



Warehouse Integrated Logistics based on Modeling Approach: A Real Case

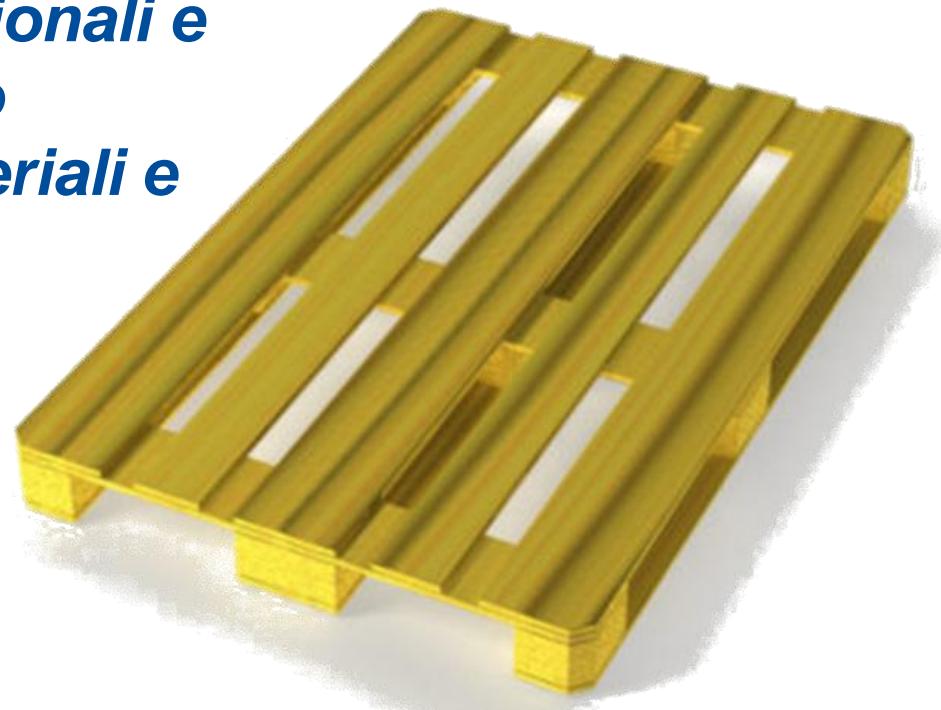




Logistica Interna



Logistica Interna: l'insieme delle attività organizzative, gestionali e strategiche che governano nell'azienda i flussi di materiali e delle relative informazioni all'interno degli Impianti





Internal Logistics

Internal Logistics: the activities addressing organization, management, operations and strategies devoted to control the flow of materials and related information within Industrial Plants





Retrattile

**Carrello elevatore retrattile.
Stivaggio a grande altezza in
corridoi particolarmente ristretti.
Portata fino a kg 2'500.
Elevazione fino a oltre 11m**





Reach Truck



Reach Trucks allows to load in narrow bay at high altitude (e.g. 11m); usually the capacity arrives to 2.5 tons





Commissionatore



**Carrello elevatore
commissionatore a medio
o alto prelievo con
elevazione limitata (1-3 tiri).**





High Level Order Pickers

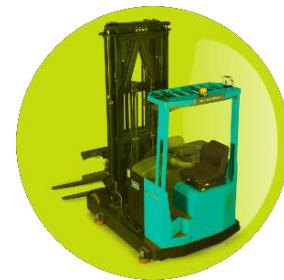


High Level Order Pickers
are devoted to address
medium and high rate
picking operations with
limited elevation (1-3 tiers).





Retrattile Multidirezionale



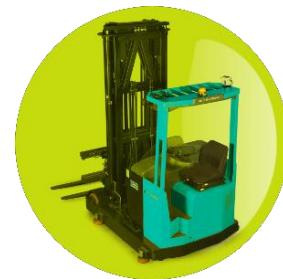
**Carrello elevatore retrattile
multidirezionale,
particolarmente adatto ad
operare in corridoi ristretti con
carichi lunghi.**

**Portata fino a kg 2.500
Elevazione fino a mm 8.500 di
altezza**





Moving Mast Reach Trucks



The Moving Mast Reach Trucks are particularly suitable for operating in narrow spaces and corridors. Usually they can operate loads up to 2'500kg and reach maximum heights around 8500 mm





Carrello Trilaterale

**Carrello elevatore trilaterale
con dispositivo di stivaggio
rotazione a 180°,**

**Supporta multiple posizioni
di stivaggio con le slitte
lateralì e raggiunge
elevazione fino ad oltre 9 m.**





Turret Truck

The Turret Truck, or Swing Reach Truck, allows to handle loads over 180°, and supports multiple storage positions by lateral forks.

