

INDUSTRIALIZACIÓN DEL  
PROCESO CONSTRUCTIVO  
PARTE I

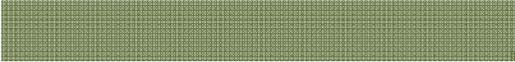




## SITUACIÓN ACTUAL Y TENDENCIAS

- Cambio técnico + gran interrelación de sistemas.
- Rápida obsolescencia (productos, educación, estructuras gubernativas).
- Activo más importante (individual y corporativo): resiliencia.
- Problema: ¿dónde?

**¿Dónde debe innovar el promotor inmobiliario?**



## PREGUNTAS A CONTESTAR

¿Qué es la I+D+I y como se genera?

¿Qué características específicas presenta el sector inmobiliario/construcción?

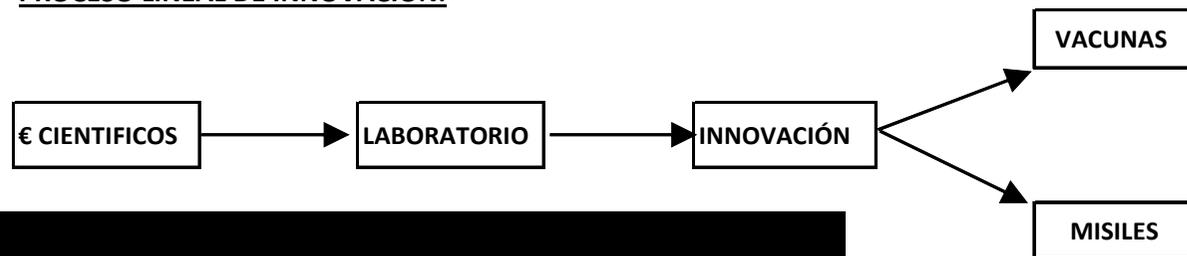
¿Cuáles son las principales causas de la innovación en el sector de la construcción?

¿Dónde innovar?

## LA I+D+I

- Tema muy común en los medios de comunicación. Impreciso.
- Investigación, Desarrollo,...., Innovación.
- Concepto y proceso.

