CENTRO LÁSER
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

POLITÉCNICA

Grupo de Investigación en INGENIERÍA Y APLICACIONES DEL LÁSER

José Luis Ocaña

INDUSTRIALES
ETSII | UPM

01/07/2015

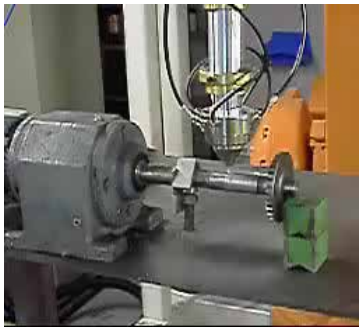
INFRAESTRUCTURAS I: Fuentes láser

- LÁSERES CW DE
  - CO_2 (Rofin y Trumpf de 500 W a 6 kW)
  - Nd:YAG (Rofin 3,3 kW + fibra)
  - Diodo (Dilas 2,7 kW + fibra)
- LÁSERES PULSADOS DE ALTA ENERGÍA
  - Newport Quanta Ray 350 (1064, 532 y 355 nm)
  - 2,5 J en 10 ns @ 1064 nm
- LÁSERES PULSADOS DE Nd:YAG y Vanadato
  - Bombeado por lámparas (Lumonics 400 W)
  - DPSS (Trump Vectormark 1064 nm)
  - DPSS (Spectra Physics Hippo a 355 y 532 nm)
  - DPSS (Spectra Physics Navigator 1064 nm)
  - DPSS (Spectra Physics Pulseo 20 W a 355 nm)
- LÁSERES DE EXCÍMERO
  - ATL KrF 248 nm
- ULTRARRÁPIDOS
  - Newport Vanguard 80 MHz a 355 nm (8 ps)
  - Lumera Super Rapid (10 ps 1064, 532 y 355 nm)

INFRAESTRUCTURAS II: Estaciones de Trabajo

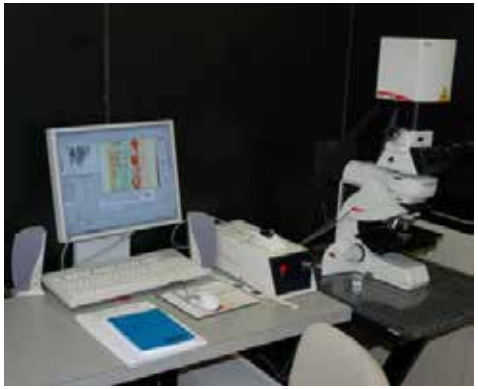
- PARA PROCESOS MACROSCÓPICOS
  - Máquinas de corte TRUMPF y Laser Quanta
  - Estación de tratamientos superficiales TRUMPF LPC6
  - Sistema Robotizado para soldadura y tratamientos superficiales
  - Sistema de soldadura híbrida ABB/Fronius
  - Sistema de Soldadura Remota ROFIN
- PARA PROCESOS A ALTA ENERGÍA
  - Celda para procesos de Laser Shock Processing
- PARA MARCADO Y MICROMECANIZADO
  - Máquina de marcado TRUMPF VectorMark
  - Estación de Microprocesado ML-100 (6 d.o.f)
  - Estación de Microprocesado AB200(6 d.o.f)
  - Estación de procesos fotovoltaicos LASING
- PARA SISTEMAS ULTRARRÁPIDOS
  - Estación de microprocesado AB200
  - Estación para procesos ultrarrápidos en PV INNOLAS

Ultra Large Scale
REMOTE WELDING SYSTEM



INFRAESTRUCTURAS III: Caracterización y ensayo

- CARACTERIZACIÓN Y ENSAYOS MECÁNICOS
  - Máquina universal de ensayos MTS 810
  - Sistema de ensayo de desgaste ball-on-disk Microtest
  - Medida de tensiones residuales por agujero ciego
- MICROSCOPIA ELECTRÓNICA
  - SEM Hitachi con Microanálisis
- MICROSCOPÍA ÓPTICA
  - Microscopio Concoal Leica ICM 1000
  - Microscopio conf. + int. Leica 3DCM
- ESPECTROMETRÍA Y ESPECTROSCOPÍA
  - MicroRaman Renishaw In Via (@ 532 nm)
  - Espectrofotómetro FT-VIS/IR Bruker
- OTRAS TÉCNICAS DE MEDIDA
  - Espectroscopia de plasmas
  - Pirometría óptica
  - Estación de medida eléctrica 4 puntas
  - Perfilometría de haces gaussianos
  - Visión ultrarrápida
- SISTEMAS AUXILIARES
  - Pulverización catódica para SEM
  - Depósito por spin-coating



