



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Análisis de Flujos de Materiales Mediante Simulación de Eventos Discretos

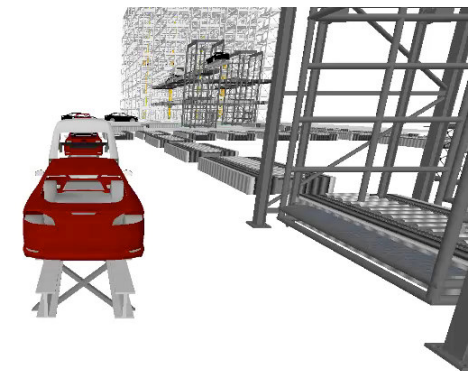
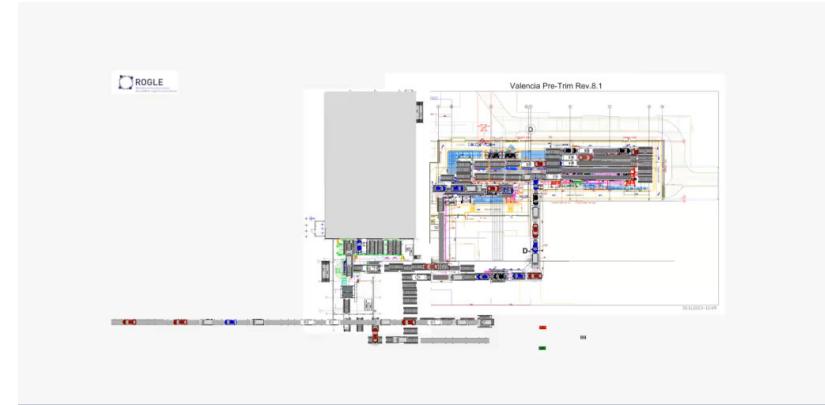
José Pedro García Sabater
Universidad Politécnica de Valencia

Agenda

- ▶ ¿A qué me dedico?
- ▶ El objeto de estudio
 - ▶ Planta de Ford en Valencia
 - ▶ Modo de Suministro de Piezas a Línea de Montaje
- ▶ Análisis de Flujo de Materiales
 - ▶ 1er MFA (2012-1) – Análisis de Movimientos
 - ▶ 2do MFA (2013-4) – Seguridad
 - ▶ 3er MFA (2014-3) – Rediseño de Layout
 - ▶ 4to MFA (2015-3) – Análisis de Puntos Críticos
 - ▶ 5to MFA (2016-2) – Validación de Soluciones
- ▶ Propuesta de Metodologías
 - ▶ Análisis de Riesgos
 - ▶ Metodología de Simulación
- ▶ Conclusiones

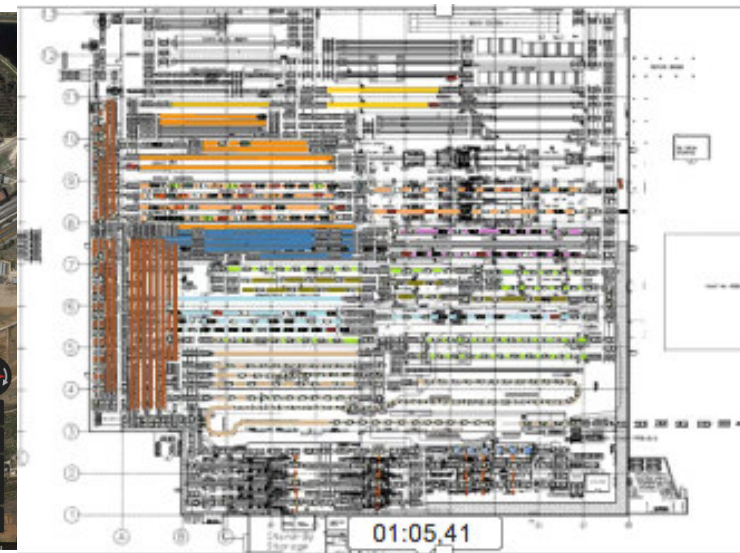
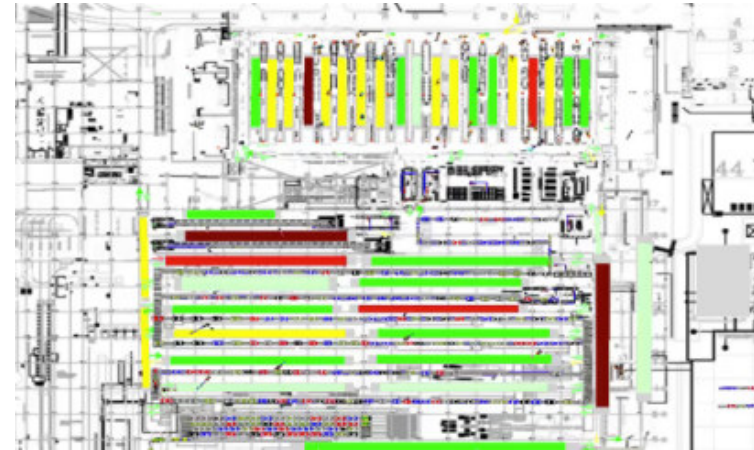
¿A qué me dedico?

- ▶ Doctor Ingeniero Industrial
 - ▶ Lean Manufacturing
 - ▶ Secuenciación Línea de Montaje
- ▶ Catedrático de Universidad
 - ▶ Proyectos de Investigación
 - ▶ Convenios de Colaboración
 - ▶ Desarrollo de Algoritmos y Procedimientos
 - ▶ Simulación Eventos Discretos
 - ▶ Análisis de Flujos de Materiales



Ford en Valencia

- ▶ 3 plantas de Carrocerías
- ▶ 1,5 plantas de Pinturas
- ▶ 1 planta de Montaje
- ▶ Parque de Proveedores
 - ▶ Conectado por Conveyor
- ▶ 6 modelos
 - ▶ Kuga, Transit, Tourneo, Mondeo, Smax, Galaxy
- ▶ +20000 referencias en BOM