### PROCESO LINEAL DE INNOVACIÓN:



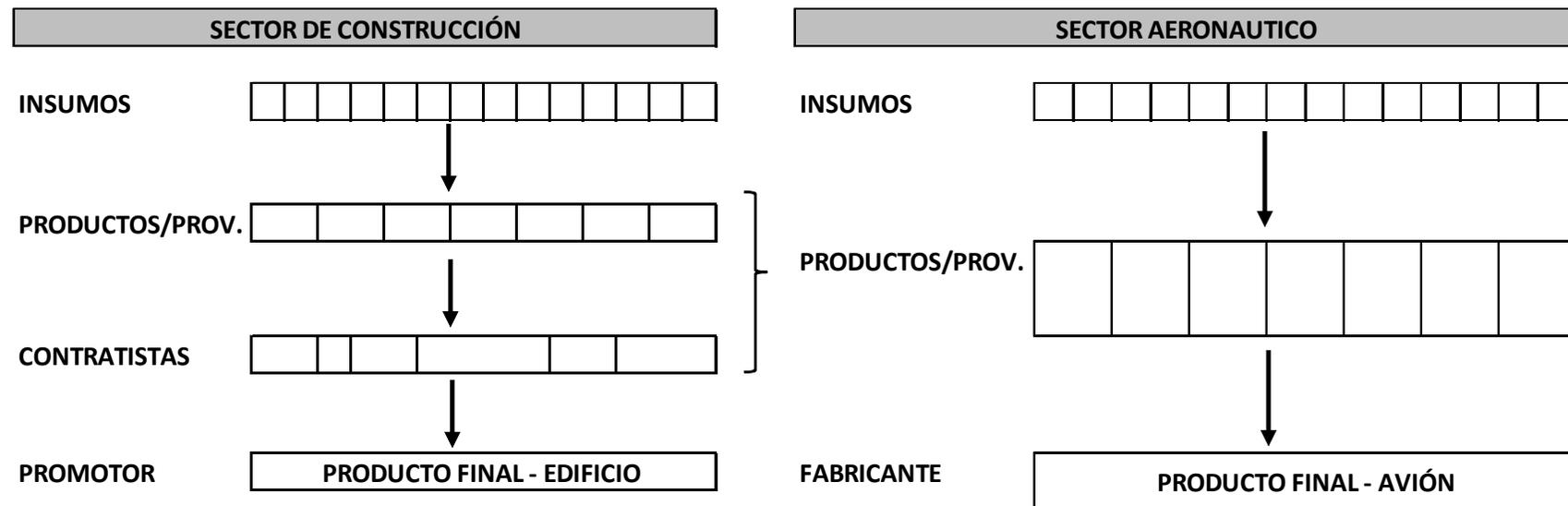


## LA I+D+I

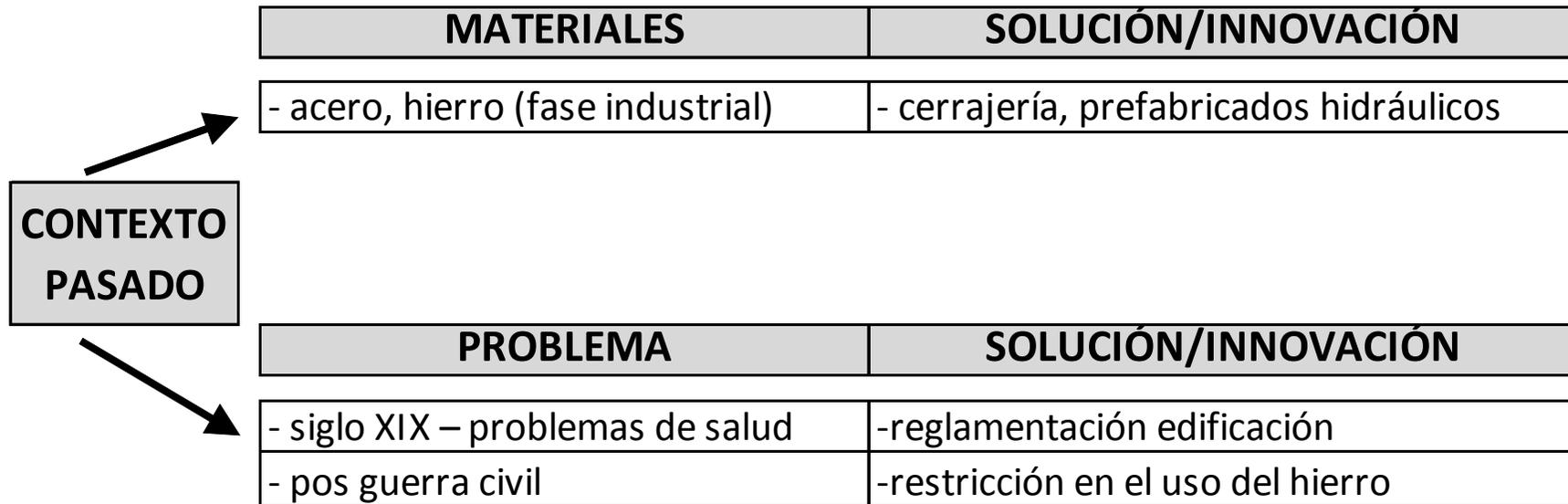
- Tema muy común en los medios de comunicación. Impreciso.
- Investigación, Desarrollo,....., Innovación.
- Concepto y proceso.
- Tipos de innovación.
- Para ser rentable a largo plazo (sobrevivir) => Innovar.
- Sin embargo, innovar => asumir riesgos.
- Es crítico definir correctamente en qué y cómo innovar.

## CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN VS. OTROS SECTORES

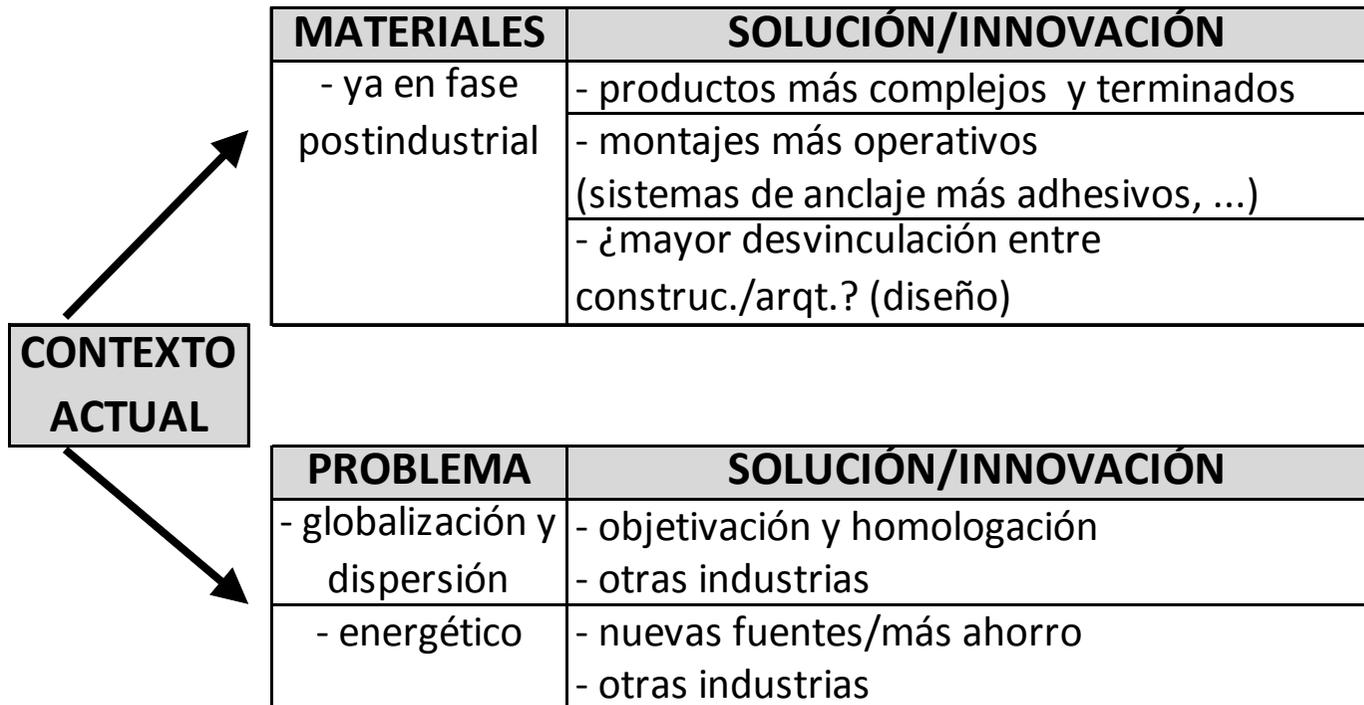
- Sector de sectores.
- Importante magnitud del sector.
- Gran escasez de datos.
- Cambios técnicos necesitan más de una década para incorporarse.
- La innovación suele ser «adoptada».
- Enorme fragmentación del sector.
- La ejecución material de la obra está en manos de diversos agentes.



## CAUSAS DE LA INNOVACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN



## CAUSAS DE LA INNOVACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN



## DONDE INNOVAR

### ENERGÍA:

Dependencia energética de Europa e inestabilidad geopolítica.  
(Dependencia: UE – 65%, España - 82%)  
Concepto de resiliencia.



REDUCIR DEPENDENCIA ENERGÉTICA  
(MÁS PRODUCCIÓN NO FÓSIL, MENOR CONSUMO)

