



Universidad
Carlos III de Madrid
www.uc3m.es

La industrialización de la construcción: avances y retos futuros

Prof. Carlos Balaguer
Universidad Carlos III de Madrid
<http://roboticslab.uc3m.es>

La Industrialización
de la Construcción:
avances y retos futuros

Zaragoza,
21 de marzo de 2012



PTEC

Plataforma Tecnológica
Española de Construcción



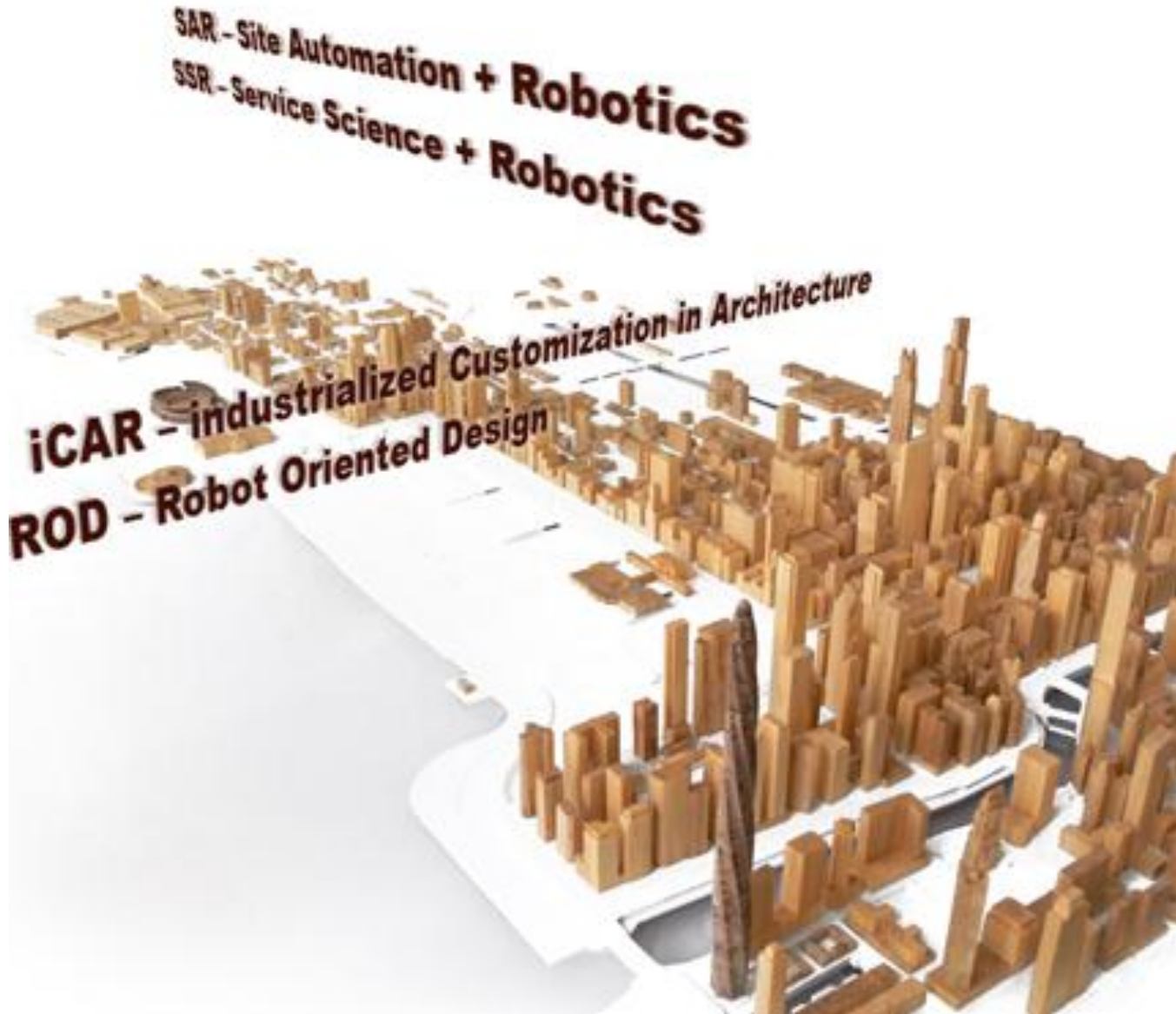


- **Aprendiendo de otros**
- **Las claves**
 - **Cooperación**
 - **Integración**
 - **Estandarización**
- **La industrialización**
 - **Modular**
 - **Prefabricación**
 - **Transporte**
 - **Ensamblado**
 - **Mantenimiento**
- **Nuevos modelos**





Las claves de la industrialización



“A principios de Diciembre de 2011, el ciudadano chino Liu Zhangning estaba cuidando su campo de coles cuando vio una grúa de construcción de altura de color amarillo en la distancia. **15 días después, un hotel de 30 pisos se alzaba por encima de su aldea en las afueras de la ciudad de Changsa**” (El Mundo 8/3/2012).



