eliminare il fabbisogno degli operatori e prelevare la merce in modo totalmente automatico.

All'interno del processo di picking, il tempo trascorso alla ricerca del prodotto occupa un percentuale considerevole ed è pertanto fondamentale introdurre soluzioni che

permettono di aumentare la produttività degli operatori, eliminando o almeno riducendo gli errori, con soluzioni a supporto dell'addetto al picking come Pick to Light, RF Picking, Voice Picking. Queste soluzioni possono essere applicate sia per scaffalature tradizionali che per i sistemi di stoccaggio più innovativi come p.e. VLM o magazzini automatici che servono baie di picking.

Il picking manuale può anche essere svolto con l'ausilio di un carrello commissionatore (se le unità di stoccaggio sono pallet), Put to Cart o a piedi tra gli scaffali nel caso di prelievo a gravità.



Figura 33 – Put To Cart, Carrello [Simco Consulting, Progettare e riorganizzare un magazzino ad alto contenuto di picking, 02/04/2020]

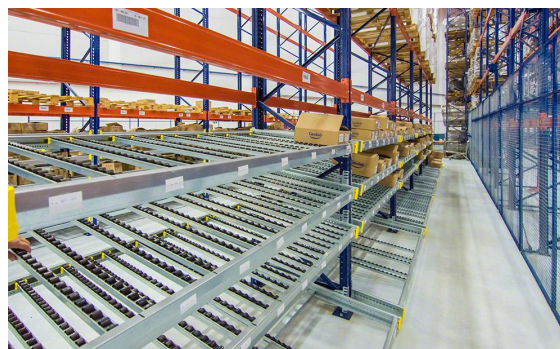


Figura 34 – Scaffalature a gravità per minuterie [56]

Impiegando soluzioni meccanizzate *Parts to Picker* è possibile automatizzare efficacemente questa parte del processo, aumentando la produttività dei lavoratori nonché limitandone l'impegno fisico. Le soluzioni robotiche, lavorando autonomamente nel magazzino o in tandem con l'uomo permettono di limitare la necessità di utilizzare addetti al picking per la maggior parte della merce stoccata in magazzino.

In termini di benefici derivanti dalla riduzione dei costi operativi di magazzino, i più importanti che si possono considerare sono quelli ottenibili in seguito al passaggio dalla configurazione *Picker to Parts* alla *Parts to Picker*, che, da un lato permette una riduzione dei tempi di movimentazione interna di magazzino, e, dall'altro, permette di l'utilizzo di un numero minore di operatori in seguito all'introduzione di trasloelevatori, shuttle e/o bracci robotizzati, aumentando il livello di automazione e le prestazioni del magazzino.

Il pezzo prelevato in modo automatico viene convogliato fino a baie di picking attrezzate, o a scaffalature per permetterne il prelievo all'operatore.



*Figura 35 – Baia di Picking e Refilling [57]*

L'operatore quindi non deve far altro che prelevare la merce desiderata dal contenitore originale. Tale contenitore da cui prende i pezzi che gli servono sarà alimentato automaticamente, alla giusta frequenza e nelle esatte quantità nelle baie per il picking apposita.

Anche i processi seguenti di imballo, convogliamento e spedizione dei contenitori possono essere gestiti in modo automatico.

Le soluzioni con baie di picking (Fig. 35) sono adatte per prodotti di medio piccole dimensioni e possono essere equipaggiate con tecnologie di supporto quali supporti ergonomici (p.e. manipolatori) per venire incontro alle esigenze dell'operatore.



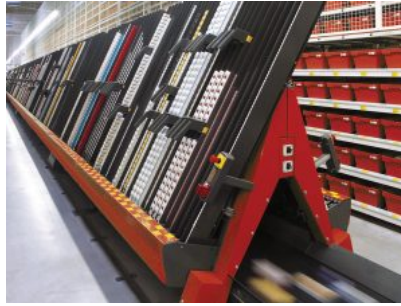


Figura 36 – A-Frame [58]

Altri sistemi per minuterie o piccole confezioni sono sistemi più stand alone come armadi orizzontali e verticali o come i sistemi A-frame (Fig. 36) e i Sorter, entrambi usati molto in ambito farmaceutico.

Le capacità in questi ultimi due casi sono elevatissime, ed è pertanto importante gestirne l'alimentazione in modo corretto per non interrompere la catena di prelievo.

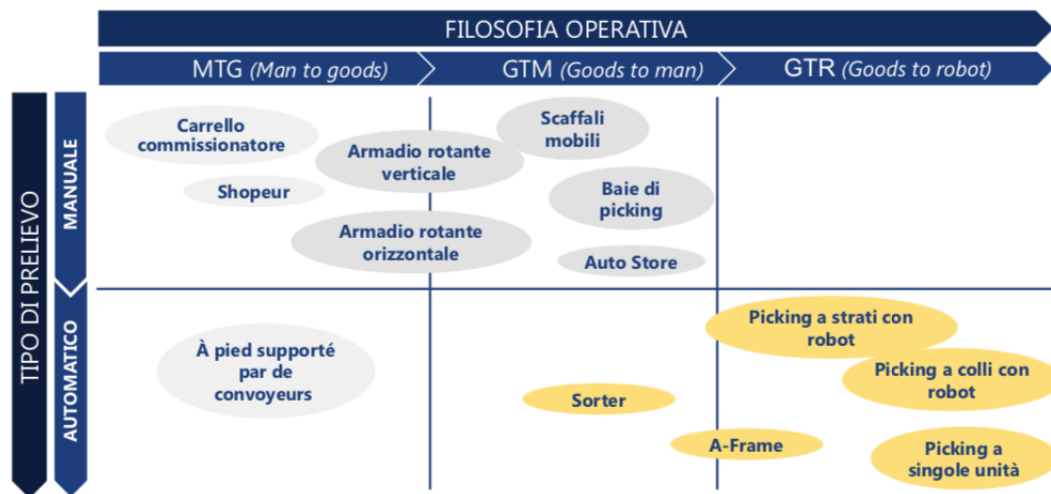


Figura 37 – Scenari tecnologici soluzioni picking [Simco Consulting, Progettare e riorganizzare un magazzino ad alto contenuto di picking, 02/04/2020]

Nel caso di sistemi *Goods to Robot*, esempi di configurazioni di questo tipo sono A-Frame (Fig. 36) e Picking con Robot (Fig. 38).

Il sistema A-Frame permette l'allestimento automatico di ordini in scatole o cassette, ed è una delle soluzioni più usate in ambito farmaceutico, dove i prodotti sono di dimensioni contenute e fragili.

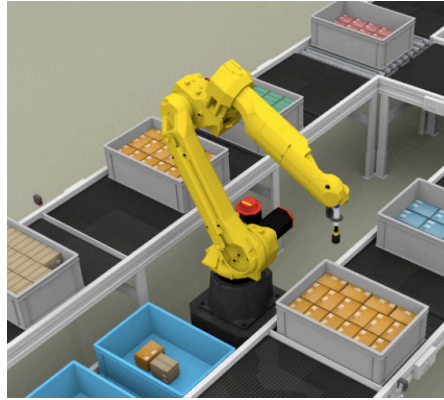


Figura 38 – Illustrazione Robot Antropomorfo per Picking [59]

Nel picking con robot l'operatore è sostituito da un robot in grado di prelevare anche solamente una singola unità all'interno dell'unità di confezionamento.

La complessità è elevata ed elevatissimo è il grado di automazione, infatti la depallettizzazione e sequenziazione fino ad arrivare al pallet pronto per essere spedito al cliente possono essere gestiti in modo totalmente autonomo.

Queste soluzioni sono costose e pertanto applicabili solo in determinate situazioni che per necessità di prestazioni o oggetti ne giustificano il costo.

Il grafico in fig. 39 permette di mettere in relazione i sistemi per il picking di magazzino più comunemente utilizzati con le relative aree di performance operative.

Sull'asse delle ordinate è possibile osservare la produttività valutata in righe l'ora mentre sull'asse delle ascisse il numero di referenze stoccate a magazzino.

Si può notare come la soluzione che utilizza sistemi *picker to parts* sia la più inefficiente dal punto di vista della produttività dell'operazione di picking.

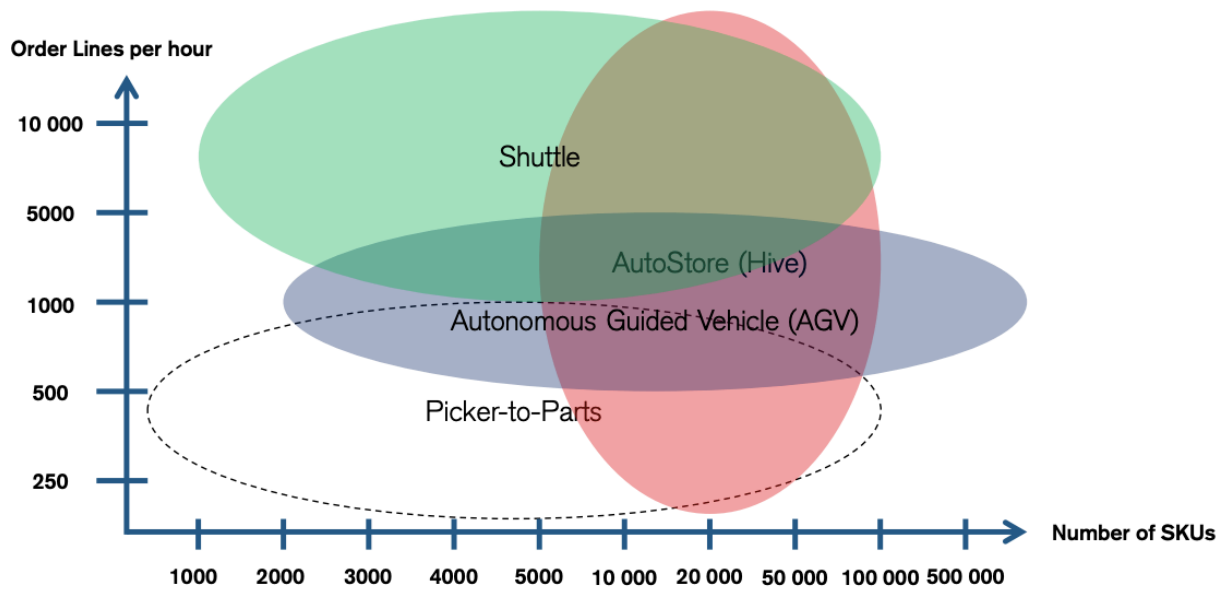


Figura 39 - Overview di sistemi parts to picker vs picker to parts (Warehouse Automation Research, Credit Suisse, 2017) [54]

### 3. Flow chart attività/processi

Negli allegati, si possono osservare i flow charts relativi ai principali processi logistici sanitari per quanto riguarda i magazzini di tipo tradizionale, non automatizzati (descrizione al paragrafo 3.1). Le informazioni sono state tratte da procedure logistiche di magazzino in uso da parte di Aziende Sanitarie piemontesi, nonché documenti tecnici di capitolati di gara d'appalto per l'esternalizzazione di servizi logistici sempre nell'ambito di magazzini sanitari.

Sono stati tenuti in considerazione i processi operativi attinenti l'arrivo e la movimentazione interna di merce, farmaci in primis, nonché del flusso informativo ad esso collegato.

La trasposizione grafica del processo su flow chart permette di fornire una visione d'insieme dei processi, in modo tale da rendere più immediata, completa ed esaustiva la comprensione delle varie fasi che interessano i flussi di farmaci e dispositivi medici.

Il diagramma utilizzato presenta una struttura a matrice dove nelle colonne sono rappresentati i diversi attori coinvolti nel processo, mentre riga per riga sono rappresentate le sotto-fasi del processo descritto dal Flow Chart.

Per ognuno, oltre ad una descrizione più approfondita, vengono sinteticamente descritti i vari attori coinvolti nel processo.

## 3.1 Principali fasi del processo logistico per un magazzino tradizionale

### 3.1.1 Accettazione, ricevimento e stoccaggio merce

Questa fase logistica (vedere allegato 3) inizia con il controllo periodico delle scorte da parte degli operatori di magazzino coadiuvati dal sistema gestionale WMS. Nel caso di merce in sotto scorta, viene emesso un ordine ai fornitori che provvedono a evadere la richiesta nel rispetto di predeterminati termini contrattuali. In caso di ritardo nella consegna l'amministrativo di magazzino emette un sollecito nei confronti del fornitore.

Per garantire la tracciabilità viene in ogni caso garantito il tracking online dal momento della spedizione a quello della consegna ai centri di utilizzo mediante l'ausilio di tecnologie di rilevamento dello stato di avanzamento della consegna e di registrazione elettronica dei movimenti contabili.