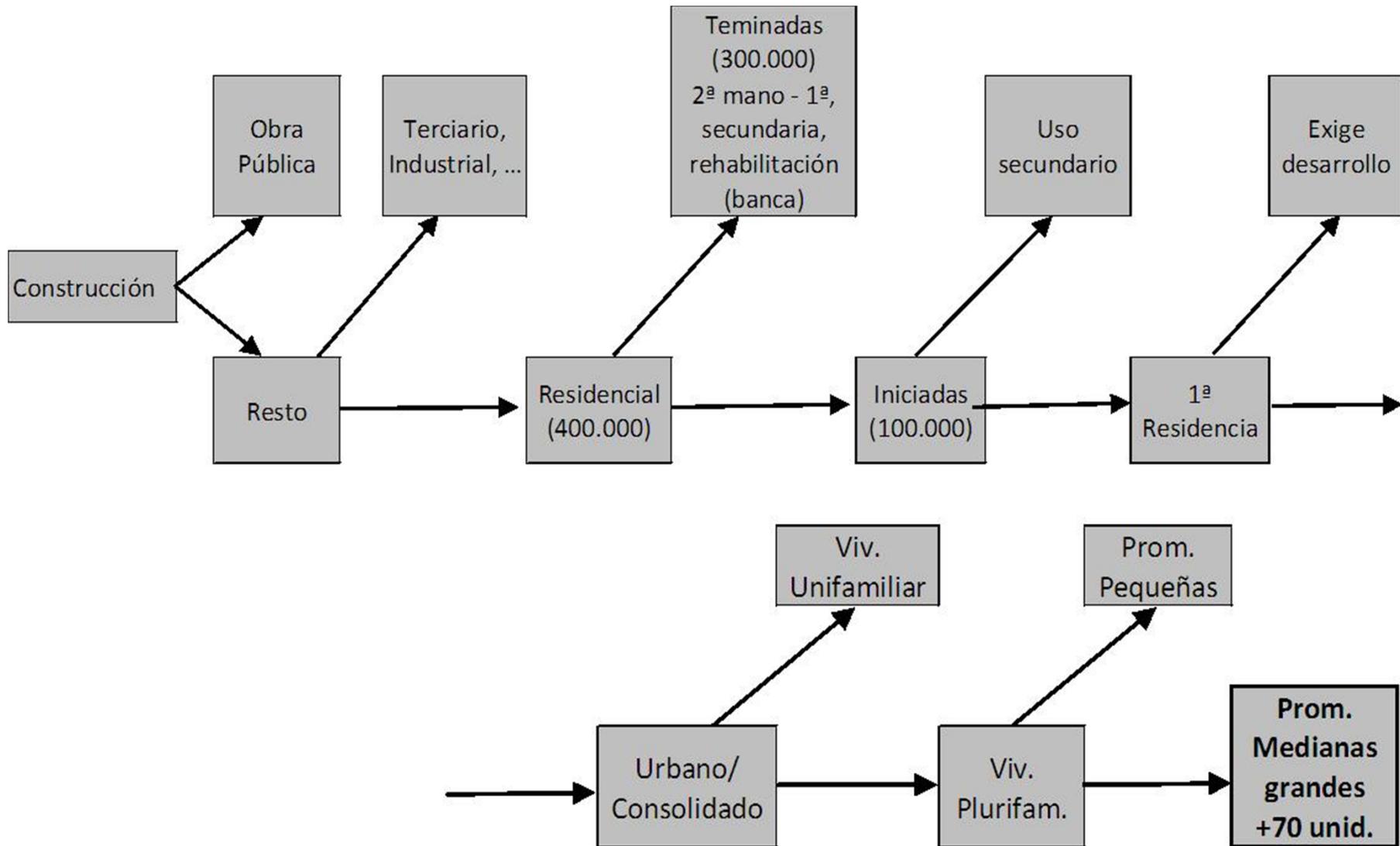


40% del consumo energético es resultado del consumo de los edificios.  
Innovaciones en: AQS, Electrodomésticos, Calefacción (Clases A, B e C)

### AGUA:

Políticamente Correcto.

## DONDE INNOVAR – ÁMBITO RESIDENCIAL



## DONDE INNOVAR

IMPACTO EN CUENTA DE RESULTADOS VC				
	ALTO			BAJO
	55%	25%	10%	7,5%
	Gastos de Construcción	Compra de suelo	Otros (Lic., ...)	Comercz y Post Vnt
Tendencias	Materiales (I+D), Productos (Prov.), Procesos (Interno/redes)	BBDD	*	Redes sociales...
				2,5%
				Gastos Fin.
				*

Todo esto lleva a que los procesos de innovación en construcción (que dependen del promotor) busquen ganancias en eficiencia (integración con proveedores y control de actividades).

