



Warehouse Integrated Logistics based on Modeling Approach: A Real Case

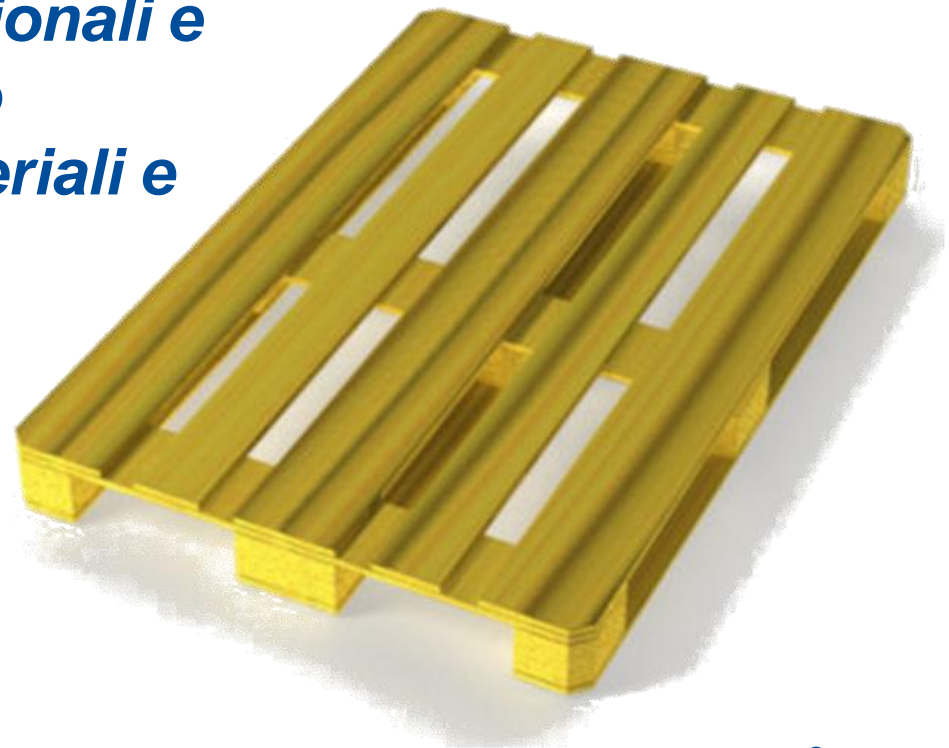




Logistica Interna



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
laterali 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