All'arrivo in magazzino dei prodotti provenienti dai fornitori viene effettuato un primo controllo sul contenuto del documento di trasporto, n° di colli e n° d'ordine. Se la bolla è conforme all'ordine, la merce viene formalmente accettata e scaricata dal mezzo.

Il secondo controllo viene effettuato dal personale di magazzino sulla corrispondenza in bolla tra il numero del lotto, la quantità, la referenza, la scadenza e la corrispondenza qualitativa, con particolare riguardo a confezionamento, etichettatura e stato di conservazione secondo i protocolli predisposti dalla struttura logistica

Il documento di consegna viene validato (con riserva di ulteriore controllo) e una copia di questo è riconsegnata al vettore di trasporto.

Qualora la quantità di materiale risultasse in difetto, l'ordine viene comunque accettato con riserva, e si richiede la quantità mancante in un invio successivo.

Per altri tipi di non conformità la prassi degli operatori è generalmente quella di contattare e avvertire la ditta fornitrice.

A seconda del tipo di gestione, che può essere a stock o a transito, il materiale viene quindi preso in carico contabilmente e messo a disposizione per lo stoccaggio (se a stock) oppure per la consegna diretta ai centri utilizzatori (se a transito).

Per la merce in stock ciascuna unità di carico destinata all'immagazzinamento viene identificata tramite etichetta contenente informazioni relative al lotto di produzione, al codice prodotto, alla data di scadenza, al numero di pezzi e alla relativa unità di misura.

Nella conservazione dei prodotti deve essere previsto il monitoraggio e la documentazione della temperatura per determinati farmaci vincolati a specifiche temperature di conservazione e per tutta la merce deve essere in ogni caso garantita la corretta conservazione e la conformità con le normative di sicurezza.

La valorizzazione delle giacenze viene effettuata in base al Prezzo Medio Ponderato e nella gestione del Magazzino viene applicata una logica First In First Out (FIFO), se non per casi particolari quali farmaci e altri prodotti con data di scadenza, dove si applica una logica First Expiry First Out (FEFO).

### 3.1.2 Evasione

#### *Richiesta di prelievo merce a stock*

Le richieste sono informatiche e compilate sulla base di un prontuario dall'operatore presso il reparto. La richiesta si basa sul fabbisogno dalle terapie prescritte e deve rispettare un calendario consegne predefinito se in regime ordinario, ma può essere emessa anche in regime di urgenza e emergenza, per le cui tempistiche di evasione si rimanda al capitolo 4.1.2.3.

La merce è gestita in due modalità: a stock (allegato 1) o in transito (allegato 2). In entrambi i casi la verifica di congruità di tali richieste è compiuta dall'amministrativo di magazzino sulla base di un protocollo operativo che definisce la procedura di validazione e che tiene in considerazione anche lo storico delle quantità richieste e le giacenze medie del magazzino stesso e del reparto. Qualora la richiesta non fosse validata per esistenza di incongruità, il personale del centro di consumo deve provvederle alla modifica e ripetere la procedura di validazione da parte dell'amministrativo di magazzino.

Nel caso di una richiesta per prelievo di merce a stock, una volta trasmessa al WMS di magazzino, la procedura di picking viene presa in carico da un operatore in modalità digitalizzata o tradizionale.

Nel caso digitalizzato viene utilizzata un'interfaccia su dispositivo palmare (che permette di migliorare l'efficienza delle operazioni; nel caso tradizionale, invece, viene stampata la lista di prelievo in formato cartaceo, e poi spuntata in modo manuale dall'operatore di magazzino incaricato delle operazioni di picking.

Qualora in magazzino non fosse disponibile tutto il materiale al momento della richiesta, le quantità mancanti vengono segnalate al WMS di magazzino, inserite in back-order e spedite al centro di consumo in un secondo momento.

Viene quindi aggiornato il WMS, predisposto l'allestimento di ceste o carrelli con etichettatura delle unità di consegna con indicazioni di tracciatura (codice prodotto, lotto e scadenza), secondo gli standard adeguati a garantirne la tracciabilità, e stilati i documenti di trasporto.

A partire dalle richieste ricevute, gli operatori tengono sotto monitoraggio la giacenza dei materiali e la presenza o meno di eventuali referenze scadute.

La merce viene spedita secondo le relative tempistiche di evasione con l'ausilio di addetti al trasporto e automezzi, se il centro di consumo è esterno, o caricando le unità di consegna su apposti carrelli se il trasporto è interno, come quando il centro di consumo richiedente si trova nella stessa struttura ospedaliera sede del magazzino.

Al ricevimento del materiale presso il centro di consumo (Reparto, RSA..) viene effettuato preliminarmente un controllo in accettazione volto a valutare se il materiale ricevuto sia conforme alla richiesta effettuata.

Se il materiale risulta conforme, la merce viene accettata e stoccata presso i magazzini del centro di consumo. Qualora il materiale risulti non conforme, viene segnalato l'errore al magazzino e viene effettuato il reso o il reintegro di un eventuale back-order.

### 3.1.3 Evasione richiesta di prelievo merce in transito

Nel caso di una richiesta di merce gestita a transito (vedere allegato 2), previa approvazione da parte dell'amministrativo di magazzino come spiegato nel paragrafo 3.1.2.1., viene emessa una Richiesta di Acquisto (RdA).

L'ordinativo viene quindi ricevuto ed evaso dal fornitore di Farmaci e/o Dispositivi medici.

All'arrivo in magazzino, la merce è soggetta ad una prima verifica dell'integrità di confezionamento e conformità all'ordine. Qualsiasi difformità deve essere segnalata al più presto dagli addetti del magazzino al fornitore e provvedere al reso o all'eventuale sostituzione della merce in questione.

Se la merce è conforme viene collocata in spazi idonei in attesa della spedizione, che avviene secondo le tempistiche di evasione degli ordinativi, in base al grado di urgenza associato.

Al momento della spedizione, effettuata da un addetto al trasporto, viene predisposto l'allestimento di ceste o carrelli e stilati i relativi documenti di consegna per garantire l'arrivo della merce al centro di consumo.

Al ricevimento del materiale presso il centro di consumo (Reparto, RSA..) viene effettuato preliminarmente un controllo in accettazione volto a stabilire se il materiale ricevuto sia conforme alla richiesta effettuata.

Se il materiale risulta conforme, la merce viene accettata e stoccata presso i magazzini del centro di consumo. Qualora il materiale risulti non conforme, viene segnalato l'errore al magazzino e viene effettuato il reso o il reintegro di un eventuale back-order.

L'amministrativo di magazzino, di concerto con i responsabili del centro di consumo, si riserva di rivedere periodicamente la definizione dell'insieme di codici gestiti a transito, optando eventualmente per una gestione a stock per quei prodotti a di più frequente utilizzo da parte dei centri di consumo.

#### 3.1.4. Tempistiche di evasione merce

Come anticipato in precedenza, ci sono diverse tempistiche di evasione delle richieste in base al regime di urgenza selezionato dal centro di consumo. In particolare, sia nel caso a stock che nel caso a transito, possiamo avere:

- Consegne in regime ordinario: sono tipologie di evasione dell'ordine che seguono un calendario di consegne pianificato con i centri utilizzatori richiedenti.
- Consegne in regime di urgenza: Sono essenzialmente richieste legate al reintegro del fabbisogno dei reparti richiedenti, dopo essere stata predisposta la richiesta informatizzata, deve essere valutata l'effettiva urgenza dal personale preposto secondo un protocollo operativo adeguatamente stilato e predisporre la consegna entro le tempistiche concordate.



- Consegne in regime di Emergenza: sono richieste urgenti non differibili da parte dei reparti che sono eseguite entro 2 ore dalla ricezione. In caso di mancata disponibilità gli operatori di magazzino si attivano per gestire l'emergenza alternativamente.

### 3.2 Limitazioni sistemi di stoccaggio tradizionali

La sanità, come visto nel capitolo 3, è stata caratterizzata da una tendenza all'innovazione che si è mossa in ritardo rispetto all'ambito produttivo e industriale.

L'ausilio di sistemi informativi poco o non aggiornati, unitamente ad un loro utilizzo improprio, può causare flussi informativi non ottimizzati ed è pertanto quanto mai attuale la necessità di introdurre tecnologie di supporto e gestione per supportare il processo logistico sanitario.

Il problema è quindi accentuato dal fatto che alcuni attori della Supply Chain non hanno una formazione logistica e che le attività logistiche di per sé, non rientrano nel business core delle aziende che operano nel settore sanitario. Ad esempio, molto spesso risultano coinvolto il personale sanitario nelle operazioni di controllo giacenze, redazione richieste, trasporto della merce al centro di consumo ecc. (Cap.2.5) Queste operazioni riducono il tempo disponibile per la cura e l'assistenza dei pazienti e influiscono negativamente sul livello di servizio (Domina e Rafele, 2004)

I sistemi di stoccaggio tradizionali sono inoltre caratterizzati da una serie di problematiche quali un ampio ricorso alla documentazione cartacea che per sua natura è spesso caratterizzata da errori di trascrizione e che determina una comunicazione carente tra reparti e servizi (Cagliano, Carlin & Grimaldi, 2007). Per esempio la trascrizione dalla cartella clinica cartacea al registro infermieristico è manuale.

Un'altra problematica è evidenziabile a causa dell'elevato numero di codici di prodotto che può indurre confusioni ed errori in assenza di opportuna informatizzazione o di tecnologie di supporto.

All'interno del processo di picking, ad esempio, una volta acquisite le Richieste di Prelievo e autorizzate dal Farmacista, gli operatori addetti al picking stampano la lista e procedono con le operazioni di picking.

Una grande incidenza delle problematiche è inoltre attribuibile agli errori di consegna, i quantitativi, infatti, sono spesso diversi da quanto concordato e il calendario anche per quanto riguarda le richieste vien disatteso e spesso supera le tempistiche concordate.

Questo genera incertezza sui tempi di consegna dei materiali destinati ai reparti.

Altre problematiche considerabili sono:

- *Mancato controllo dell'effettivo consumato al centro di consumo*
- *Controlli solamente visivi della data di scadenza;*
- *Assenza di lettore ottico per le operazioni di carico e scarico;*
- *Assenza di relazioni consuntive e resoconti automatici;*
- *Spazio a magazzino limitato;*
- *Collocazione del materiale senza uno standard univoco;*
- *Quantità scorte errata per mancanza di strumenti o tecnologie per la stima dei consumi;*
- *Mancato uso di strumenti informatici;*
- *Comunicazioni a voce o cartacea con rischio errori o perdita di informazioni;*

## 4. Sistemi di stoccaggio automatici per ambito sanitario

### 4.1. Procedure relative al magazzino automatico di un Ospedale Torinese

Nei paragrafi successivi verranno formalizzate le procedure relative all'AO soggetto di studio e riportate sui Flow Chart in allegato. In particolare l'analisi si focalizzerà su:

- Procedura carichi e scarichi da magazzino di materiali sanitari;
- Procedura relativa agli approvvigionamenti di beni sanitari;
- Procedura resi di merci e beni ai fornitori.

Nei paragrafi seguenti sono state separate le fasi di carico (allegato 4) e scarico (allegato 5) e la prima è stata accorpata alla procedura di approvvigionamento. Infine verrà descritta la procedura di reso di merce al fornitore (allegato 6).

#### 4.1.1 Procedura di Carico

Il Farmacista responsabile di Settore (FRs), provvede quotidianamente ad evidenziare i prodotti che risultano essere al di sotto del valore definito come "sotto-scorta" e stampa la "Lista delle proposte" che validerà totalmente o in parte in un secondo momento dal punto di vista quali-quantitativo, confermando quelle che devono essere trasformate in Buono d'Ordine.

Per i dispositivi medici stoccati presso il magazzino farmaceutico, l'emissione della Proposta d'Ordine (PO) avviene tramite il sistema informatico Eusis-GPI.

Per i dispositivi medici "in transito", cioè senza una giacenza nel magazzino farmaceutico, ma solo nel deposito presso le Unità Operative utilizzatrici, la P.O. si genera automaticamente sul sistema GPI al raggiungimento dei valori di scorta minimi preimpostati. La stessa viene poi visualizzata dall'O.A. responsabile dell'approvvigionamento del deposito, trasformata in B.O. dopo essere stata validata dal Farmacista.

Condizione necessaria per la trasformazione della P.O. in B.O. è la predisposizione di un contratto sul sistema Eusis – GPI che devono contenere le informazioni relative

alla Ditta fornitrice, alla durata del contratto, i dati contabili (importo, conto, programma di spesa, cig) e i prodotti aggiudicati con i relativi prezzi. La registrazione dei contratti è compito dell'Operatore Amministrativo.

L'O.A. del Settore a cui afferisce la gestione del deposito, provvede giornalmente a trasformare le P.O. approvate dal FRs in B.O.