Elevation could go over 9m





Forklifts

**Mezzi per la
movimentazione di
carichi elevati**





Forklifts



Vehicles to handle
heavy loads





Transpallets



**Mezzi di Movimentazione
di base**





Power Pallet Truck



Basic Handling Devices





Drive-In nella Logistica



**Magazzino con la
possibilita' di entrare
tramite un mezzo di
handling. Permette di
supportare la logica LIFO
(Last in First Out)**





Drive-In in Logistics



**Warehouse allowing
possibility to entering the
storage slots by the handling
device applying LIFO logic
(Last in First Out)**

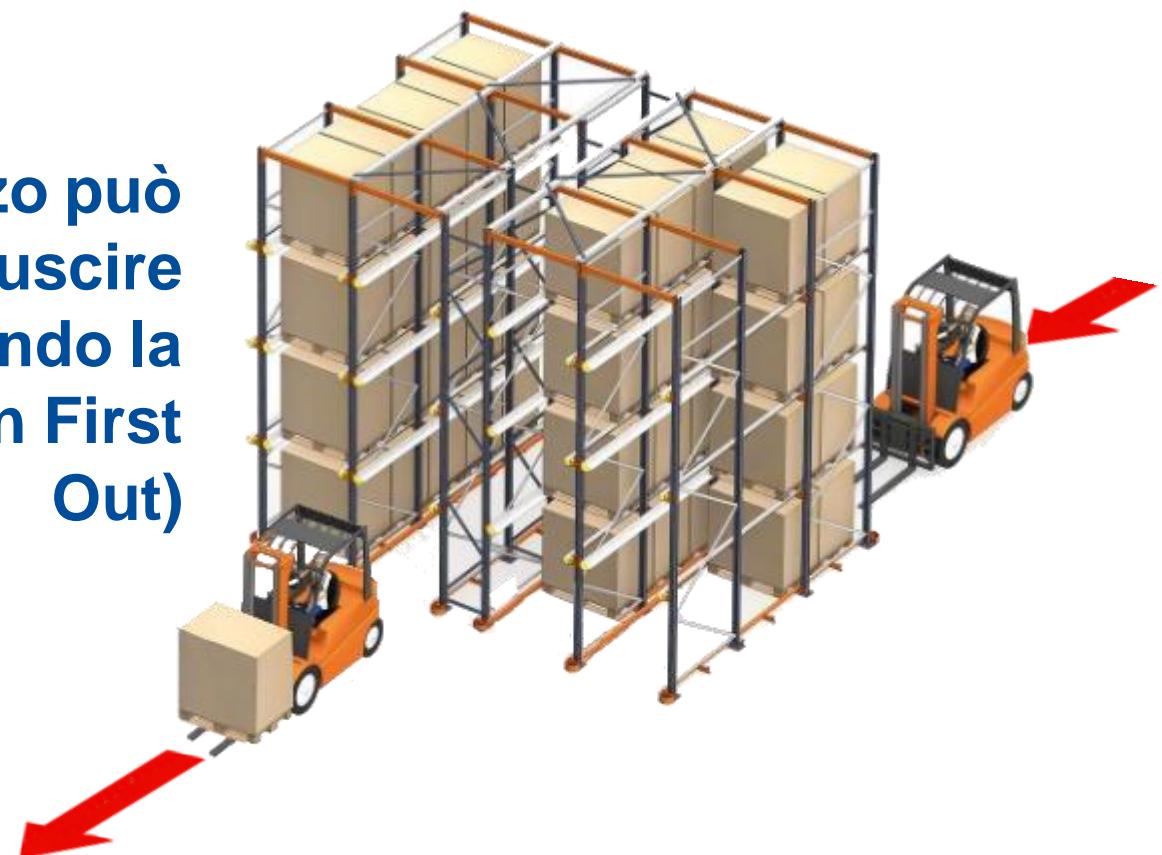




Drive-Through nella Logistica



In questo caso il mezzo può entrare da un lato e uscire dall'altro supportando la logica FIFO (First In First Out)

