

# FORO R3MAT

## NUEVOS PROCESOS DE CONSTRUCCION MEDIANTE IMPRESIÓN 3D

**Jorge Rodríguez Julián. VIAS Y CONSTRUCCIONES.**

Coordinador proyectos Print'n Build, 3DCONS y HINDCON

[jorge.rodriguez@vias.es](mailto:jorge.rodriguez@vias.es)

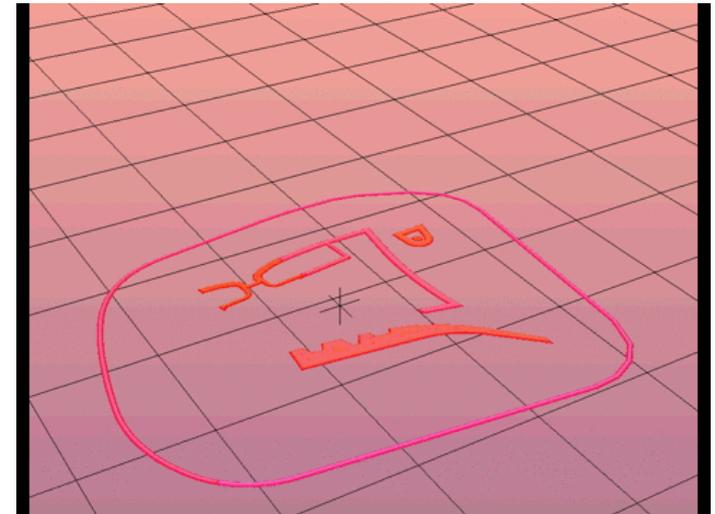
The logo for VIAS, consisting of the word "VIAS" in white, bold, sans-serif capital letters on a dark blue rectangular background.

**VIAS**

# Impresión 3D. Conceptos

## ¿Qué es la impresión 3D?

- Fabricación automatizada de un objeto tridimensional capa a capa (fabricación aditiva).
- Se le llama fabricación aditiva, porque en contraposición a la sustractiva (CNC), el objeto se construye aportando material en lugar de “fresando” un bloque.



# Origen de la impresión 3D

## Impresión 3D. Evolución

- **Inicio:** 80's-90's. Rapid Prototyping (MIT)
- **Ampliación de tecnologías y empresas:** estereolitografía, sinterización laser, **modelado por deposición fundida**, laminated object modelling, multijet, digital light processing, direct metal printing....
- Ampliación de gamas de materiales: plásticos, metales, fibra de carbono etc.
- 2000's: comienzan a **caducar las primeras patentes.**  
*(2009 tecnología FDM de Stratasys).*
- Impresión 3D sale de entornos industriales tradicionales (**popularización**, movimiento Reprap etc)
- **Situación actual:** elevado número de tecnologías disponibles a nivel industrial e incluso "doméstico".
- The Economist (2012):  
La Impresión 3d es la **III Revolución industrial**



# Futuro de la impresión 3D

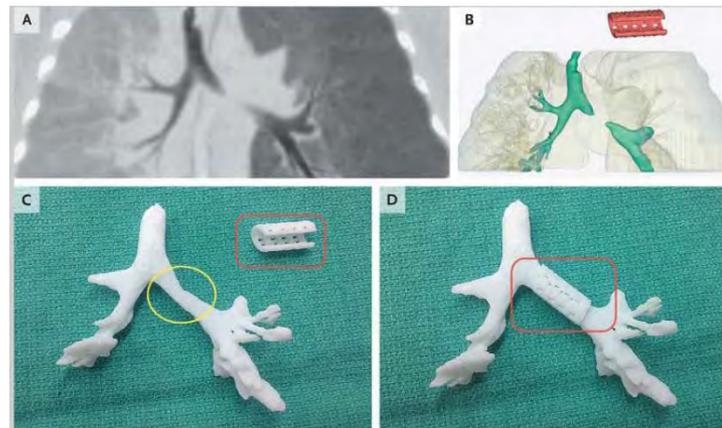
## Retos actuales de la impresión 3D

### Velocidad, resolución y postprocesado



Fuente: Carbon 3D

### Nuevos materiales y aplicaciones



Fuente: New England Journal of Medicine;2013.x

### Productos finales (no prototipos)



Fuente: Kinematics

# 3DCONS: Impresión 3D en construcción

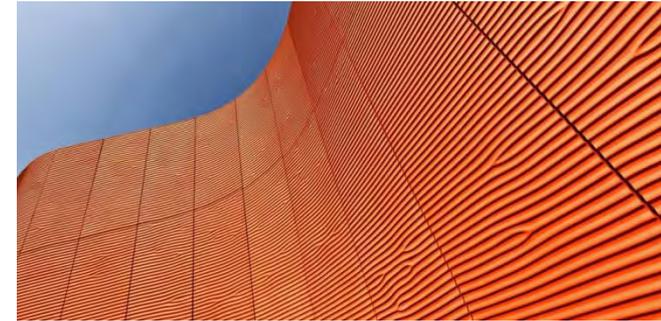
¿Qué ofrece la impresión 3D a nuestro sector?