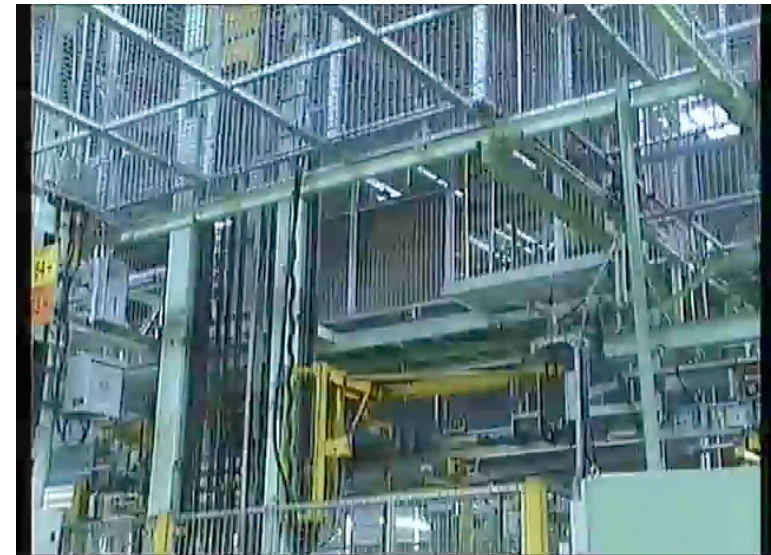
Modos de Suministro

- ▶ Suministro Call
- ▶ Suministro Kanban
- ▶ Suministro Secuenciado
 - ▶ Entrega o Fabricación Sincronizada
 - ▶ Conveyer o Terrestre
 - ▶ Submontajes o Kits



Modos de Suministro

- ▶ Suministro Call
- ▶ Suministro Kanban
- ▶ Suministro Secuenciado
 - ▶ Entrega o Fabricación Sincronizada
 - ▶ Conveyor o Terrestre
 - ▶ Submontajes o Kits

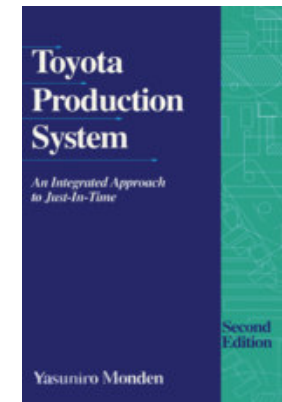


Modos de Suministro

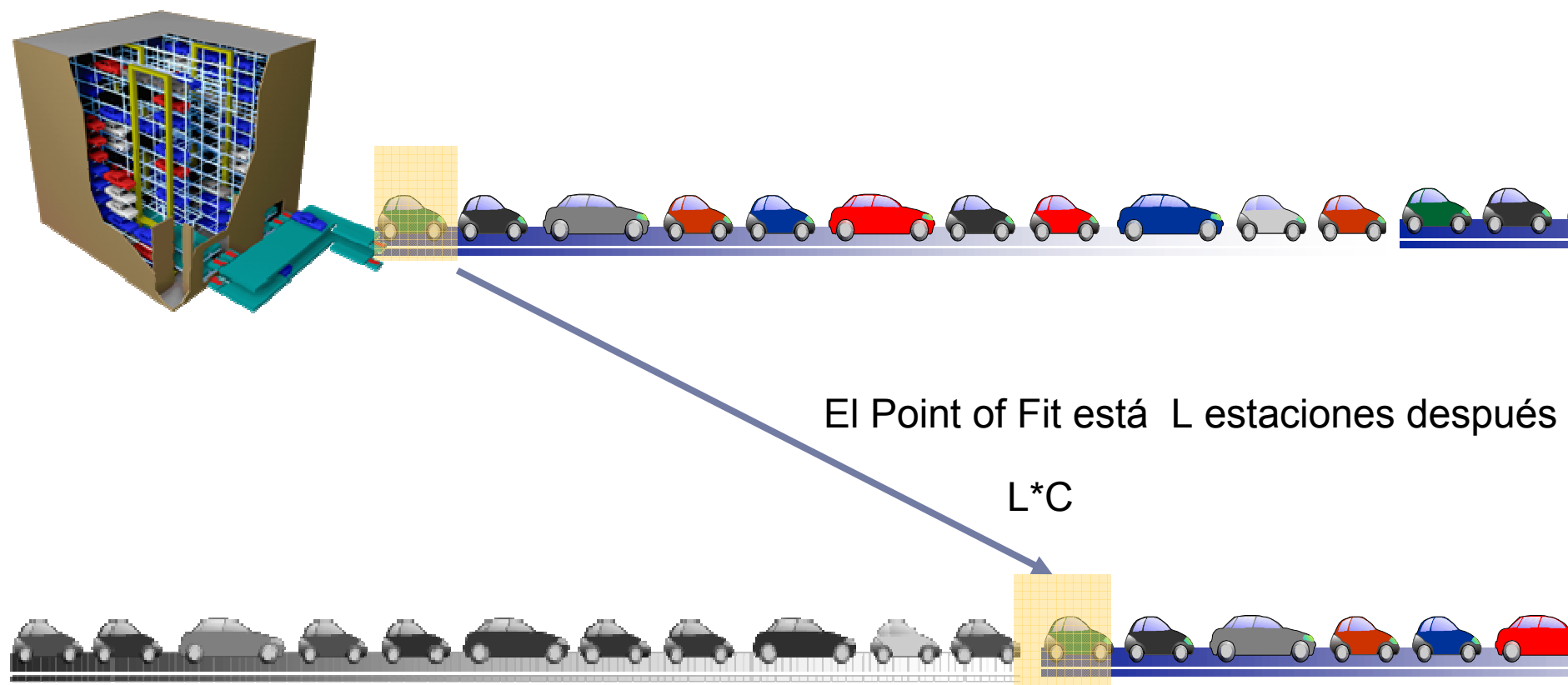
- ▶ Suministro Call
- ▶ Suministro Kanban
- ▶ Suministro Secuenciado

Therefore, the ideal of nonstock productions has not yet been realized under the present state of the JIT approach at Toyota, although inventory level has been very well controlled by the Kanban itself. Of course, if the ideal of invisible conveyor belt lines is realized throughout the plant, it follows that the nonstock production or *Just-on-time* production is attained. Still production at Toyota is far from this ultimate ideal, and the term *Just-in-time* is more appropriate for the present situation than the term *Just-on-time*.

At Toyota's Kamigo plant, for example, the store of finished products (engines) is classified for delivery to its various client plants and companies. On the other hand, if the store is classified for a broad variety of finished parts, the total quantities of parts will increase. Therefore, if the size of the part is quite large (for example, transmissions or engines), and its varieties are many, the sequenced withdrawal system must be applied to minimize the store space. However, if the part size is small, the later replenishment system will be applied.