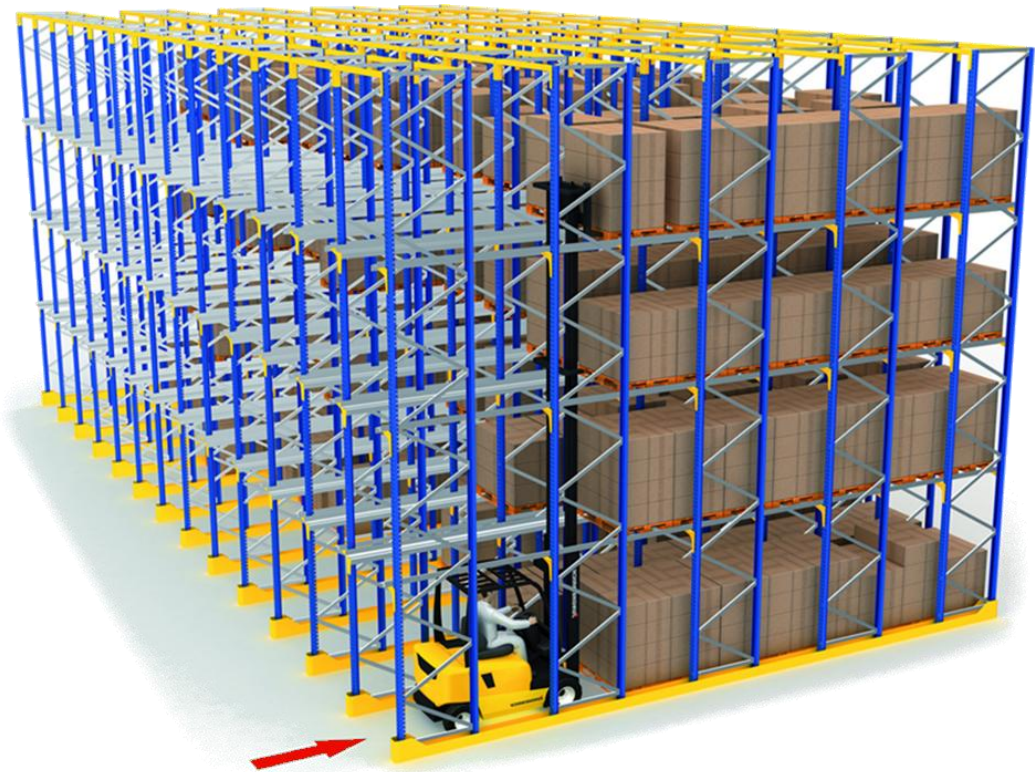




Drive-In nella Logistica



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)

