



Comunidad
de Madrid

Dirección General
de Investigación
e Innovación Tecnológica

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN,
CIENCIA Y UNIVERSIDADES

UNIÓN EUROPEA
Fondos Estructurales
Invertimos en su futuro



PROGRAMAS DE I+D EN TECNOLOGÍAS 2018



ACRONIMO: MAT4.0-CM

**TITULO PROGRAMA: Fabricación Inteligente de Materiales Avanzados
para el Transporte, la Energía y la Salud**

PRESUPUESTO CONCEDIDO: 934.750,00 €

Madrid, 17 y 18 de abril de 2024

¿Quiénes participamos?



- **Polo de innovación** en el área de la Fabricación inteligente de materiales avanzados con el objetivo de:
 - Generar conocimiento
 - Desarrollar capacidades
 - Generar masa crítica
 - Apoyar la implementación de tecnologías avanzadas en el sector productivo



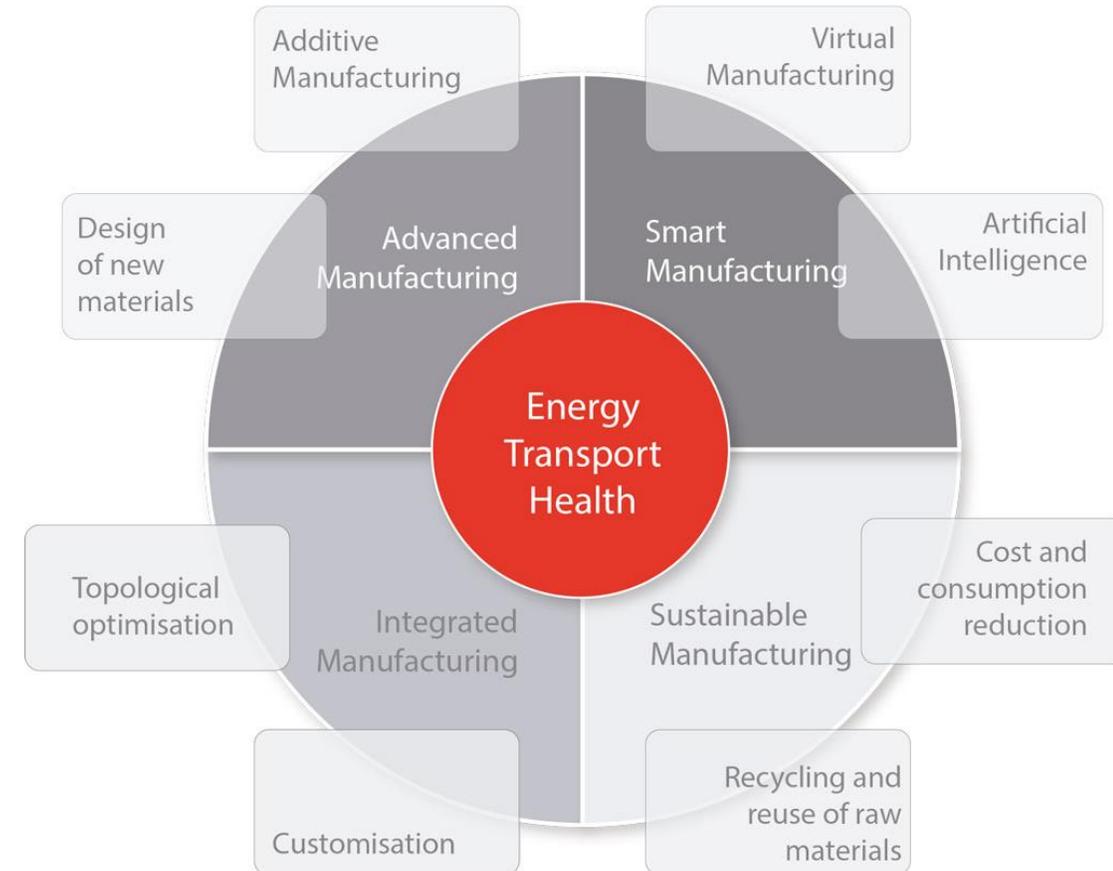
>40 INVESTIGADORES y 4 LABs

EMPRESAS ASOCIADAS

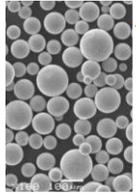


- **La Fabricación Aditiva** como tecnología habilitadora de la 3ª Revolución Industrial.
- **Reto:** la producción de componentes de altas prestaciones (metales y compuestos) con cero defectos por impresión 3D
- **Visión:** red de grupos de investigación de carácter multidisciplinar para generar conocimiento en áreas de investigación relevantes.