Nel caso in cui all'articolo sia stato associato un contratto, la trasformazione in ordine avviene digitando il tasto "trasforma". In questa maniera il contratto e la ditta vengono inserite automaticamente nel B.O. e si procederà solo ad aggiungere il luogo di consegna della merce (Magazzino farmaci o Magazzino dispositivi etc..), eventuali imputazioni di centro di costo e le note.

Se, invece, all'articolo non è stato ancora associato un contratto, l'O.A. deve predisporlo inserendo tutti i dati necessari (Ditta, Cig, prodotto) per ogni singola proposta d'ordine e controllare che gli articoli richiesti siano presenti nei contratti/delibere, oltre che verificare la correttezza dell'AIC (per i medicinali) e il prezzo unitario per procedere alla sua registrazione e alla trasformazione da Proposta d'Ordine a Buono d'Ordine.

Una volta predisposto il Buono d'Ordine, l'Operatore Amministrativo lo invia tramite il sistema aziendale (Purchase - GPI) alla firma del FRs. Quest'ultimo o un suo sostituto, dopo aver verificato il B.O. dal punto di vista quali/quantitativo, lo firma digitalmente e lo invia alla Ditta fornitrice tramite il sistema di posta elettronica certificata.

Nel caso in cui venga rilevata una difformità quali/quantitativa tra il B.O. e il DDT, è responsabilità dell'O.A. contattare telefonicamente la Ditta fornitrice per segnalare tale difformità e procedere eventualmente con la modifica del B.O. o eventualmente con la restituzione dei prodotti.

Nel caso invece di mancata consegna da parte della Ditta nei tempi previsti, resta responsabilità dell'O.A. l'invio di un sollecito per l'invio dei beni ordinati. Se dopo aver sollecitato, la consegna non avviene entro le successive 24 ore, l'O.A. deve richiedere alla Ditta una dichiarazione che attesti la data dell'effettiva consegna e le motivazioni del ritardo.

L'Operatore Tecnico (OTm) addetto al ricevimento della merce consegnata dall'addetto al trasporto controlla le bolle di accompagnamento e si assicura che la merce sia stata consegnata nel giusto luogo di destinazione, verificando la conformità formale della Bolla all'Ordine.

Se il numero dei colli è corretto la merce viene formalmente accettata con l'apposizione di un timbro con riserva di controllo e una firma sulla bolla.

La corrispondenza quali-quantitativa tra la merce riportata nel DDT e la merce realmente consegnata viene verificata dall'Operatore tecnico in un secondo momento.

Se non corrisponde si avvierà l'iter relativo al reso del prodotto descritto nel paragrafo 4.3.3.

Se invece tale corrispondenza è confermata, si procede al carico dei prodotti con lettore ottico, all'allocazione del materiale ricevuto nell'alveolo dedicato, e all'acquisizione della copia scanner del DDT che viene agganciato sul sistema contabile al buono d'ordine.

L'archiviazione del DDT cartaceo presso l'archivio della S.C. Farmacia determina la fine della procedura di carico.

Per i dispositivi in conto deposito, il carico avviene inizialmente sul sistema SILOR, su cui si inseriscono n. bolla, data, fornitore, codice prodotto Ditta che si aggancia in automatico al codice aziendale e lotto del dispositivo.

A seguito dell'inserimento di tali dati, viene stampata un'etichetta interna che viene poi inserita sulla confezione del dispositivo che permetterà agli operatori sanitari il corretto scarico (vedi cap 4.3.2) del dispositivo utilizzato.

Il DDT viene duplicato in due copie, una per l'archivio del reparto e una per il magazzino Dispositivi con firma per ricevuta. L'originale del DDT va al OA per le successive procedure contabili.

Terminate le procedure di carico l'Operatore di magazzino provvede ad allocare il materiale ricevuto nell'alveolo dedicato per la consegna alla struttura utilizzatrice.

#### 4.1.2 Procedura di Scarico

Il Centro di Consumo provvede a compilare la richiesta di materiale sulla base del Prontuario Terapeutico di reparto. Le richieste sono informatizzate e vengono ricevute dal Farmacista responsabile di Settore (Fs) che provvede alla loro valutazione e controllo quali-quantitativo con la responsabilità di effettuare le debite correzioni e stabilire eventuali sostituzioni di prodotti con analoghi e/o equivalenti terapeutici.

Ciascuna RI viene autorizzata a "lista di prelievo" (LP) che viene poi trasmessa ai lettori ottici degli Operatori Tecnici addetti al picking (OTpic).

Gli OTpic procedono al picking dei materiali in modo conforme alle Liste di Prelievo (LP) e allo scarico contestuale al picking di ogni singola confezione del prodotto prelevato, tramite lettura del barcode del corrispondente AIC per i farmaci che non ne sono privi, altrimenti lo scarico avviene contestualmente attraverso il terminalino utilizzando i codici prodotto aziendali inseriti manualmente.

Per ogni LP vengono allestite una o più ceste/pedane, a seconda della natura e del volume/ingombro dei materiali oggetto del prelievo.

Ogni cesta/pedana allestita viene identificata con le coordinate/sigla del Centri di Costo (CdC) a cui il materiale deve essere consegnato.

Al termine della fase di picking l'OTpic procede alla stampa della bolla di consegna e all'evasione delle richieste motivate cartacee, precedentemente validate dal Fs.

La bolla di consegna/scarico (BC), dopo essere stata siglata dall'Operatore addetto al picking, viene inserita nella cesta/pedana corrispondente.

Infine l'OTm addetto alla consegna delle ceste/pedane compila il "documento di trasporto ceste/pedane ai reparti" e lo consegna all'incaricato della Ditta Esterna che lo sigla per presa in carico della merce. A sua volta l'operatore della Ditta di trasporto, man mano che consegna il materiale sanitario nei vari reparti/ambulatori acquisisce le firme da parte del personale delle varie strutture riceventi. Il documento viene poi restituito alla S.C. Farmacia e custodito in archivio.

In merito ai dispositivi in conto deposito, lo scarico sul sistema aziendale GPI avviene al momento dell'utilizzo dello stesso da parte dei reparti. L'etichetta applicata al momento dell'arrivo del materiale viene inviata all'OA che predispose un ordine per la Ditta fornitrice per il reintegro del materiale e carica sul sistema contabile i dati della bolla di consegna.

#### 4.1.3 Procedura di Reso

Questa fase serve per disciplinare la procedura di reso dei prodotti ai fornitori e conseguente archiviazione della documentazione.

Le principali motivazioni che determinano l'avviamento della procedura sono:

- *Restituzione per merce danneggiata;*
- *Restituzione per consegna errata di merce;*
- *Restituzione per “ritiro/revoca” di un prodotto su comunicazione della Ditta Fornitrice e/o dell’AIFA.*

L'Operatore Tecnico addetto al ricevimento della merce consegnata dal corriere, controlla il DDT e, dopo aver controllato l'esatto luogo di destinazione, verifica la corrispondenza quantitativa tra colli consegnati e colli riportati nel documento di trasporto. Se il numero dei colli è corretto l'OTm accetta la merce apponendo firma e timbro che riporta la dicitura “riserva di controllo” sul DDT.

In un secondo momento l'Operatore Tecnico apre i singoli colli e controlla la corrispondenza quali-quantitativa tra la merce riportata nel documento di trasporto e la merce realmente consegnata.

Se esiste tale corrispondenza procede al carico dei prodotti con lettore ottico seguendo la procedura indicata nel paragrafo 4.3.1.

Nel caso rilevi la consegna di prodotti danneggiati o quali-quantitativi non conformi al rispettivo ordine, provvede a separarli dagli altri e ad avvisare il Farmacista responsabile di Settore.

Il Farmacista, nel caso di prodotti consegnati in quantità maggiore, valuta se trattenere comunque i prodotti, avvisando in tal caso l'Operatore Amministrativo per una modifica della quantità sul Bolla d'Ordine o se procedere con il reso dei prodotti. Nel secondo caso, il Farmacista provvede a inviare tramite e-mail/fax alla Ditta fornitrice la richiesta di sostituzione o di reso dei prodotti specificando le motivazioni, la quantità, il lotto e la scadenza.

Tale richiesta viene quindi autorizzata dalla Ditta che per alcuni prodotti può richiedere la Dichiarazione di Buona Conservazione.

I prodotti da restituire vengono custoditi presso un locale dedicato dei Magazzini, separato dal Magazzino di distribuzione, con la relativa B.R. già compilata e la Dichiarazione di Buona Conservazione, dove necessario, in attesa del corriere.

Prima del ritiro il Corriere provvede ad apporre la firma sulla B.R. ed a trattenere una copia.

La seconda copia è custodita presso il Magazzino, mentre la terza copia della B.R. viene consegnata all'O.A. per la chiusura contabile della pratica.



## 4.2 Le principali soluzioni presenti sul mercato

Il mercato di riferimento relativo ai magazzini automatici è relativamente nuovo e attualmente in fase di crescente sviluppo.

Il segmento di clienti a cui vengono offerti questi prodotti sono le strutture sanitarie (AO, ASL, cliniche, case di cura e strutture similari) e le farmacie territoriali.

Le soluzioni tecnologiche e di prodotto si prestano tuttavia ad applicazioni riconducibili non solo al settore sanitario ma anche al settore manifatturiero e al settore della grande distribuzione. Risulta pertanto difficile determinare il dimensionamento del mercato e le sue relative prospettive di crescita.

Il principale operatore di settore, che opera nel mercato europeo, è la società tedesca Rowa Group, attiva sul mercato con soluzioni indirizzate al settore sanitario (farmacie ospedaliere e farmacie territoriali) per automazione della logistica e della distribuzione dei farmaci e con filiale di riferimento italiana BD Rowa Italia.

Nell'analisi del mercato di riferimento sono stati selezionati altri competitor del settore che ampliano la gamma di prodotti disponibili con configurazioni e prestazioni diverse:

- *GPI;*
- *Gollmann;*
- *Pharmatek;*
- *Apostore.*

GPI-Riedl PHasys è stata la scelta implementata per il magazzino automatico all'interno di un Azienda Ospedaliera di Torino che pertanto verrà approfondita nel paragrafo 5.1.

L'analisi continuerà poi nel capitolo 5.2 con un confronto dal punto di vista prestazionale delle varie soluzioni trovate.

Per quanto riguarda Gollmann, Pharmatek e Apostore, sono tutte e tre aziende capofila nel mercato dell'automazione per farmacia.

Gollmann Italia viene costituita nel 2013 ed è una società di riferimento per il mercato italiano dell'automazione di magazzino.

Pharmatek è specializzata nella progettazione, sviluppo e installazione di magazzini automatizzati per farmacie di stampo Made in Italy.

Apostore è un'azienda tedesca specializzata in soluzioni industriali per la logistica di magazzino, non solo per il mercato sanitario.

#### 4.2.1 GPI Riedl Phasys

Il Gruppo GPI offre, al mercato domestico e internazionale, pubblico e privato, soluzioni tecnologiche integrate per la logistica e l'automazione, permettendo l'ottimizzazione delle risorse impiegate e la riduzione del rischio clinico, grazie alla tracciatura dell'intero percorso di ciascun farmaco.

Come soluzione per l'automazione di magazzino al mercato sanitario, l'offerta del Gruppo è articolata in:

- *Buster*: un sistema di automazione rivolto a strutture sanitarie, per la gestione informatizzata delle terapie che garantisce la piena tracciabilità di tutte le operazioni di prescrizione e somministrazione dei farmaci con l'ausilio di armadi robotizzati di reparto e magazzini automatici destinati alle farmacie centrali.
- *Riedl Phasys*: un sistema di automazione rivolto alle farmacie territoriali consistente in un magazzino automatico per la logistica del farmaco.

I vantaggi conseguibili con l'adozione del sistema *Buster* da parte di un'organizzazione sanitaria sono:

- riduzione del rischio clinico legato alle terapie farmacologiche;
- riduzione dei consumi e delle scorte;
- ottimizzazione delle risorse umane ed economiche;
- controllo e monitoraggio di tutto il processo logistico.



Figura 40 – Riedl Phasys; Magazzino automatizzato GPI [79]

Riedl Phasys (*PHarmacy Automation SYStem*) in Fig.40 è invece il sistema per l'automazione della distribuzione dei farmaci nelle farmacie che viene progettato e costruito su misura in base alle esigenze della farmacia cliente, in termini di spazi disponibili e numero di confezioni movimentate giornalmente.

Il sistema è estremamente flessibile e può adattarsi perfettamente a qualsiasi locale e a qualsiasi capacità di movimentazione.

#### 4.2.2 Pharmatek

L'azienda Pharmatek offre soluzioni di stoccaggio automatizzate con l'obiettivo di ottimizzare la gestione dello spazio, dello stock, verificando le giacenze, le rotazioni e le scadenze in tempo reale. Ciò permette una riduzione del tempo di lavoro e la gestione automatica dei resi con conseguente aumenti di produttività e efficienza del magazzino.