Flujo de Información para el envío de Secuencias



$$\text{Tiempo disponible} = L * C - \text{Tiempo_Transporte} - \text{Tiempo_Seguridad}$$

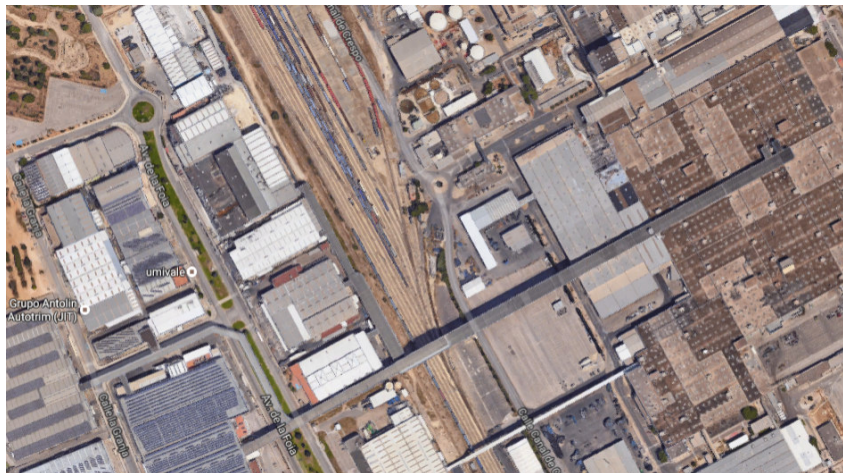
Modos de Suministro

- ▶ Suministro Call
- ▶ Suministro Kanban
- ▶ Suministro Secuenciado
 - ▶ Entrega o Fabricación Sincronizada
 - ▶ Conveyor o Terrestre
 - ▶ Submontajes o Kits



Modos de Suministro

- ▶ Suministro Call
- ▶ Suministro Kanban
- ▶ Suministro Secuenciado
 - ▶ Entrega o Fabricación Sincronizada
 - ▶ Conveyer o Terrestre
 - ▶ Submontajes o Kits

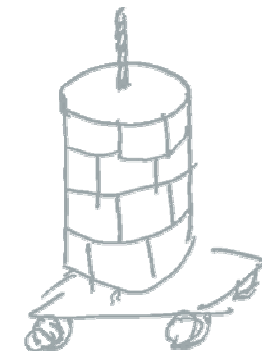
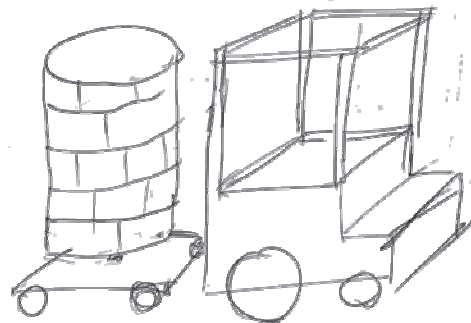
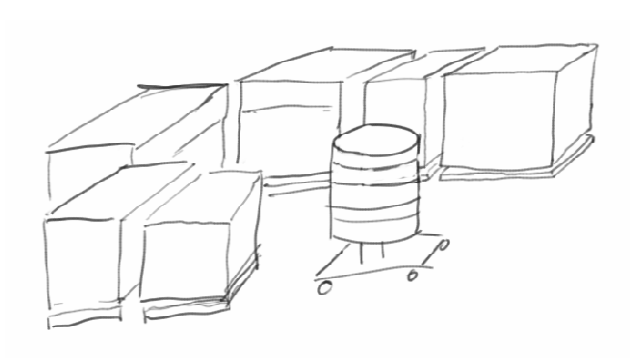
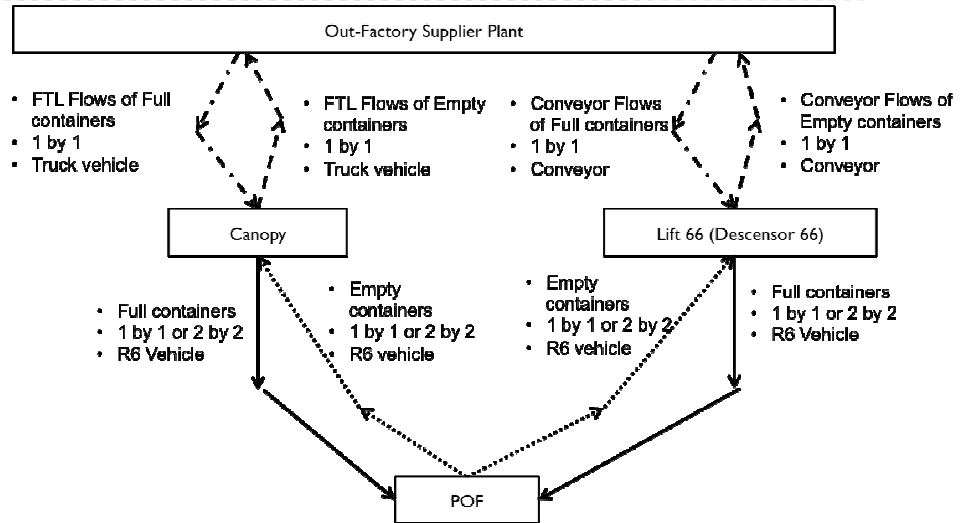