### INNOVACIÓN DE PROCESO

POR CAPITULO	ESTIMAD	%	% Ac.	20 MESES					
				5	4	4	5	2	
6 ALBAÑILERIA	1.182.295	17,1%	17,1%	X	X				
5 ESTRUCTURA	1.112.595	16,1%	33,1%	X	X				
21 VARIOS	464.619	6,7%	39,8%				X	X	
12 CARPINTERIA EXT. Y CERR.	458.798	6,6%	46,4%				X		
13 FONTANERIA	422.283	6,1%	52,5%				X		
7 PAVIMENTOS	404.622	5,8%	58,4%				X		
14 ELECT. Y TELECOM.	388.480	5,6%	64,0%				X		
15 CLIMATIZACION	380.465	5,5%	69,5%				X		
11 CARPINTERIA DE MADERA	292.881	4,2%	73,7%					X	
8 REVESTIMIENTOS	286.428	4,1%	77,8%					X	
17 INSTALACIONES VARIAS	270.482	3,9%	81,7%				X		
2 MOVIMIENTO DE TIERRAS	202.705	2,9%	84,7%	X					
22 URBANIZACION	200.530	2,9%	87,5%					X	
18 ENERGIA SOLAR	188.521	2,7%	90,3%					X	
3 CIMENTACION	128.974	1,9%	92,1%	X					
10 AISLAMIENTOS	112.945	1,6%	93,8%				X		
24 SEGURIDAD Y SALUD	110.340	1,6%	95,3%	X	X	X	X	X	
20 PINTURA	88.458	1,3%	96,6%					X	
9 IMPERMEABILIZACIONES	78.157	1,1%	97,8%				X		
16 GAS	47.822	0,7%	98,4%				X		
19 VIDRIO	45.903	0,7%	99,1%					X	
4 SANEAMIENTO ENTERRADO	41.920	0,6%	99,7%	X					
1 DEMOLICIONES	13.405	0,2%	99,9%	X					
23 CONTROL DE CALIDAD	6.728	0,1%	100,0%	X	X	X			
<b>100% ESTIMADO SIN INDIRECTO</b>	<b>6.930.351</b>				<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>2</b>
					x	X	X		

## DONDE INNOVAR

- Ark Hotel - 15 plantas – en China por *Broad Sustainable Building* - 2010
- <http://www.youtube.com/watch?v=tPL9OnJ-G1o>
- Características:
  - nivel 9 en las pruebas de resistencia contra terremotos
  - materiales más ligeros (250 kg/m<sup>2</sup>) que los tradicionales (1.500 kg/m<sup>2</sup>).
  - eficiencia energética cinco veces superior a una construcción corriente (150 mm de aislamiento térmico en las paredes y techos, triples ventanas de plástico, protección solar exterior, ...)
- Matices:
  - Seguramente, no se tiene en cuenta normativa de la UE (seg. laboral, CTE...).
  - No se contempla el tiempo dedicado a acabados.
  - ¿Tiempo de cimentación....?
  - Otras consideraciones: diseño, aspectos culturales: modular, pre fabricado...