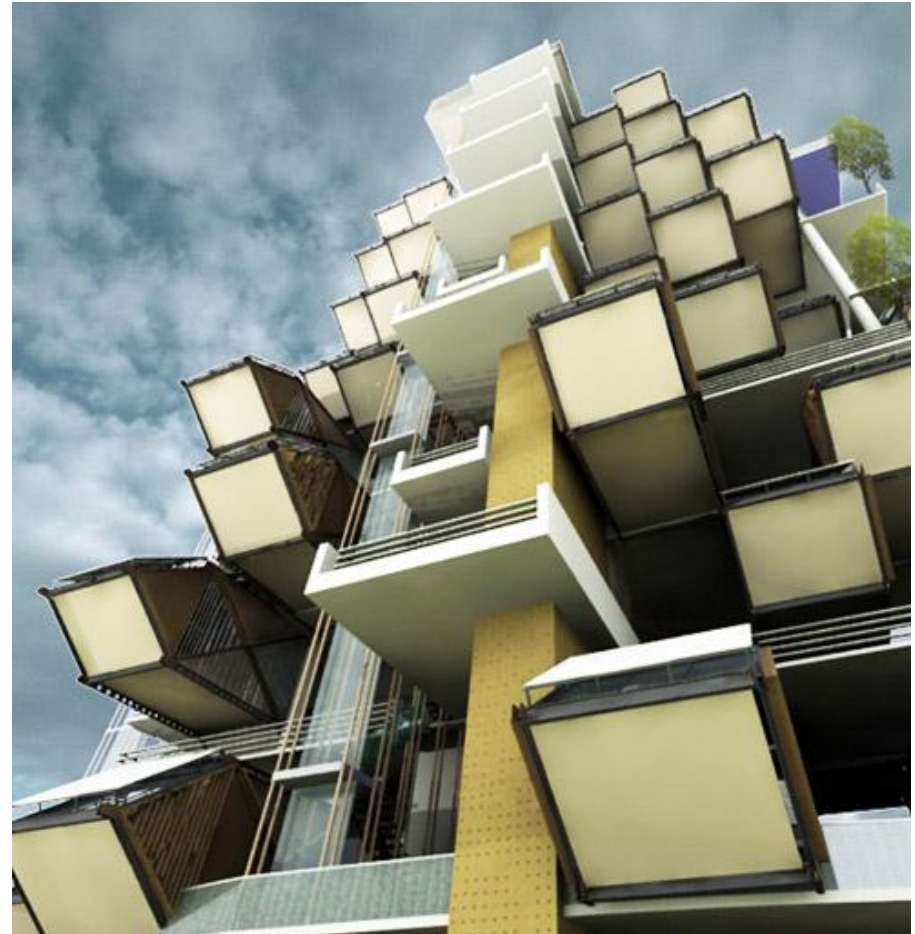
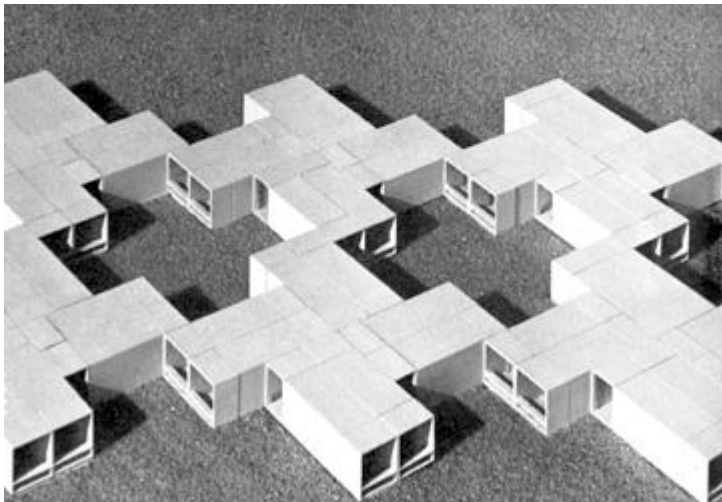
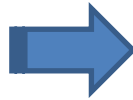
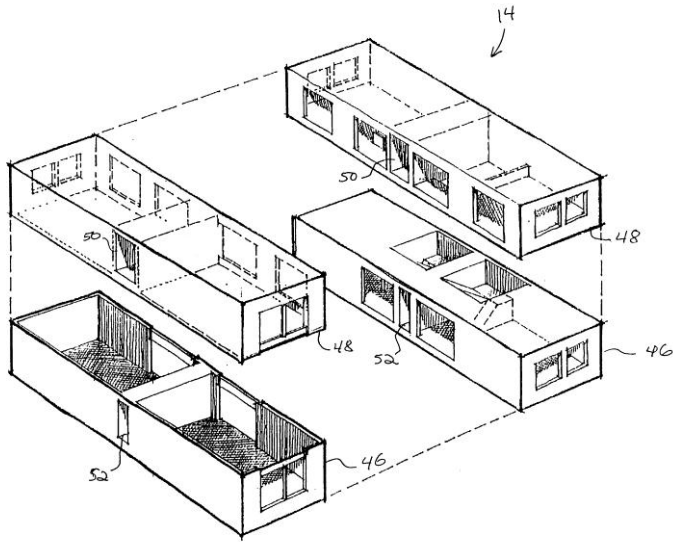
Aprendiendo de otros: Mirando al pasado

En 1954 la URSS inicio una masiva construcción de casas industrializadas. Se basaban en una estandarización “extrema” de edificios de 5 plantas con 2-3 habitaciones, se denominaban *Khrushchyovka*. Más de 64.000 casas fueron construidas solamente en Moscú en el periodo 1961-1968. Muchas de ellas han sobrevivido hasta hoy día. Sus principales efectos son: **Muy mala calidad y Ausencia de diseño arquitectónico.**





Aprendiendo de otros: Mirando al futuro



¿Cuál son las claves de que de las líneas de montaje de automóviles salga cada 20 seg un coche?

- Estandarización
- Planificación
- Ingeniería concurrente
- Concepto de plataforma
- Reducción de costes
- Automatización
- Robotización

+3.000 coches diferentes con los mismos componentes!!!



Plataforma Modular Transversal de VW

Las claves de la industrialización (I)

¿Es posible construir edificios e infraestructuras “muy diferentes” usando los mismos componentes y procesos?

¿Es posible construir casas como si fueran coches y además elegir el color, el acabado, el interior?