INDUSTRIA 4.0



PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN



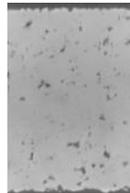
Nuevos materiales



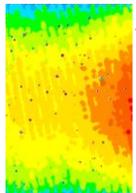
Optimización de procesos



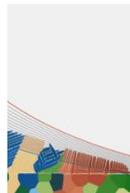
Optimización topológica



Caracterización avanzada



Monitorización en línea



Simulación e Inteligencia artificial



APLICACIONES



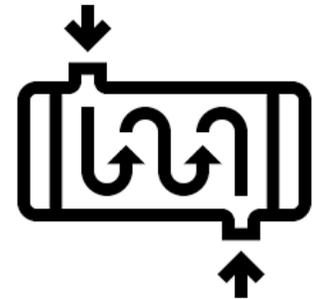
Motores y turbinas



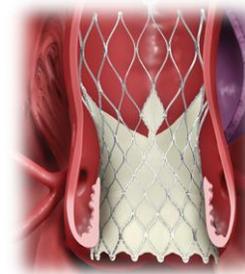
Componentes



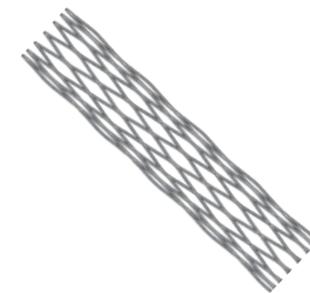
Divertores



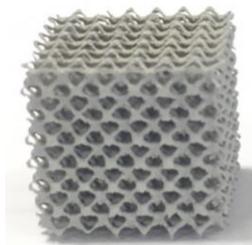
Intercambiadores



Válvulas



Stents



Andamios



NUEVOS MATERIALES ADAPTADOS A LA FABRICACIÓN ADITIVA

TECNOLOGÍAS

ALEACIONES

Al

Mg

Ti

Ni

HEA

NiTi

COMPUESTOS

PA/CF

PA/rCF

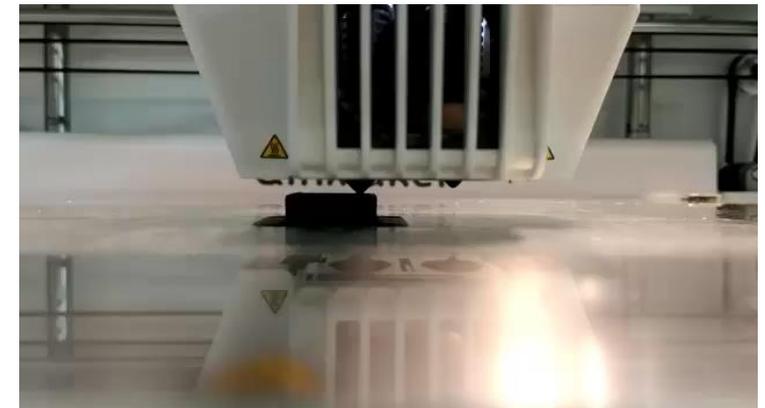
Ep/CF

Mg/PLA

Powder Bed Laser Fusion (PBLF)

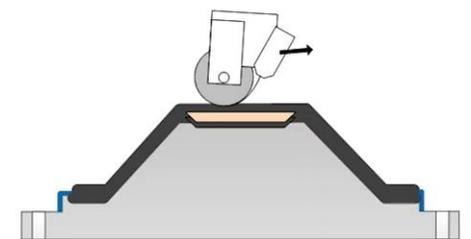


Fused Filament Fabrication (FFF)

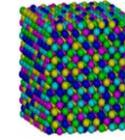


Automatic fiber placement (AFP)

AFP overcore layup of outer skin

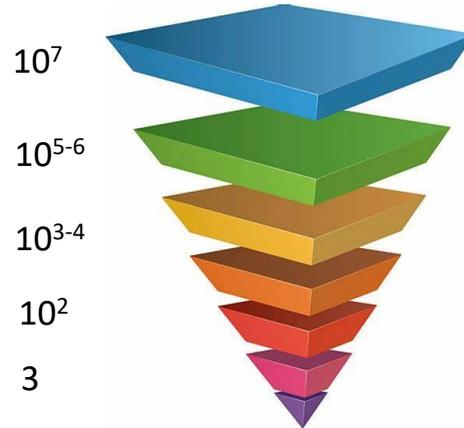
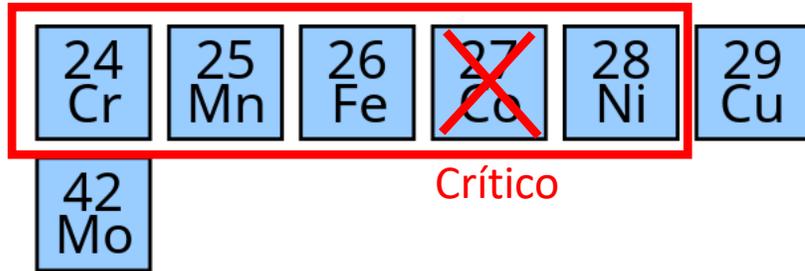


NUEVAS ALEACIONES DE ALTA ENTROPÍA PARA FA



FCC HEAs (Cantor alloy: FeCrMnNiCo)

Gran espacio composicional
(10^7 combinaciones posibles)



Diseño computacional

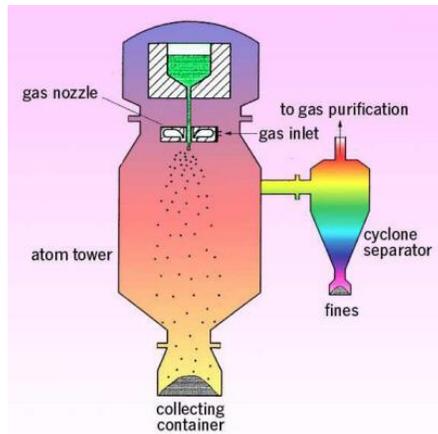
- Cálculos termodinámicos
- Modelos paramétricos
- Elementos críticos
- Figuras de mérito de fabricabilidad
- Minería de Datos

Nuevas aleaciones

FeCrMnNiCuMo

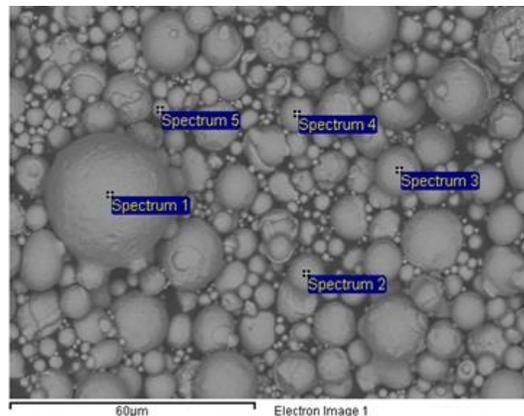


Atomización



Vertical gas atomisation (schematically)