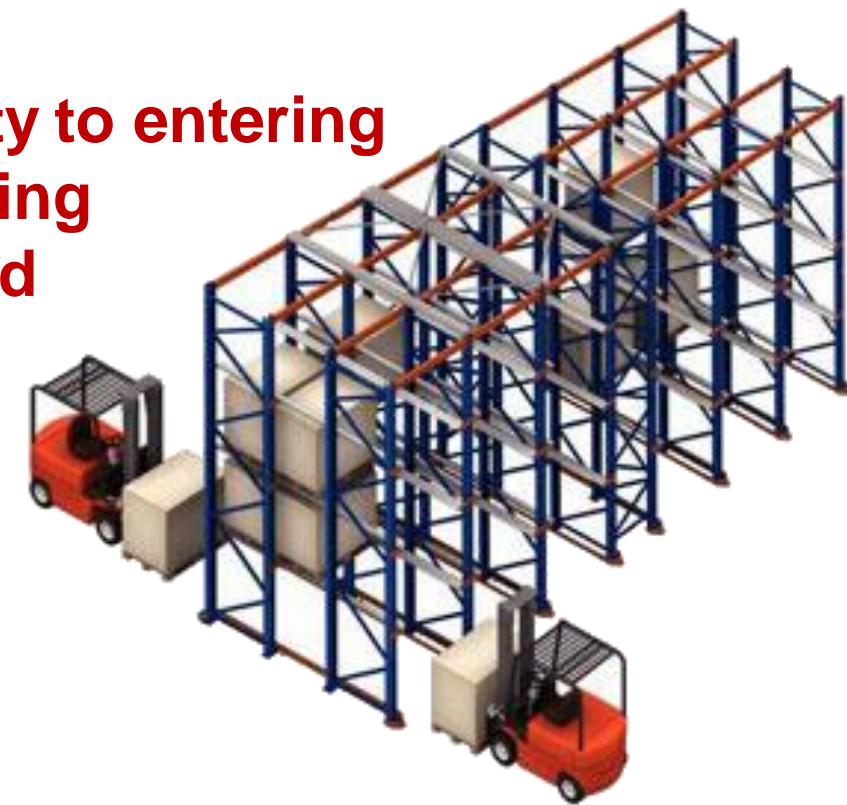




Drive-Through in Logistics



Warehouse allowing possibility to entering the storage slots by the handling device and also to exit; it could support FIFO Logic (First In First Out)





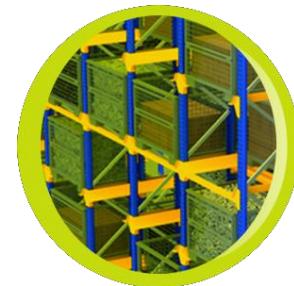
Scaffali a Baia Singola

In questo caso tra i due montanti vi e' una unica baia corrispondente ad una singola unita' di carico





Single Bay Racks



In this case between two uprights on each level is created a single bay corresponding to a load unit





Scaffali con Baie Multiple

Negli scaffali a baie multiple si possono stoccare diversi pallet su ciascun livello tra due montanti. Questa e' una soluzione molto comune e permette normalmente di avere altezze tra gli 8 e i 10m e di salire anch a 12; soluzioni speciali possono arrivare a 40m (e.g. magazzini automatizzati)





Multiple Bay Racks



Multi-bay Racking allows to store several pallets on each level between two racking uprights. It is a common solution normal height is 8-10m or even 12 m; special solution could go higher (e.g. automated warehouses up to 40m).





Magazzino con Baie Alte e Automatizzato

Queste soluzioni sono basate su strutture fissate direttamente al soffitto e ai muri e consentono di raggiungere alte densità; normalmente sono interamente automatizzate e possono arrivare a 40m





High Bay Warehouses/Silos



These solutions are based on structures fixed directly both to the roof and walls, so they support very high density storage. These warehouses are usually fully automated and could go up to 40m.





Baie con Carrello/Shuttle



Questa soluzione introduce un carrello mobile autonomo nelle baie che permette di aumentare la profondità e aumentare lo spazio eliminando i corridoi





Pallet Shuttle Racking

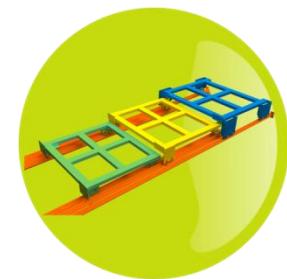


The structure include shuttles able to carry the pallets in depth within the bays. These carriers moves in the racking channel allowing to increase the depth and save space by eliminating aisles





Scafalli con Pushback

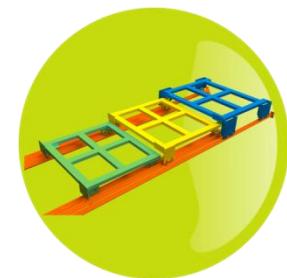


Questa soluzione permette di spingere i pallet in profondità grazie ai pushback nelle baie e una pendenza del 3-5% consente di recuperarli normalmente

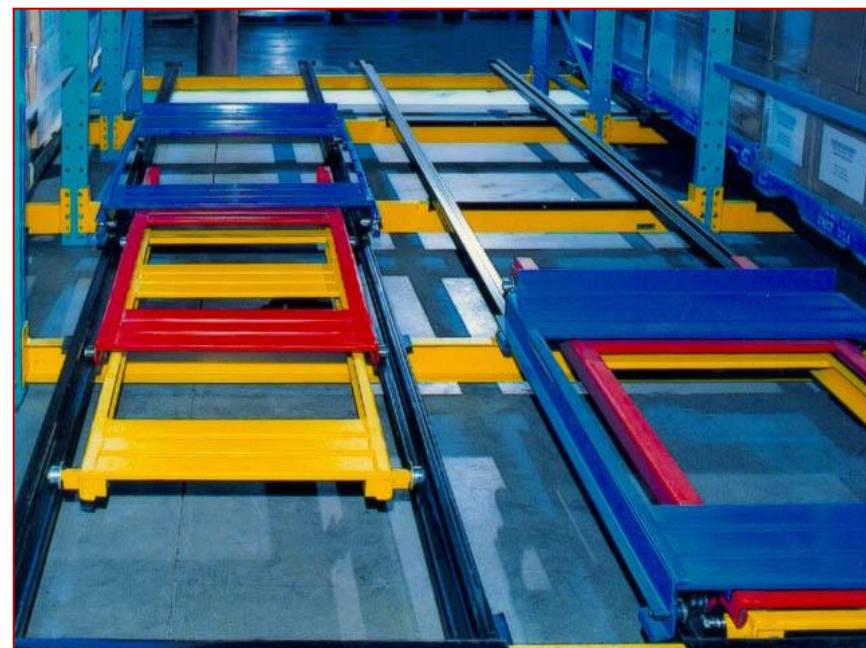




Pushback Racking



This solution is based on rolls and/or slides and it allows to push pallets inside the bay, while a 3-5% slope guarantees the return to the front.