Probablemente NO al 100% pero hay que tender en esa dirección



Modular construction



Murray Grove apartments in
London (UK) , 2000



19th stories in Wembley,
London (UK), 2011

Las Claves:

1. **¿Cuándo** es aconsejable la industrialización?
2. **Cooperación** entre los actores (stakeholders)
3. **Integración** (de stakeholders, procesos y componentes)
4. **Estandarización** (de procesos y componentes)



Las claves: ¿Cuándo industrializar?

- Lo comúnmente aceptado es industrializar productos o procesos cuando las **series son largas y muy parecidas**: gran número de casas, puentes iguales, líneas férreas, etc.
- El concepto actual es el de industrializar siempre cuando **los productos y procesos estén estandarizados** aunque las series sean cortas
 - De esta manera la puesta en funcionamiento de la pre-fabricación no será costosa, aunque sea para series cortas.
 - En la fábrica se juntarán pedidos de distintos clientes.
 - Además, la certificación y la calidad estarán garantizadas.
- En el caso de una construcción artesanal, series cortas, sin coordinación y sin estandarización, **no es aconsejable la industrialización**



Las claves: La cooperación (I)



La industrialización moderna implica la creación de un nuevo modo de agrupación de los actores: **los actores no actuarán de forma autónomo sino deberán hacerlo de forma coordinada.**

Table 1. Improving Performance in the Building and the Construction Industry (Manley, 2006)

Encouragers of Innovation			
Large/Repeat Clients	59%	Trade contractors	27%
Architects	55%	Other suppliers	26%
Engineers	51%	Organisations that set industry standards	26%
Manufacturers	46%	Quantity surveyors	19%
Building designers	44%	Funders	15%
Main contractors	43%	Government regulators	11%
Developers	38%	Letting agents	7%
Project managers	38%	Insurers	5%
One-off clients	27%		

- La tabla muestra la relación de los diferentes actores a lo largo de varios proyectos y su nivel de innovación (UK).
- Cada innovación significa romper con lo anterior, teóricamente mejorar, pero habrá que mantener la estandarización.

Cooperación mas que competición: El juego del “Dilema del Prisionero”

		Player A	
		Cooperate	Defect
Player B	Cooperate	$\pm$ / $\pm$	+ / -
	Defect	- / +	+ / +

Legends

$\pm$ Both parties benefit

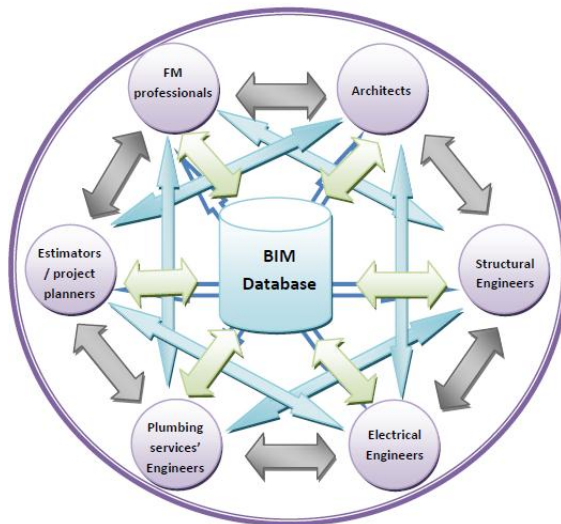
+ The party benefits

- The party losses

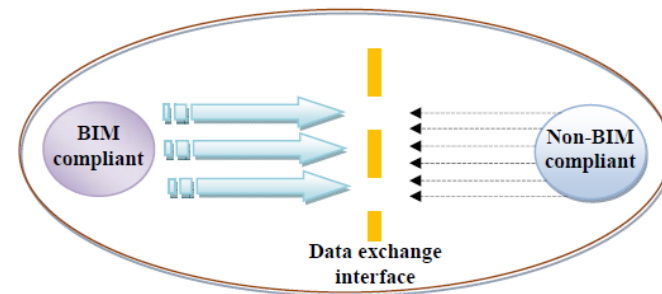
- Si ambas partes cooperan: **AMBAS GANAN A LARGO PLAZO**
- Cuando una de las partes no coopera (debido a problemas técnicos o económicos): **GANA UNA SOLA PERO A CORO PLAZO**
- Cuando ambas partes no cooperan: **GANAN AMBAS PERO A CORTO PLAZO**

Las claves: La integración (I)

- Uno de los factores clave es la **integración de las plataformas TIC** con las que trabajan todos los stakeholders es
- No es obligatorio que todos trabajen con las mismas herramientas pero sí deben tener unas **interfases de intercambio común: BIM, IFC, etc.**