Modos de Suministro

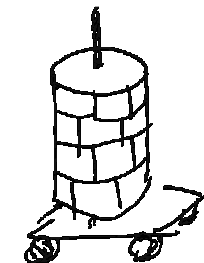
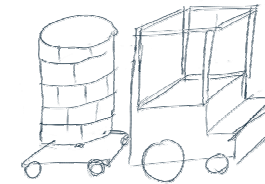
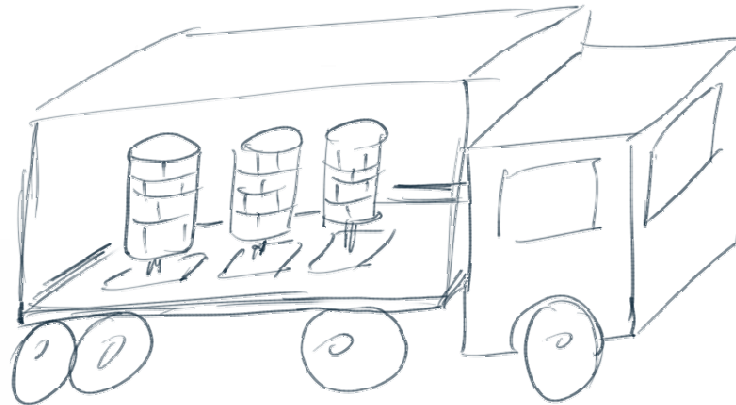
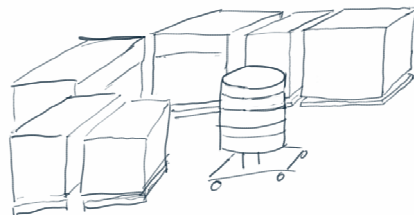
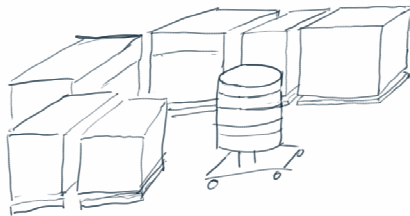
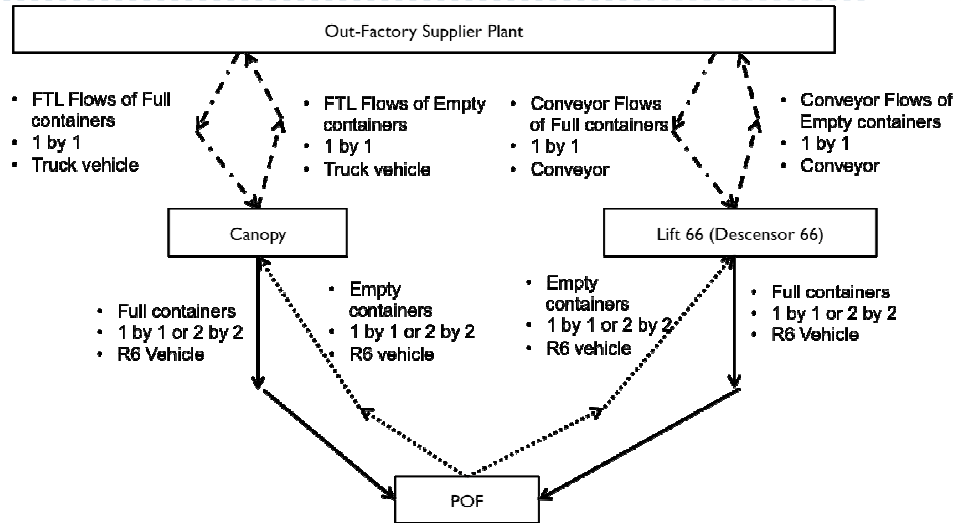
- ▶ Suministro Call
- ▶ Suministro Kanban
- ▶ Suministro Secuenciado
 - ▶ Entrega o Fabricación Sincronizada
 - ▶ Conveyor o Terrestre
 - ▶ Submontajes o Kits



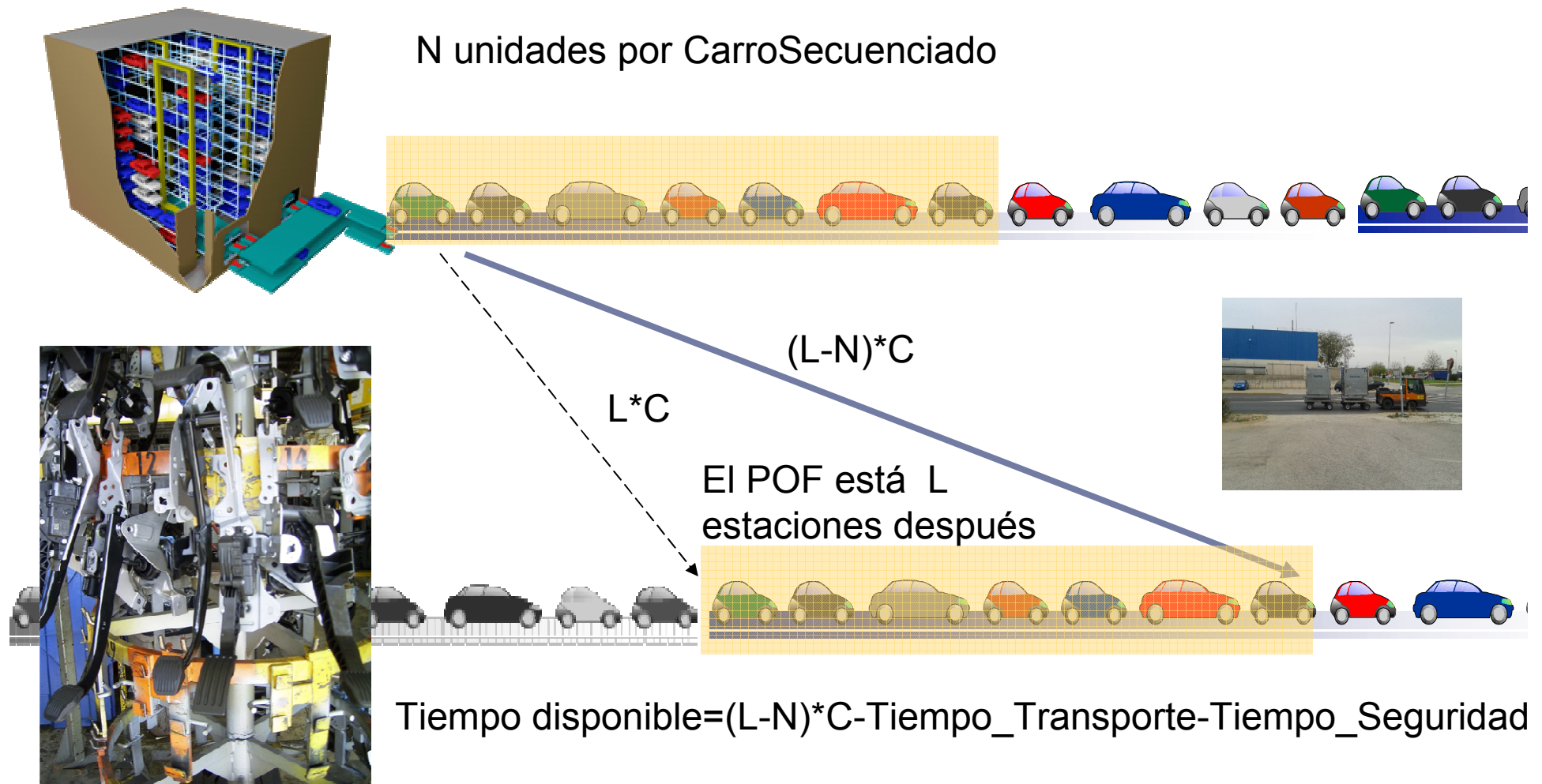
Carro Secuenciado (una etapa).



Carro Sincronizado (dos etapas).