**Industrialización**



**Libertad de forma (vol. x tiempo)**



**Construcción "customizada"**



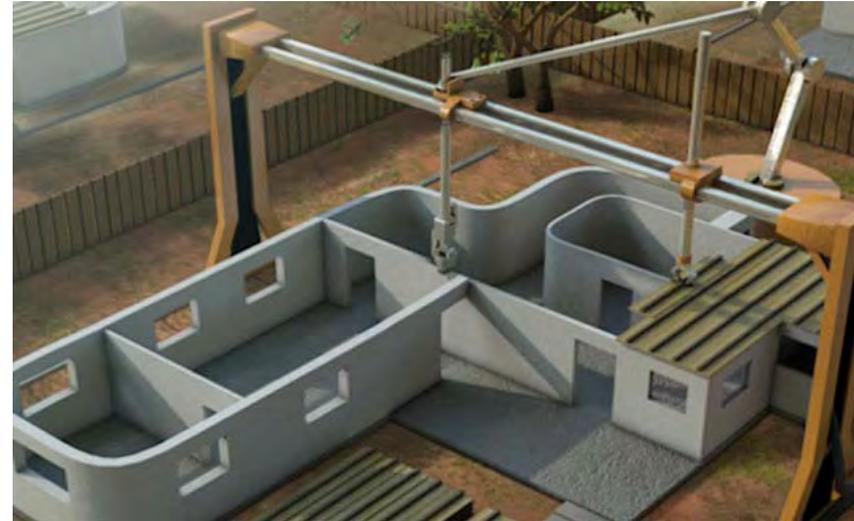
**Sostenibilidad: cero residuos, transporte y envoltentes más eficientes**



# 3DP para construcción en el mundo



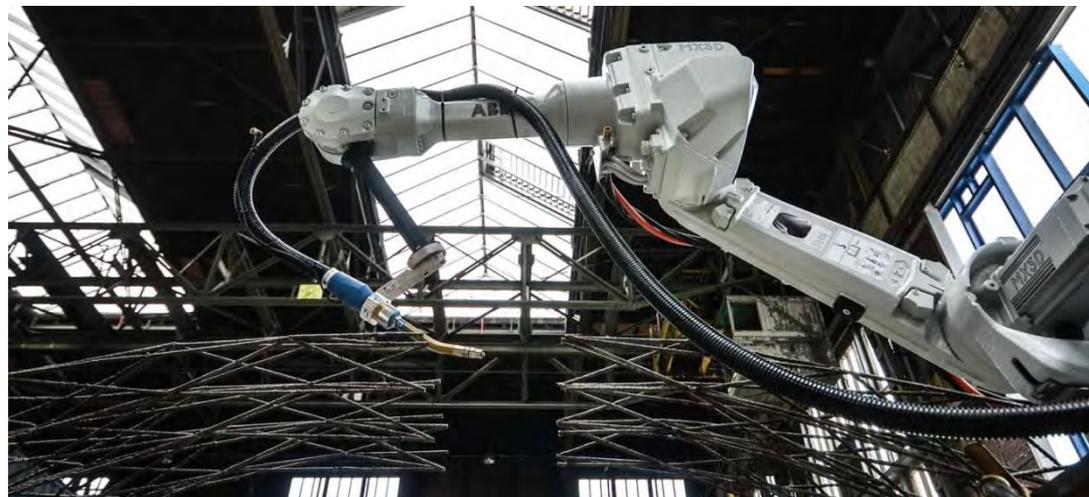
Fuente: Win Sun (China)



Fuente: Contour Crafting (USA)



Fuente: Total Kustom (USA)



Fuente: MX3D (Holanda)

# I+D DE VIAS EN IMPRESION 3D

## PRINT'N BUILD: "IN SITU"



## PREFABRICADOS AM&SM



## PREFABRICADOS Y VERTICAL



# IMPRESION 3D. LIMITES

¿Has dicho impresión “in situ”?

¿De elementos estructurales o edificios?

¿Sin armaduras? “Eso se cae fijo” ...



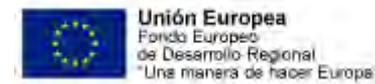
# 3DCONS: Impresión 3D en construcción



## ▪ Proyecto 3DCONS

[www.3dcons.eu](http://www.3dcons.eu)

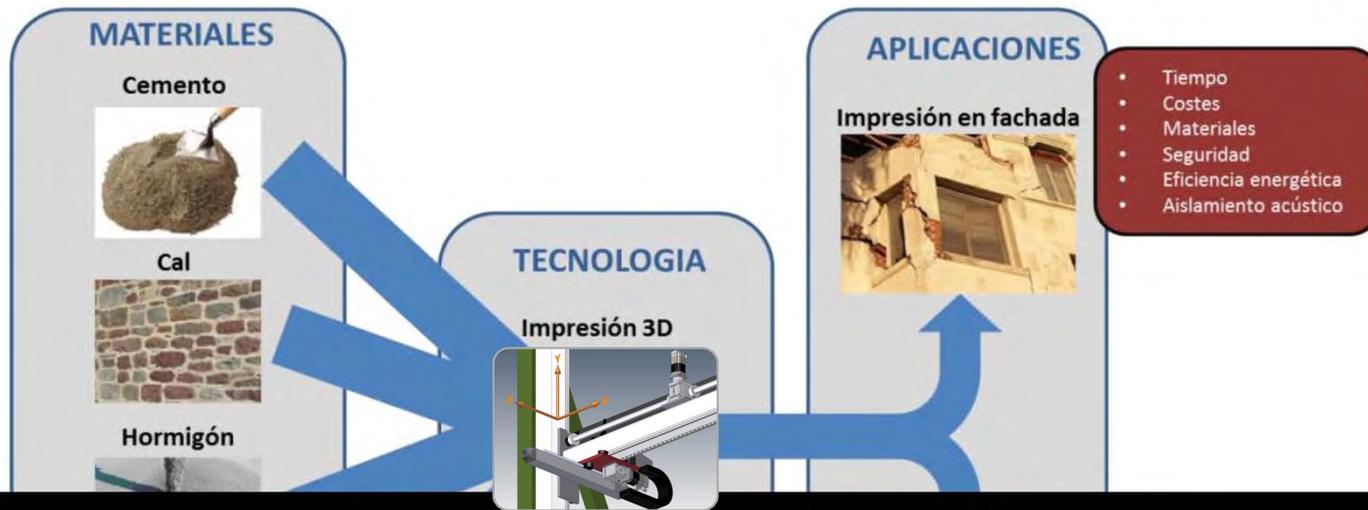
- El proyecto 3DCONS persigue introducir las tecnologías de impresión 3D a escala real en la industria de la construcción (edificación), tanto en de aplicación: obra nueva, rehabilitación y restauración de patrimonio.
- Financiado por CDTI dentro del Programa Estratégico de Consorcios de Investigación Empresarial Nacional (CIEN), cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).