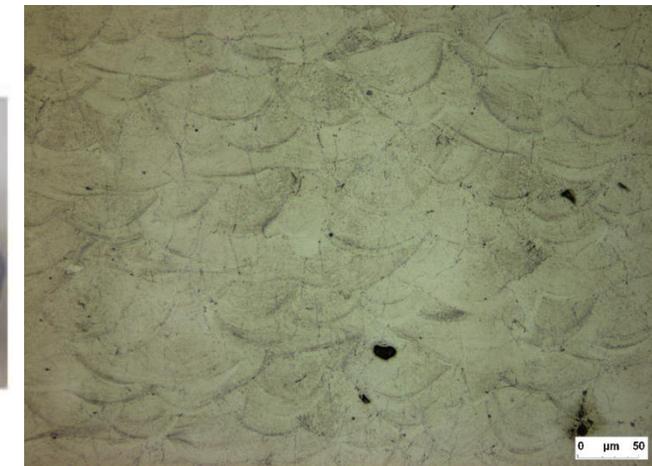
Polvo



Optimización del SLM



Muestras impresas



MATERIALES COMPUESTOS

- Revalorización de fibras de carbono recicladas (rCF) por pirólisis para fabricación de filamentos de FFF
- Sólo el 5% de los componentes fabricados con fibra de carbono son reciclados (scraps y EoL)



Huella de carbono ↓
Ciclo de vida ↑
Coste (1:5) ↓



rCFs + PA6
Length μm



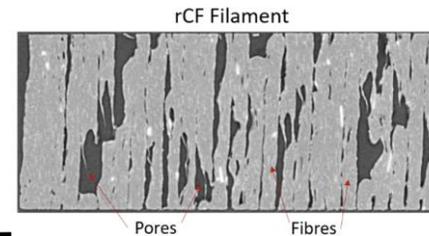
Pellets



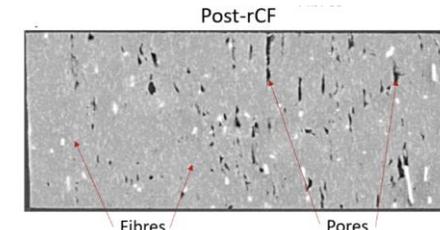
Filamento



rCF/PA6 impreso



rCF/PA6 post



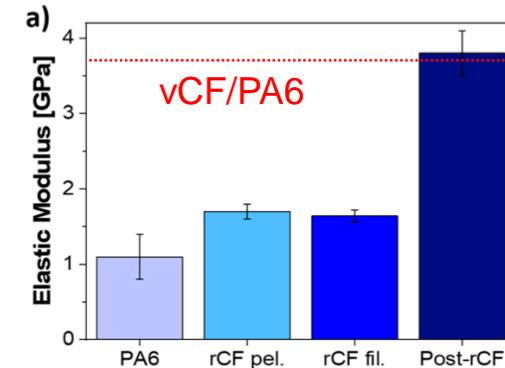
Extrusion



Impresión



Post-proceso



Propiedades

OPTIMIZACIÓN TOPOLÓGICA

uc3m

institute
idea
materials

- Estructuras tipo red de distintas aleaciones metálicas: IN718, Mg, Nitinol,..

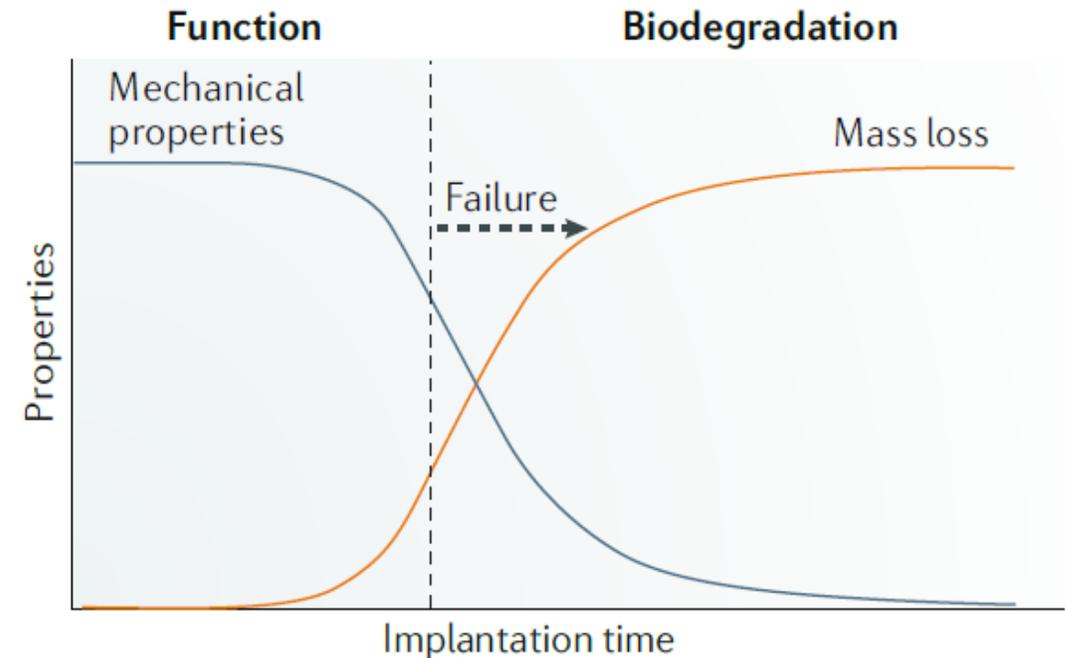
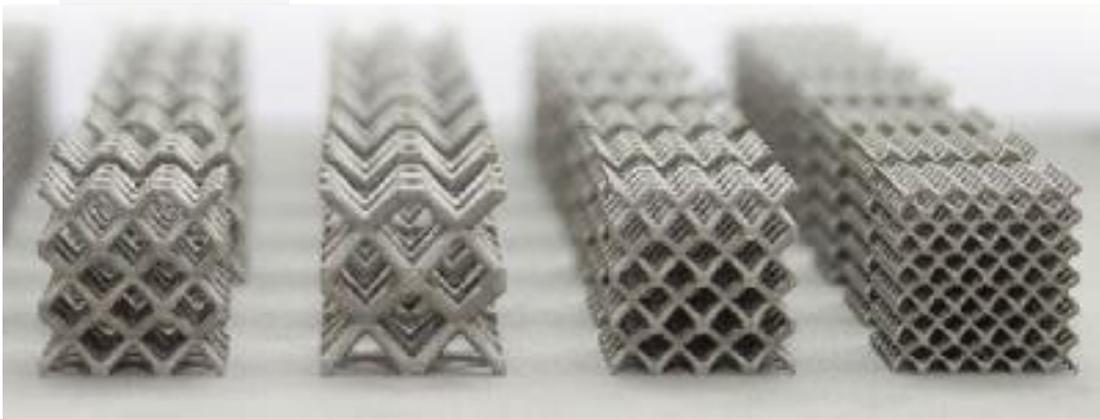
- Ventajas:

- Reducción de peso
- Alta resistencia específica
- Elevada S/N
- Absorción de energía
- Andamios para ingeniería tisular

- Ejemplo: andamios bioabsorbibles de Mg:

meotec

- Función mecánica, osteoinductiva y sin necesidad de 2ª cirugía
- Estudios mecánicos, de degradación y simulación



OPTIMIZACIÓN TOPOLOGICA

uc3m

institute
imdea
materials

- Estructuras tipo red de distintas aleaciones metálicas: IN718, Mg, Nitinol,...