LINEAS PRINCIPALES DE INVESTIGACIÓN:

- **Estudios Fundamentales de Interacción Láser-Materia**
  - Fenómenos de Interacción de Pulsos Láser de Alta Intensidad y Duración corta con la Materia
  - Plasmas producidos por láser

- **Aplicaciones Industriales de los Láseres de Potencia**
  - Soldadura
  - Tratamientos Térmicos Superficiales y Recubrimientos

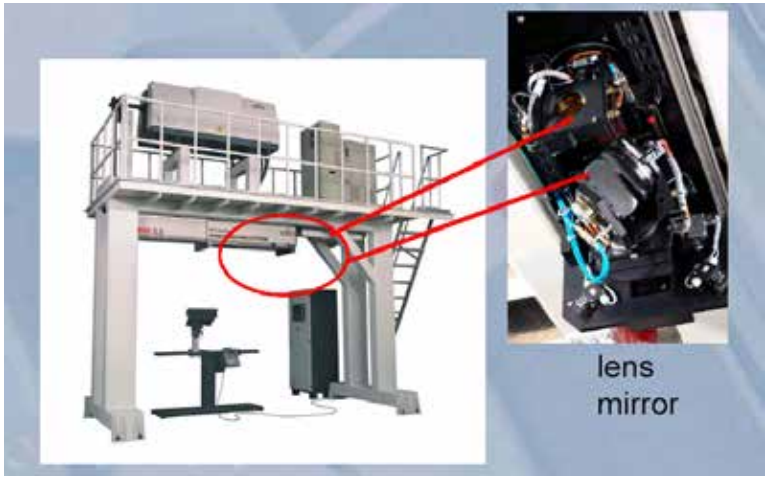
- **Aplicaciones Láser a Muy Altas Intensidades**
  - Tratamiento Superficial Mediante Ondas de Choque Generadas por Láser

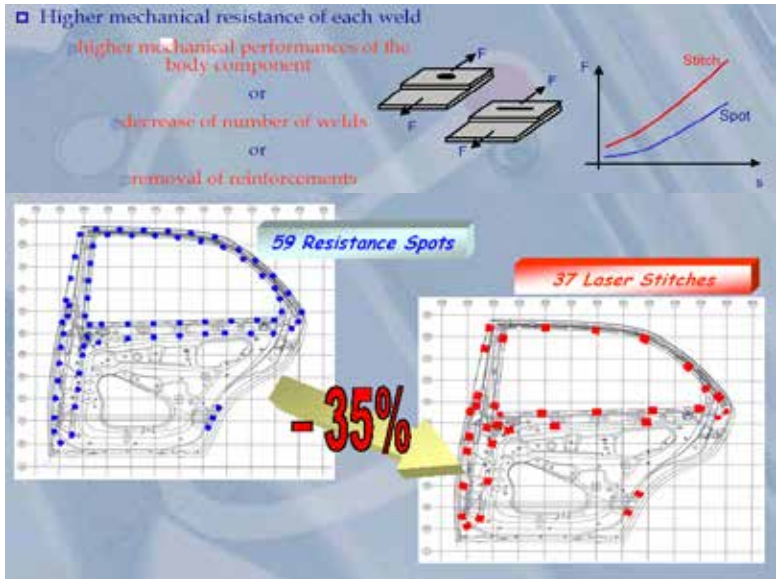
- **Aplicaciones de Microfabricación con Láseres de Pulso Corto**
  - Micromecanizado Láser
  - Microconformado por Choque Láser

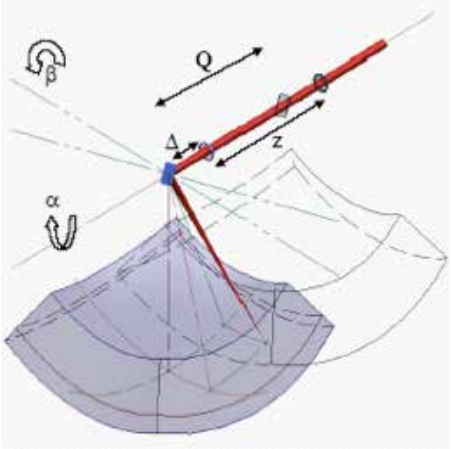
- **Desarrollo de Procesos Láser para Materiales y Dispositivos Fotovoltaicos**
  - Procesado Láser de Dispositivos y Células de c-Si
  - Procesos Láser para Células de Heterounión
  - Conexión Monolítica de Módulos de Lámina Delgada