Baie di Scarico



**Baia di accesso per
scaricare senza dover
usare la sponda
idraulica del Camion**





Loading Bays



Access to load and unload quickly the trucks without having to use the internal lift gate





Scaffali Mobili

Questa Soluzione muove direttamente gli interi scaffali riducendo il numero delle corsie ad una singola riallocato dinamicamente; sono in genere usati in magazzini piccolo e con carichi limitati





Mobile Racks

This solution allows the racks to move and to reduce the number of the aisles to a single one dynamically recreated where required ; it is usually adopted for not too heavy and big warehouses





Sistemi Autonomi

I Sistemi autonomi, o robotizzati, si basano sull'impiego di Intelligenze Artificiali capaci di guidare i mezzi nell'esecuzione coordinata e continua dei task logistici



Kiva Robots Amazon

We see our customers as invited guests to a party, and we are the hosts. It's our job every day to make every important aspect of the customer experience a little bit better.

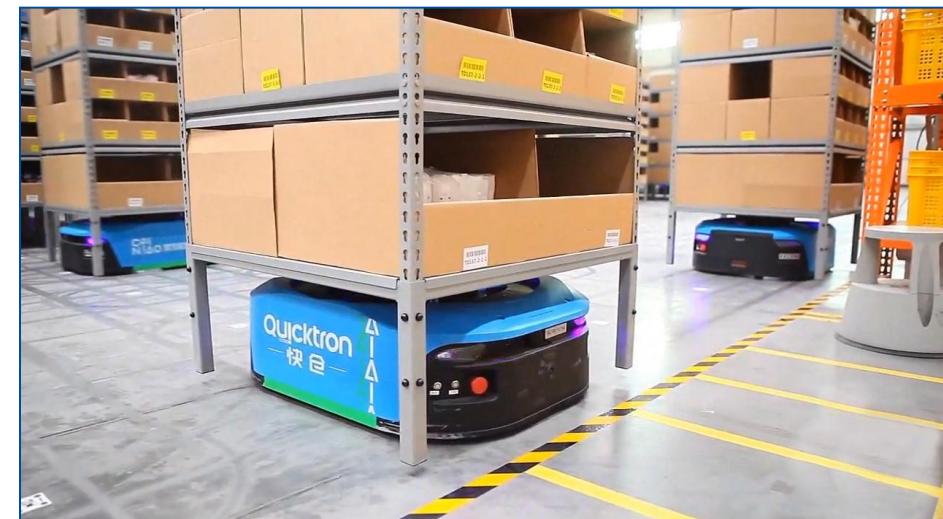
Jeff Bezos, founder & CEO of Amazon.



Autonomous Systems



Autonomous Systems, or robotic systems, combine innovative technologies & AI in order to create vehicles able to move autonomously and conduct logistics tasks continuously and in a coordinated way



Quicktron Robots Alibaba

If we are a good team and know what we want to do, one of us can defeat ten of them.

Jack Ma, CEO Alibaba





Tempi di Riferimento per la Logistica Interna



Inbound

I Biliici portano spesso EUR Pallet (800x1200x145 mm): ~32-33 pallet/bilico

Usando la baia di carico si possono garantire le seguenti Produttività:

Scarico ~1 min/pallet

Accettazione e Controllo ~ 1 min/pallet con RF (Radio Frequency);

Totale ~60 min/mezzo

Da Accettazione a Scaffali Magazzino (e.g. fino a 8m altezza con RF): ~18 pallet/ora

Outbound

Abbassamento ha rese collegate al mix, tuttavia si può considerare una resa di ~18 pallet/ora

Cautelativamente la variabilità è tra 15 pallet/ora e 20 pallet/ora; in particolari casi e ottimisticamente si può arrivare anche a 30 pallet/ora

Picking: Grande Distribuzione ~140 colli/ora; pacchi pesanti (e.g.10-15kg) ~40-45 movimenti/ora



- *Dati usati per stime e valutazioni nel MMXVI*
- *Vale la pena di controllare anche i riferimenti teorici dei dati forniti dal MTM (Methods Time Measurement)*





Reference Times for Internal Logistics



Inbound

Trucks carrying EUR Pallet (800x1200x145 mm): ~32-33 pallet/truck; by using loading bay
the productivity could be estimated as:

Loading/Unloading ~1 min/pallet

Acceptance Check ~ 1 min/pallet by RF (Radio Frequency)

Total ~60 min/truck

From Acceptance to Warehouse Racks (e.g. up to 8m & operations based on RF): ~18 pallet/h

Outbound

Lowering Goods is related to the mix therefore it could be considered around ~18 pallet/h

Consider a potential precautionary variability in normal condition between 15 pallet/h e 20 pallet/h;