- Iniciado en Noviembre de 2014. Plazo previsto de fin: Abril 2018



# 3DCONS: alcance del proyecto

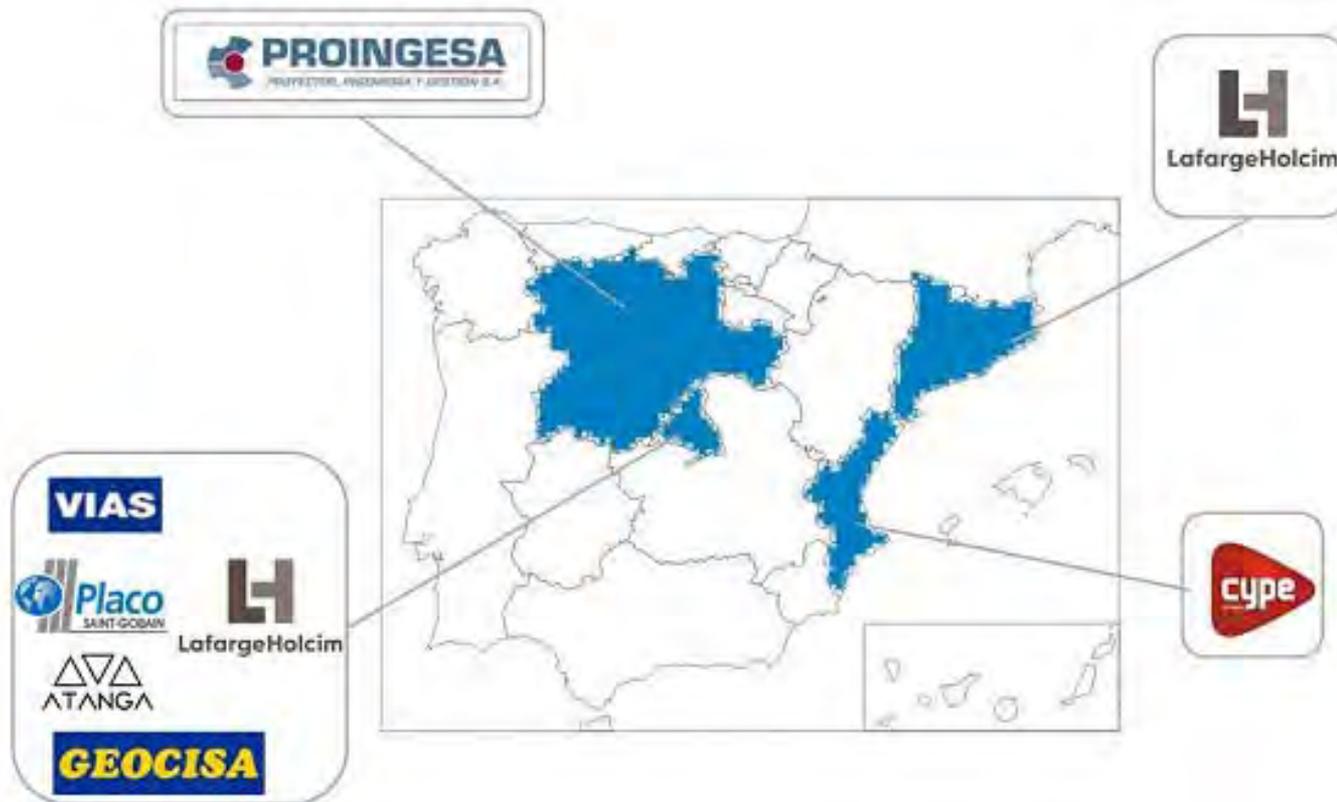


# 3DCONS: Consorcio



## ▪ Socios:

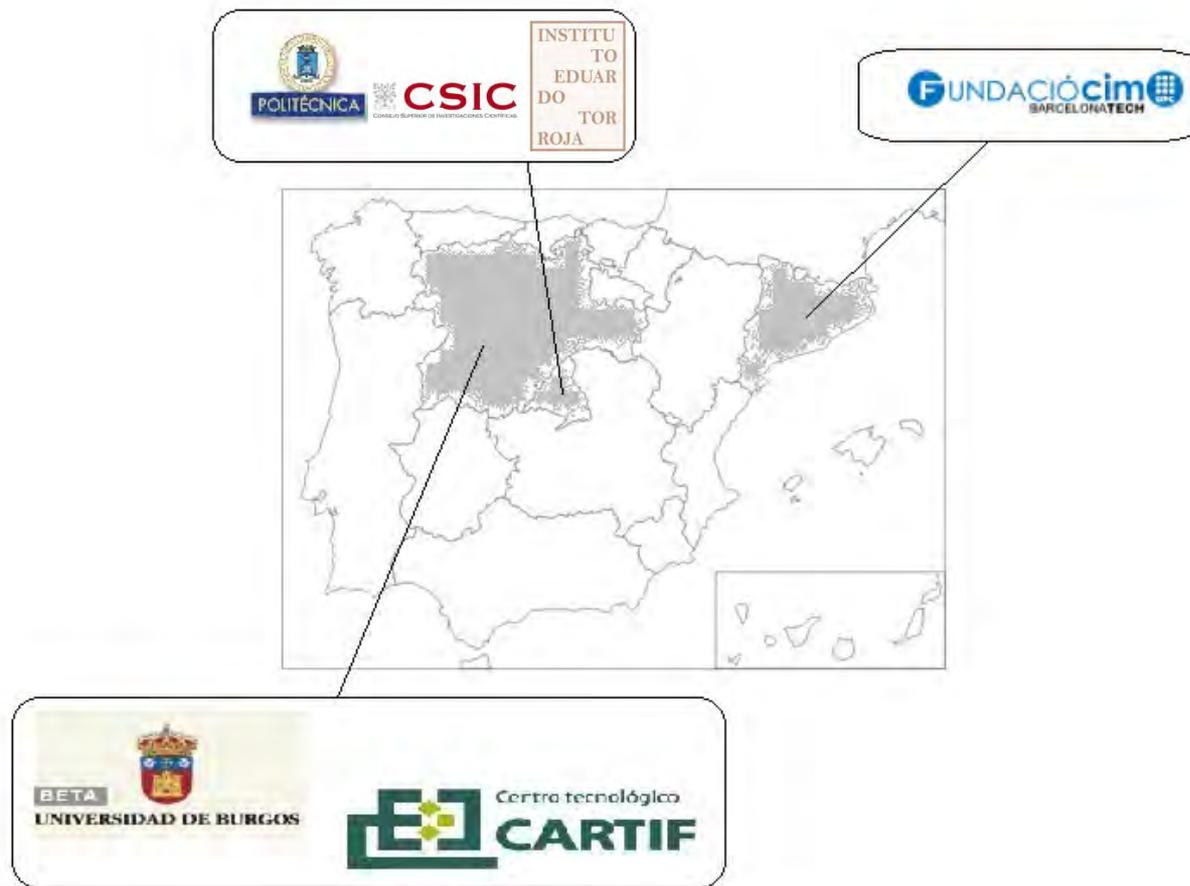
*Si quieres llegar rápido, camina solo. Si quieres llegar lejos, camina en grupo.*