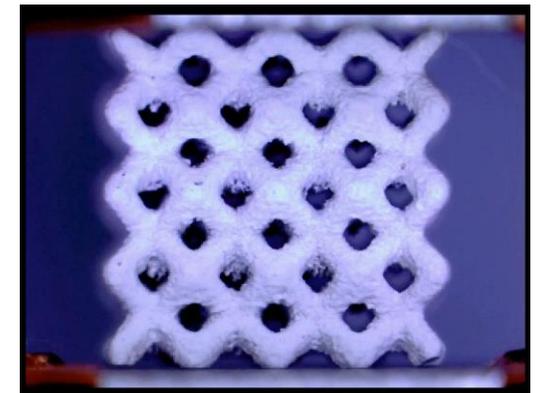
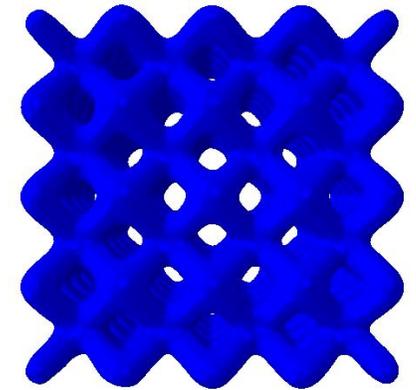
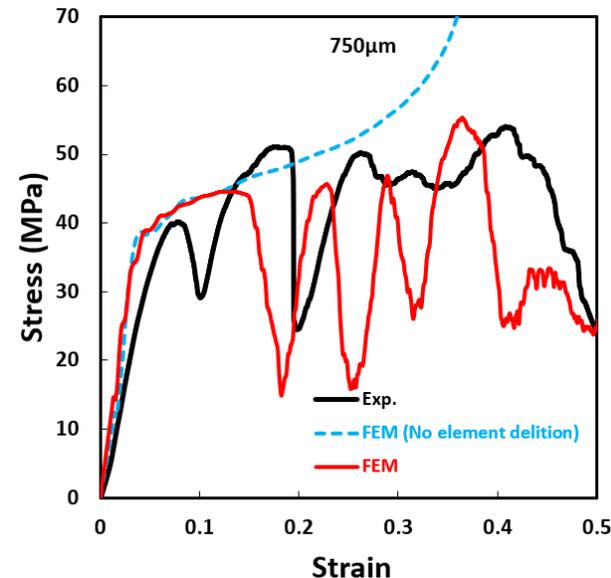
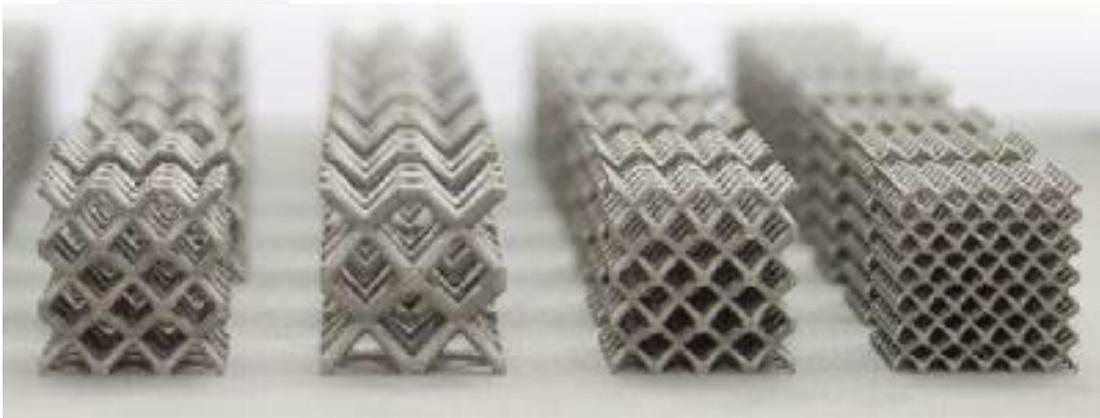
- Ventajas:

- Reducción de peso
- Alta resistencia específica
- Elevada S/V
- Absorción de energía
- Andamios para ingeniería tisular

- Ejemplo: andamios bioabsorbibles de Mg:

meotec

- Función mecánica, osteoinductiva y sin necesidad de 2ª cirugía
- Estudios mecánicos, de degradación y simulación