In particular cases and optimistically it is possible to reach 30 pallet/h

Picking: Retail ~140 packages/h; heavy packages (e.g.10-15kg) ~40-45 movements/h

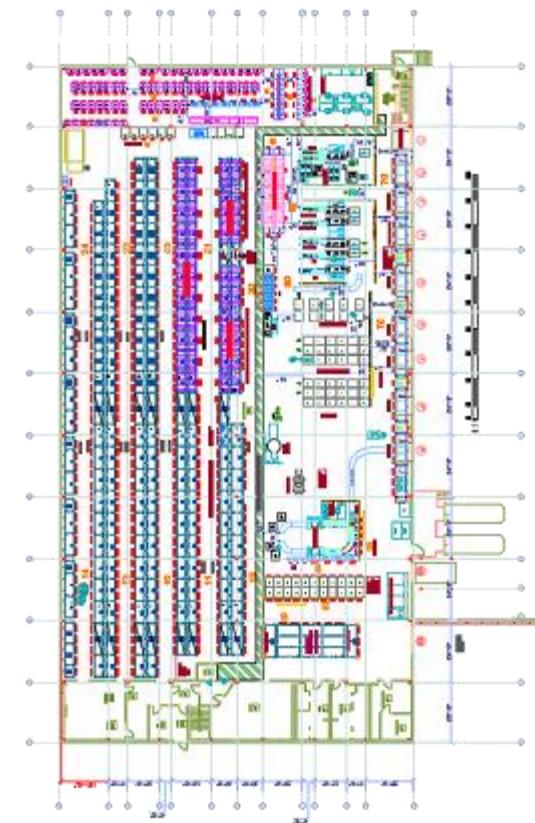
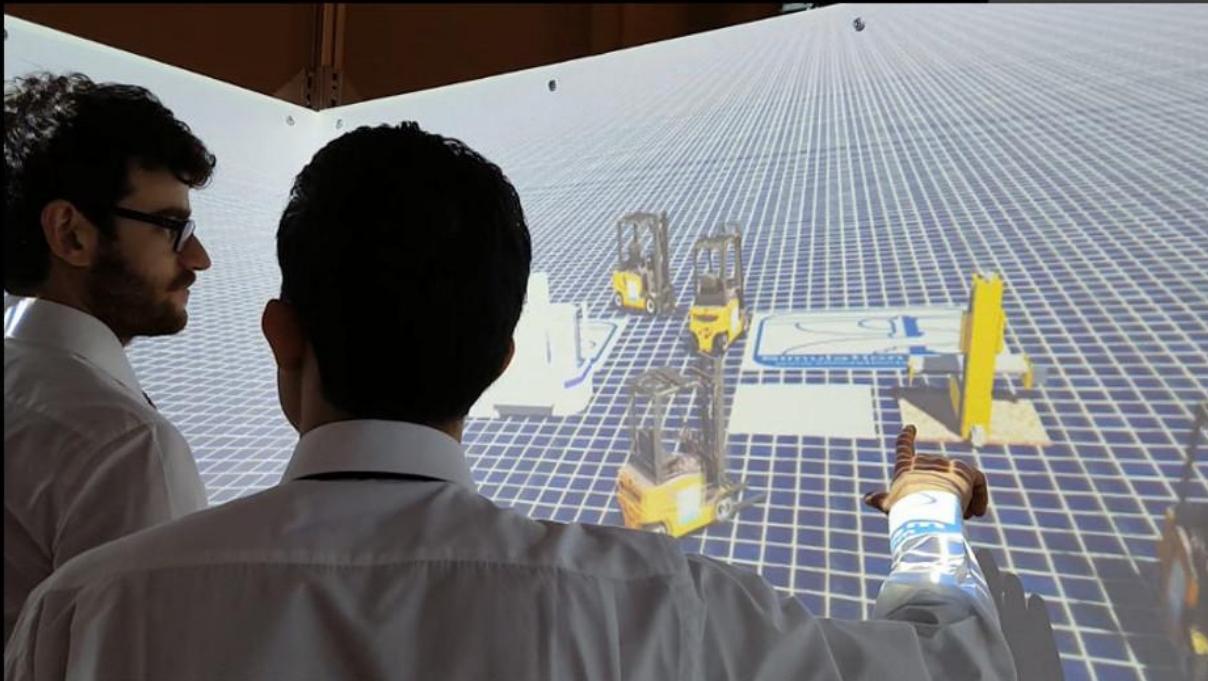


- *Reference Data in use in MMXVI*
- *Consider to check also MTM (Methods Time Measurement) for theoretical data references*





Simulation & Logistics



www.liophant.org/projects/logistics.html



WILMA

*Warehouse Integrated Logistics
based on Modeling Approach*

Un centro di distribuzione
gestisce flussi di merce per
clienti multipli, ricevendo il
materiale dai fornitori e
sotccandolo nel
magazzino per garantire le
consegne agli utenti finali
o punti di vendita



- WILMA: Sistema di simulazione sviluppato dal Simulation Team come Applet per Applicazioni Web