Sistema desordenado

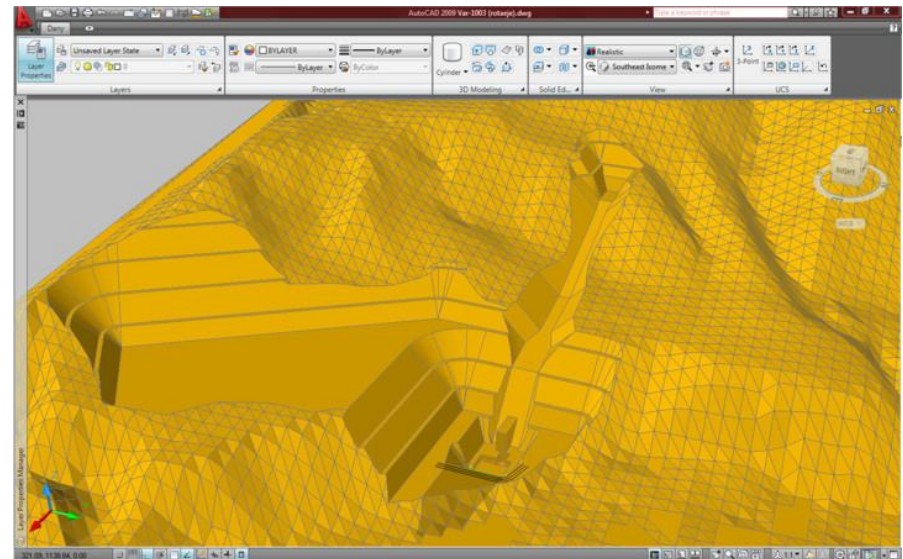
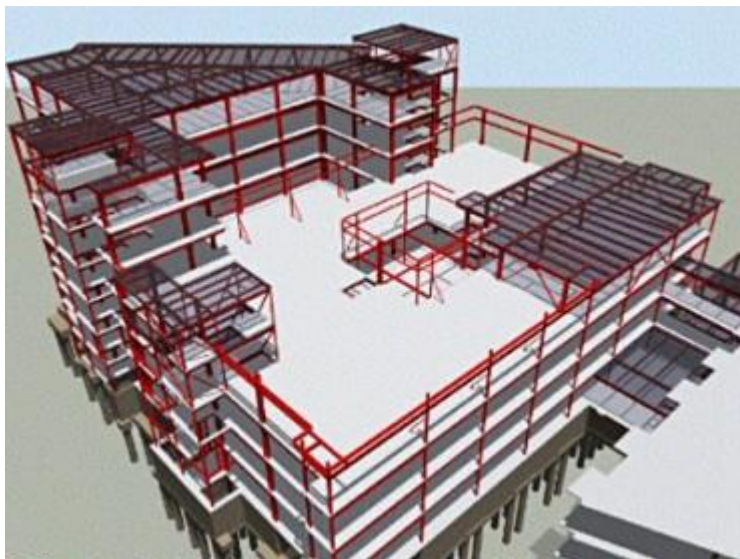


Sistema ordenado

Las claves: La integración (II)



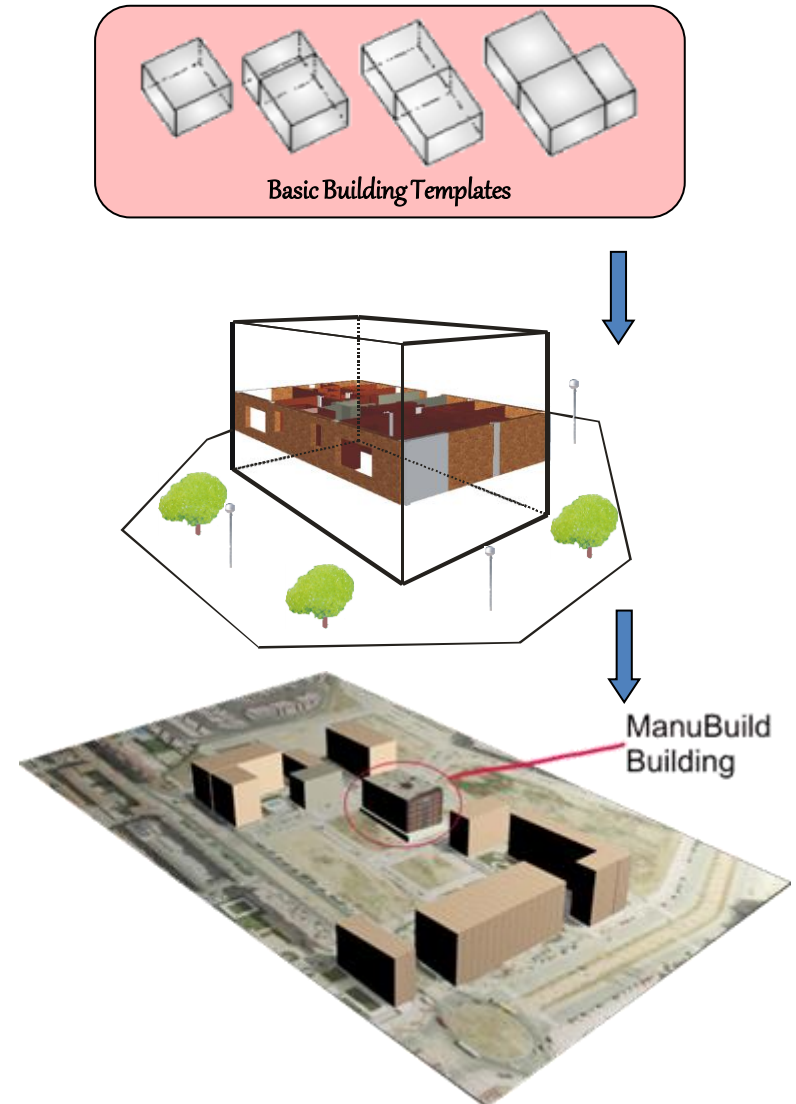
- La integración TIC no solamente tiene que estar orientada al **diseño gráfico 3D**
- Las herramientas también deben abarcar el ciclo completo: **gestión, logística, pre-fabricación, re-planificación, etc.**