Il portafoglio delle soluzioni Pharmatek [81] è costituito non solo dal magazzino automatico "Sintesi" ma anche dal sistema "Pharmaload" che permette un'operazione di carico totalmente automatizzata, riducendo in modo quasi totale la necessità di intervento umano e garantendo la possibilità di lavorare a ciclo continuo. Pharmaload permette inoltre di spuntare la Bolla di Trasporto in modo automatico, grazie alla perfetta integrazione tra robot e gestionale.

Le configurazioni che si possono scegliere differiscono anche per numerosità e tipo di manipolatore. Le principali sono:

- Slim: manipolatore meccanico con capacità di rotazione su stesso e in grado pertanto di prelevare confezioni da entrambe le file dei ripiani, lavorando eventualmente in modalità multipicking. È in grado di effettuare operazioni come laser scan e compattazioni. Per robot di grandi dimensioni può essere necessario introdurre ridondanza nel sistema e scegliere la configurazione a doppio manipolatore slim che permette l'aumento delle performances nelle fasi di carico e scarico.
- Euclid3D: è un componente innovativo dotato di un deposito al suo interno che permette di ottimizzare il picking e scarico al banco delle referenze. Anche questa soluzione può essere configurata come singola o doppia, nel caso di esigenze dal punto di vista della velocità più elevata.

#### 4.2.3 Gollmann

Le soluzioni per magazzino automatico proposte da Gollmann sono [82]:

- GO.compact;
- GO.direct;

GO.compact è un sistema di stoccaggio e prelievo per la magazzino farmacia automatizzato e brevettato. Il sistema usato è a scaffali mobili compattabili automatici, permettendo lo stoccaggio di molte più confezioni per metro di lunghezza. GO.direct è la soluzione con maggiori possibilità di personalizzazione nel caso di problemi di spazio o di layout particolari.

Oltre alla capacità superiore alla media negli spazi ridotti, il magazzino mobile automatizzato è dotato del modulo di erogazione diretta. In questo modo il sistema GO.compact è in grado di erogare confezioni a diverse postazioni rendendo indipendenti i tempi di prelievo da quelli del braccio prensile. I tempi di consegna

sono più rapidi ed è possibile raggiungere livelli di disponibilità delle confezioni nella vendita al banco più elevati.

È possibile equipaggiare GO.compact con due bracci prensili e in tal modo riuscire a gestire dieci o più postazioni cassa simultaneamente.

Il braccio prensile garantisce il prelievo solo del prodotto effettivamente richiesto, evitando movimenti superflui dei bracci prensili e ottimizzando l'efficienza. Ogni confezione viene trasportata al punto di consegna per mezzo di rapidi nastri interni o moduli di erogazione diretta chiamati MED.

#### 4.2.4 Apostore

Il portafoglio delle soluzioni Apostore è molto ampio e comprende [83]

- Cube+;
- A1000;
- A2000;
- A3000;

La soluzione Cube+ è pensata per la modularità e il maggiore grado di personalizzabilità. La gamma A1000, A2000, A3000 presenta magazzini dalle caratteristiche analoghe ma differenti dal punto di vista prestazionale (prestazioni e capacità di stoccaggio crescenti).

Altri servizi accessori e opzioni sono il Feeder, ApoClean e schermi e soluzioni digitali compatibili.

Il Feeder permette di singolarizzare le confezioni di farmaci, scansionare il codice a barre e identificare ciascun prodotto, riconoscendo le diciture, la data di scadenza e il numero di lotto.

Infine carica le confezioni e inoltra i dati rilevati al magazzino automatico permettendo la riduzione del carico di lavoro.

Apoclean è una tecnologia che permette la pulizia periodica automatica degli scaffali, che vengono svuotati automaticamente, puliti con un apposito blocco e infine nuovamente riempiti.

#### 4.2.5 ROWA

Le soluzioni BD Rowa comprendono [80]:

- BD Rowa VMAX (130, 160, 210, 320)
- BD Rowa Smart (120 e 160)

VMax e Smart sono le soluzioni proposte da Rowa per lo stoccaggio e il prelievo automatizzato. BD Rowa Smart fornisce una soluzione entry level, scalabile e abbordabile.

Il catalogo delle soluzioni Rowa comprende anche una serie di accessori e opzioni quali:

- BD Rowa ProLog;
- Secondo nastro di carico;
- Comparto refrigerato.

BD Rowa ProLog permette di dividere, misurare, scansionare e caricare i prodotti in modo totalmente automatico all'interno del magazzino automatico mentre il secondo nastro di carico può essere richiesto in seguito a particolari necessità in termini di prestazioni di carico richieste.

#### 4.3 Confronto tra i principali competitor del settore

Come già sottolineato in precedenza l'utilizzo di magazzini di tipo automatizzato consente innanzitutto un miglioramento delle singole fasi della logistica quali carico, scarico, movimentazione e picking. Inoltre un sistema integrato permette di tenere sotto monitoraggio in tempo reale scorte e inventario, consentendo la tracciabilità del prodotto lungo tutta la catena.

Per quanto riguarda le prestazioni, il passaggio da un magazzino tradizionale ad un magazzino automatizzato porterà innanzitutto ad un incremento delle prestazioni all'interno del magazzino stesso. Lo spazio all'interno del magazzino sarà utilizzato in modo ottimale, permettendo di stoccare un maggior numero di articoli e permettendo il prelievo della merce per prepararla alla spedizione in tempo minore.

Al personale che deve interfacciarsi con la macchina viene richiesta una conoscenza minima, il processo di apprendimento richiede in media meno tempo di quello che il personale potrebbe dover spendere per mappare mentalmente tutto il magazzino tradizionale. Presentano inoltre una sicurezza nettamente maggiore, dato che le soluzioni tradizionali portano il personale ad effettuare movimenti che nel lungo periodo possono risultare lesivi alla salute.

Per confrontare le varie soluzioni (vedi figura) sono stati presi come parametri:

- *Dimensioni magazzino*
- *Dimensioni confezione*
- *Prestazioni*
- *Rumorosità*
- *Consumi elettrici*

### ***Dimensioni***

Le soluzioni considerate hanno dimensioni comparabili. La soluzione più flessibile risulta essere il magazzino automatico Gollman che ha una larghezza minima di 1,28m e una massima di quasi 5 metri. Risulta pertanto adattabile a numerosi contesti in cui, ad esempio, lo spazio disponibile in larghezza nel layout del magazzino sia molto limitato.

Tutti gli altri magazzini presentano una larghezza poco minore o poco superiore il metro e mezzo.

Per quanto riguarda le altezze, sono molto simili e in genere vanno dai 2 metri ai 4 metri.

Per quanto riguarda le lunghezze, la soluzione migliore sembrerebbe essere GPI-Riedl Phasys che non ha limite massimo dichiarato. In genere, tuttavia, difficilmente vengono richieste implementazioni con lunghezze superiori ai 15 metri. Il magazzino più compatto, che può adattarsi a spazi più piccoli risulta sempre essere la soluzione sviluppata da Gollman.

### ***Dimensioni confezione***

Per quanto riguarda le dimensioni delle confezioni accettate, la soluzione proposta da Pharmatek è in grado di stoccare confezioni di dimensione leggermente minore alla media delle altre. Rowa, invece, permette di stoccare confezioni grandi anche il doppio rispetto alle altre configurazioni. Per quanto riguarda le confezioni di tipo cilindrico i diametri sono comparabili.

Il peso delle confezioni non deve superare i 1000 g con le eccezioni di GPI e Apostore il cui peso può raggiungere i 1200 g.

### ***Prestazioni***

Le prestazioni considerate nell'analisi sono la velocità media di scarico e la velocità media di carico.

Le velocità di scarico sono molto simili tra le varie applicazioni e si aggirano in media sui 10 secondi. La soluzione GPI-Riedl può scaricare fino a 8 confezioni contemporaneamente.

Le velocità di carico automatico differiscono tra le varie soluzioni. Rowa dichiara una velocità di carico di 120 confezioni/h, significativamente minore rispetto alla soluzione Apostore che nominalmente dichiara di poter caricare 350 confezioni/h. Le velocità considerate si riferiscono al carico automatico. GPI fornisce l'opzione di carico semi-automatico, con una velocità da brochure di 120 confezioni/h.

### ***Rumorosità***

Non sono state trovate indicazioni sulla rumorosità di GPI e di Apostore. Per quanto riguarda le altre soluzioni, il livello medio di pressione sonora risulta sui 50 dB, con ROWA la più silenziosa mentre Gollman la più rumorosa.

Ad ogni modo, un livello di pressione sonora medio di 50 dB corrisponde come intensità al rumore di una conversazione. Questo tipo di magazzini automatici sono pertanto estremamente silenziosi.

### ***Consumi elettrici***

In attività i consumi elettrici maggiori sono rilevabili dalle soluzioni di Rowa e Gollmann.



Pharmatek è il magazzino automatico con i consumi minori da brochure tecnica. In standby il consumo minore è dichiarato da Apostore mentre le altre soluzioni sono comparabili e si attestano sui 0,30 kW/h.

	GPI - RIEDL PHASYS	PHARMATEK Pharmaload	ROWA VMAX160
<b>DIMENSIONI</b>	Larghezza	1,606 m	da 1,63 a 2,13 m
	Altezza	da 2,219 a 3,519 m	da 2 a 4 m
	Lunghezza	da 3,768 a (no limite max)	da 3 a 15 m
	Min/Max	12*10*40 / 180*120*300 (mm)	30*20*15 / 230*150*150 (mm)
<b>DIMENSIONI CONFEZIONE</b>	Diametro Min/Max	40 / 180 (mm)	45 / 140 (mm)
	Peso Min/Max	da 5 a 1200 (g)	da 10 a 1000 (g)
<b>PRESTAZIONI</b>	Velocità media scarico	10 sec (max 8 confezioni in contenitore)	8-12 sec
	Velocità media carico	Semiautomatico circa 120 confezioni/ora	120 confezioni/ora
	(livello medio di pressione sonora, /)	Automatico 200 confezioni/ora	51 dB
<b>RUMOROSITÀ</b>	In attività	0,39 kW/h	da 0,65 a 0,78 kW/h
	In stand by	0,24 kW/h	0,38 kW/h
	In emergenza	0,19 kW/h	/

	GOLLMANN GO.Compact	APOSTORE A2000
<b>DIMENSIONI</b>	Larghezza	1,75 m
	Altezza	da 2,20 a 3,55 m
	Lunghezza	da 1,79 a 6,26 m
	Min/Max	40*22*15 / 225*140*90 (mm)
<b>DIMENSIONI CONFEZIONE</b>	Diametro Min/Max	35 / 140 (mm)
	Peso Min/Max	da 5 a 1200 (g)
	Velocità media scarico	7-12 sec
<b>PRESTAZIONI</b>	Velocità media carico	180 confezioni/ora
	(livello medio di pressione sonora /)	52-58 dB
<b>RUMOROSITÀ</b>	In attività	ca. 0,46 W/h
	In stand by	0,45 kW/h
	In emergenza	/

Figura 41 - Confronto tra magazzini automatici



## 5. Conclusioni

La Supply Chain ospedaliera e, in particolare, la gestione di farmaci, dispositivi medici e materiale economico, è di cruciale importanza per l'erogazione dei servizi assistenziali ai pazienti.

Anche se classificabile come attività no-Core, un'attenta gestione della Supply Chain determina l'effettiva disponibilità e realizzazione dei percorsi terapeutici necessari alla salute dei pazienti.

L'organizzazione sanitaria attuale è caratterizzata da numerose criticità quali l'assenza di economie di scala nelle procedure di stoccaggio, l'assenza di un adeguato sistema di tracciabilità, la moltiplicazione delle quantità di prodotti gestiti, l'impiego di risorse umane in ambiti in cui non sono specializzate e un flusso informativo inefficiente.

Se sommiamo queste criticità a dei supporti cartacei e dei controlli spesso visivi, con le attività e le decisioni a volte lasciate a personale con competenze differenti come ad esempio al personale infermieristico e medico, il risultato è un processo che non risulta ottimizzato ed efficiente.

Quindi, in questo contesto, è importante operare una valutazione strategica e riconfigurare la Supply Chain ospedaliera con soluzioni di stoccaggio, picking e material handling che risultano avere la funzione di catalizzatori per la crescita, l'efficienza e l'ottimizzazione dei processi aziendali sanitari.

Anche la mappatura dei processi, in ottica di informatizzazione e automatizzazione, è di fondamentale importanza per evidenziare aree di inefficienza e di possibile miglioramento, insieme alle relative responsabilità del personale medico, amministrativo, tecnico e ausiliario.