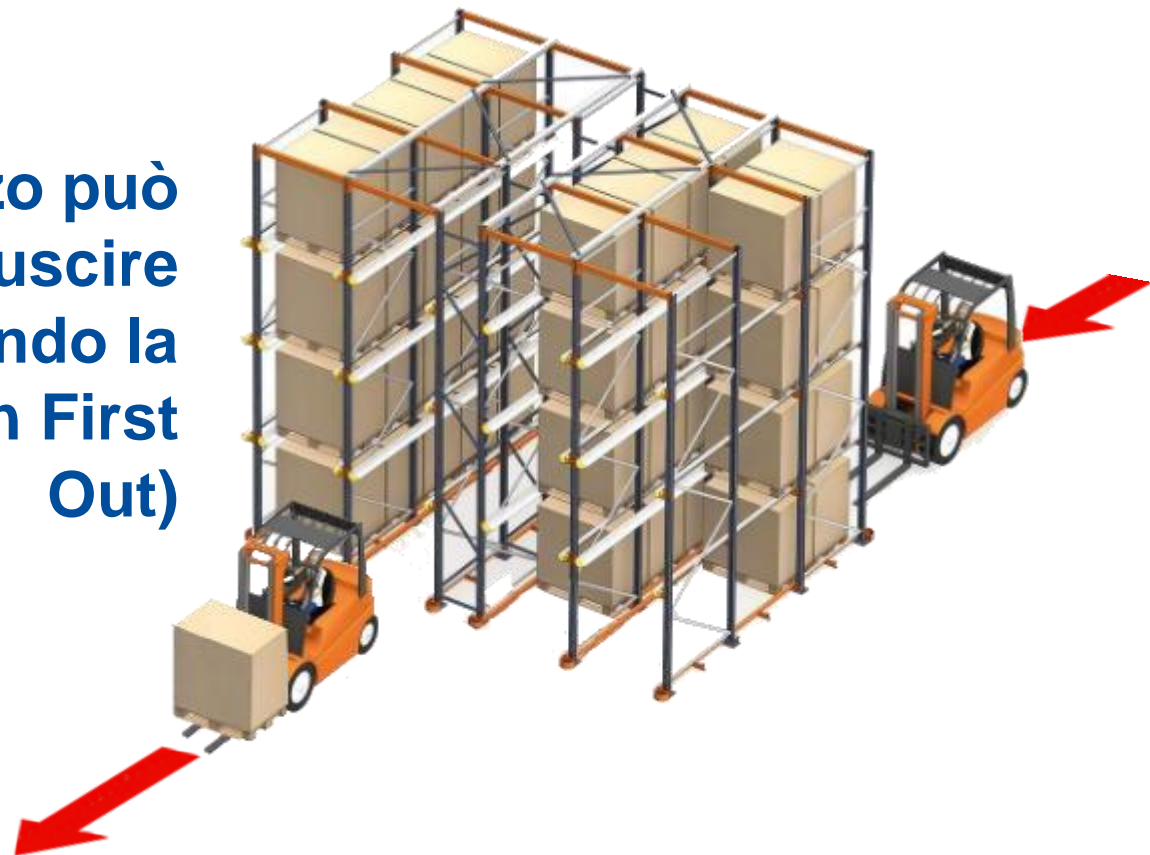




Drive-Through nella Logistica



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

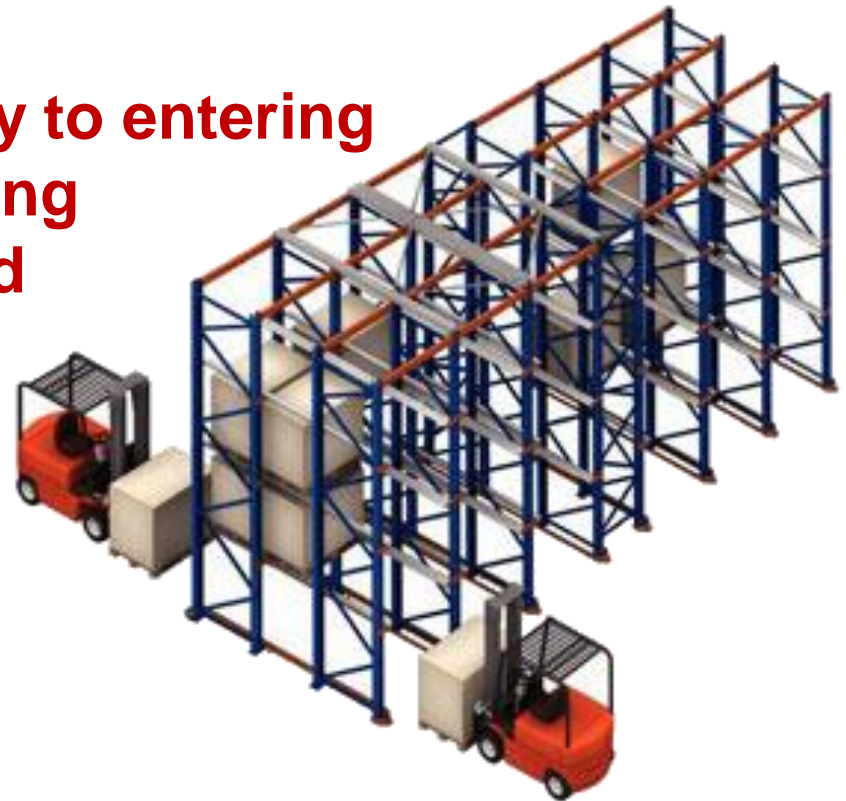




Drive-Through in Logistics

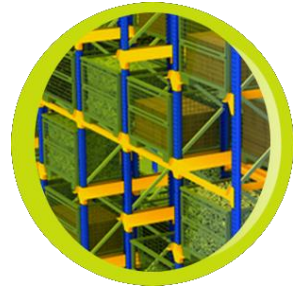


Warehouse allowing possibility to entering the storage slots by the handling device and also to exit; it could support FIFO Logic (First In First Out)