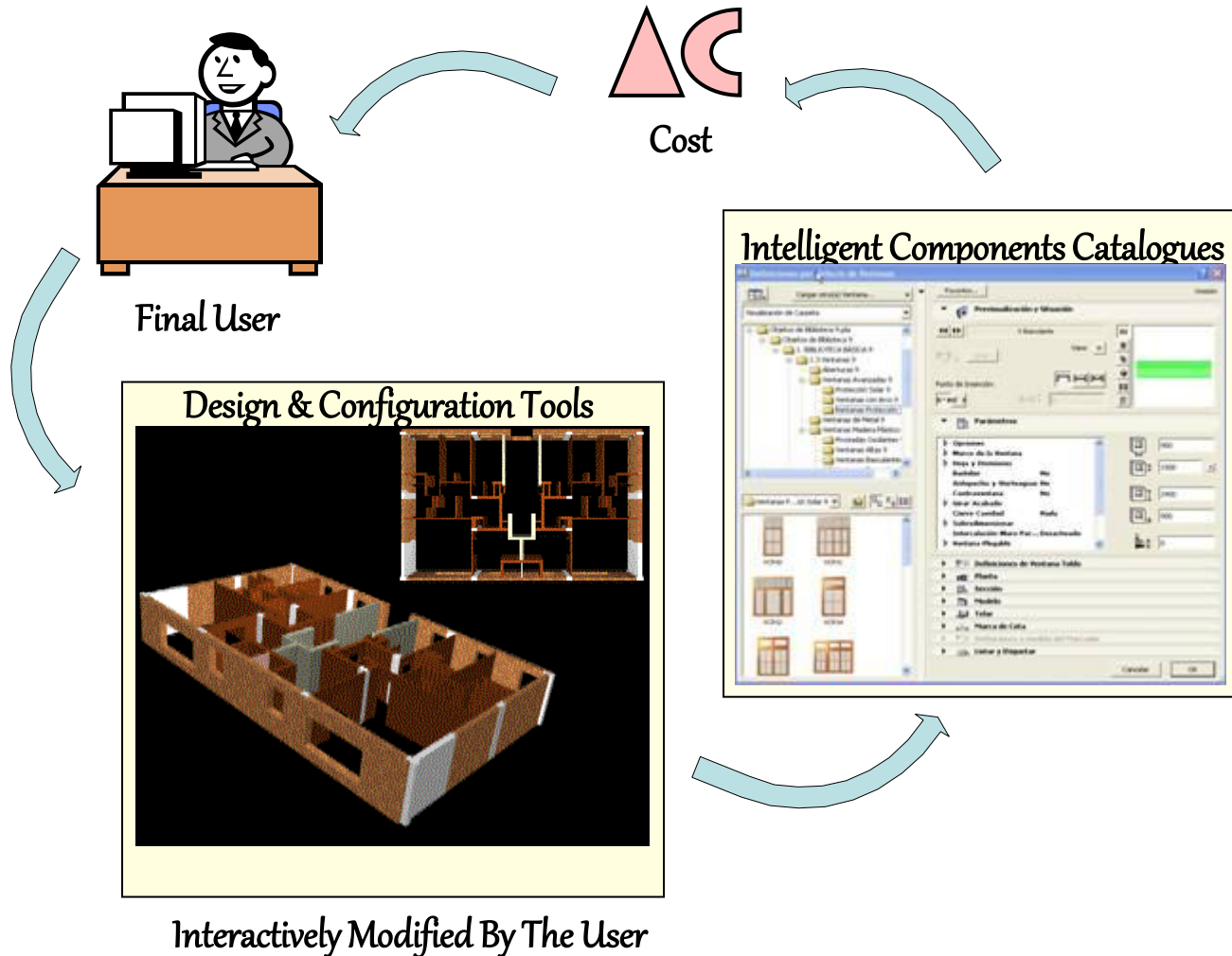
Las claves: La standarización (I)

La estandarización de la construcción, **tanto de procesos como de productos**, se debe basar en conceptos de la industria manufacturera:

- Modular
- Metodología grid
- Interfases comunes
- Intercambiabilidad
- Necesidad de desarrollo de nuevos estándares europeos



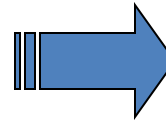
Configurador de edificios



Edificación Modular



Factory scheduling



Modules' transportation



Murray Grove apartments in
London (UK), 2000



Automatic on-site assembly



Manufacturing based
production of modules



Modular 3D design



Tunelación Modular



Pre-fabricación de dovelas



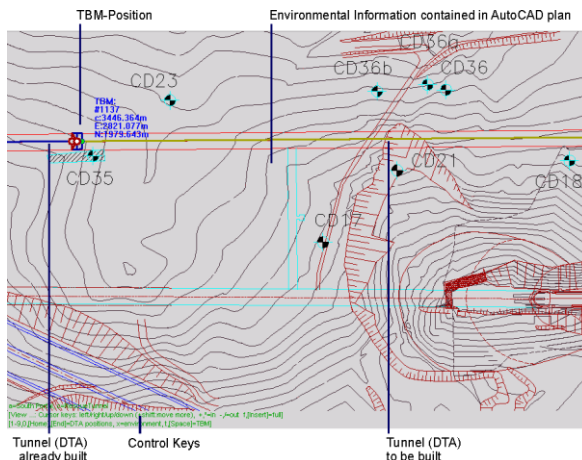
Perforación



Transporte automático



Ensamblado



Planificación del túnel



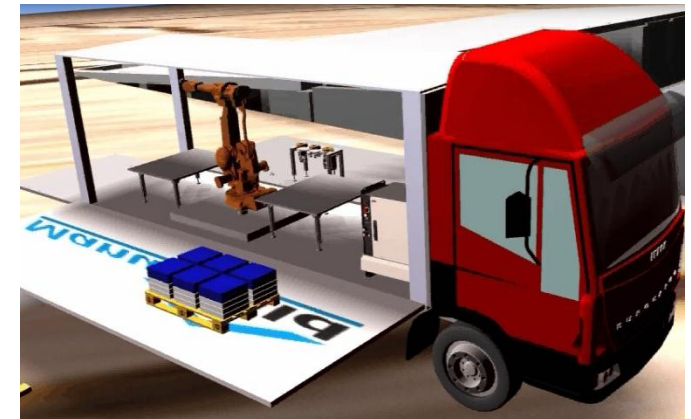
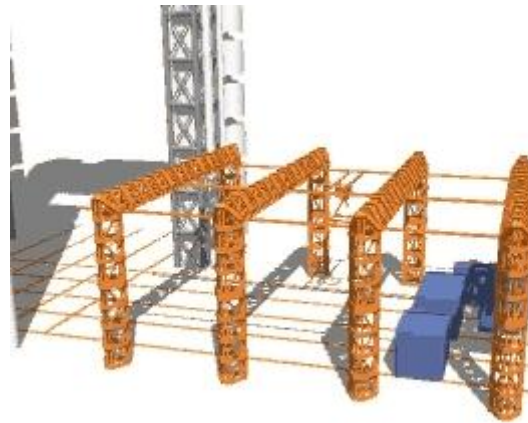
Industrialización: Modularización