¡PESE A TODO, SE HIZO EN 90 HORAS!  
ES UN ENORME SALTO EN LA INNOVACIÓN DE PROCESO DE LA CONSTRUCCIÓN

ES LA PRINCIPAL TENDENCIA DE LA I+D+I EN LA CONSTRUCCION

## INDUSTRIALIZACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

## ANTECEDENTES

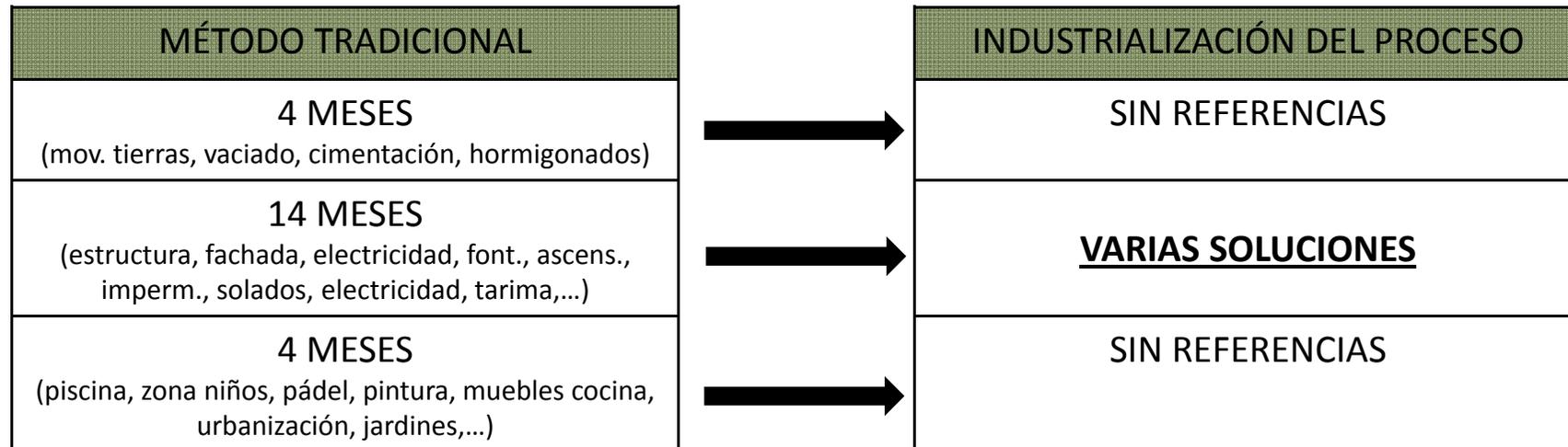
I+D+I EN CONSTRUCCIÓN RESIDENCIAL



INNOVACIÓN DE PROCESO



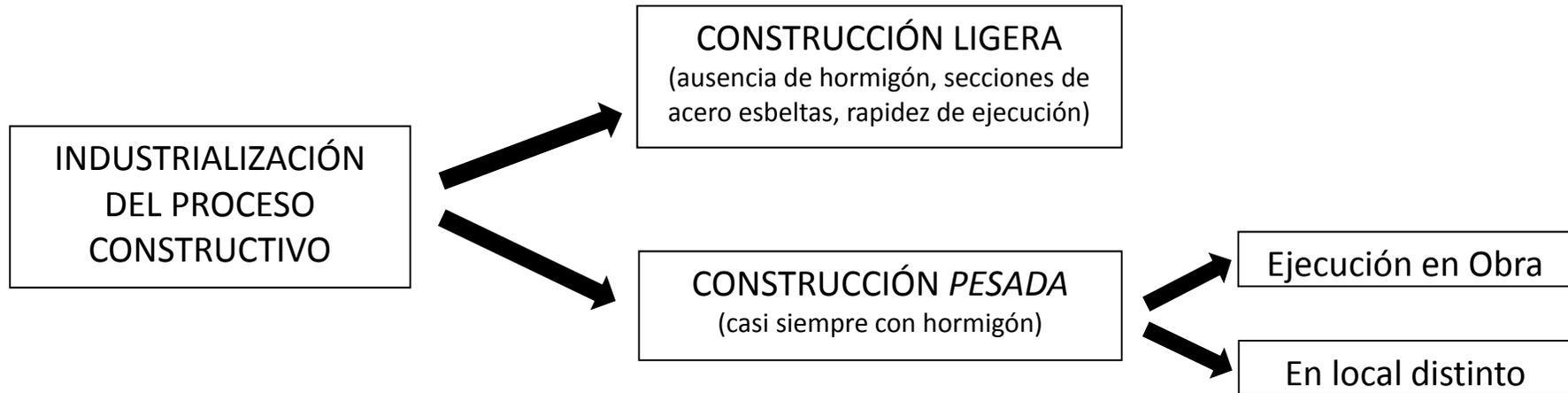
INDUSTRIALIZACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO



## ANTECEDENTES

- El **proceso constructivo industrial disminuye de forma gradual** de los países nórdicos hacia los mediterráneos. Causas: poco tiempo útil para el hormigonado en dichos países e inmovilismo característico del sector.
- El **proceso constructivo industrial en EEUU** posee un nivel tecnológico no comparable al Europeo. En EEUU se ha asociado a prestaciones estéticas, durabilidad, resistencia al fuego, aislamiento y, por encima de todas, rapidez y ahorro en costes.
- **En Europa** se ha asociado a una construcción provisional o de baja calidad, múltiple y económica. Causas: necesidad de abaratar la construcción de la vivienda en la Europa del posguerra (en Alemania y URSS, sobre todo).
- El **análisis comparativo** entre construcción tradicional y industrial debe contemplar **más aspectos que el económico** como son: la sostenibilidad, los riesgos laborales y la calidad de la construcción.