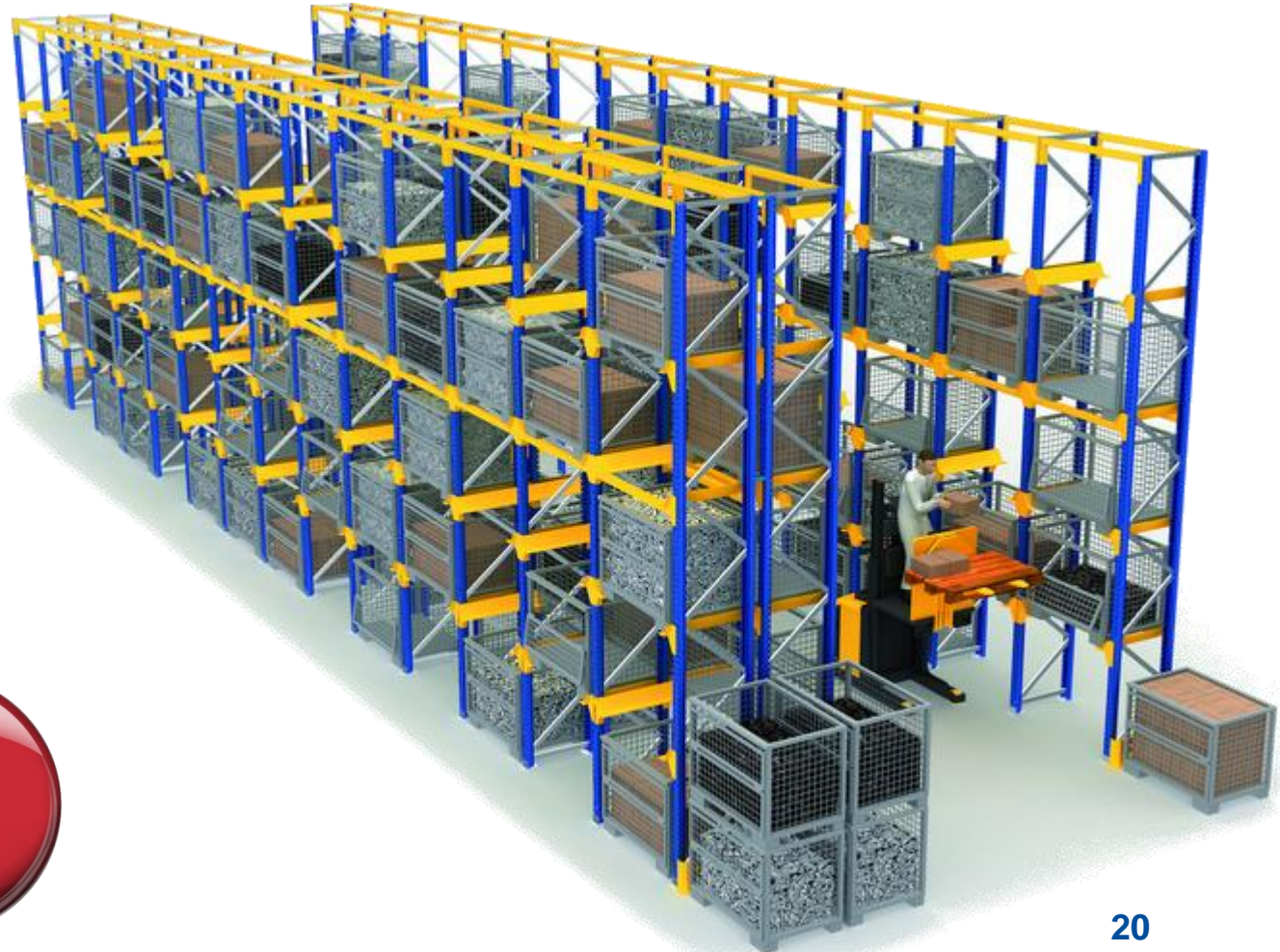




Scaffali a Baia Singola

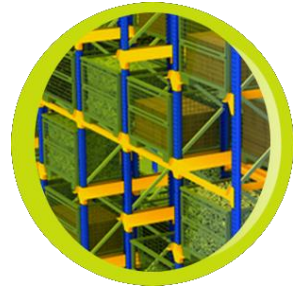


In questo caso tra i due montanti vi e' una unica baia corrispondente ad una singola unita' di carico





Single Bay Racks

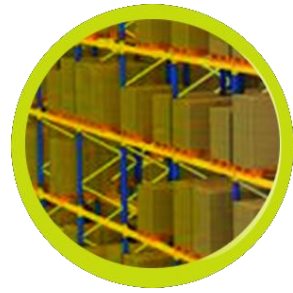


In this case between two uprights on each level is created a single bay corresponding to a load unit





Scaffali con Baie Multiple

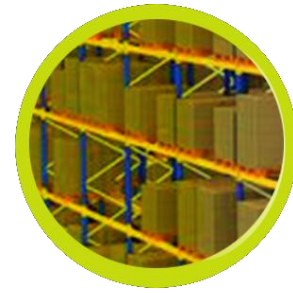


Negli scaffali a baie multiple si possono stoccare diversi pallet su ciascun livello tra due montanti. Questa e' una soluzione molto comune e permette normalmente di avere altezze tra gli 8 e i 10m e di salire anch a 12; soluzioni speciali possono arrivare a 40m (e.g. magazzini automatizzati)