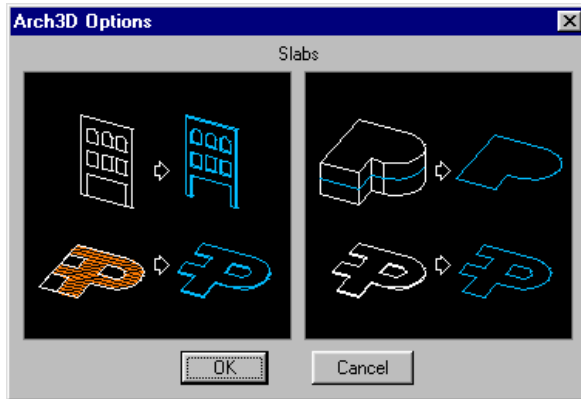
Of-site/On-site/Mobile

Entorno manufacturero

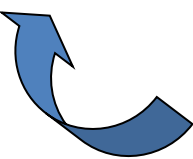
- Diseño de piezas orientado a la industrialización (robot oriented design)
- Alto nivel de automatización de la factoría
- Alta precisión de la fabricación de piezas
- Piezas lo mas ligeras posible pensadas en el transporte y ensamblado



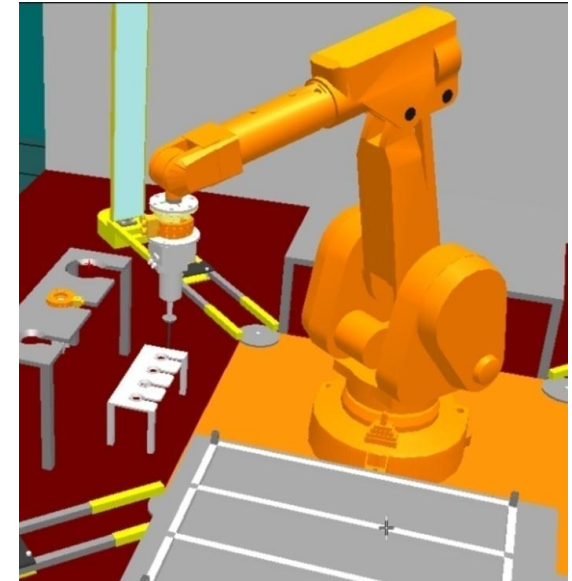
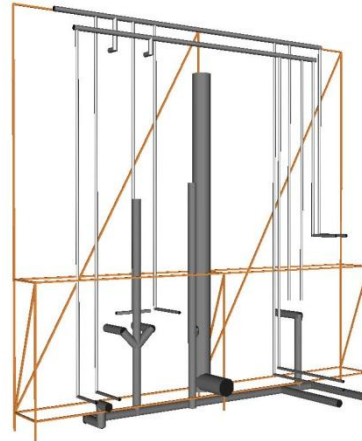
Ciclo completo: Service core