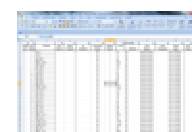
Flujo de Información y Carros Secuenciados



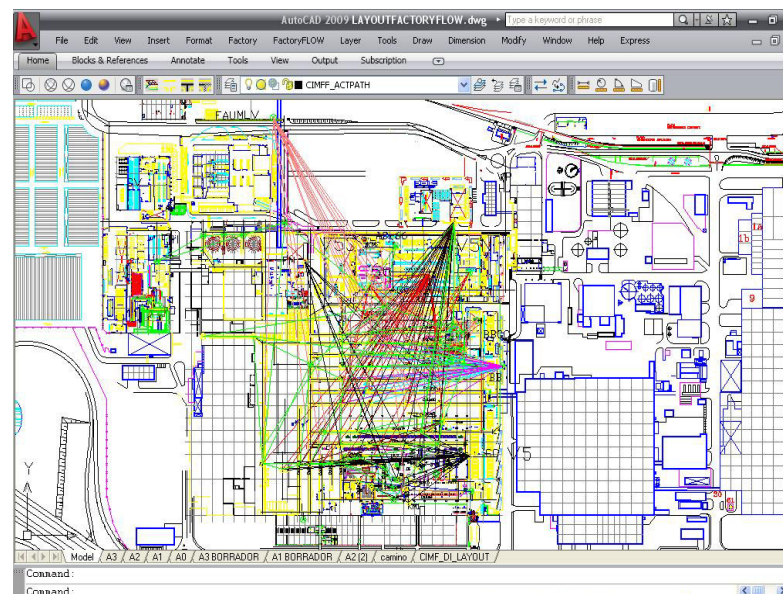
Agenda

- ▶ ¿A qué me dedico?
- ▶ El objeto de estudio
 - ▶ Planta de Ford en Valencia
 - ▶ Modo de Suministro de Piezas a Línea de Montaje
- ▶ Análisis de Flujo de Materiales
 - ▶ 1er MFA (2012-1) – Análisis de Movimientos
 - ▶ 2do MFA (2013-4) – Seguridad
 - ▶ 3er MFA (2014-3) – Rediseño de Layout
 - ▶ 4to MFA (2015-3) – Análisis de Puntos Críticos
 - ▶ 5to MFA (2016-2) – Validación de Soluciones
- ▶ Propuesta de Metodologías
 - ▶ Análisis de Riesgos
 - ▶ Metodología de Simulación
- ▶ Conclusiones

Presente, Datos, *Factory Flow*, MPL Spain, Montaje y Carrocerías

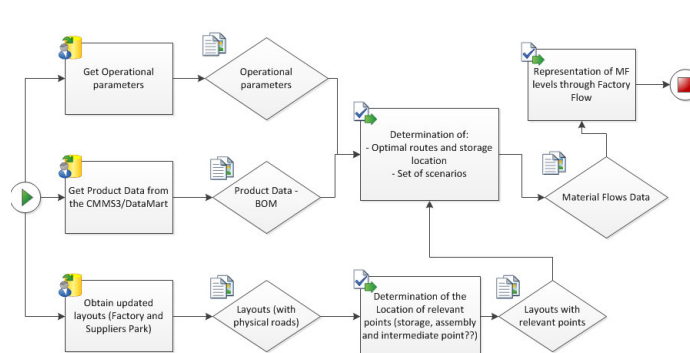


- **Gráficos:**
 - Congestión Pasillos
 - Porcentaje de Vagos
- **Recorridos Rutas**
- **Númericos:**
 - Resultados Globales
 - Recursos Utilizados

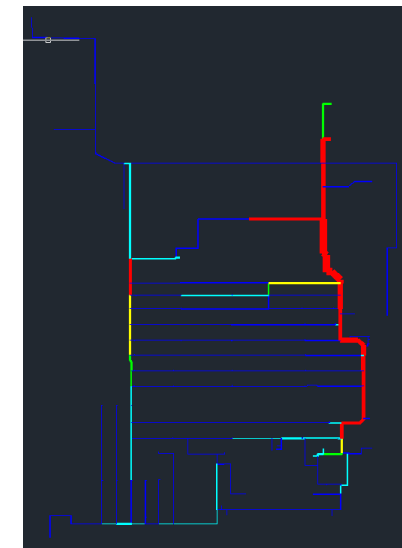
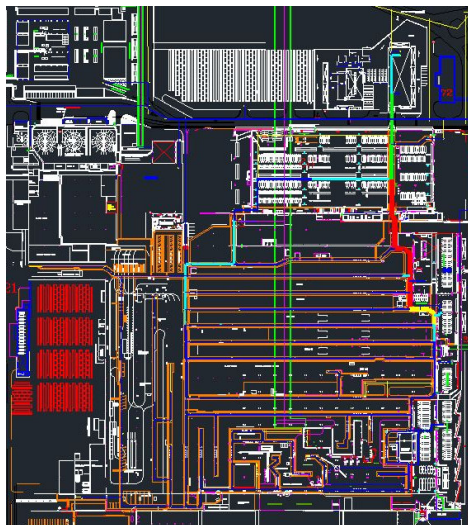
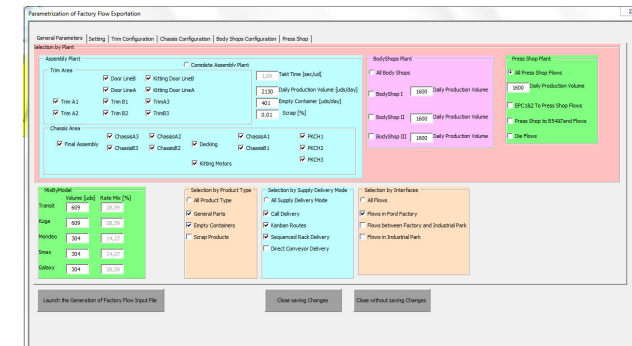
[illegible]

El segundo MFA (2013)

Futuro, sin datos, Factory Flow, MPL Europa, Externo



Supply Mode				
	Supplier	Dock	Loc1	Loc2
Delivery via Call (EPC)	Truck	Dock	Fork lift truck Storage Place	Fork lift truck PFC
Internal Transport (Delivery)		Truck	Relevant Storage Place	Fork lift truck PFC
Optimal Transport (Delivery)		Truck	CANDOR Area	Fork lift truck PFC
Delivery via Time (EPC)				PFC
Delivery via Time (EPC)		Conveyor	Consolidation Area Lift-off	Fork lift truck PFC
Delivery via Time (EPC)			Fork lift truck	Set of PFC
Delivery via Time (EPC)		Conveyor	Consolidation Area Lift-off	
Delivery via Time (EPC)		Truck		