Multiple Bay Racks



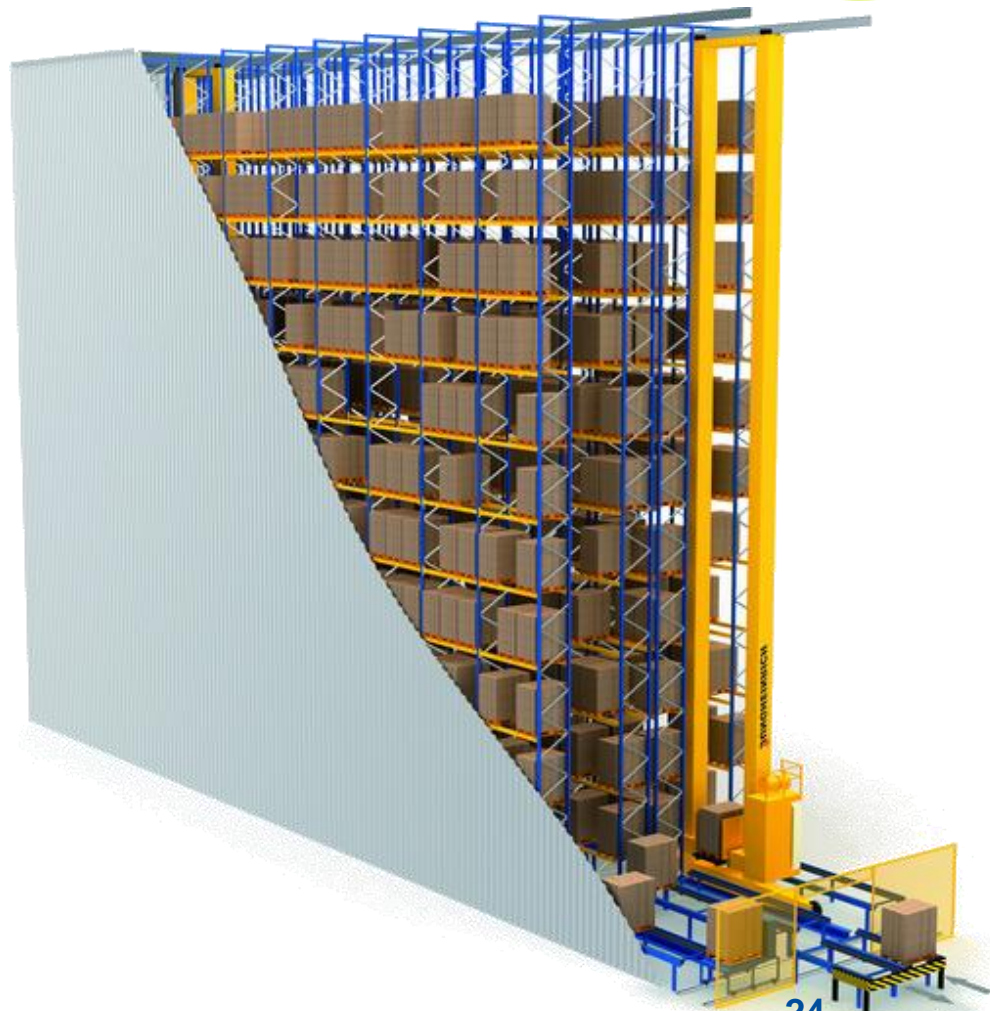
Multi-bay Racking allows to store several pallets on each level between two racking uprights. It is a common solution normal height is 8-10m or even 12 m; special solution could go higher (e.g. automated warehouses u of 40m).





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

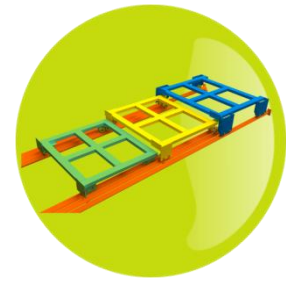


The structure include shuttles able to carry the pallets in depth within the bays. These carriers moves in the racking channel allowing to increase the depth and save space by eliminating aisles





Scaffali con Pushback

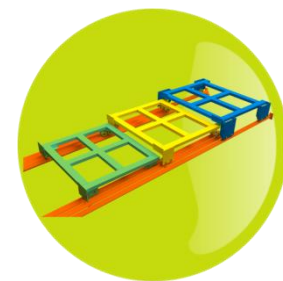


Questa soluzione permette di spingere i pallet in profondita' grazie ai pushback nelle baie e una pendenza del 3-5% consente di recuperarli normalmente