## 5.1 Benefici del lavoro di tesi

La tesi sviluppata ha cercato di fornire una panoramica quanto più vasta possibile riguardante tecnologie a stampo innovativo per supportare l'intralogistica sanitaria e analizzarne quindi le debolezze mappandone i processi.

Nell'80% dei casi le Aziende segnalano la mancanza di Linee Guida condivise che generano problematiche relative a [55]:

- Efficienza dei processi;
- Efficacia e qualità dei processi;
- Tracciabilità;

La tesi sviluppata ha previsto la definizione di possibili interventi migliorativi seguendo un approccio lineare, partendo dalla letteratura e toccando i temi basilari della logistica sanitaria quali micro/macro logistica e processi core e no-core, fino a fornire una panoramica dei KPI e delle anagrafiche, caratteristiche che discostano queste tematiche dall'ambito manifatturiero. L'analisi si è poi spostata sui mezzi di movimentazione, stoccaggio e picking, analizzando le soluzioni presenti sul mercato e selezionando quelle di maggiore rilievo e con delle caratteristiche di innovatività. Infine sono stati sviluppati e analizzati i processi relativi al magazzino automatizzato di un'Azienda Ospedaliera, che ha permesso di operare un confronto con il preesistente magazzino tradizionale ed evidenziarne i limiti.

Emerge una generale inefficienza dell'attuale sistema di gestione dei materiali e delle relative informazioni.

Investire nell'automazione di magazzino contribuisce a mitigare queste problematiche e ad avvicinare il mondo sanitario a quello industriale, in ottica zero difetti.

## 5.2 Limitazioni dello studio e passi futuri

Per completezza, bisogna illustrare le criticità dell'elaborato, che necessitano di essere tenute in considerazione. Il limite sopraggiunto nello sviluppo di questo lavoro di tesi è stato senz'altro quello di non averla potuta svolgere all'interno dell'Azienda Ospedaliera e non aver avuto pertanto l'opportunità di poter analizzare e mappare i processi e identificare le problematiche con un approccio diretto in prima persona. L'analisi dei processi pre e post implementazione magazzino automatizzato sono state effettuate indirettamente e con il supporto di report redatti dal personale di magazzino.

Per quanto riguarda la parte di analisi del mercato, questo settore è in costante innovazione e cambiamento, pertanto è possibile e quanto mai probabile che in 5 anni le soluzioni che verranno implementate in ambito sanitario per quanto riguarda stoccaggio, movimentazione e picking siano completamente diverse da quelle esposte in questo lavoro di tesi.

Inoltre ho cercato di fornire una panoramica quanto più completa ed esaustiva delle soluzioni disponibili, tuttavia il ventaglio delle tecnologie applicabili è molto più ampio e, ad esempio, comprende anche la parte più a valle con l'adozione di armadi di reparto o implementando una logica con carrelli ad armadio Kanban che prevede una gestione "vuoto contro pieno" di cui ho fatto solo una rapida panoramica nei capitoli iniziali.

Lo sviluppo futuro di questo lavoro di tesi sarà quello analizzare la successiva fase di implementazione del magazzino automatizzato, completando in tal modo lo scopo prefissato da questo lavoro, tramite un'attenta determinazione dei KPI da analizzare e da tenere sotto costante osservazione per la valutazione delle aree di performances e delle aree di intervento prioritario con lo scopo ultimo di ottimizzare l'informatizzazione e l'automazione in tutte le fasi dalla ricezione allo stoccaggio e infine alla distribuzione.

Un possibile ulteriore sviluppo potrebbe essere quello di generalizzare il flow chart relativo al caso del magazzino automatizzato per fornire delle linee guida condivise, che risultano fondamentali nell'erogazione efficiente ed efficace dei servizi assistenziali.



## BIBLIOGRAFIA

Azadeh, K., and R. De Koster (2017). Robotized Warehouse Systems: Development and Research Opportunities.

Azzi, A., A. Persona, F. Sgarbossa and M. Bonin, 2013. Drug inventory management and distribution: Outsourcing logistics to third-party providers. *Strategic Outsourc. Int. J.*, 6: 48-64. DOI: 10.1108/17538291311316063

Beckschäfer, M., Malberg, S., Tierney, K., Weskamp, C. Simulating storage policies for an automated grid-based warehouse system (2017) *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10572 LNCS, pp. 468-482.

Bensa G., Prenestini A., Villa S., 2008. La logistica del paziente in ospedale: aspetti concettuali, strumenti di analisi e leve di cambiamento, Rapporto OASI 2008 L'aziendalizzazione della sanità in Italia.

Berman, S., Schechtman, E., Edan, Y. 2006. Evaluation of automatic guided vehicle systems. Department of Industrial Engineering and Management, Ben-Gurion University of the Negev, Beer-Sheva 84105, Israel

Blandine Ageron, Smail Benzidia & Michael Bourlakis (2018) Healthcare logistics and supply chain – issues and future challenges, *Supply Chain Forum: An International Journal*, 19:1, 1-3, DOI: 10.1080/16258312.2018.1433353

Bozer, Y.A., White, J.A., Sr. Travel-time models for automated storage/retrieval systems (1994) *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)*, 16 (4), pp. 329-338.

Calzavara, M., Sgarbossa, F., Persona, A. Vertical Lift Modules for small items order picking: an economic evaluation (2019) *International Journal of Production Economics*, 210, pp. 199-210.

Cagliano, Anna Corinna & Carlin, Antonio & Grimaldi, Sabrina. (2007). La logistica del farmaco in ambito ospedaliero. Conference: XXXIV Convegno nazionale ANIMP OICE UAMI



Cicchetti, A., Fiore, A., 2013. Centro di Ricerca e Studi per il Management Sanitario - L'acquisto dei servizi "no core" nelle aziende private e pubbliche del settore sanitario italiano. Report Ricerca Cerismas

Cooper, M.C., Lambert, D.M., Pagh, J.D. Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics, January 1997. The International Journal of Logistics Management 8(1):1-14. DOI: 10.1108/09574099710805556

De Koster, R., Le-Duc, T., Jan Roodberghen, K., 2006. Design and Control of Warehouse Order Picking: a literature review. ERIM REPORT SERIES RESEARCH IN MANAGEMENT, ERS-2006-005-LIS

Domina, C. e Rafele, C. (2004), Settore Ospedaliero: logistica in camice bianco. Tecnica Ospedaliera, No. 10, novembre 2004, pp.130 - 135.

Drury J (1988) Towards more efficient order picking. IMM Monograph No. 1, The Institute of Materials Management, Cranfield, UK 3.

Fleet, Nadja (21 August 2017). "New Royal Adelaide Hospital: Futuristic NRAH features robots, state-of-the-art hi-tech equipment". The Advertiser.

Frazelle, E.H., 2002. Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management. 1st Edn., McGraw-Hill, New York, ISBN-10: 0071375996, pp: 357.

Giuseppe Fragapane, René de Koster, Fabio Sgarbossa, Jan Ola Strandhagen, Planning and control of autonomous mobile robots for intralogistics: Literature review and research agenda, European Journal of Operational Research,[2021]. ISSN 0377-2217.

Grimes, K., G. Prada, A. McCleery, D. Nguyen, M.P. Pomey, and V. Reed. 2004. "Challenging Healthcare System Sustainability: Understanding Health System Performance of Leading Countries." The Conference Board of Canada. Canada.

Gu, J., M. Goetschalckx and L.F. McGinnis, 2010. Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review. Eur. J. Operat. Res., 203: 539-549. DOI: 10.1016/j.ejor.2009.07.031

Hollingsworth, B. 2008. "The Measurement of Efficiency and Productivity of Health Care Delivery." *Health Economics* 17 (10): 1107-1128.

Iaropoli S., *Analisi della micro-logistica sanitaria. Rapporto – Anno 2017.* IRES Piemonte – Istituto di Ricerche Economico Sociali. Relazione Annuale IRES.

Jan Roodbergen, K., Vis F.A., I., A survey of literature on automated storage and retrieval systems [2008]. *European Journal of Operational Research* 194 (2009) 343–362.

Kartnig, G., Grösel, B., Zrnica, N. 2012, Past, state-of-the-art and future of intralogistics in relation to megatrends (2012) *FME Transactions*, 40 (4), pp. 193-200.

Li, L., Bozer, Y.A. Retrieval Strategies for Multi-tier Automated Carousel Conveyors with Multiple Robots. 2010. *SIMULATION: Transactions of The Society for Modeling and Simulation International* 86(7):395-404. DOI: 10.1177/0037549709340734

LIFEMED. *Logistica Integrata del Farmaco e dei Dispositivi Medici.* Documento interno al DIGEP del Politecnico di Torino

Litvak, Nelly & Vlasiou, Maria. (2010). A survey on performance analysis of warehouse carousel systems. *Statistica Neerlandica*. 64. 401-447. 10.1111/j.1467-9574.2010.00454.x.

Lynch, L., Newe, T., Clifford, J., Coleman, J., Walsh, J., & Toal, D. (2018). Automated Ground Vehicle (AGV) and Sensor Technologies. Twelfth International Conference on Sensing Technology (ICST), Limerick, Irlanda, pp. 347-352.

Maggi, E., and G. Borruso. 2001. "A theoretical framework of the new approach to logistics: supply chain management." *Trasporti Europei* VII (17): 16-24.

Mohammad A. Rashid (Massey University, New Zealand), Liaquat Hossain (Syracuse University, USA) and Jon David Patrick (University of Sydney, Australia), *Enterprise Resource Planning: Global Opportunities & Challenges*, Idea Group Publishing, 2002.

Pareschi, A., E. Ferrari, A. Persona, and A. Regattieri. 2007. "Logistica integrata e flessibile per i sistemi produttivi dell'industria e del terziario." Bologna: Società Editrice Esculapio.

Pavini, M. (2011). Packaging e Material Handling. In R. Z. Farahani, S. Rezapour, & L. Kardar, *Logistics Operations and Management*, Chap. 9, pp. 155-180.

Prahalad C.K., Hamel G. (1990). The Core Competence of the Corporation, *Harvard Business Review*, May-June: 79-91.

Pupek, A., Matthewson, B., Whitman, E., Fullarton, R., Chen, Y. Comparison of pneumatic tube system with manual transport for routine chemistry, hematology, coagulation and blood gas tests (2017) *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 55 (10), pp. 1537-1544.

Russo, I. 2015. "L'azienda ospedaliera universitaria integrata. Un modello di integrazione tra attività di cura, ricerche e formazione." 253. Franco Angeli.

Seha S., Zamberi J., & Fairul, A. J. (2017). Design and simulation of integration system between automated material handling system and manufacturing layout in the automotive assembly line. 4th International Conference on Mechanical Engineering Research. Conf. Series: Materials Science and Engineering, Vol. 257.

Shi, D. Mi, H. Collins, E.G., Jr. Wu, J, 2020. An Indoor Low-Cost and High-Accuracy Localization Approach for AGVs. Volume 8, 2020, Article number 9034178, Pages 50085-50090

Sigal Berman, Edna Schechtman, Yael Edan, 2006. Evaluation of automatic guided vehicle systems. a Department of Industrial Engineering and Management, Ben-Gurion University of the Negev, Beer-Sheva 84105, Israel.

Slack, N., Chambers, S. e Johnston, R. (2001): *Operations Management*, 3th Edition. Financial Times Prentice Hall.

Tone Lerher, Design of Experiments for Identifying the Throughput Performance of Shuttle-Based Storage and Retrieval Systems, *Procedia Engineering*, Volume 187, 2017, Pages 324-334, ISSN 1877-7058, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.382>.

Valmiki, P., Reddy, A. S., Panchakarla, G., Kumar, K., Purohit, R., & Suhane, A. (2018). A Study on Simulation Methods for AGV Fleet Size

Estimation in a Flexible Manufacturing System. In *Materials today: Proceedings*, Vol. 5 No 2, pp. 3994-3999.

Vasili, M.R., Tang, S.H., Vasili, M. *Automated storage and retrieval systems: A review on travel time models and control policies* (2012) Springer 4, 9781447122746, pp. 159-209.

Villa S., Giusepi I., Lega F., 2012. *Gli assetti organizzativi a supporto della gestione operativa: esperienze a confronto.*

Volland, J., A. Fügener, J. Schoenfelder, and J. O. Brunner. 2017. "Material Logistics in Hospitals: A Literature Review." *Omega* 69: 82–101. doi:10.1016/j.omega.2016.08.004.