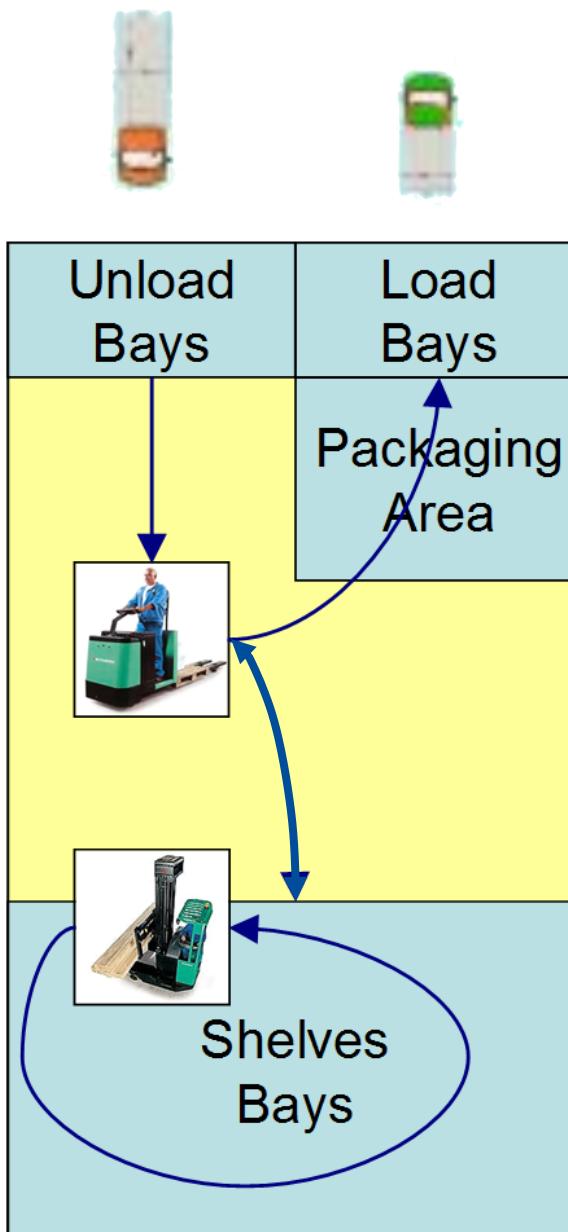
WILMA

*Warehouse Integrated Logistics
based on Modeling Approach*

A distribution center manages goods flows for many client, receiving items from suppliers, stocking in racks and guaranteeing deliveries to final users/stores.



- WILMA: Simulation System developed by Simulation Team as Applet for Web Applications





WILMA

DIPTEM Università di Genova **LIOPHANT** Simulation Club **A.G. Bruzzone** **F. Longo**

Coefficiente Utilizzo Mezzi (calcolato su 2 turni di lavoro)

Commissionatori	0.70347
Retrattili	0.77152

Utilizzo maggiore di 1 -> parte il terzo turno di lavoro

Tempi attesa/servizio camion

Attesa Fornitori	30.0	24.0	18.0	6.0	5.35064
Servizio Fornitori	60.0	48.0	36.0	12.0	9.54974
Attesa PdV	60.0	48.0	36.0	12.0	5.36706
Servizio PdV	60.0	48.0	36.0	12.0	29.25399

Stats Reset **Default** (prima di riavviare una nuova simulazione) (valori default parametri)

Colli movimenti per giorno 36.324
Colli movimenti per giorno (medio) 36.630
Costo per ogni Collo 0,257

Camion Fornitori Orario di inizio arrivo 5:00
Numero Camion (per giorno) 90
Finestra temporale arrivo 8h

Camion Punti di Vendita Orario di inizio arrivo 18:00
Numero Camion (per giorno) 36
Inizio preparazione merce 13:00
Finestra temporale arrivo 3h

Mezzi movimentazione merci

Numero Commissionatori	25
Numero Retrattili	12
Numero Baie	20

Efficienza Mezzi 1

Costi & Penali

Tempo di attesa oltre il quale scatta la penale (punti vendita)	35 min.
Costo Penale (punti vendita)	25
Tempo di attesa oltre il quale scatta la penale (fornitori)	20 min.
Costo Penale (fornitori)	25

WILMA **Day 3 (Wed) 17:39**

OUTPUTS

Cost / Item

SETTABLE PARAMETERS

WILMA Interface

41





WILMA: Esperienza

Processi:

I processi toccano diverse fasi:

Ricezione Merce da Fornitori

1. *Scarico dei Camion Fornitori nell'area di recezione*
2. *Commissionatori trasportano i pallet nell'area stoccaggio*
3. *I Retrattili riforniscono le Baie del Magazzino*



Spedizione Merce ai Punti di Vendita

4. *I retrattili scaricano le baie del magazzino*
5. *I commissionatori trasportano la merce nell'area di carico*
6. *I Camion per I Punti di Vendita vengono caricati*



Costi:

I costi logistici del magazzino affliggono le prestazioni



WILMA: Exercise

Process:

The processes involve different phases:

Inbound

1. *Suppliers Trucks unload in Receiving Area*
2. *Order Pickers handle items to Stocking Area*
3. *Multi-Way Reach Trucks refurbish Racks*