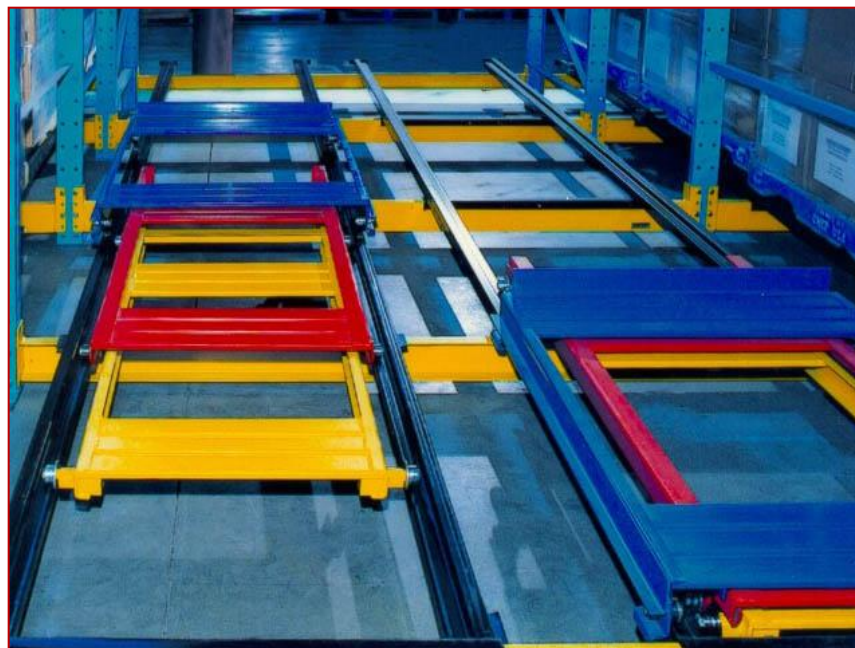




Pushback Racking



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





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

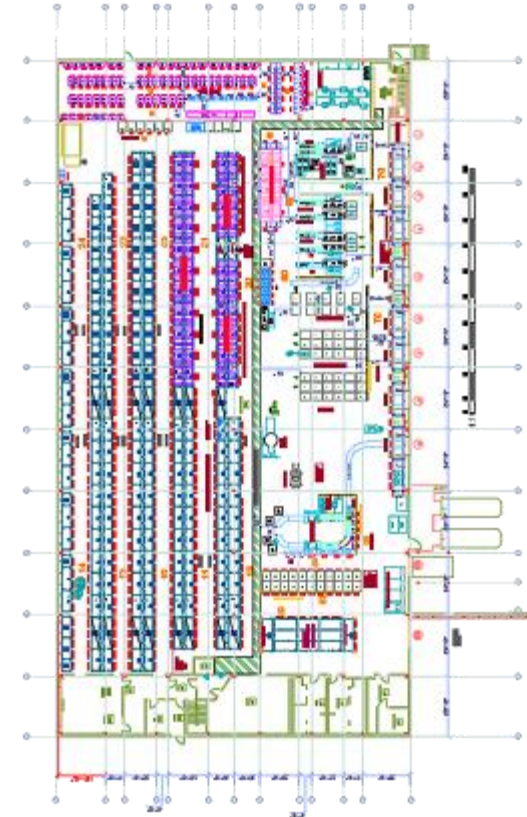


- *Reference Data in use in MMXVI*
- *Consider to check also MTM (Methods Time Measurement) for theoretical data references*





Simulation & Logistics



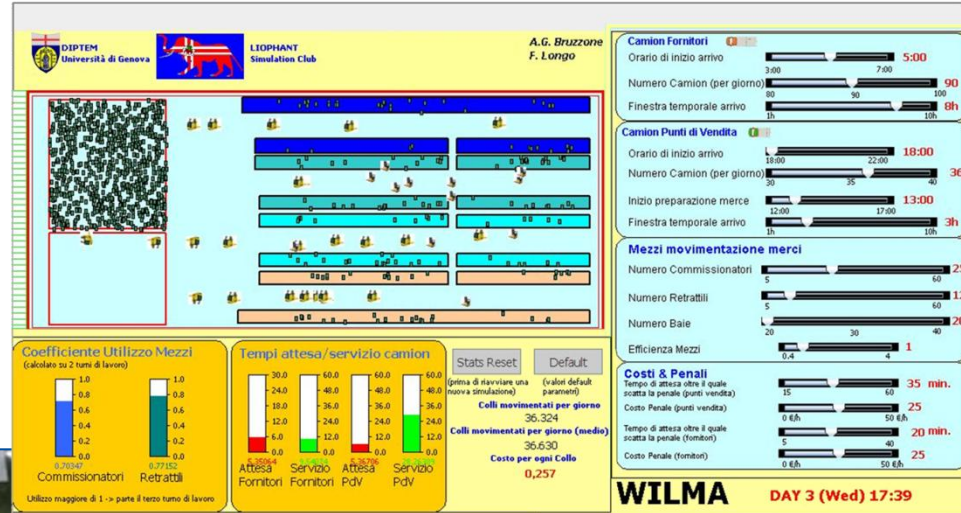
www.liophant.org/projects/logistics.html