- **Desarrollo en Óptica, Micro-Nano Fotónica y Fluídica**
  - Diseño y Simulación de Estructuras Fotónicas y Fluídicas
  - Microfabricación de Dispositivos Fotónicos y Biofotónicos
  - Caracterización Óptica de Estructuras y Dispositivos Fotónicos y Biofotónicos
  - Técnicas Avanzadas de Caracterización Óptica

APLICACIONES: SOLDADURA

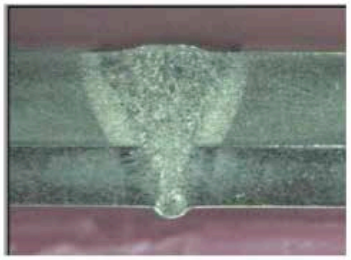


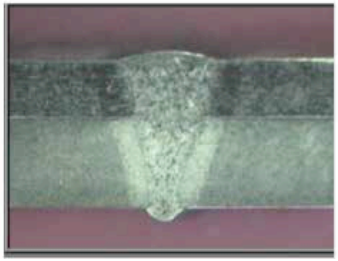




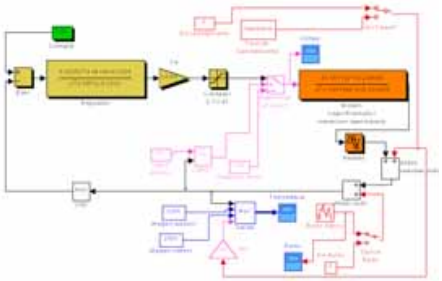
Welding phenomenology (Process feasibility)

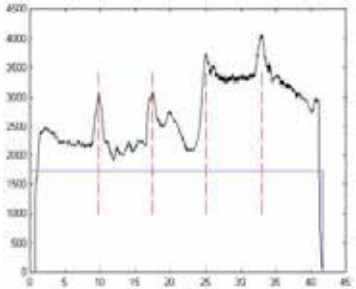
ZSTD 260 2.5 mm / ST05 1.6 mm He 30 l/min, 6 bar V= 10 mm/s ; Z_f=+10 mm	ST05 1.6 mm / ZSTD 260 2.5 mm He 30 l/min, 6 bar V= 10 mm/s ; Zf=+10 mm

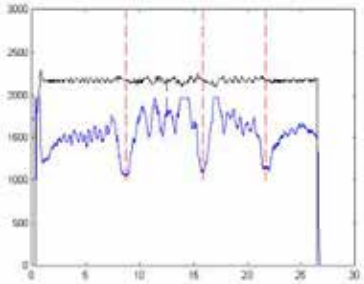


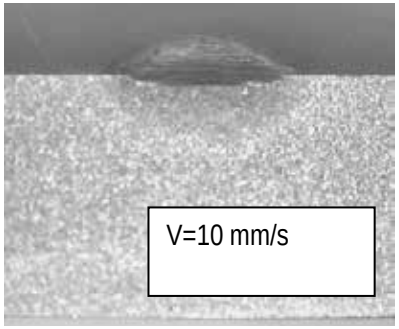


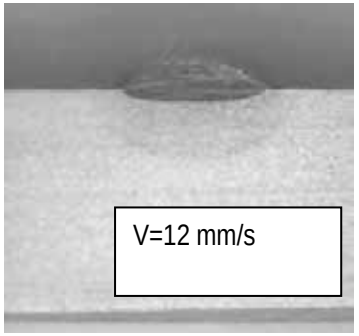
APLICACIONES: TRATAMIENTOS SUPERFICIALES:

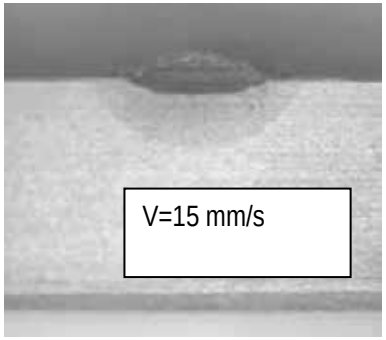




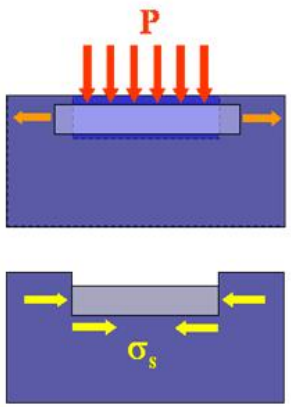


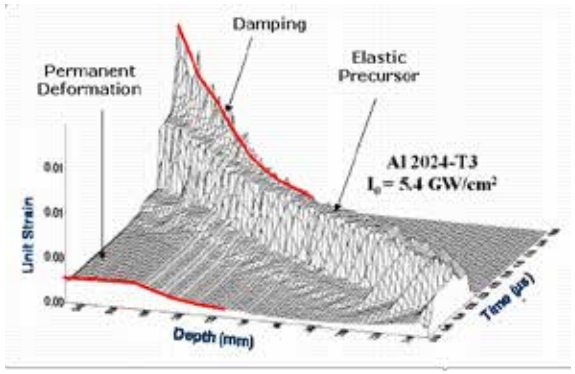


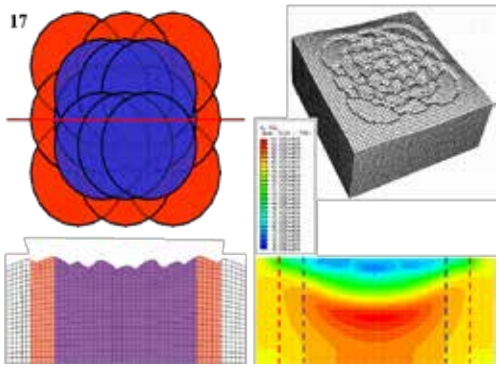


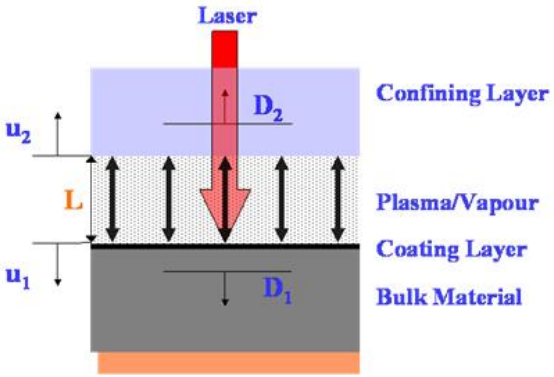


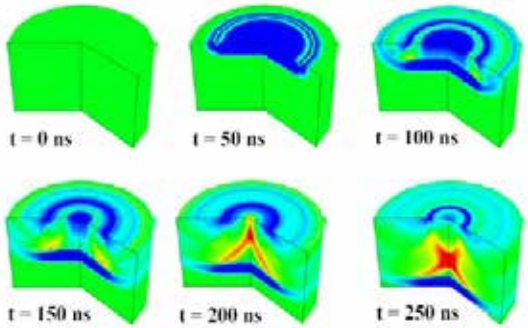
APLICACIONES: LASER SHOCK PROCESSING