## SITOGRAFIA

- [1] <https://www.mecalux.it/blog/intralogistica-logistica-interna>
- [2] [https://www.logisticamente.it/Articoli/9122/Come\\_organizzare\\_il\\_material\\_handling\\_e\\_Intralogistica\\_oggi/](https://www.logisticamente.it/Articoli/9122/Come_organizzare_il_material_handling_e_Intralogistica_oggi/)
- [3] [https://www.mmh.com/article/supply\\_chain\\_health\\_care\\_reform](https://www.mmh.com/article/supply_chain_health_care_reform)
- [4] <https://www.metalsistemlombardia.it/prodotti/magazzini-dinamici/impianti-automatici/Miniload>
- [5] [https://www.mmh.com/images/site/MMH1204\\_BPPharma\\_HealthCare.pdf](https://www.mmh.com/images/site/MMH1204_BPPharma_HealthCare.pdf)
- [6] <https://www.mecalux.it/magazzini-automatici-contenitori/trasloelevatori-contenitori-Miniload>
- [7] <https://www.ssi-schaefer.com/it-it/prodotti/commissionamento/Picking-manuale>
- [8] <https://www.ssi-schaefer.com/it-it/prodotti/commissionamento/Picking-manuale/pick-by-light-e-put-to-light--158112>
- [9] <https://www.ssi-schaefer.com/it-it/prodotti/commissionamento/Picking-semi-automatico/batch-scan-and-sort--158192>
- [10] <https://www.ssi-schaefer.com/it-it/prodotti/commissionamento/Picking-semi-automatico/batch-scan-and-sort--158192>
- [11] [https://mecaluxit.cdnwm.com/cataloghi/trasloelevatori-per-contenitori.1.3.pdf#\\_ga=2.246368004.1684531729.1609747283-1896286358.1595061899&\\_gac=1.49331668.1609749254.Cj0KCQiAlsv\\_BRDtARIsAHMGVSYrHrqYFGouo9zAu7oFoNfGpLJu9q8NgwdS7nZLB5TaxS8Fe0igQVcaAjhFEALw\\_wcB](https://mecaluxit.cdnwm.com/cataloghi/trasloelevatori-per-contenitori.1.3.pdf#_ga=2.246368004.1684531729.1609747283-1896286358.1595061899&_gac=1.49331668.1609749254.Cj0KCQiAlsv_BRDtARIsAHMGVSYrHrqYFGouo9zAu7oFoNfGpLJu9q8NgwdS7nZLB5TaxS8Fe0igQVcaAjhFEALw_wcB)
- [12] <https://lhdforks.com/it/industria-applicazioni/Miniload/>
- [13] <https://www.mecalux.it/case-studies/magazzino-automatico-mga-lyon>
- [14] [https://mecaluxit.cdnwm.com/cataloghi/trasloelevatori-per-contenitori.1.3.pdf#\\_ga=2.246368004.1684531729.1609747283-1896286358.1595061899&\\_gac=1.49331668.1609749254.Cj0KCQiAlsv\\_BRDtARIsAHMGVSYrHrqYFGouo9zAu7oFoNfGpLJu9q8NgwdS7nZLB5TaxS8Fe0igQVcaAjhFEALw\\_wcB](https://mecaluxit.cdnwm.com/cataloghi/trasloelevatori-per-contenitori.1.3.pdf#_ga=2.246368004.1684531729.1609747283-1896286358.1595061899&_gac=1.49331668.1609749254.Cj0KCQiAlsv_BRDtARIsAHMGVSYrHrqYFGouo9zAu7oFoNfGpLJu9q8NgwdS7nZLB5TaxS8Fe0igQVcaAjhFEALw_wcB)
- [15] [https://mecaluxit.cdnwm.com/cataloghi/trasloelevatori-per-contenitori.1.3.pdf#\\_ga=2.246368004.1684531729.1609747283-1896286358.1595061899&\\_gac=1.49331668.1609749254.Cj0KCQiAlsv\\_BRDtARIsAHMGVSYrHrqYFGouo9zAu7oFoNfGpLJu9q8NgwdS7nZLB5TaxS8Fe0igQVcaAjhFEALw\\_wc](https://mecaluxit.cdnwm.com/cataloghi/trasloelevatori-per-contenitori.1.3.pdf#_ga=2.246368004.1684531729.1609747283-1896286358.1595061899&_gac=1.49331668.1609749254.Cj0KCQiAlsv_BRDtARIsAHMGVSYrHrqYFGouo9zAu7oFoNfGpLJu9q8NgwdS7nZLB5TaxS8Fe0igQVcaAjhFEALw_wc)

- [16] <https://www.dematic.com/it-it/prodotti/panoramica-dei-prodotti/sistemi-di-stoccaggio/autostore/>
- [17] [https://www.swisslog.com/-/media/swisslog/documents/intralogistics-automation/products--systems/factsheet\\_autostore\\_eng\\_web.pdf?rev=372229fd57a04d2fa4204fb590164411&hash=E598A3BECB237AD8F28FE343CBF42597](https://www.swisslog.com/-/media/swisslog/documents/intralogistics-automation/products--systems/factsheet_autostore_eng_web.pdf?rev=372229fd57a04d2fa4204fb590164411&hash=E598A3BECB237AD8F28FE343CBF42597)
- [18] [https://www.swisslog.com/-/media/swisslog/documents/intralogistics-automation/products--systems/factsheet\\_autostore\\_eng\\_web.pdf?rev=372229fd57a04d2fa4204fb590164411&hash=E598A3BECB237AD8F28FE343CBF42597](https://www.swisslog.com/-/media/swisslog/documents/intralogistics-automation/products--systems/factsheet_autostore_eng_web.pdf?rev=372229fd57a04d2fa4204fb590164411&hash=E598A3BECB237AD8F28FE343CBF42597).
- [19] <https://www.dematic.com/it-ch/prodotti/panoramica-dei-prodotti/sistemi-di-stoccaggio/autostore/>
- [20] <https://www.logisticaefficiente.it/catalogo-logistica-efficiente/catalogo/material-handling>
- [21] <https://www.ecsitalia.net/it/project/automotore-standard/>
- [22] <https://logsystems.de/en/product-overview/monorail-systems/electrified-monorail/>
- [23] <http://www.salgroup.it/IT/CH/overhead.php>
- [24] <http://www.divielco.com/prodotti/sistema-automotore/bab09d064ca2425d8659c53157df3077>
- [25] [http://www.divielco.com/admin/images/categorie/6b27d73bf683425a93225be0747a8ea1/1a8fc5ff7c838a8a7b8e71aea4eee61f/SCHTEC.CARRELLO\\_500KG.V01.pdf](http://www.divielco.com/admin/images/categorie/6b27d73bf683425a93225be0747a8ea1/1a8fc5ff7c838a8a7b8e71aea4eee61f/SCHTEC.CARRELLO_500KG.V01.pdf)
- [26] <https://www.agvnetwork.com/>
- [27] [https://www.mmh.com/images/site/MMH1204\\_BPPharma\\_HealthCare.pdf](https://www.mmh.com/images/site/MMH1204_BPPharma_HealthCare.pdf)
- [28] <https://waypointrobotics.com/blog/amr-vs-agv/>
- [29] [https://wfgithub.blob.core.windows.net/72b2a3d4fede75dd792a4f54c5d009a2/pdf-AEROCOM\\_GEN\(1\)\\_6yp5n.pdf](https://wfgithub.blob.core.windows.net/72b2a3d4fede75dd792a4f54c5d009a2/pdf-AEROCOM_GEN(1)_6yp5n.pdf)
- [30] <http://www.bertek.it/index.php/posta-pneumatica>
- [31] <https://www.cassioli.it/divisione-tire/electrified-monorail-system/>
- [32] <http://www.salgroup.it/IT/CH/overhead.php>
- [33] <https://www.cassioli.it/divisione-tire/electrified-monorail-system/>

- [34] <https://mecaluxit.cdnwm.com/magazzini-automatici-contenitori/trasloelevatori-contenitori-Miniload/img22.1.2.jpg?imageThumbnail=3>
- [35] <https://www.rotarcarousel.com/public/boxhome/ROTAR-Sistema-Movimentazione.png>
- [36] <https://www.openmindtech.it/wp-content/uploads/2020/04/4fca6523191de2ae391d0d5ca4e1ec65.60541-600x338.jpg>
- [37] [https://www.meidensha.com/products/logistics/prod\\_01/prod\\_01\\_05/index.html](https://www.meidensha.com/products/logistics/prod_01/prod_01_05/index.html)
- [38] <https://www.jbtc.com/en/emea/automated-systems/products-and-applications/products/towing-agvs>
- [39] <https://www.directindustry.com/prod/stoeklin/product-17588-1935804.html>
- [40] <https://www.indiamart.com/proddetail/unit-load-1500-kg-automated-guided-vehicle-agv-20462364673.html>
- [41] <https://www.klainrobotics.com/wp-content/uploads/2020/03/1-2-200x300.jpg>
- [42] <https://jekashop.it/media/catalog/product/cache/12ad95d8a2fb3df88ee5f5df1ef6c6e8/s/p/spk4623.jpg>
- [43] <https://www.ellepack.it/wp-content/uploads/2019/07/P1040218-autoportante-180%C2%B0-600x400-su-epal-768x513.png>
- [44] <https://www.aslal.it/ospedale-s-spirito-a-casale-monferrato-la-posta-pneumatica-entra-in-ospedale>
- [45] [https://www.klainrobotics.com/wp-content/uploads/2020/08/WEB-MiR-Main-Brochure\\_IT.pdf](https://www.klainrobotics.com/wp-content/uploads/2020/08/WEB-MiR-Main-Brochure_IT.pdf)
- [46] <https://www.ssi-schaefer.com/resource/blob/374860/2542b96fc3fe827f77d245223c87d039/cs-galexis-ag-ch-it-pdf-dam-download-es-14315--data.pdf>
- [47] <https://www.ssi-schaefer.com/resource/blob/160648/8129bda0eb329fa1037347287574413d/shuttle-systems-brochure-dam-download-it-1147--data.pdf>
- [48] <https://routeecs.com/about/>
- [49] <https://www.oppent.com/it/hpts-3/?case=history>
- [50] [https://www.swisslog.com/-/media/swisslog/documents/intralogistics-automation/products--systems/factsheet\\_autostore\\_eng\\_web.pdf?rev=372229fd57a04d2fa4204fb590164411&hash=E598A3BECB237AD8F28FE343CBF42597](https://www.swisslog.com/-/media/swisslog/documents/intralogistics-automation/products--systems/factsheet_autostore_eng_web.pdf?rev=372229fd57a04d2fa4204fb590164411&hash=E598A3BECB237AD8F28FE343CBF42597)

- [51] <https://us.blog.kardex-remstar.com/vertical-lift-modules-vs-vertical-carousels>
- [52] <https://www.modula.eu/ita/prodotti/magazzino-automatico-verticale-modula-lift.html>
- [53] [https://www2.isye.gatech.edu/~mgoetsch/cali/ORDER/OP1A005\\_.HTM](https://www2.isye.gatech.edu/~mgoetsch/cali/ORDER/OP1A005_.HTM)
- [54] [https://research-doc.credit-suisse.com/docView?language=ENG&format=PDF&sourceid=em&document\\_id=x764406&serialid=gtSSTS0Y8k1XtvmPlx2PgA%3d%3d](https://research-doc.credit-suisse.com/docView?language=ENG&format=PDF&sourceid=em&document_id=x764406&serialid=gtSSTS0Y8k1XtvmPlx2PgA%3d%3d)
- [55] <https://www.fiaso.it/Pubblicazioni/La-logistica-sanitaria-nelle-Aziende-Sanitarie-e-Ospedaliere-del-Servizio-Sanitario-Nazionale>
- [56] <https://www.mecalux.it/case-studies/magazzino-farmaci-geolab-brasile>
- [57] <https://www.logisticaefficiente.it/automha/magazzino/automazione/questione-di-precisione-il-caso-metrica.html>
- [58] <https://samtechnology.com.au/order-picking-carton-handling/a-frame/>
- [59] <https://pages.dematic.com/assets/view-ung/?map=16&id=2132>
- [60] <https://www.ionlogistics.eu/blog/logistics>
- [61] [https://cscmp.org/CSCMP/Academia/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921](https://cscmp.org/CSCMP/Academia/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921)
- [62] <https://www.ailog.it/formazione/process-management-ii/>
- [63] [http://www.treccani.it/enciclopedia/core\\_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/](http://www.treccani.it/enciclopedia/core_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/)
- [64] <https://www.logisticaefficiente.it/le/network-e-trasporti/network/hub-centralizzato-gestione-logistica-ospedaliera.html>
- [65] <https://www.mauriziano.it/flex/cm/pages/ServeAttachment.php/%20L/IT/D/c%252F0%252Fc%252FD.545a5eb6f73ad902e498/P/BLOB%3AID%3D1443/%20E/pdf>
- [66] [http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2\\_6.jsp?lingua=italiano&id=3615&area=farmaci&menu=med](http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?lingua=italiano&id=3615&area=farmaci&menu=med)
- [67] [http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2\\_6.jsp?lingua=italiano&id=3615&area=farmaci&menu=med](http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?lingua=italiano&id=3615&area=farmaci&menu=med)
- [68] <https://www.fiaso.it/Pubblicazioni/La-logistica-sanitaria-nelle-Aziende-Sanitarie-e-Ospedaliere-del-Servizio-Sanitario-Nazionale>
- [69] Manuale SIFO La Farmacologistica 2 - Corso avanzato di logistica farmaceutica per il farmacista SSN