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

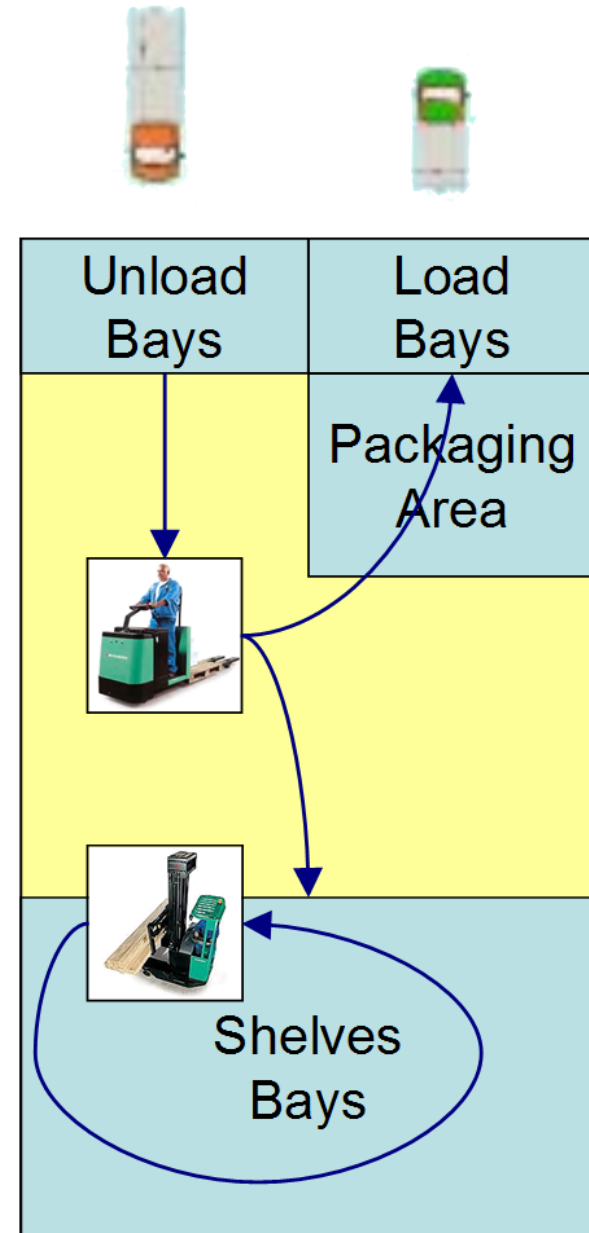




WILMA


*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

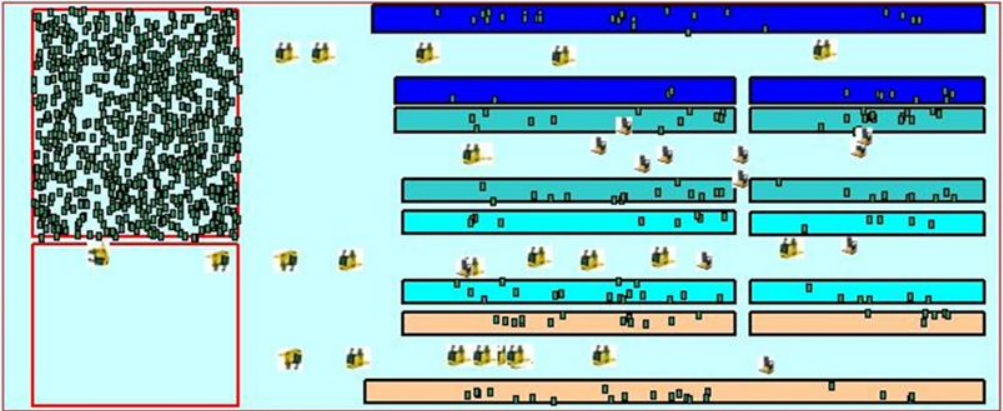


DIPTM
Università di Genova




LIOPHANT
Simulation Club

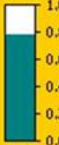
A.G. Bruzzone
F. Longo



Coefficiente Utilizzo Mezzi
(calcolato su 2 turni di lavoro)