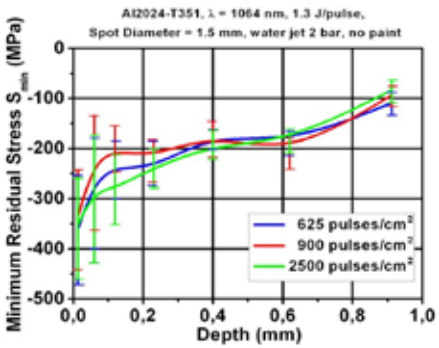




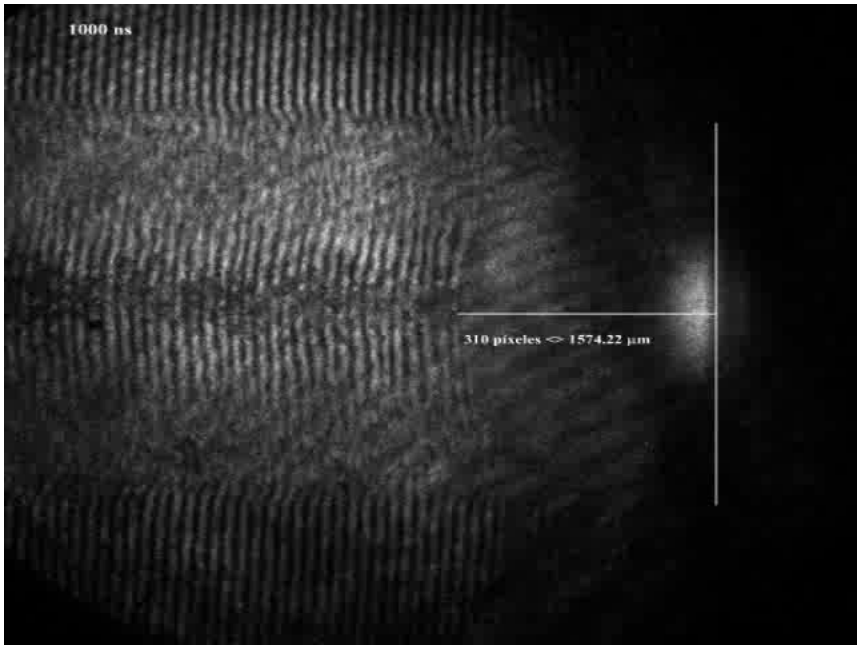




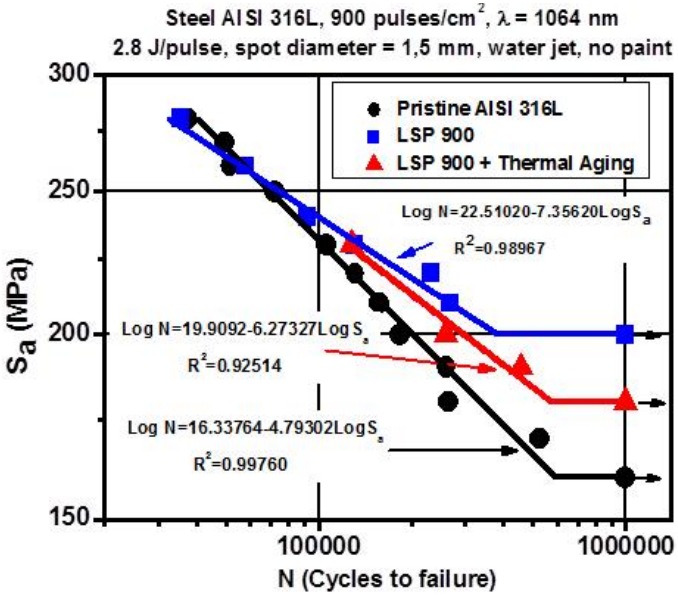


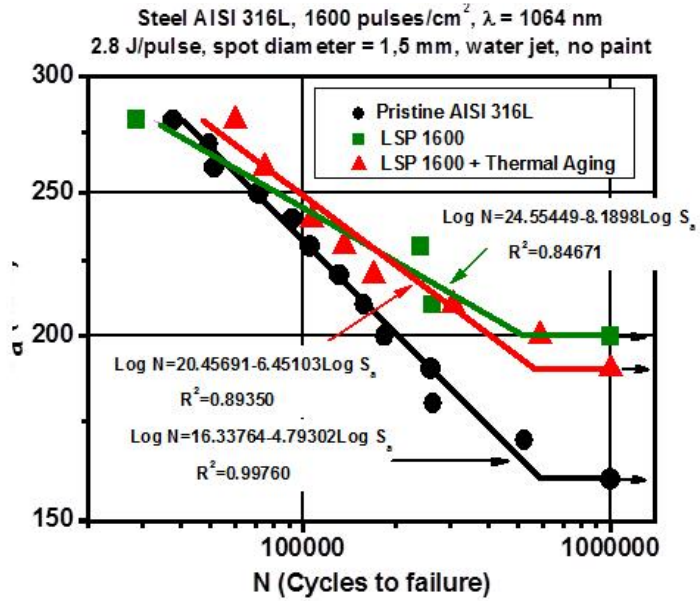


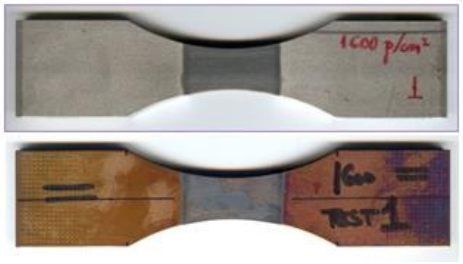
APLICACIONES: LASER SHOCK PROCESSING