Modularización

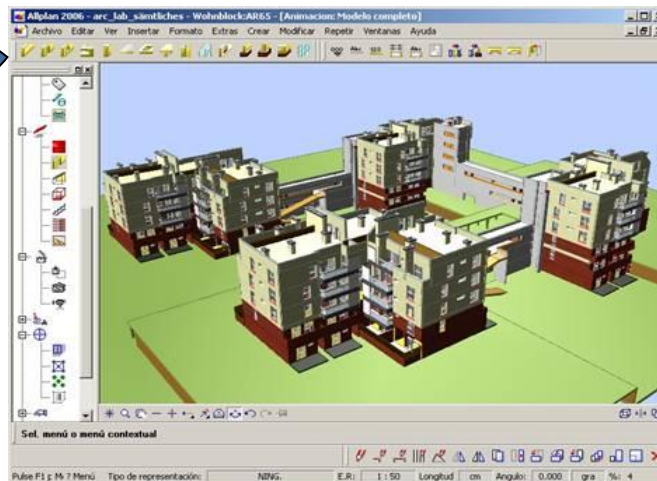


Service core



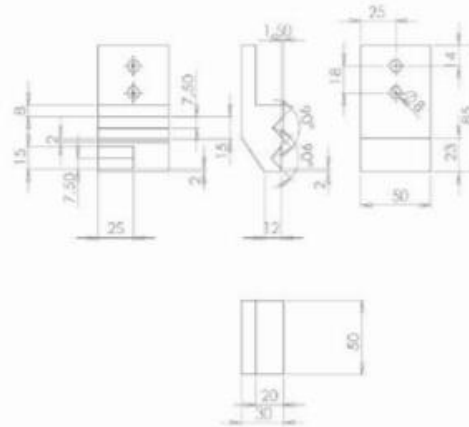
Célula robotizada

Diseño

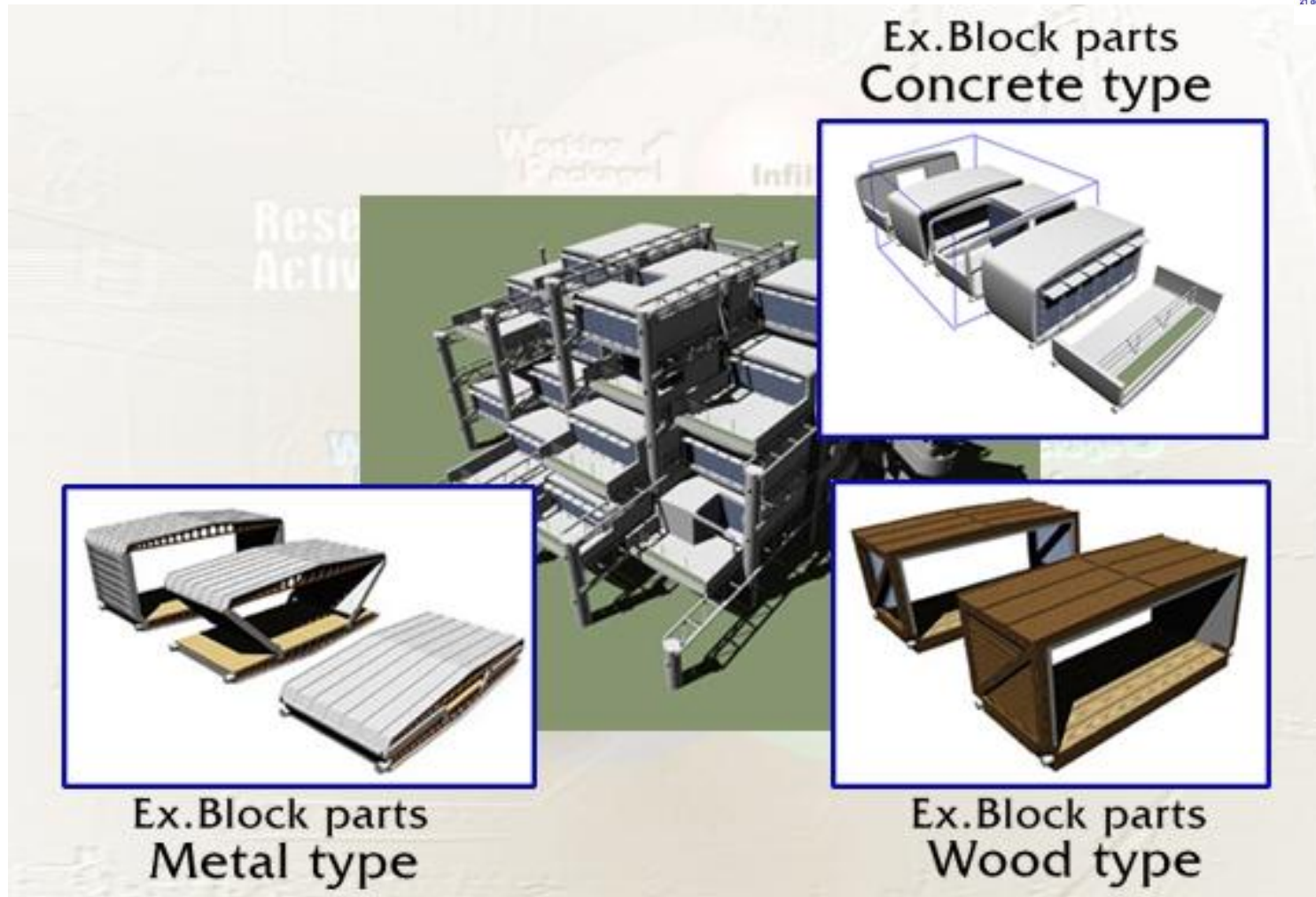




Ciclo completo: Service core



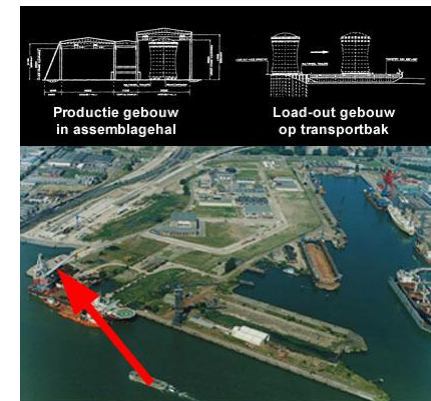
Industrialización: Transporte (I)



Totally assembled houses



Courtesy of EU Haus AG, Germany



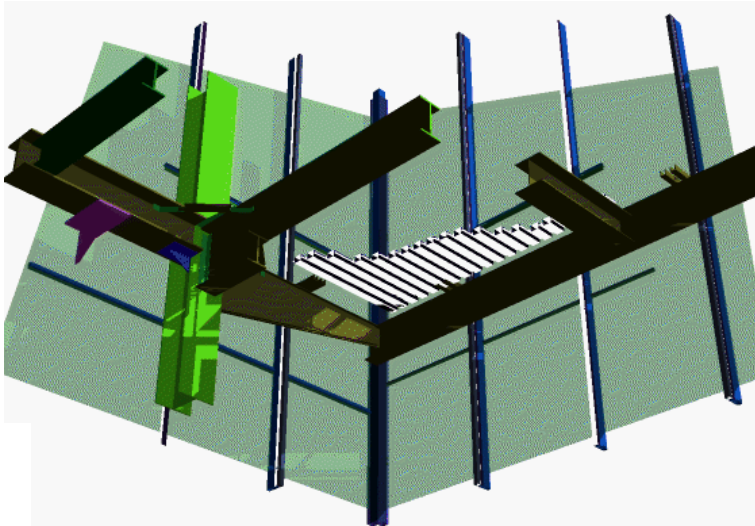
Mammomet's Boulder (NL)