# 3DCONS: Consorcio



## Centros de Investigación:



# ESQUEMA GENERAL DE ACTIVIDADES



## ▪ Rehabilitación de fachadas y paramentos interiores

- Impresión directa sobre elementos verticales ya existentes.
- Control de espesores, formas, y propiedades en base a requerimientos de cada actuación.
- Integración total con herramientas de diagnóstico (escaneado, termografía etc.). Desarrollo de herramientas de optimización.
- Integración de distintas tecnologías y tipos de extrusor en un mismo equipo de trabajo
- **Tipología de aplicaciones:** rehabilitación energética, rehabilitación estética, acabados en obras de nueva construcción (fachadas y paramentos interiores).



# 3DCONS: Aplicaciones seleccionadas



## ■ Patrimonio histórico:

- Rehabilitación por impresión directa o mediante reproducción de piezas.
- Uso de materiales con la misma base que los originales (cales, morteros etc.)
- Elevada simplificación de los procesos de reproducción de elementos dañados o trasladados.
- **Tipología de aplicaciones:**
  - Impresión prefabricados: balaustradas, gárgolas etc.



# 3DCONS: Aplicaciones seleccionadas



## ■ Patrimonio histórico:

- Rehabilitación por impresión directa o mediante reproducción de piezas.
- Uso de materiales con la misma base que los originales (morteros, cales etc.)
- Elevada simplificación de los procesos de reproducción de elementos dañados o trasladados.
- **Tipología de aplicaciones:**
  - Impresión prefabricados: balaustradas, gárgolas etc.
  - Impresión directa: fingidos, esgrafiados, elementos decorativos etc.



# 3DCONS: Aplicaciones seleccionadas



## ▪ Prefabricados a la carta:

- Libertad de forma: elementos curvos, espesor variable, geometrías complejas, huecos, grabados etc.
- Sin moldes ni incremento de costes por cambio en las piezas. Coste en función de volumen y tiempos.
- Prefabricados en base a toda la gama de materiales base.
- Solución idónea para piezas con bajo número de repeticiones o cambios entre unidades.

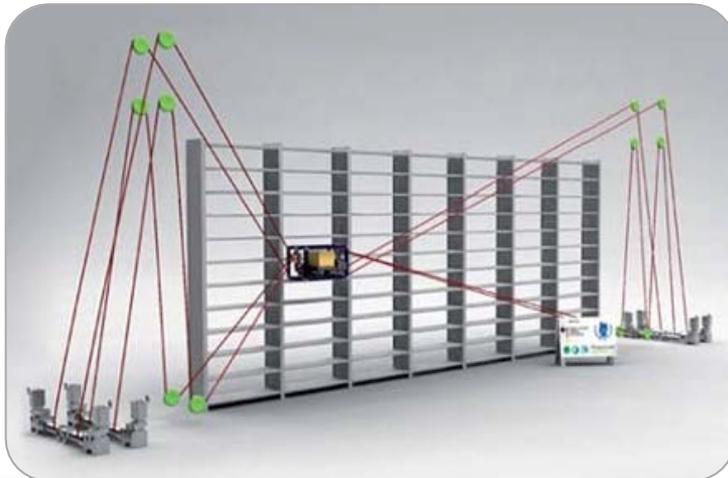


- **Tipología de aplicaciones:** elementos constructivos (no armados), construcción modular, cerramientos, paramentos, elementos ornamentales, mobiliario, teselas y celosías, encofrados singulares, obra civil.



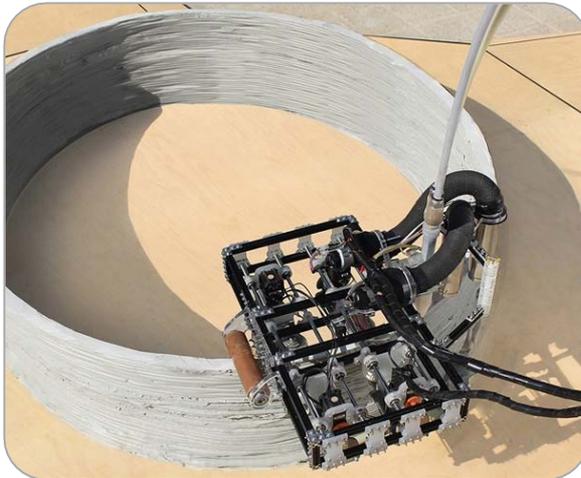
# HARDWARE. TIPOLOGIA IMPRESORAS

- Estudio previo:



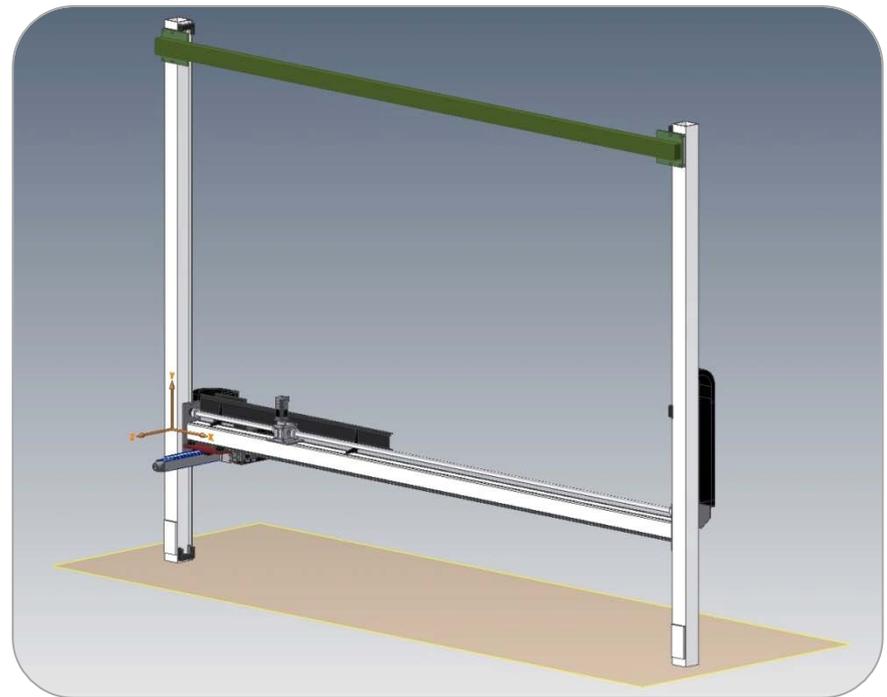
# HARDWARE. TIPOLOGIA IMPRESORAS

- Estudio previo:



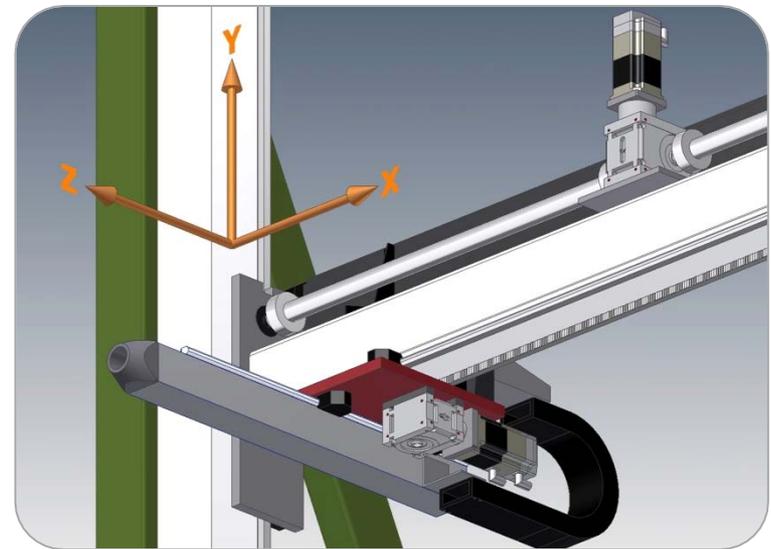
## ▪ La decisión: Robot Cartesiano tipo Pórtico de 3 ejes

- Es la estructura que mejor se adapta a las construcciones verticales.
- Ofrece gran robustez, precisión y facilidad de movimiento en todas las direcciones.
- Fácilmente escalable



## ▪ Funcionamiento de los ejes de impresión:

- El eje X (paralelo al suelo) permite el movimiento horizontal del extrusor.
- El eje Y (paralelo a la fachada) permite el movimiento vertical del extrusor.
- El eje Z (perpendicular a la fachada) permite ajustar la profundidad a la que opera el extrusor, posibilidad de movimiento en otras direcciones y acoplar herramientas auxiliares.

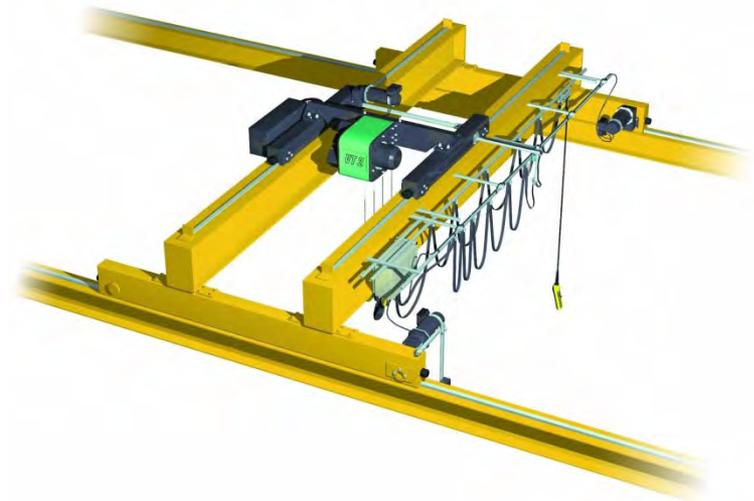


# HARDWARE. PREFABRICADOS A LA CARTA

3dcons

## ■ Características:

- Robot Cartesiano en 3 ejes (X, Y, Z)
- Posibilidad de trasladar el demostrador cerca de una obra o integrarlo en una instalación industrial fija.
- Dimensiones escalables.
- Guías pensadas para las condiciones ambientales de obra
- Regulación de parámetros durante el proceso.
- Precisión milimétrica.