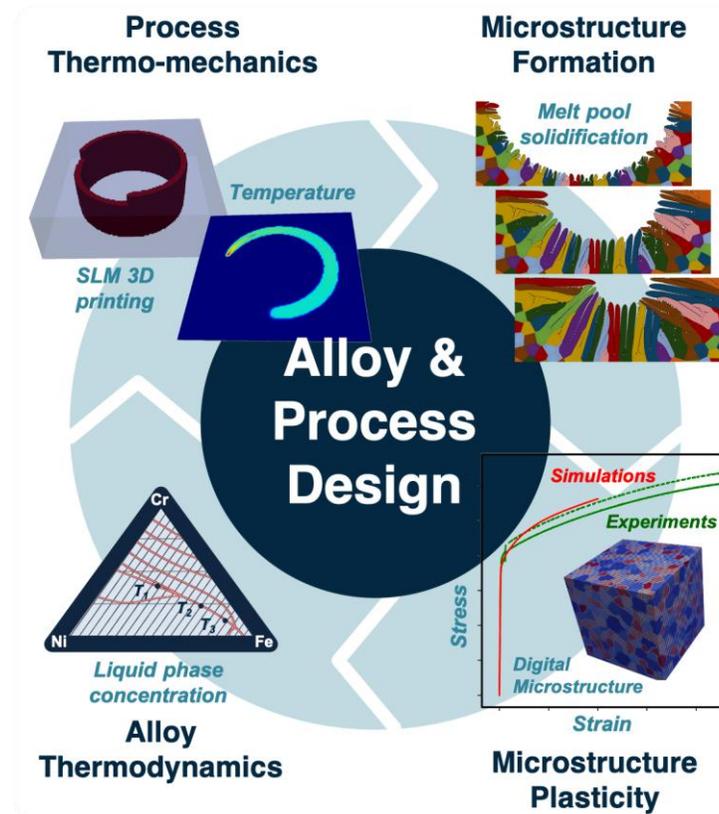
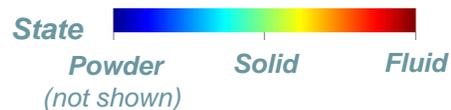
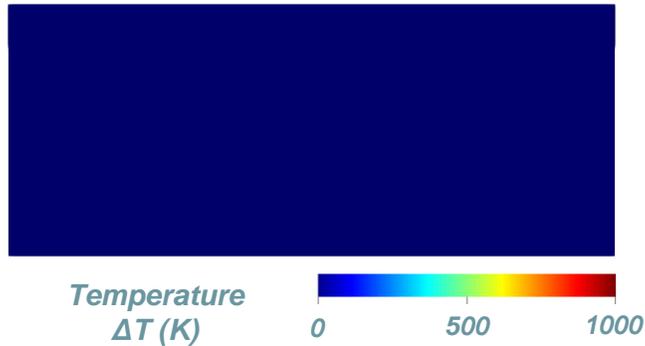
SIMULACIÓN DE PROCESOS

Modelos Macroscópicos del procesado termomecánico

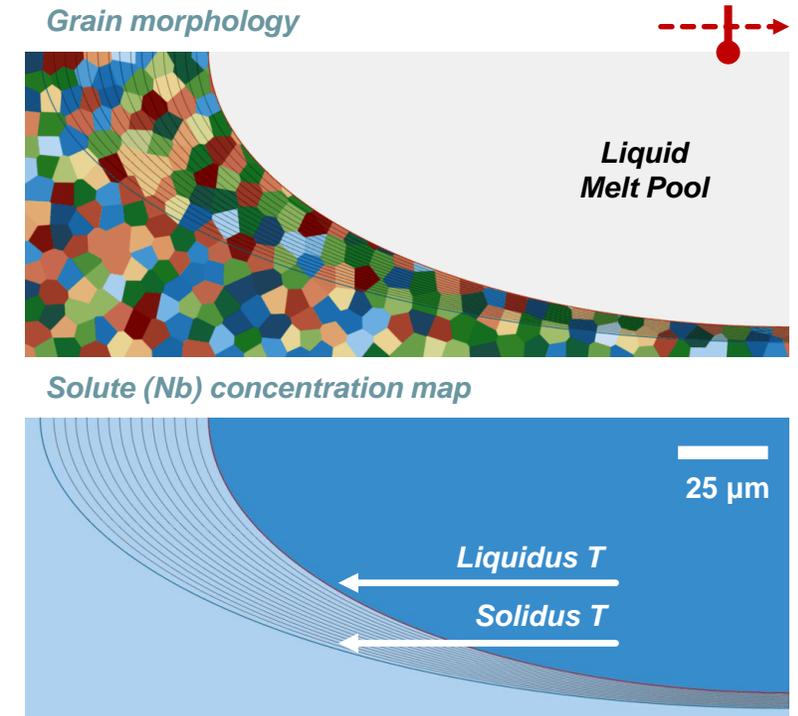
Modelos Multiscale para la simulación de la fabricación aditiva metálica

Modelos Micro/Meso-scópicos del desarrollo microestructural durante la solidificación

*Finite Elements Method:
Laser melting, Residual stresses, ...*



*Phase Field Method:
Grain structure, Solute map, ... Laser*



CARACTERIZACIÓN AVANZADA



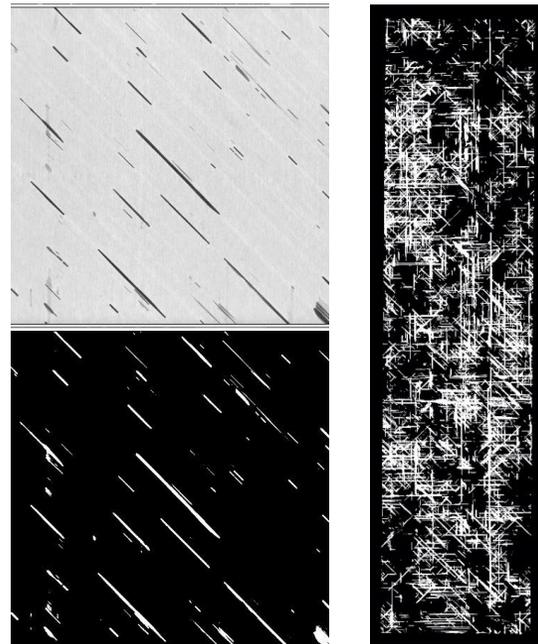
- Optimización de técnicas de análisis no destructivo:

Laminado compuesto

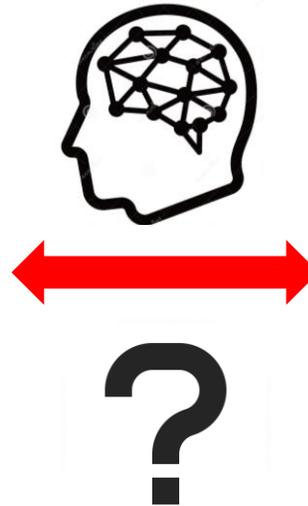


- Porosidad inter e intralaminar

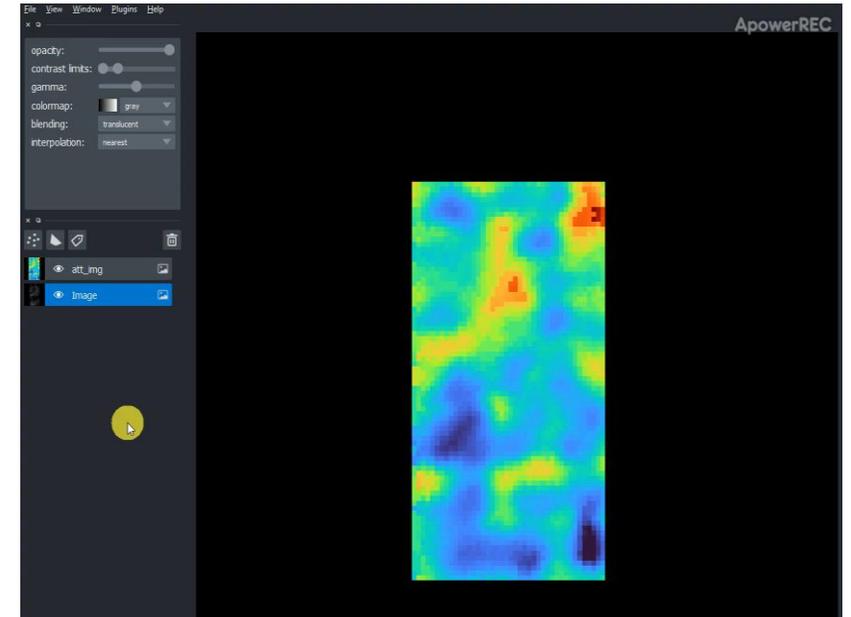
Tomografía Computerizada de Rayos X (XCT)



- Caro en tiempo y recursos
- Información detallada de tamaño, forma y localización de poros



Ultrasonidos (US)



- Rápido, sencillo y barato
- Mapas de atenuación de las ondas difíciles de interpretar

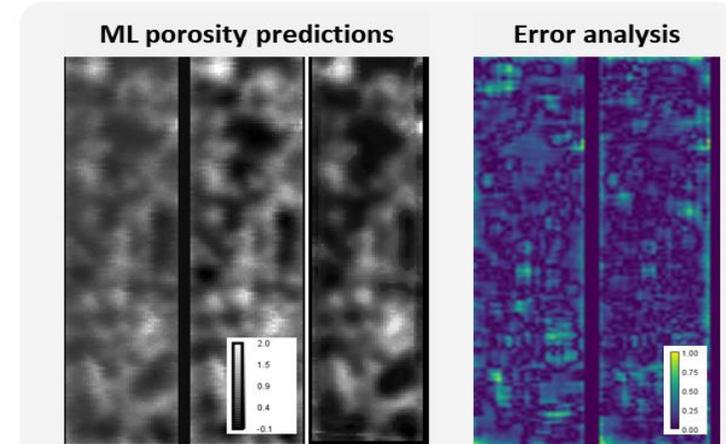
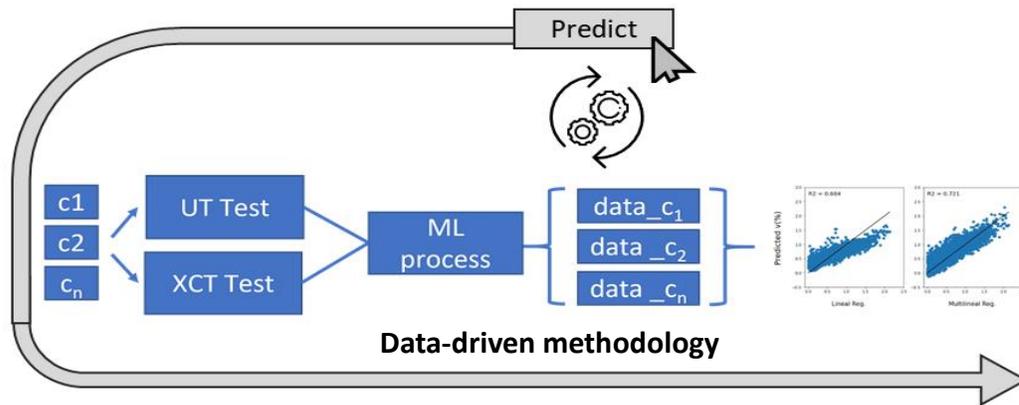
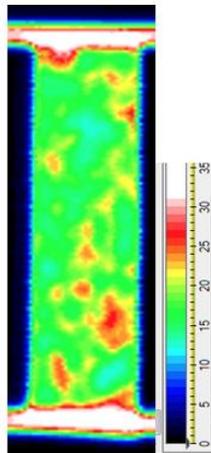


CARACTERIZACIÓN AVANZADA



- Algoritmos de **aprendizaje automático** basados en minería de datos a partir de un volumen de datos suficientemente alto de XCT para interpretar los US:

Ultrasounds test



Defect type:	64% Spherical	20% Cylindrical
Depth - location:	1.1 – 1.3 mm	
Defect population:	High number	
Estimated size:	<= 1 mm ³ .	
Orientation	45°	