## SOLUCIONES DE INDUSTRIALIZACIÓN



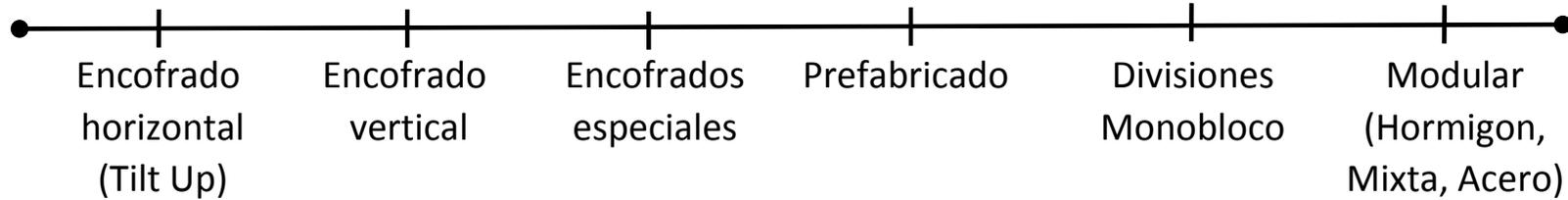
### Notas Importantes:

- Se excluye la construcción con otros materiales (madera, containers) y construcción ligera (paneles estructurales, estructura ligera de acero galvanizado - *Steelframing*) – Max 3/4 alturas.
- Cualquier proveedor de soluciones industrializadas está obligado: a acreditar productos con marcaje CE; procesos acreditados por Instituto Torroja (DIT).

## SOLUCIONES DE INDUSTRIALIZACIÓN

- INDUSTRIAL  
(Tradicional)

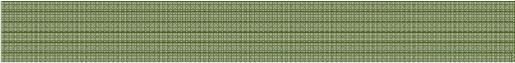
+ INDUSTRIAL  
(Modular)





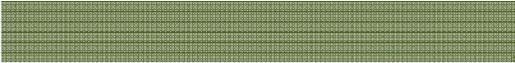
## SOLUC. DE INDUSTRIALIZACIÓN – ENCOFRADO HORIZONTAL

- Hormigonado en obra o en lugar distinto.
- Ejemplo: capa exterior (10 cm – hormigón armado), capa interior (5 cm - hormigón), capa intermedia (de aislante térmico y acústico). Uniones entre forjados y paneles mediante soldadura de esperas (se garantiza la continuidad del aislamiento, incluso en balcones y terrazas)
- Ventajas: no son necesarios puntales por lo que se pueden ir realizando tareas de colocación de carpintería, cerramientos...; no es necesario un pre marco para aperturas (puertas, ventanas); menos tiempo; menos mano de obra; menor coste si se dan economías de escala.
- Inconvenientes: si se hace en obra se requiere un espacio extra para el encofrado, soldadura e izado de piezas; importante inversión inicial para material de encofrados, perfiles, paneles...; gasto en transporte si se hace en fábrica.



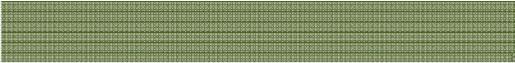
## SOLUC. DE INDUSTRIALIZACIÓN – ENCOFRADO VERTICAL

- Se realiza en obra.
- Consiste en paneles de hormigón encofrados en vertical. Para ello, se utilizan moldes que se llenan con hormigón muy fluido y auto compactante (se intenta garantizar que no queden zonas huecas)
- Ventajas: no hay necesidad de grúas para izar paneles; no hay transporte (solo el de los moldes metálicos utilizados inicialmente); el acabado es mejor que para el encofrado horizontal ya que se hace a 2 caras (no hacen falta acabados como tapado de juntas, ¿y la capa aislante térmica?); permite mayor libertad arquitectónica que el horizontal.
- Desventajas: los encofrados metálicos son muy caros y solo son rentables a partir de las 80 unidades (aprox.); dificultad en el vibrado y oquedades pueden llegar a ser un problema; exige una gestión laboral diaria muy eficiente para que el hormigón fragüe por la noche, se retiren los moldes al día siguiente y se pueda repetir el proceso, mayor lentitud de ejecución que el hormigonado horizontal.