## ➤ Retos a solventar:

- Definición de las **especificaciones y formulaciones** más adecuadas de los productos.
- **Materiales extrusionables.** Control de requerimientos y comportamiento durante aplicación y producto final
- Asegurar la **durabilidad** de los productos

Se cuenta ya con formulaciones validadas que están siendo optimizadas (reducción de costes)

Finalizadas pruebas de integración materiales-prototipos

Iniciando construcción prototipos finales



## ➤ Retos a solventar:

- Definición de las **especificaciones y formulaciones** más adecuadas de los productos.
- **Materiales extrusionables.** Control de requerimientos y comportamiento durante aplicación y producto final
- Asegurar la **durabilidad** de los productos

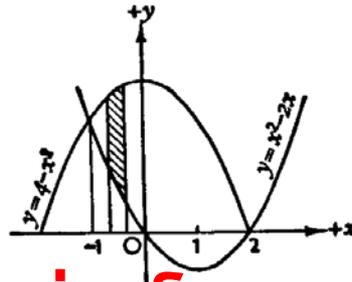
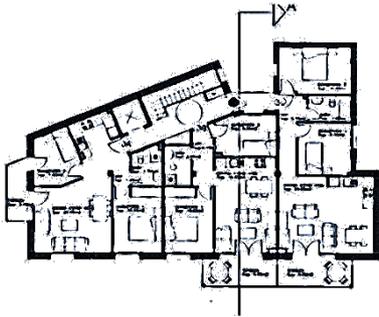
Se cuenta ya con formulaciones validadas que están siendo optimizadas (reducción de costes)

Finalizadas pruebas de integración materiales-prototipos

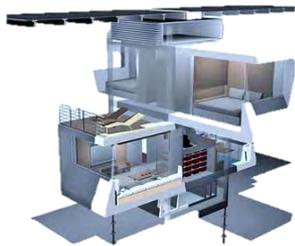
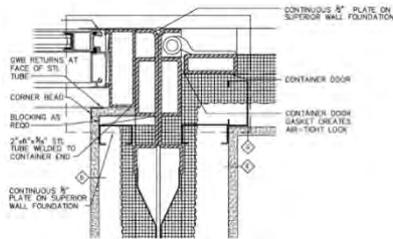
Iniciando construcción prototipos finales



## Building Information Modelling

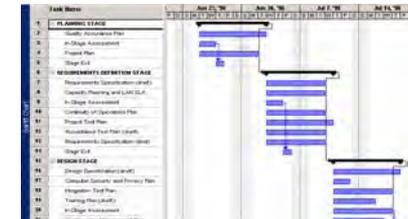


## información



P/N: Study Part 1 - Revision: 0  
 Parameter: - Diameter Cap. Study - a-1  
 Min.: 2480000 Nom.: 2500000 Max.: 2520000

n	Date/Time	x1	x2	x3	x4	x5	X-Bar	Range	Cp	Cpk	
1	9/12/00 12:57:13 AM	2488000	2487000	2485000	2487000	2486000	2486600	0.0003	5.847	1.930	
2	9/12/00 12:58:38 AM	2489000	2487000	2486000	2487000	2488000	2487400	0.0003	5.847	2.163	
3	9/12/00 12:59:57 AM	2487000	2486000	2486000	2487000	2485000	2486200	0.0002	7.968	2.470	
4	9/12/00 1:00:26 AM	2484000	2489000	2488000	2487000	2488000	2487200	0.0005	3.466	1.248	
5	9/12/00 1:01:28 AM	2488000	2487000	2487000	2487000	2487000	2487200	0.0001	14.907	5.367	
6	9/12/00 1:02:04 AM	2489000	2484000	2485000	2485000	2485000	2485400	0.0004	4.396	1.187	
7	9/12/00 1:02:34 AM	2489000	2484000	2485000	2488000	2487000	2486600	0.0005	3.215	1.061	
8	9/12/00 1:03:06 AM	2486000	2487000	2486000	2486000	2487000	2486400	0.0001	12.172	3.895	
9	9/12/00 1:03:52 AM	2487000	2486000	2487000	2488000	2486000	2486800	0.0002	7.968	2.709	
10	9/12/00 1:04:16 AM	2487000	2488000	2488000	2488000	2489000	2488000	0.0002	9.428	3.771	
11	9/12/00 1:05:11 AM	2489000	2489000	2489000	2489000	2487000	2488200	0.0002	7.968	3.267	
12	9/12/00 1:05:38 AM	2487000	2488000	2486000	2485000	2485000	2486200	0.0003	5.113	1.585	
13	9/12/00 1:07:53 AM	2488000	2487000	2487000	2487000	2487000	2487200	0.0001	14.907	5.367	
14	9/12/00 1:08:27 AM	2488000	2486000	2486000	2484000	2485000	2485800	0.0004	4.495	1.303	
15	9/12/00 1:09:10 AM	2489000	2487000	2487000	2485000	2486000	2486800	0.0002	7.968	2.709	
16	9/12/00 1:12:15 AM	2484000	2484000	2486000	2485000	2484000	2484600	0.0002	7.454	1.714	
17	9/12/00 1:12:55 AM	2486000	2485000	2486000	2485000	2484000	2485200	0.0002	7.968	2.072	
18	9/12/00 1:13:28 AM	2485000	2484000	2486000	2485000	2485000	2485000	0.0002	9.428	2.357	
19	9/12/00 1:14:07 AM	2485000	2487000	2486000	2485000	2485000	2485600	0.0002	7.454	2.087	
20	9/12/00 1:14:38 AM	2487000	2486000	2486000	2485000	2486000	2486000	0.0002	9.428	2.828	
							Totals	4.9728400	.0050000	157.397	51.090
							Avg.	.2486420	.0002500	7.870	2.555