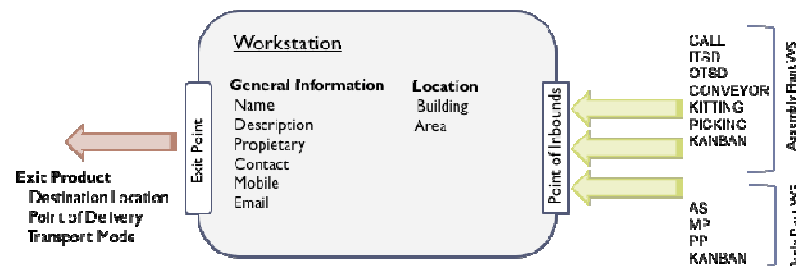
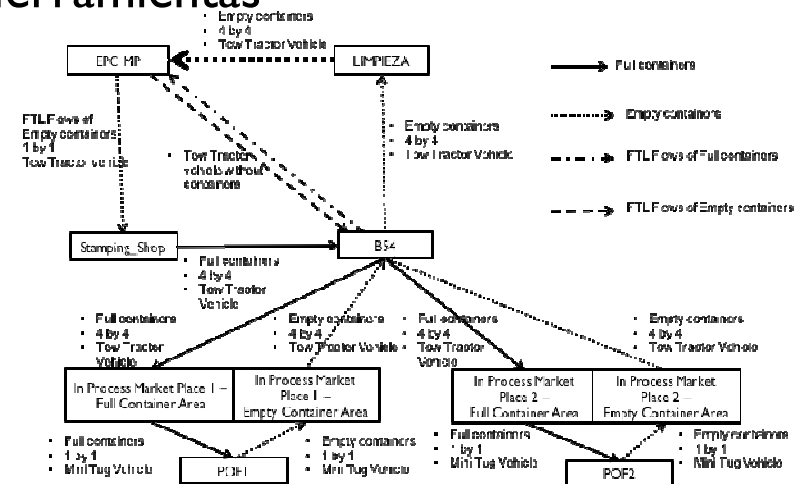


Un paso adelante.



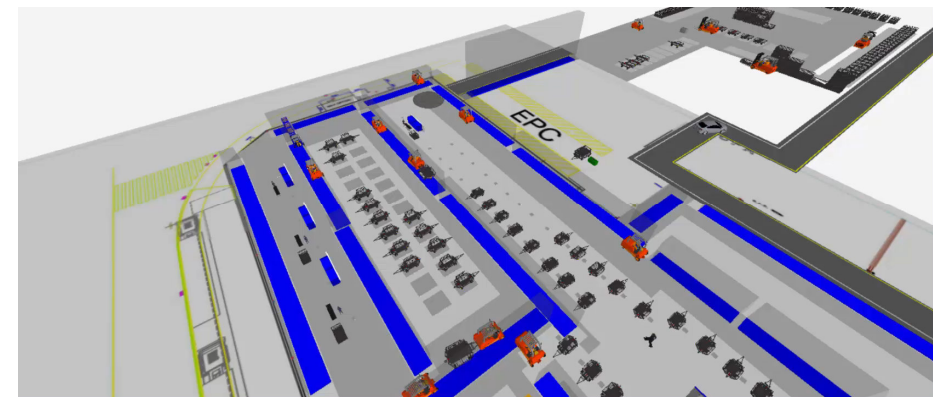
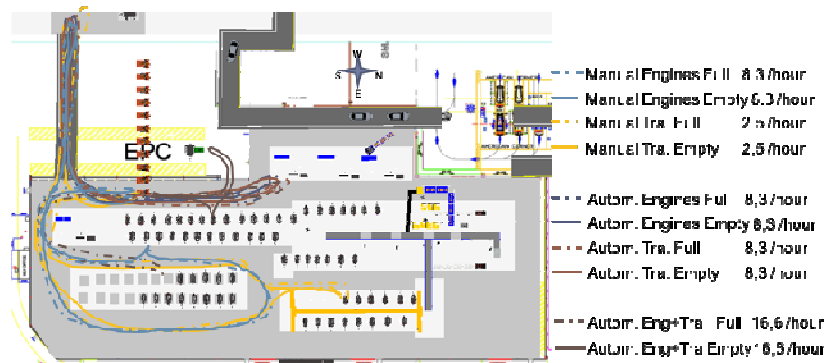
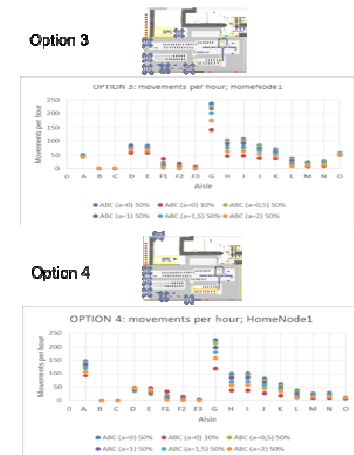
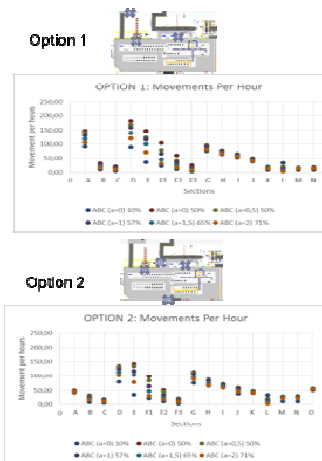
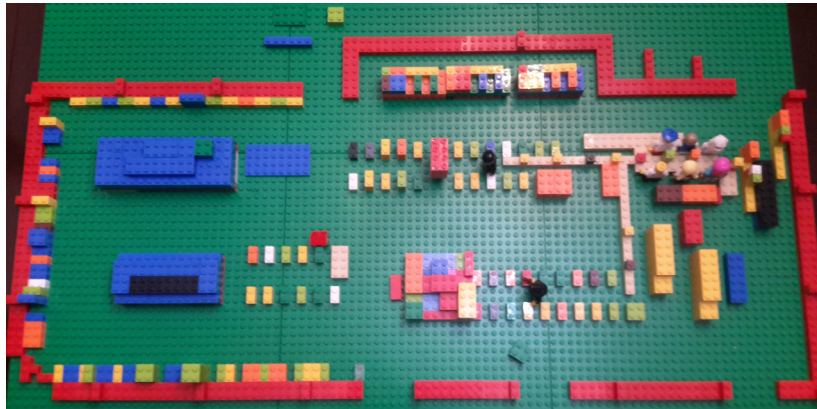
El segundo MFA (2014)

Nuevas Estructuras de Datos, Nuevas Herramientas



El tercer MFA (2014)