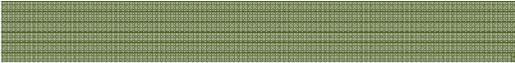
## SOLUC. DE INDUSTRIALIZACIÓN – ENCOFRADOS ESPECIALES

- Se realiza en obra. Muy común en Francia.
- Sistema que permite hormigonar paredes y techos simultáneamente. Cambia la forma del encofrado con el que se construye paredes y forjados (tipo túnel). Encofrados más complejos que se desplazan con ruedas (se han llegado a realizar 200 m<sup>2</sup> de forjado en un día).
- Ventajas: aumento de la productividad (menos tiempo); menos 30% de mano de obra; rentable en grandes edificios homogéneos.
- Inconvenientes: la gestión diaria laboral es crítica (para que fragüe por la noche); menos combinaciones que los encofrados a base de paneles; oquedades resultantes de dificultades con el vibrado; poca preparación del personal en España con esta técnica; elevado coste inicial del encofrado.



## SOLUC. DE INDUSTRIALIZACIÓN – PREFABRICADO

- Se realiza en lugar distinto a la obra y se va colocando en la obra.
- Más allá de paredes y techos realiza procesos más completos y complejos. El producto final está en abierto y dependerá de la gama de productos que disponga la empresa proveedora en cuestión. Normalmente se coloca la estructura de hormigón y fase tras fase se va colocando todo lo demás.
- Ventajas: tiempo; menos mano de obra; mejores acabados; controles de calidad rigurosos; se delega la construcción.
- Inconvenientes: transporte; la producción pasa a depender de la planta de prefabricado; resistencia cultural del demandante; se pierde el control de la construcción.



## SOLUC. DE INDUSTRIALIZACIÓN – DIV. MONOBLOCO

- Realización en lugar distinto al de la obra, transporte y acoplo a la estructura.
- Igual que el anterior pero solo de una división. Surge como especialización del prefabricado a la vista de poco éxito que este obtuvo.
- Ventajas: mayor calidad, rapidez, costes.
- Inconvenientes: coste transporte, planning inicial muy cuidado para que el acoplo se realice de forma correcta.

## SOLUC. DE INDUSTRIALIZACIÓN – MODULAR

- Realización total en lugar distinto y ensamblaje rápido en obra.
- El objetivo es conseguir una estructura (de metal, mixta o de hormigón), accesorios y componentes totalmente contruidos en un entorno controlado distinto al de la obra. El *módulo* va encima de una cadena de montaje donde se coloca la estructura, pladur, muebles, instalaciones, ... . Se transportan los módulos (aprx - 2,5m\*7,5 m\*3m) y se ensamblan en obra.
- El módulo puede llegar a pesar 40 toneladas por lo que las exigencias a nivel de grúa son especiales.
- Pocos en España están preparados para realizar este tipo de proceso a gran escala y para ninguno se ha constatado experiencia relevante.
- Ventajas: tiempo se reduce a menos de la mitad (aprox. 6 meses, respecto de los 14); apoyo más profesional por parte del equipo del fabricante; mejoran los acabados, el aislamiento, la sostenibilidad, protección para vibraciones, la seguridad en la obra...
- Inconvenientes: el planeamiento inicial es critico y tarda mucho en realizarse – deben quedar definidos todos los detalles y acabados – una vez que se empieza no hay margen de maniobra para cambios; grúas especiales; transporte muy caro; muy dependiente de la capacidad productiva y lejanía del fabricante; ¿la separación entre viviendas es excesiva (paredes y forjados están doblados – resta superficie)?.

## SOLUC. DE INDUSTRIALIZACIÓN – SÍNTESIS

- INDUSTRIAL

+ INDUSTRIAL

PEOR	←	Seguridad	→	MEJOR
PEOR	←	Calidad	→	MEJOR
PEOR	←	Sostenibilidad (eco/ef. energ.)	→	MEJOR
MEJOR	←	Planning inicial	→	PEOR
MEJOR	←	Libertad del promotor	→	PEOR
PEOR	←	Tiempo	→	MEJOR
MEJOR	←	Transporte/grúas	→	PEOR
PEOR	←	Economías de escala	→	MEJOR
?	←	Coste Ejecución Material	→	?
?	<b>RENTABILIDAD</b>			?

• **No existe una solución única.** Siempre dependerá de factores como:

- proyecto: dimensión, tipología, ubicación y sus especificidades, capacidad de gestión, ...
- proveedor: distancia de la planta al solar, soluciones ofertadas, precios, ...

Notas: la metodología amolda al diseño/proyecto y no al revés...

para unifamiliares la construcción ligera (no estudiada aquí) es comúnmente aceptada como la mejor  
líneas de investigación en abierto para elementos estructurales más ligeros