**VENTILADOR BARD TIPO MOCHILA**

**Ventajas Competitivas:**

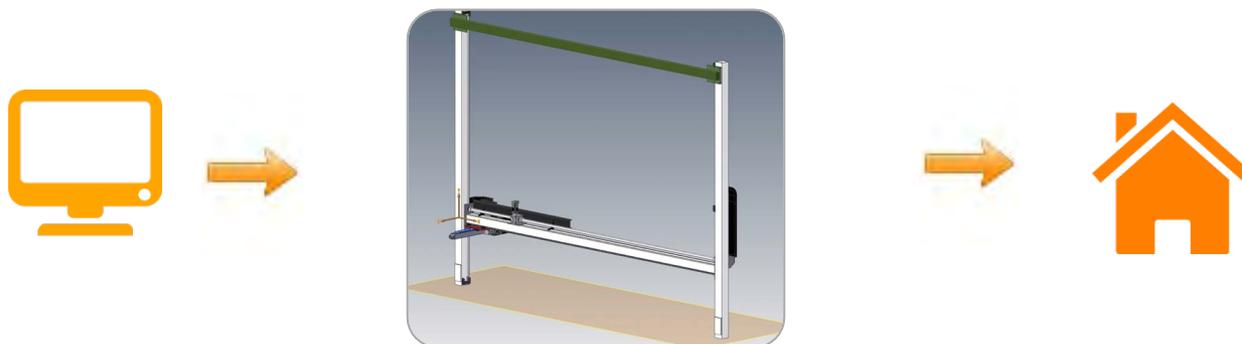
- Bobina de tubo de cobre y aluminio para máxima transferencia de calor y eficiencia de energía.
- Ventilador doble para climatizar silenciosamente y operando con alta y baja presión.
- Compresor tipo scroll.
- Refrigerante ecológico R-410A.
- Fácil accesibilidad para mantenimiento.
- Reseteo automático de los switches de alta y baja presión.

- regresar -

## PROCESOS

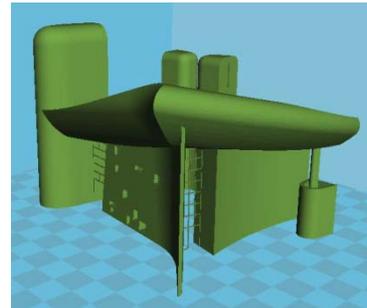
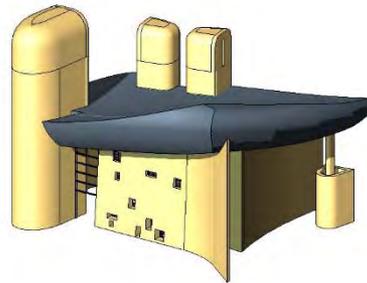


automatic process



## PROCESOS OBRA NUEVA

3D → STL → G-code

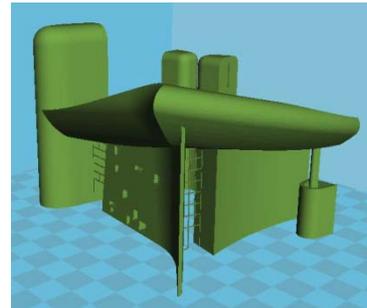
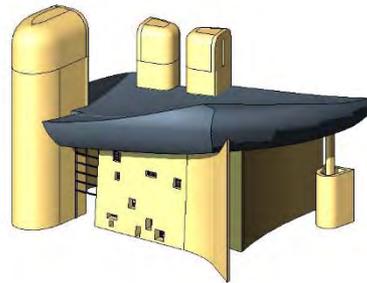


```
G00 X-37.939 Y8.793 Z16.000  
M03 F200  
G1 X-37.939 Y8.793 Z16.000  
G1 X-37.939 Y8.793 Z6.000  
G1 X-35.617 Y8.793 Z6.000  
G1 X-34.780 Y8.748 Z6.000  
G1 X-34.060 Y8.622 Z6.000
```

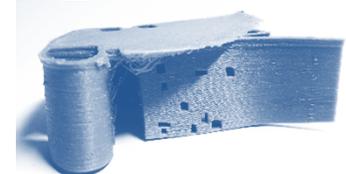
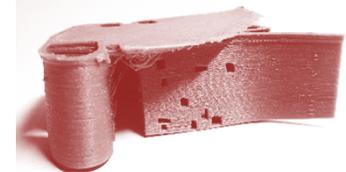