Modificación Layout, Fork Lift Free Area, AnyTool, MPL Europa



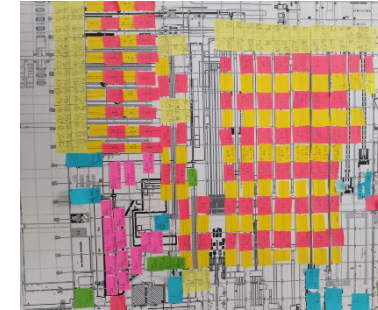
El cuarto MFA (2015). Análisis Implementación Final



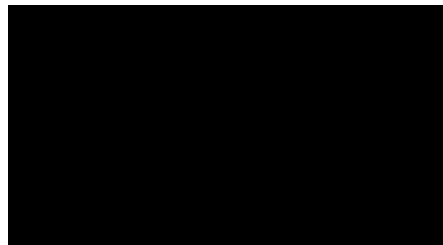
Number of movements
Number of meters
Utilization Level of the Trucks

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CALL	860.896	59.259	143.038	88.192	168.967	88.744	0	7.861	8.017	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SEQ	0	0	0	0	0	0	92.983	0	0	796.762	304.958	4.318.691	3.690.926	70.967	1.713.728	2.764.290	1.256.254	
Trolley Drivers Needed (100%)	7	0	1	1	1	1	1	0	0	7	3	36	30	1	14	23	10	
Truck Drivers Needed (65%)	11	1	2	2	3	2	2	1	1	11	4	55	47	1	22	36	16	
Truck Drivers Performance	64%	49%	59%	36%	46%	37%	38%	6%	7%	60%	63%	65%	65%	58%	64%	63%	65%	

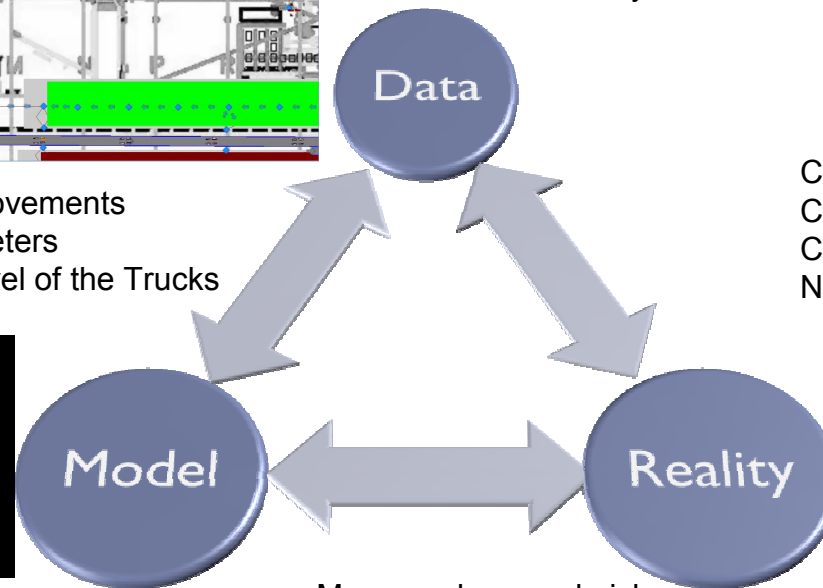
Internal Consistency of Data
Previous analysis



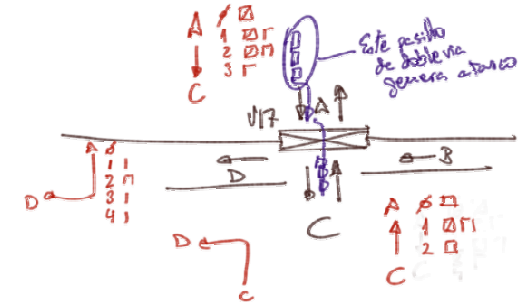
Check Calls and Trolley trucks per Aisle
Check directions of Movement
Check Trolley Capacity
Number of Truck Drivers



Effect of changing the capacity of the trucks
Effect of changing mezzanine size



Movs per hour and aisle
Number of transport per aisle

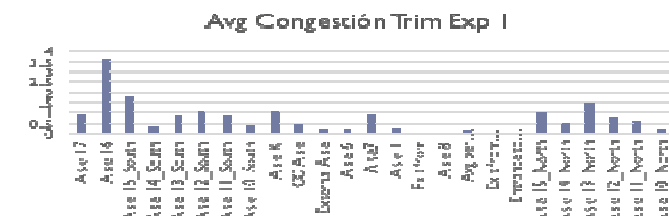
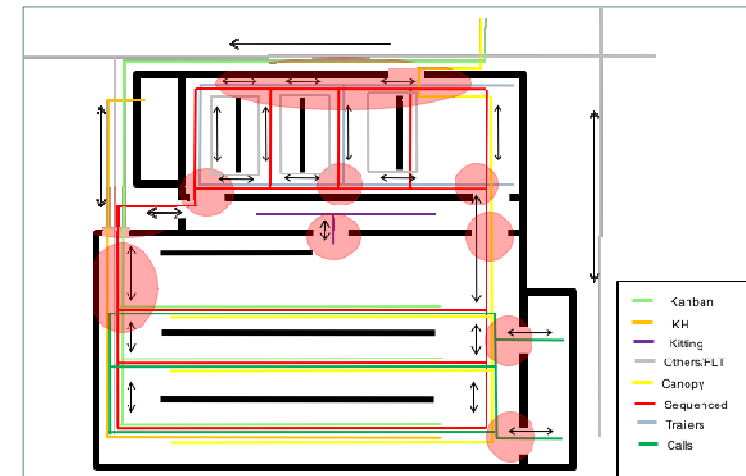


Counting Movs per hour and aisle
Walking the routes

Origin Point	A66	BB09	BB12	BBCC	CC06	CC07	E66	CC03	SECUFM	FMV	Canopy_AUT	Canopy_MLV	Canopy_WP	VM	Carpa_Ford	KH	E66_SUR
ID	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CALL (estimated meters + load/unload time in meters)	860.896	59.259	143.038	88.192	168.967	88.744	0	7.861	8.017	0	0	0	0	0	0	0	0
SEQ (estimated meters + load/unload time in meters)	0	0	0	0	0	0	92.983	0	0	796.762	304.958	4.318.691	3.690.926	70.967	1.713.728	2.764.290	1.256.254
Trolley Drivers Needed (100%)	7	0	1	1	1	1	1	0	0	7	3	36	30	1	14	23	10
Truck Drivers Needed (65%)	11	1	2	2	3	2	2	1	1	11	4	55	47	1	22	36	16
Truck Drivers Performance	64%	49%	59%	36%	46%	37%	38%	6%	7%	60%	63%	65%	65%	58%	64%	63%	65%

El quinto MFA (2016). Validación de la Metodología.