Outbound to Points of Sale (PoS)

4. *Multi-Way Reach Trucks unload items from Racks*
5. *Order Pickers handle items to Load Area*
6. *Deliveries Trucks are loaded*



Costs:

Warehouse's Logistics Costs affecting overall performance



WILMA Parametri Modificabili

Numero carrelli commissionatori = 25 (range da 5 a 60)

Numero carrelli retrattili = 12 (range da 5 a 60)

Numero baie per camion= 20 (range da 20 a 40)

Efficienza mezzi= 1.0 (range da 0.4 a 4.0)



Orario di inizio arrivo camion fornitori = 5:00 (range da 3:00 a 7:00)

Numero camion fornitori per giorno = 90 (range da 80 a 100)

Finestra temporale arrivo camion fornitori = 8 ore (range da 1 ora a 10 ore)



Orario di inizio arrivo camion punti di vendita = 18:00 (range da 18:00 a 22:00)

Numero camion punti di vendita per giorno = 36 (range da 30 a 40)

Finestra temporale arrivo camion punti di vendita = 3 ore (range da 1 ora a 10 ore)

Inizio preparazione merce per punti di vendita = 13:00 (range da 12:00 alle 17:00)

Tempo di attesa oltre il quale scatta la penale (camion punti di vendita) = 35 min. (range 15 a 60)

Costo penale orario (punti di vendita) = 25 €/h (range da 0 €/h a 50 €/h)

Tempo di attesa oltre il quale scatta la penale (camion fornitori) = 20 min. (range 5 a 40)

Costo penale orario (fornitori) = 25 €/h (range da 0 €/h a 50 €/h)



WILMA DoF and Independent Variables

The Independent Variables and Degrees of Freedom (DoF) include:

Number of High Level Order Pickers = 25 (range from 5 to 60)

Moving Mast Reach Trucks = 12 (range from 5 to 60)

Loading Bays for the Trucks = 20 (range from 20 to 40)

Handling Device Efficiency = 1.0 (range from 0.4 to 4.0)

Early Arrival Time of Supplier Trucks = 5:00 (range from 3:00 to 7:00)

Supplier Trucks per day = 90 (range from 80 to 100)

Time Window for Supply Truck Arrival = 8 h (range from 1 h to 10 h)



Early Arrival Time for Trucks Serving Points of Sale (PoS) = 18:00 (range 18:00 - 22:00)

PoS Trucks per day = 36 (range from 30 to 40)

Time Window for PoS Trucks = 3 h (range from 1 h to 10 h)

Time to start load preparation for PoS = 13:00 (range 12:00 - 17:00)

Waiting Time Limit before to apply Penalty (PoS Trucks) = 35 min. (range 15 - 60)

Penalty Cost (PoS) = 25 €/h (range from 0 €/h to 50 €/h)

Waiting Time Limit before to apply Penalty (Supplier trucks) = 20 min. (range 5 - 40)

Penalty Cost (Suppliers) = 25 €/h (range from 0 €/h to 50 €/h)



WILMA Parametri non Modificabili

Tempo minimo di accettazione camion fornitori = 1 min.

Tempo massimo di accettazione camion fornitori = 1 ora

Tempo minimo di accettazione camion punti di vendita = 1 min.

Tempo massimo di accettazione camion punti di vendita = 1 ora



Numero minimo di pallet scaricati da camion fornitore = 8 pallets;

Numero medio di pallet scaricati da camion fornitore = 10 pallets;

Numero massimo di pallet scaricati da camion fornitore = 12 pallets;



Numero minimo di pallet caricati su camion punto di vendita = 25 pallets;

Numero medio di pallet caricati su camion punto di vendita = 29 pallets;

Numero massimo di pallet caricati su camion punto di vendita = 32 pallets;

Colli per pallet = 36;

Costo di ammortamento orario commissionatori = 0.25 €

Costo di ammortamento orario retrattile = 0.70 €

Costo Orario manodopera = 10 €/h





WILMA Fixed Boundary Conditions & Parameters

Minimum Time to accept a Supplier Truck = 1 min.

Maximum Time to accept a Supplier Truck = 1 hour

Minimum Time to accept a PoS Truck = 1 min.

Maximum Time to accept a PoS Truck = 1 hour



Minimum Number of Unloaded Pallets from a Supplier Truck = 8 pallets;

Average Number of Unloaded Pallets from a Supplier Truck = 10 pallets;

Maximum Number of Unloaded Pallets from a Supplier Truck = 32 pallets;



Minimum Number of Unloaded Pallets from a PoS Truck = 25 pallets;

Average Number of Unloaded Pallets from a PoS Truck = 29 pallets;

Maximum Number of Unloaded Pallets from a PoS Truck = 32 pallets;

Average Packages for Pallet = 36;

Mortage cost for Number of High Level Order Pickers = 0.25 €

Moving Mast Reach Trucks = 0.70 €

Average Personnel Cost = 10 €/h





WILMA Output

Gli Output e i Key Performance Index sono:

- Livello di Saturazione dei Mezzi
- Tempi di attesa per i Bilici (avg)
- Tempi di Servizio per i Bilici (avg)
- Numero di Colli Gestiti
- Costo a Collo [Euro/collo] (avg)





WILMA Output

Outputs and Key Performance Indexes:

- Vehicle's saturation level
- Waiting Time for Served Truck (avg)
- Service Time for Truck (avg)
- Handled Packages
- Cost for each item [Euro/package] (avg)





WILMA: Obiettivi

Minimizzare i costi a collo

Aumentare Qualità Soluzione Logistica



L'Esercizio deve essere sviluppato in diverse Fasi:

- Analisi e Ottimizzazione dello Scenario Attuale (valori di default)
- Analisi delle Prestazioni a fronte di modifiche operative e risettaggio ottimale della logistica
- Osservazioni sui possibili sviluppi e lezioni apprese





WILMA Goals

Minimize Cost for each item



The exercise has to be developed in different Phases:

- Analysis and optimization of actual scenario (default settings)
- Analysis of results variations operating on settable parameters and Re-Optimization
- Observations on further developments and lessons learned





WILMA Ottimizzazione Multivariabile

È importante considerare il problema logistico nel complesso richiede un modo efficace per identificare la configurazione più conveniente nel soddisfare le molteplici funzioni obiettivo e, anche, considerando la natura stocastica di questo problema





WILMA Multi Variable Optimization

It is important to consider the different logistics target functions and to identify some way to identify the most convenient configuration to satisfy multiple objectives even considering the Stochastic nature of the problem





Fase 1, 2a & 2b

Fase 1

- Analizzare lo scenario di partenza in termini di livello di prestazioni, costi operativi e identificazione delle componenti critiche
- Trovare una soluzione che consenta di costi (euro/collo)

Phase 2a & 2b

- **2a:** diminuire il tempo limite per servire un Bilico per PoS a 15 min, analizzare e ottimizzare
- **2b:** Spostare più avanti il tempo per iniziare la preparazione per outbound alle 4pm, analizzare e ottimizzare





Phase 1 & 2

Phase 1

- Analysis of default scenario in terms of performance level, cost per item and identification of critical variables.
- Operate to decrease cost per item

Phase 2

- **2a:** Decreasing of limit time to serve final clients to 15 min, analysis and optimization
- **2b:** Move forward the time to start goods packaging for outbound to 16:00, analysis and optimization





Risultati

Parametri	PHASE 1		PHASE 2	
	Dati	Modifiche	Dati	Modifiche
	1	2	Inizio prep.Merce	
Scenario				
Descrizione	Default		t limite attesa pdv	
Camion Fornitori				
orario inizio arrivo	5		5	5
camion per giorno	90		90	90
finestra temporale arrivo [h]	8,00		8,00	8,00
Camion Punti Vendita				
orario inizio arrivo	18,00		18,00	18,00
camion per giorno	36		36	36
inizio preparazione merce	13,00		13,00	16,00
finestra temporale arrivo [h]	3		3	3
Mezzi Movimentazione Merci				
numero commissionatori	25		25	25
numero retrattili	12		12	12
numero baie	20		20	20
efficienza mezzi	1		1	1
Costi & Penali				
Costi / Penali				
t limite attesa pdv	35		15	35
costo penale pdv [Euro/h]	25		25	25
t limite attesa fornitori	20		20	20
costo penale pdv [Euro/h]	25		25	25
Risultati				
Coeff. Utilizzazione Mezzi				
commissionatori				
retrattili				
Tempi Attesa/Servizio Camion [min]				
attesa fornitori				
servizio fornitori				
attesa pdv				
servizio pdv				
Colli Movimentati per Giorno				
Costo Medio Colli [Euro]				



Results

	Scenario	Phase 1		Phase 2		
		Data	Changes	Data	Changes	Data
	Description	Default		Limit time for PoS within 15 min		Starting Time for Good Preparation at 4pm
Parameters						
Supplier Trucks						
Early Arrival Time	5.00			5.00		5.00
Flows in Trucks/day	90			90		90
Time Window for Arrival [h]	8			8		8
Point of Sales (PoS) Trucks						
Early Arrival Time	18			18		18
Flows in Trucks/day	36			36		36
Starting Time for Preparation	13.00			13.00		16.00
Time Window for Arrival [h]	3			3		3
Handling Devices						
High Level Order Pickers	25			25		25
Moving Mast Reach Trucks	12			12		12
Unloading>Loading Bays	20			20		20
Device Efficiency	1			1		1
Penalties & Costs						
Penalties & Costs						
Limit time for PoS Trucks	35			15		35
Penalty PoS Truck[Euro/h]	25			25		25
Limit time for SupplierTrucks	20			20		20
Penalty Supplier Truck[Euro/h]	25			25		25
Results						
Use Coeff.						
High Level Order Pickers						
Recal Truck						
Waiting & Service Times for Trucks						
Supplier Truck Waiting						
Supplier Truck Service Time						
PoS Truck Waiting						
PoS Truck Service Time						
Handled Packages per day						
Packager Average Handling Cost						



References