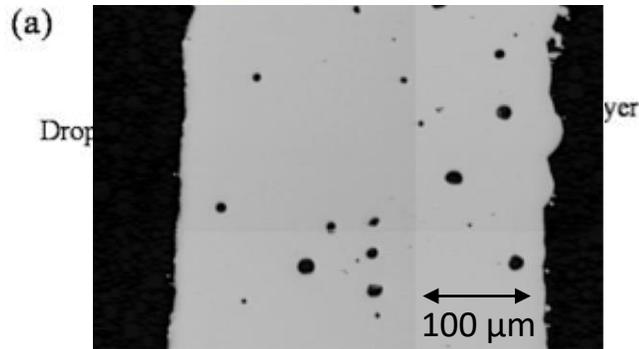


MONITORIZACIÓN EN LÍNEA

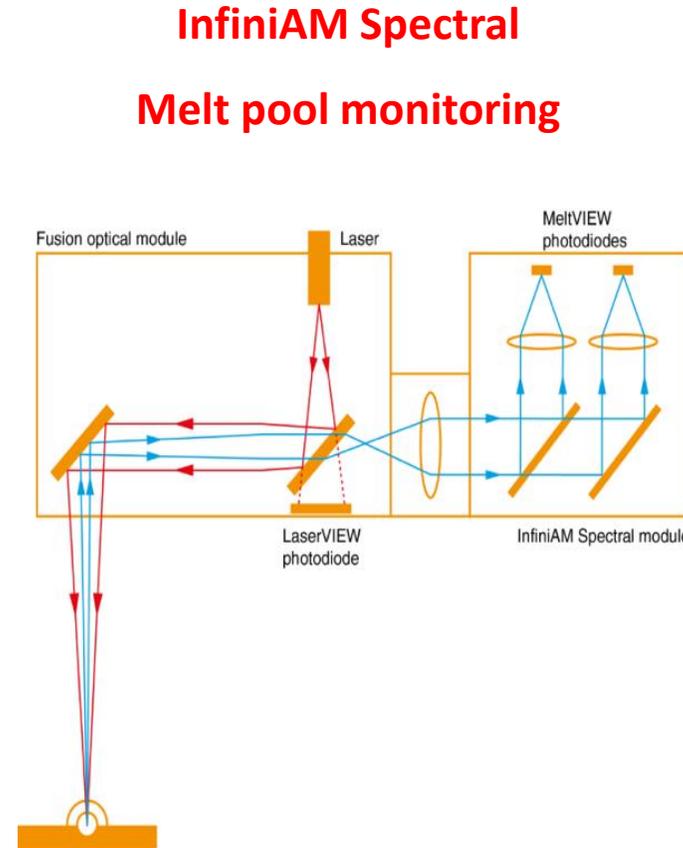
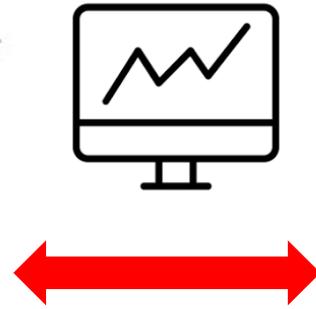
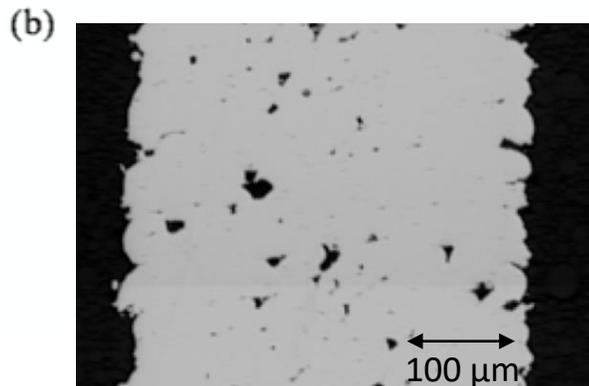
- Sistemas expertos de optimización del procesado a partir de la monitorización en línea

Defectos en PBLF

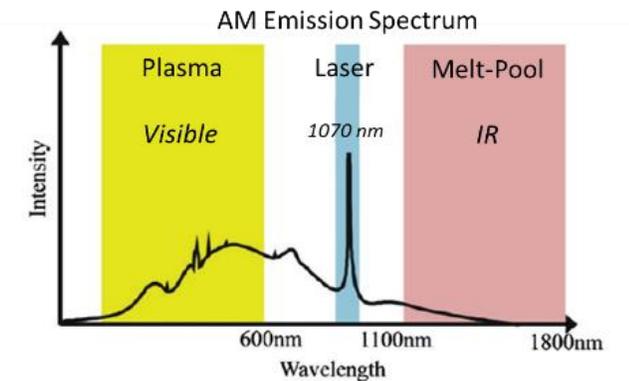
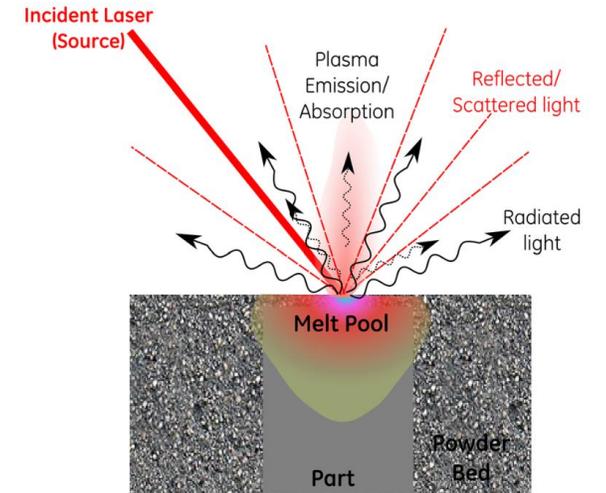
Sobrefusión



Falta de fusión



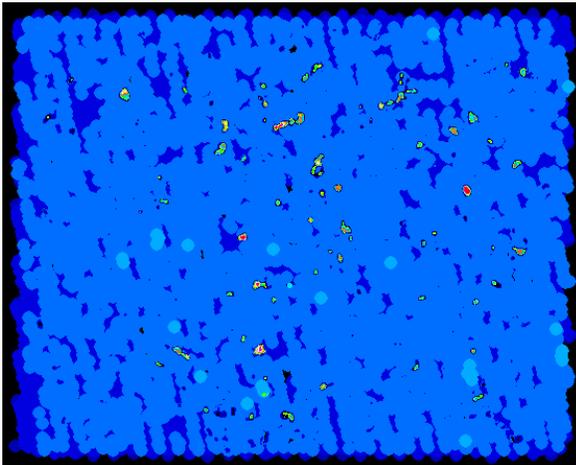
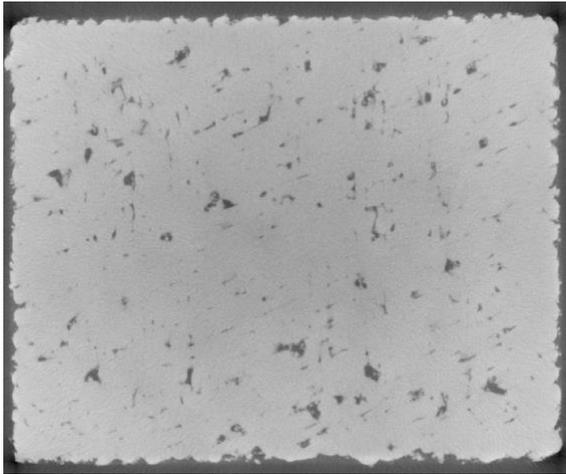
Renishaw SLM 500