## PROCESOS REHABILITACIÓN

REAL → 3D → STL → G-code



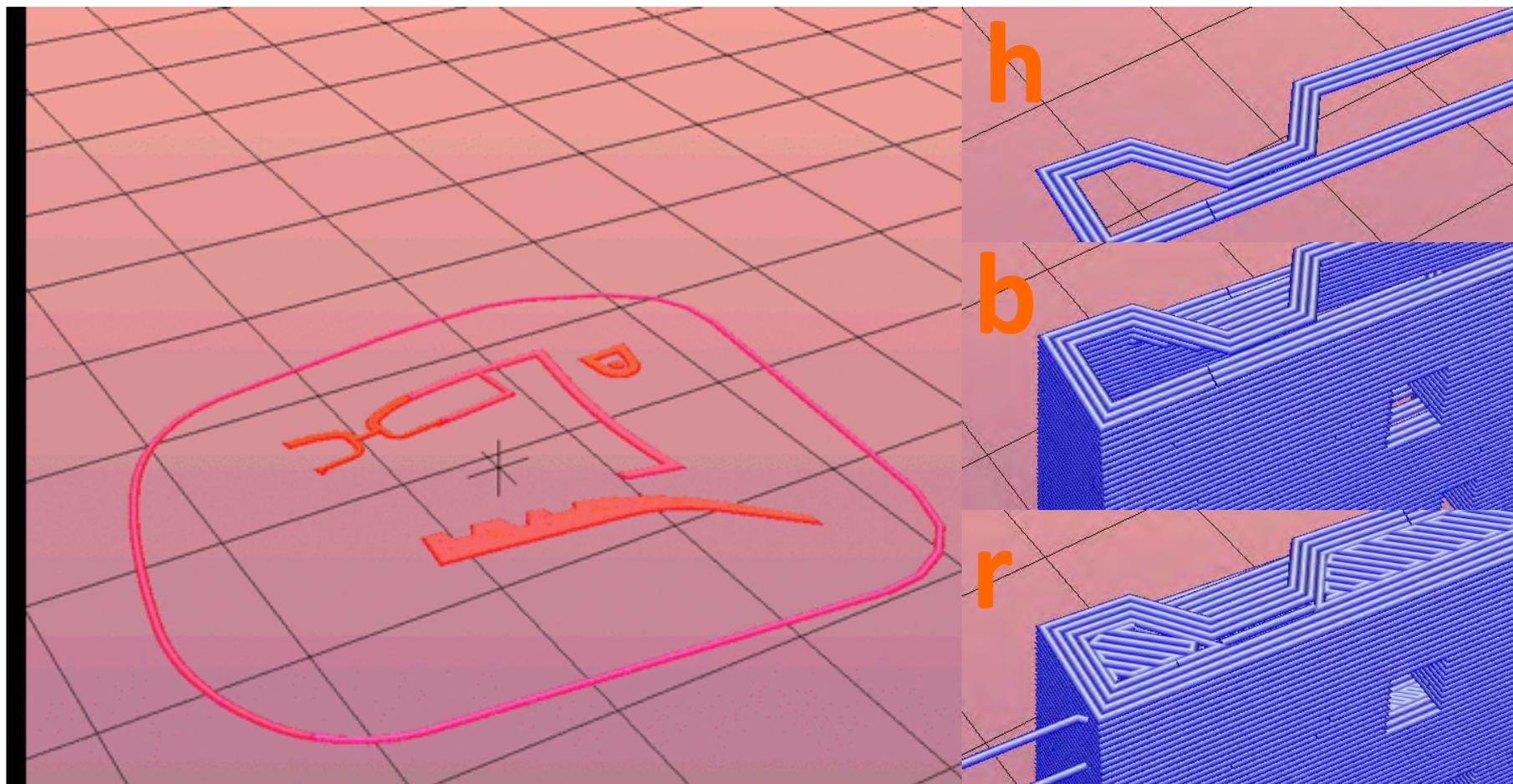
```
G00 X-37.939 Y8.793 Z16.000  
M03 F200  
G1 X-37.939 Y8.793 Z16.000  
G1 X-37.939 Y8.793 Z6.000  
G1 X-35.617 Y8.793 Z6.000  
G1 X-34.780 Y8.748 Z6.000  
G1 X-34.060 Y8.622 Z6.000
```



## SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS



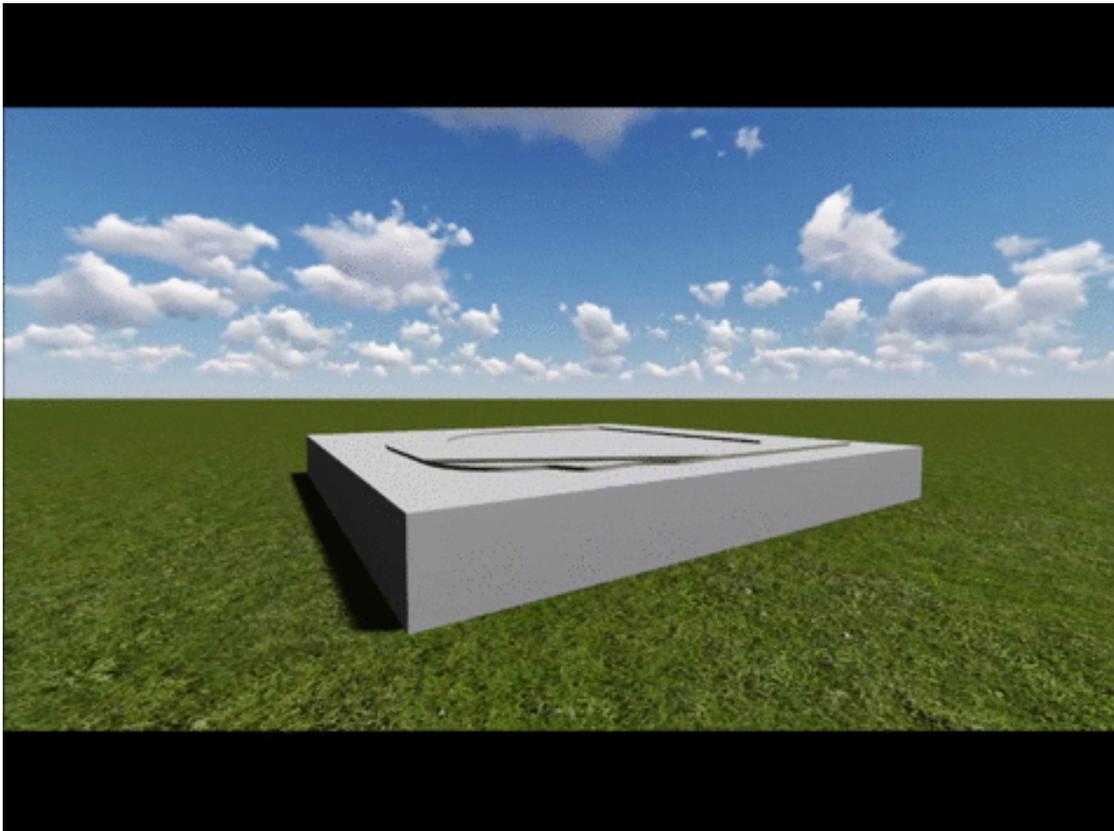
## GENERACIÓN DE TRAYECTORIAS DE IMPRESIÓN 3D



# IMPRESION 3D EN LA CONSTRUCCIÓN



## NUEVAS SOLUCIONES MAS SOSTENIBLES Y ADAPTADAS





**MUCHAS GRACIAS POR SU  
ATENCIÓN**

*[www.3dcons.eu](http://www.3dcons.eu)*

*Jorge Rodríguez Julián. VIAS Y CONSTRUCCIONES  
[jorge.rodriguez@vias.es](mailto:jorge.rodriguez@vias.es)*