<https://www.sifoweb.it/biblioteca-sifo/altre-edizioni/2778-la-farmacologica-2.html>

[70] <https://www.mecalux.it/blog/kpi-logistica>

[71] <https://www.logisticaefficiente.it/redazione/magazzino/progettazione-e-miglioramento/indice-rotazione-definizione-applicazioni-gestionali.html>

[72] <https://www.logisticaefficiente.it/wiki-logistica/supply-chain/analisi-abc-incrociata.html>

[73] <https://www.logisticaefficiente.it/wiki-logistica/magazzino/wms-warehouse-management-system.html>

[74] [https://www.regione.marche.it/Portals/3/Users/216/16/216/Allegato%20DD%2044\\_19%20Vademecum%20\(1\).pdf?ver=2019-05-30-104852-247&ver=2019-05-30-104852-247](https://www.regione.marche.it/Portals/3/Users/216/16/216/Allegato%20DD%2044_19%20Vademecum%20(1).pdf?ver=2019-05-30-104852-247&ver=2019-05-30-104852-247)

[75] <https://www.peerbits.com/blog/warehouse-smart-inventory-management-solution.html>

[76] [http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2\\_6.jsp?lingua=italiano&id=328&area=dispositivi-medici&menu=classificazione](http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?lingua=italiano&id=328&area=dispositivi-medici&menu=classificazione)

[77] <https://www.aifa.gov.it/autorizzazione-dei-farmaci>

[78] <https://www.fascicolosanitario.gov.it/sistemi-codifica-dati/informazioni/aic>

[79] <https://riedlautomation.com/it/>

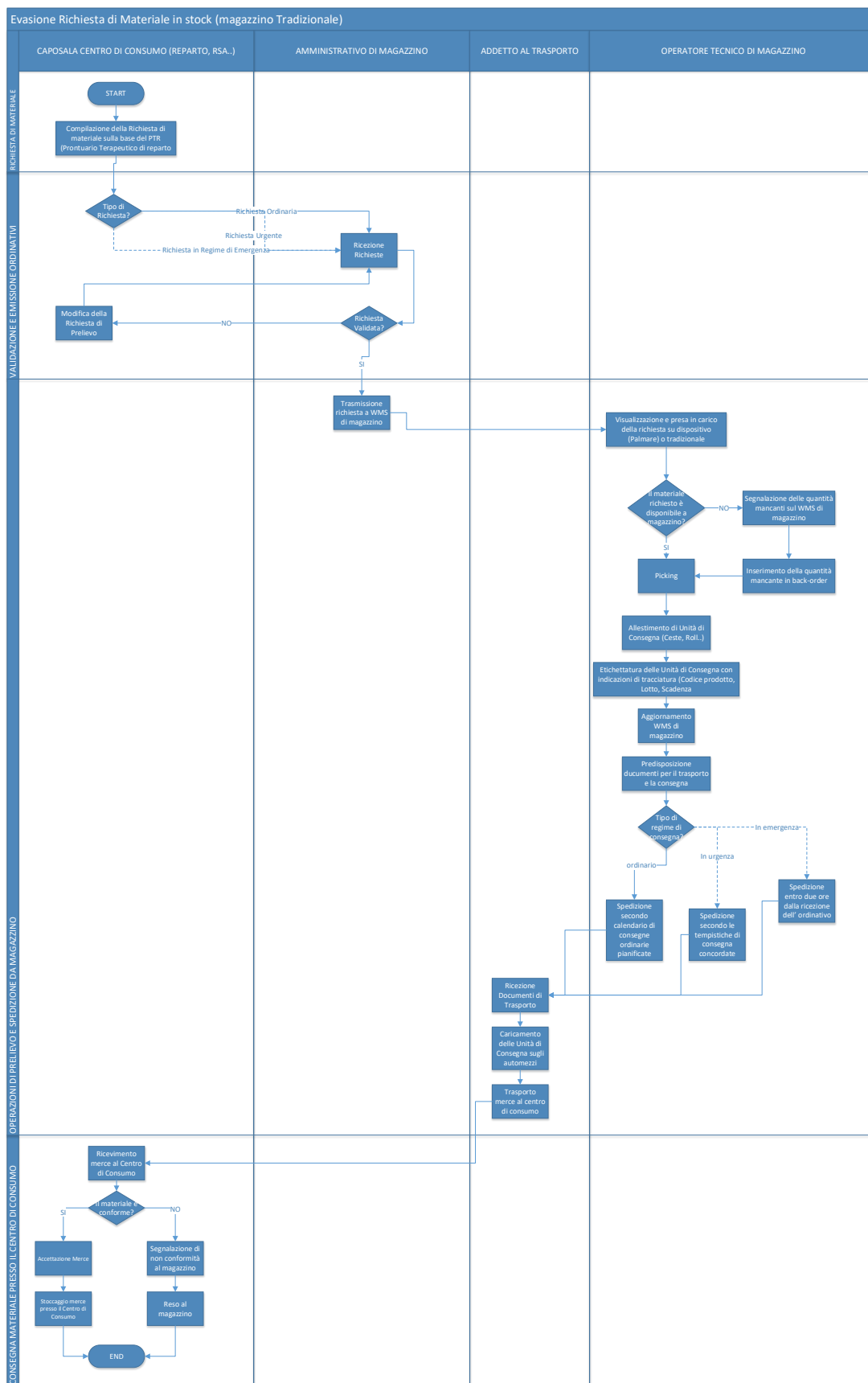
[80] <https://rowa.de/it/>

[81] <https://www.pharmathek.com/>

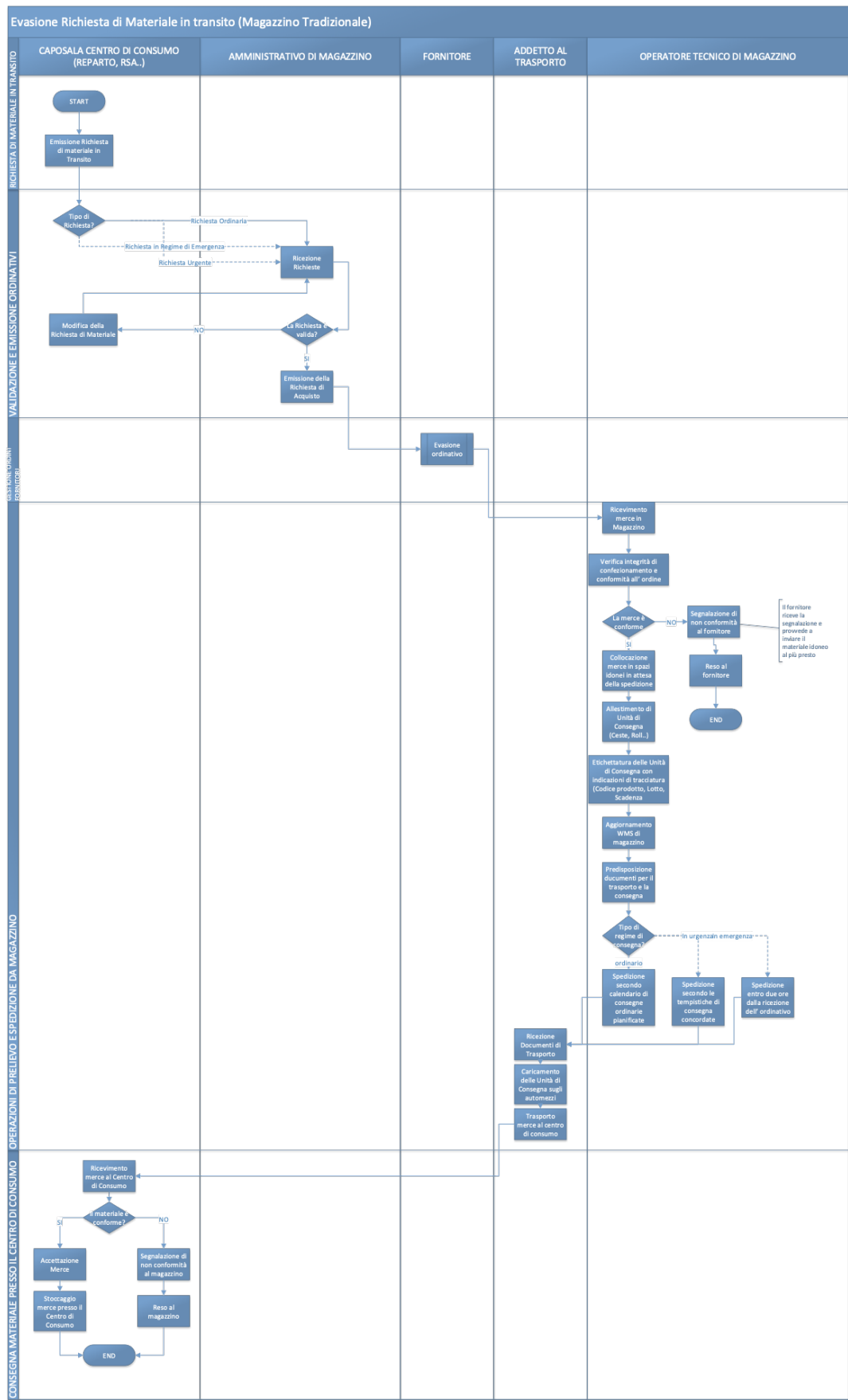
[82] <https://www.gollmannitalia.it/ita>