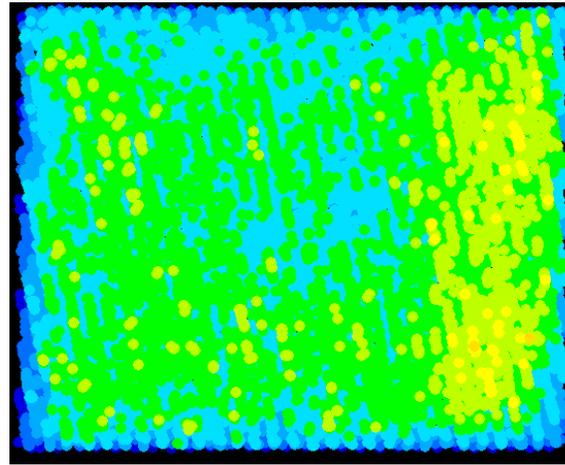
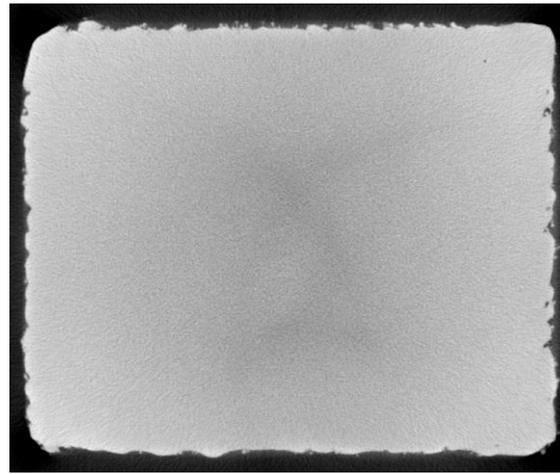
MONITORIZACIÓN EN LÍNEA

- Sistemas expertos de optimización del procesado a partir de la monitorización en línea

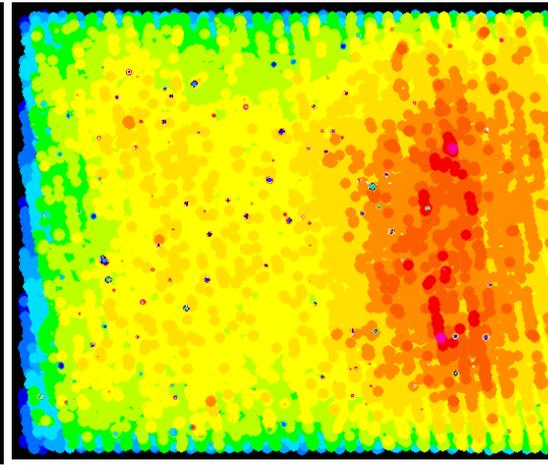
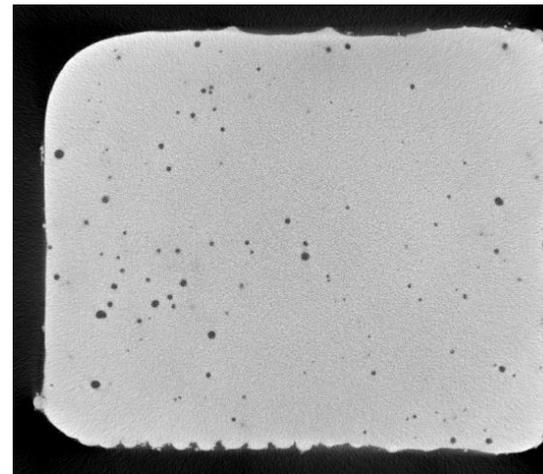
Falta de fusión



Óptimo



Sobrefusión



XCT



?



Monitorización





Dirección General
de Investigación
e Innovación Tecnológica

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN,
CIENCIA Y UNIVERSIDADES



Fabricación inteligente de materiales avanzados
para la energía, el transporte y la salud

¿Qué resultados hemos obtenido?

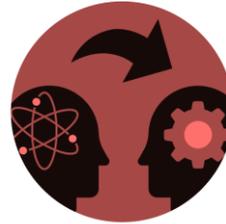
UNIÓN EUROPEA
Fondos Estructurales
Invertimos en su futuro



science



- **> 15** artículos científicos
- **> 30** Comunicaciones a Congresos
- **1** Escuela de Verano
- **2** Workshops Industriales
- **> 20** estancias internacionales



transfer



- **5** contratos de i+D con empresas
- **5** proyectos europeos:
 - 2 Pathfinder – EU
 - 3 RFCS-EU
- **5** proyectos nacionales/regionals:
 - 1 Retos-Colaboración
 - 2 Generación Conocimiento
 - 1 M-EraNet
 - 1 Sinérgico CAM
- **9** patentes, 2 en explotación
- **6** informes de vigilancia



talent



- **9** investigadores con cargo
- **> 40** investigadores sin cargo
- **> 9** ayudas postdoctorales
(2 RyC, 1 JdIC, 6 MSCA-IF)
- **> 18** ayudas predoctorales
(2 PEJ CAM, 5 Predoc CAM, 2 Doctorales Industriales, 1 PEJ MCIU, 2 FPU, 2 FPI, 3 CSC,..)



...abiertos a forjar más colaboraciones....



Jon Molina Aldareguia
(Coordinador)

Email: jon.molina@imdea.org

LÍNEAS FUTURAS

- Nuevos materiales
- Monitorización en línea
- Gemelos digitales
- Optimización topológica
- Postratamientos
- Propiedades funcionales
- Aplicación de herramientas de inteligencia artificial