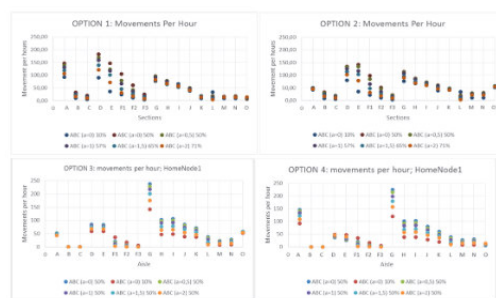
- ▶ MPL Spain solicita la validación de un proyecto Staff
- ▶ Nuevo cliente... ¿Nuevas Herramientas?
- ▶ Comparación Futuro / Presente



Metodología de Análisis de Riesgos

1. Identificación de Riesgos
2. Estimación de Riesgos
3. Evaluación de Riesgos
4. Gestión del Riesgo
5. Monitorización

	E	E	I	J	O	P
Más eficiente por vía	2	2	1	2	2	2
Número de cruces	0	0	1	1	4	0
Número de direcciones	3	2	2	2	2	2
Usable sentido (no=0; si=1)	1	1	0	1	1	1
Número de vías con doble sentido	1	1	0	1	2	2
Área (no=0; si=1)	0	1	1	1	1	1



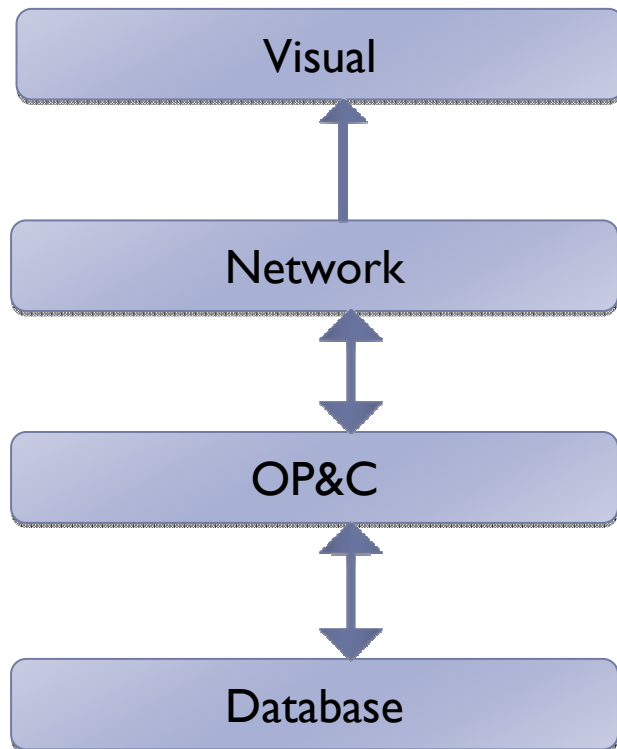
Volume (Mov. per day)	Intensity (Mov. per hour)
< 300	< 13
300-600	13-25
600-800	25-33
800-1000	33-42
> 1000	> 42

50	25%	GESTIÓN/DECISIONALES	TOTAL
3	25	12.5%	
3.1	2	2	
3.1.1	2	2	
3.1.2	1	1	
3.1.1	2	2	
3.1.4	3	3	
3.2	2	2	
3.1	4	4	
3.4	4	1	
3.5	5	5	
4	25	12.5%	
4.1	3	3	
4.2	5	5	
4.3	7	7	
4.4	3	3	
4.5	7	7	
5	50	25%	
5.1	5	5	
5.2	8	8	
5.3	13	13	
5.4	18	18	
5.5	30	30	
5.6	40	40	
5.7	50	50	
6	32	16%	
6.1	10	5%	
6.2	3	3	
6.3	6	6	
6.4	10	10	
7	22	11%	
7.1	4	1	
7.2	4	1	
7.3	4	1	
7.4	4	1	
7.5	3	1	
7.6	3	1	
7.7	2	1	
8	18	9%	
8.1	9	4.5%	



Sáez Más, A., & García Sabater, J. (2016). Protocol: Material flow risk evaluation for layout design. *WPOM-Working Papers on Operations Management*, 7(2), 43-63. doi:<http://dx.doi.org/10.4995/wpom.v7i2.5710>

Simulación para eventos discretos en 4 capas.



Ventajas

- Ayuda a entender la naturaleza real del problema logístico.
- Facilita la creación de equipos para la simulación.
- Facilita la creación y validación de software
- Facilita la creación de módulos intercambiables
- Permite evaluar la incertidumbre en la aplicación de las decisiones

Cómo:

- Selección de software de simulación adecuado.
- No utilizar ninguna regla o proceso en el network.
- Pensar explícitamente en los procesos de negocio.

Saez, A., García Sabater, J., Morant Llorca, J., & Maheut, J. (2016). Data-driven simulation methodology using DES 4-layer architecture. *WPOM-Working Papers on Operations Management*, 7(1), 22-30. doi:<http://dx.doi.org/10.4995/wpom.v7i1.4727>



Agenda

- ▶ ¿A qué me dedico?
- ▶ El objeto de estudio
 - ▶ Planta de Ford en Valencia
 - ▶ Modo de Suministro de Piezas a Línea de Montaje
- ▶ Análisis de Flujo de Materiales
 - ▶ 1er MFA (2012-1) – Análisis de Movimientos
 - ▶ 2do MFA (2013-4) – Seguridad
 - ▶ 3er MFA (2014-3) – Rediseño de Layout
 - ▶ 4to MFA (2015-3) – Análisis de Puntos Críticos
 - ▶ 5to MFA (2016-2) – Validación de Soluciones
- ▶ Propuesta de Metodologías
 - ▶ Análisis de Riesgos
 - ▶ Metodología de Simulación
- ▶ Conclusiones

Conclusiones

- ▶ Sacar la producci3n de la Lnea de Montaje
 - ▶ Incremento del tráfico (coste y seguridad)
- ▶ Análisis de Riesgos ligados al Flujo
 - ▶ Medibles de seguridad
 - ▶ Fork Lift Free Area
- ▶ Simulaci3n para la Evaluaci3n de Riesgos
 - ▶ Visualizaci3n de la planta desde la distancia
 - ▶ Diseño y Validaci3n de Procesos de Negocio