0.70347
Commissionatori




0.77152
Retrattili

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


Tempi attesa/servizio camion



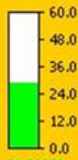
5.35064
Attesa Fornitori



9.54074
Servizio Fornitori



5.36706
Attesa PdV



22.35395
Servizio PdV

Stats Reset Default

(prima di riavviare una nuova simulazione) (valori default parametri)

Colli movimentati per giorno
36.324

Colli movimentati per giorno (medio)
30.630

Costo per ogni Collo
0,257

Camion Fornitori

Orario di inizio arrivo: 3:00 - 7:00 **5:00**

Numero Camion (per giorno): 80 - 90 - 100 **90**

Finestra temporale arrivo: 1h - 10h **8h**

Camion Punti di Vendita

Orario di inizio arrivo: 18:00 - 22:00 **18:00**

Numero Camion (per giorno): 30 - 35 - 40 **36**

Inizio preparazione merce: 12:00 - 17:00 **13:00**

Finestra temporale arrivo: 1h - 10h **3h**

Mezzi movimentazione merci

Numero Commissionatori: 5 - 60 **25**

Numero Retrattili: 5 - 60 **12**

Numero Baie: 20 - 30 - 40 **20**

Efficienza Mezzi: 0.4 - 4 **1**

Costi & Penali

Tempo di attesa oltre il quale scatta la penale (punti vendita): 15 - 60 **35 min.**

Costo Penale (punti vendita): 0 €/h - 50 €/h **25**

Tempo di attesa oltre il quale scatta la penale (fornitori): 5 - 40 **20 min.**

Costo Penale (fornitori): 0 €/h - 50 €/h **25**




OUTPUTS

Cost / Item

**SETTABLE
PARAMETERS**

WILMA DAY 3 (Wed) 17:39



WILMA: Esperienza

Processi:

I processi toccano diverse fasi:

Ricezione Merce da Fornitori

1. *Scarico dei Camion Fornitori nell'area di ricezione*
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;

Mortgage 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 della Simulazione e i 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

Simulation Outputs and 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 e identificare un modo per identificare la configurazione più conveniente per soddisfare le molteplici funzioni obiettivo 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





Resultati

		PHASE 1		PHASE 2			
		Dati	Modifiche	Dati	Modifiche	Dati	Modifiche
Scenario				1		2	
Descrizione		Default		t limite attesa pdv		Inizio prep.Merce	
Parametri							
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]							

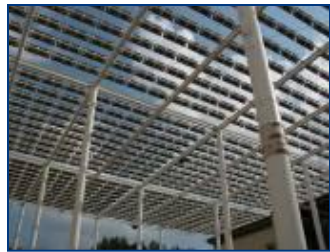
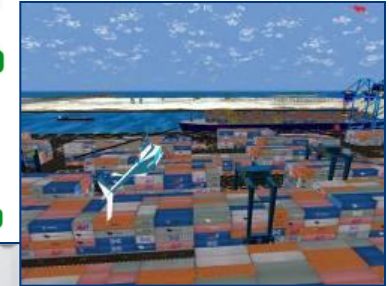


Results

		Phase 1		Phase 2			
		Data	Changes	Data	Changes	Data	Changes
Scenario	Description	Deault		Limit time for PoS within 15 min		Starting Time for Good Preparation at 4pm	
Parameters							
<i>Supplier Trucks</i>							
	Early Arrival Time	5.00		5.00		5.00	
	Flows in Trucks/day	90		90		90	
	Time Window for Arrival [h]	8		8		8	
<i>Point of Sales (PoS) Trucks</i>							
	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	
<i>Handling Devices</i>							
	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							
<i>Penalties & Costs</i>							
	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							
<i>Use Coeff.</i>							
	High Level Order Pickers						
	Recah Truck						
<i>Waiting & Service Times for Trucks</i>							
	Supplier Truck Waiting						
	Supplier Truck Service Time						
	PoS Truck Waiting						
	PoS Truck Service Time						
<i>Handled Packages per day</i>							
<i>Packager Average Handling Cost</i>							



References



DIME



Simulation Team MITIM
DIME Genova University
via Opera Pia 15
16145 Genova, Italy
www.itim.unige.it
Agostino G. BRUZZONE
agostino@itim.unige.it