Universidad
Carlos III de Madrid
www.uc3m.es

Industrialización: Ensamblado

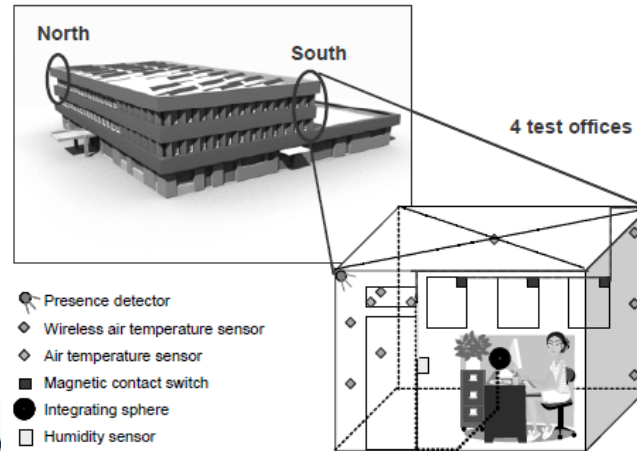
La Industrialización
de la Construcción:
avances y retos futuros
Zaragoza,
21 de marzo de 2012



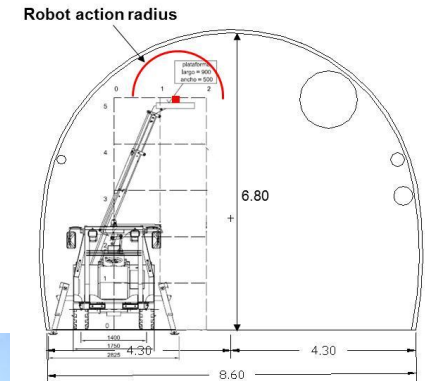
Industrialización: Mantenimiento



Robots de inspección y limpieza de
fachadas



Mantenimiento centralizado de bloques de apartamentos

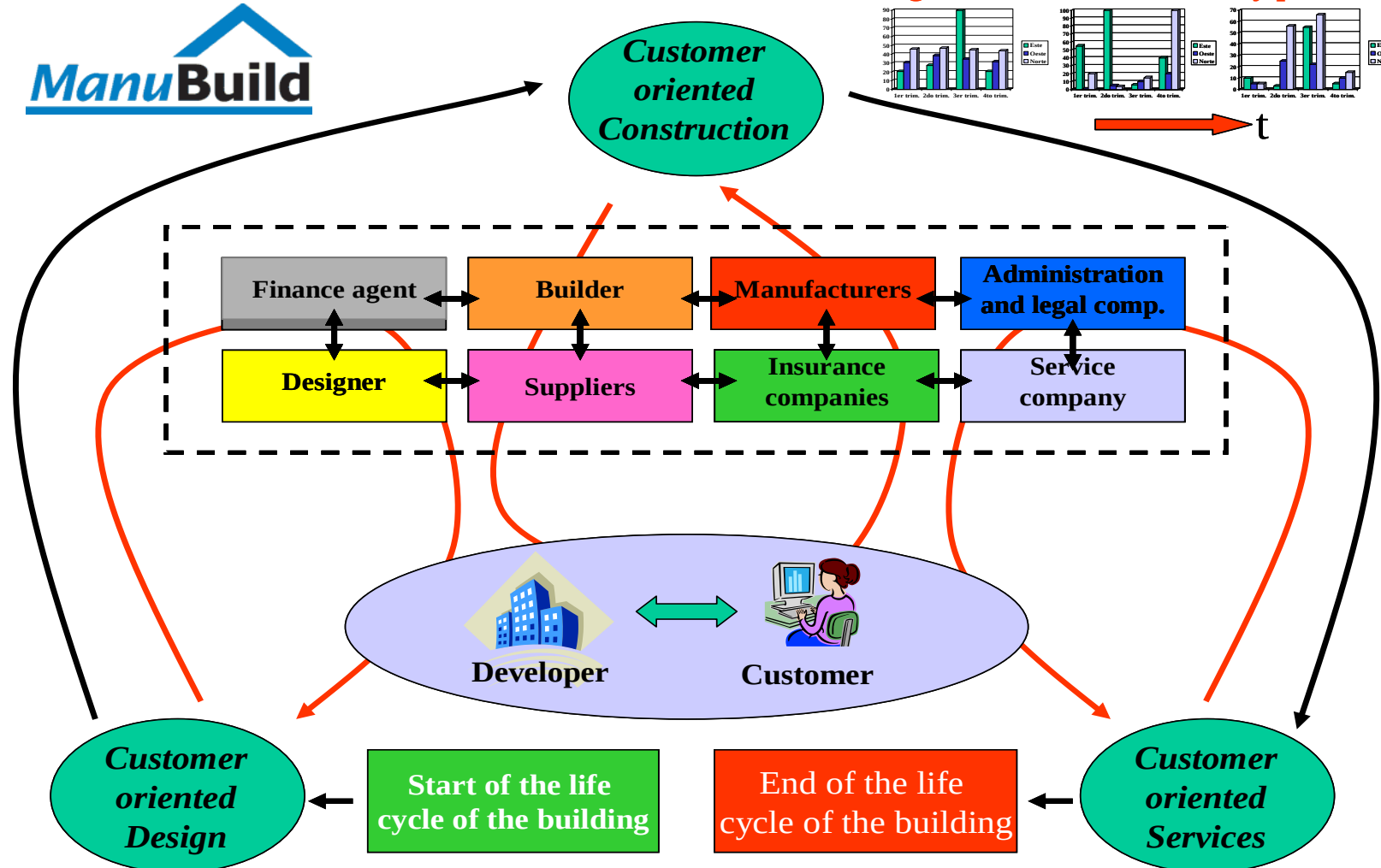
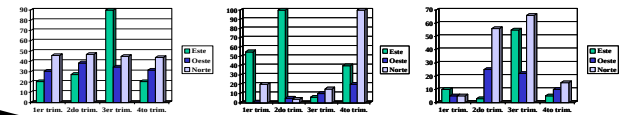


Robots de inspección y mantenimiento de túneles

Nuevos modelos de negocio



Agents involvement in every phase





La industrialización de la construcción: avances y retos futuros



MUCHAS GRACIAS