[83] <https://www.apostore.com/it/>

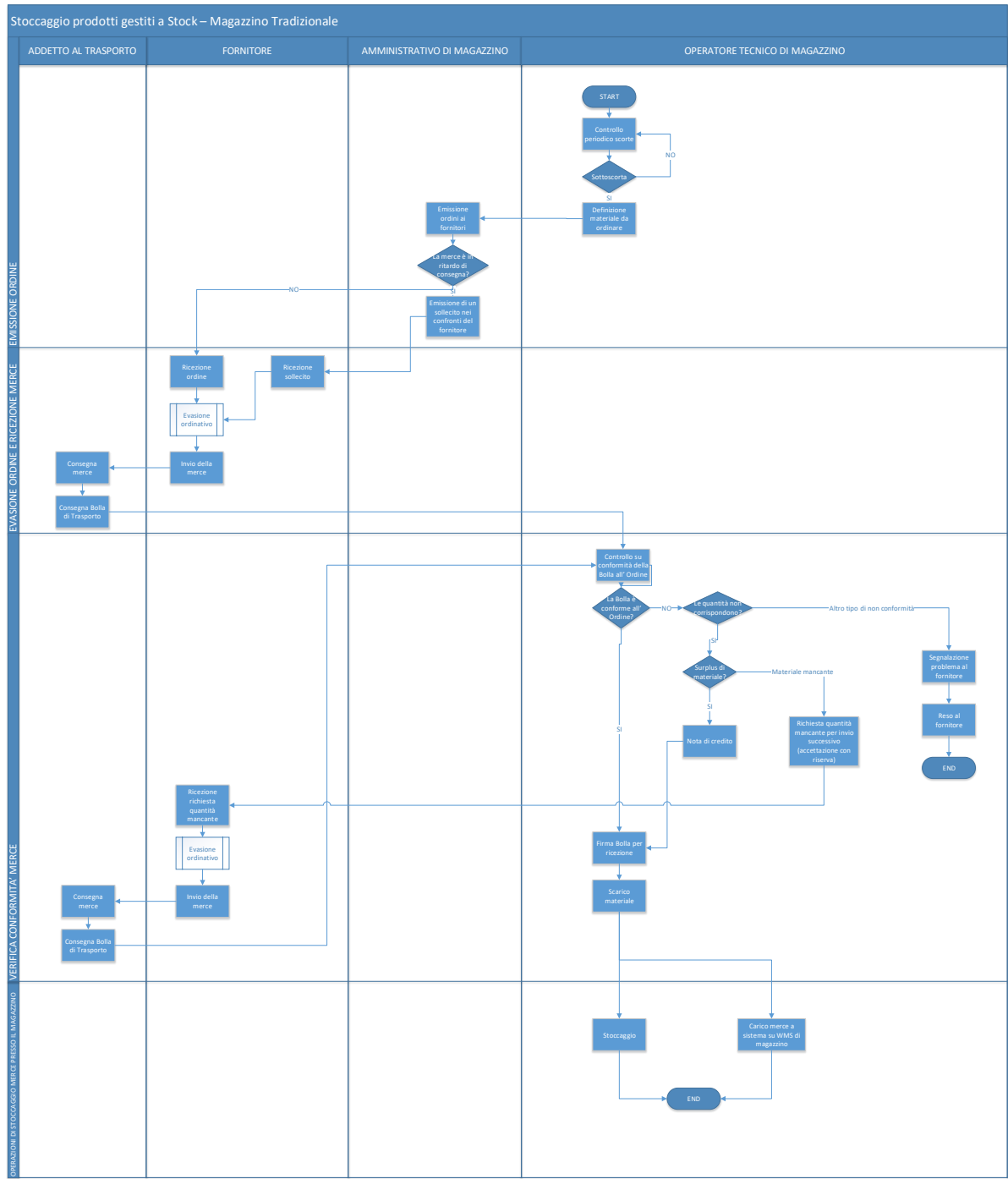
# ALLEGATI



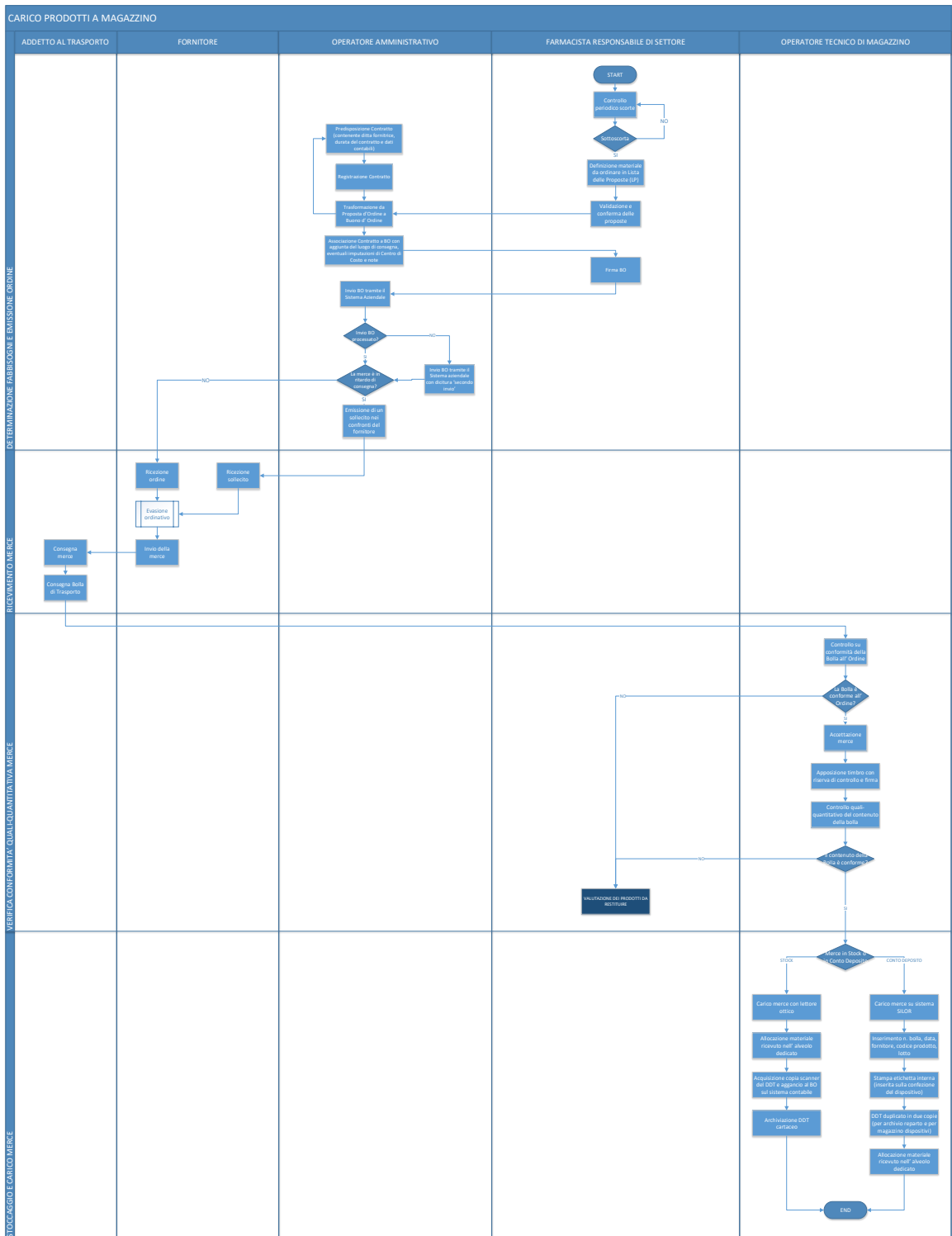
Allegato 1 – Evasione Richiesta di materiale gestito a stock (magazzino tradizionale)



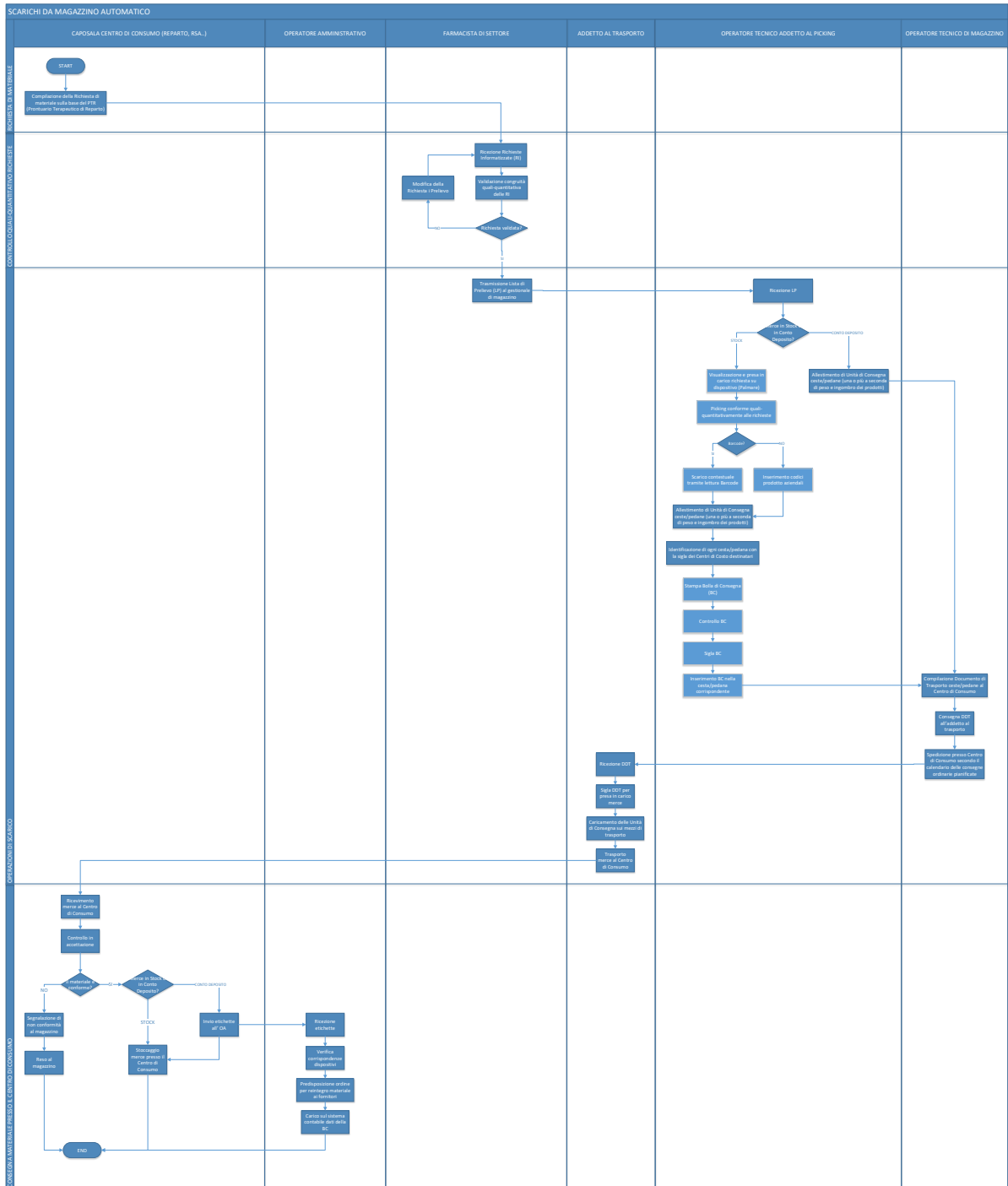
Allegato 2 – Evasione richiesta di materiale a transito (magazzino tradizionale)



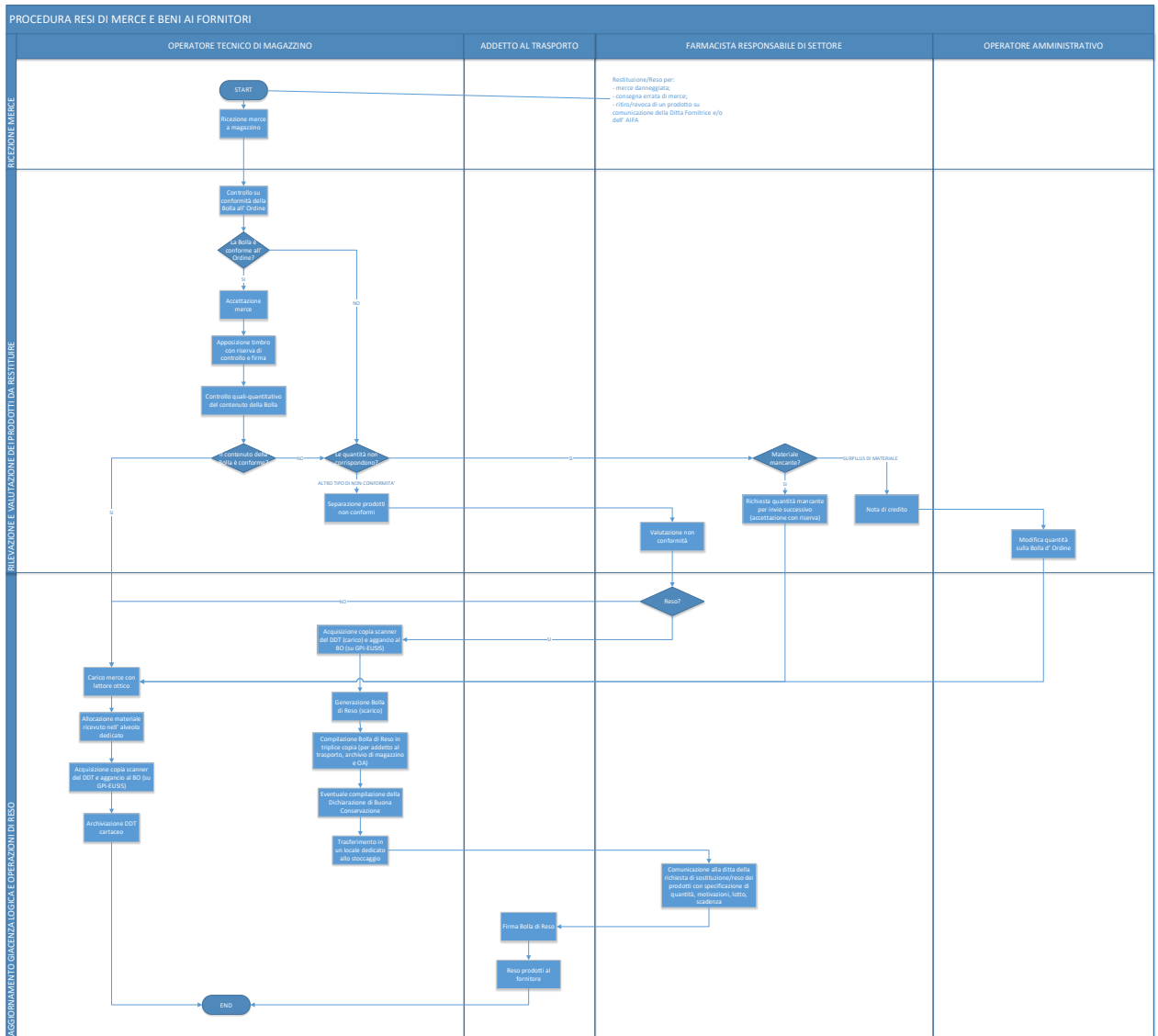
Allegato 3 – Stoccaggio prodotti gestiti a stock (magazzino tradizionale)



Allegato 4 – Carico prodotti a magazzino (automatico)



Allegato 5 – Scarico merce da magazzino automatico



Allegato 6 – Procedura di Reso merce ai fornitori