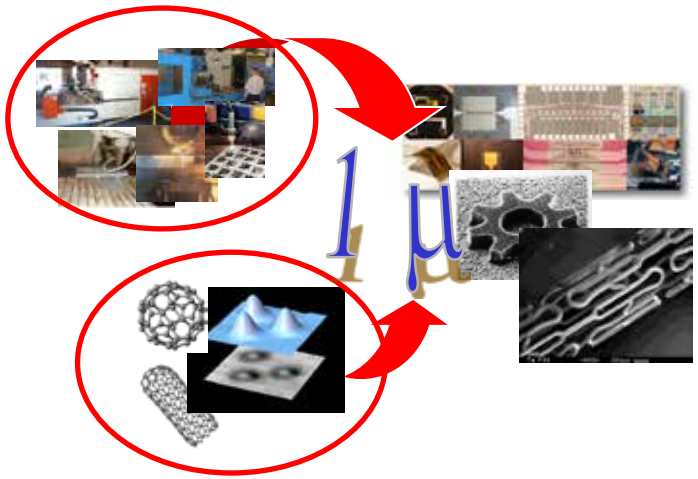
APLICACIONES: LASER SHOCK PROCESSING

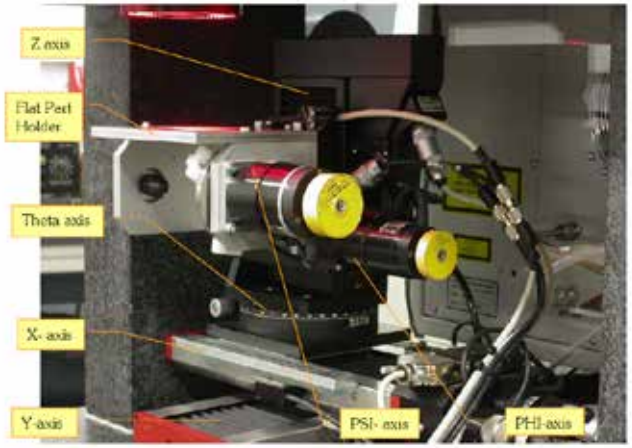


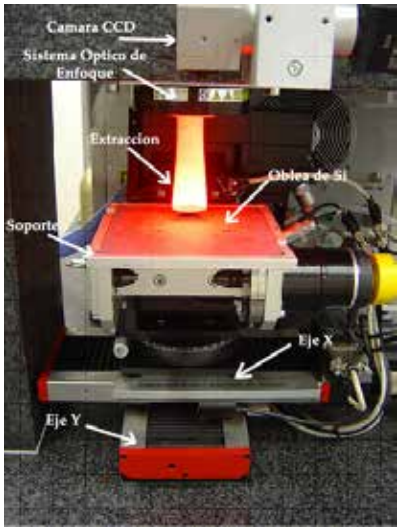


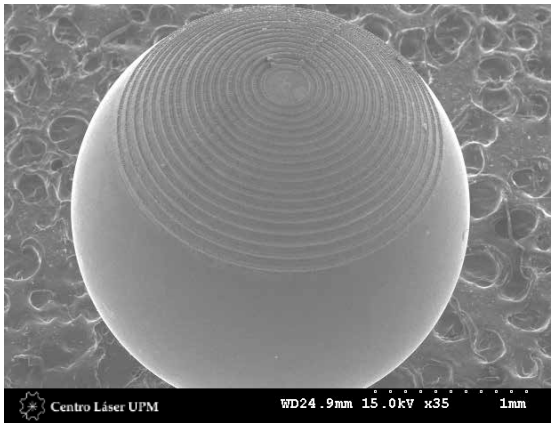


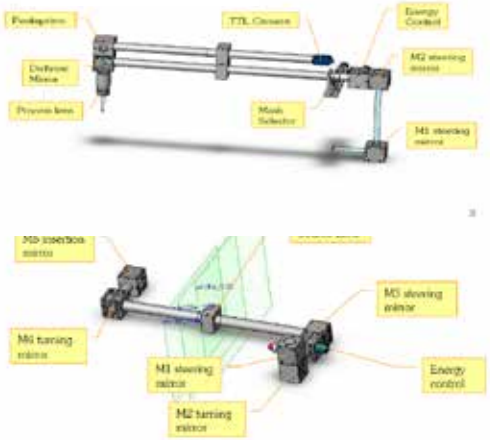
APLICACIONES: MICROMECANIZADO CON LÁSER



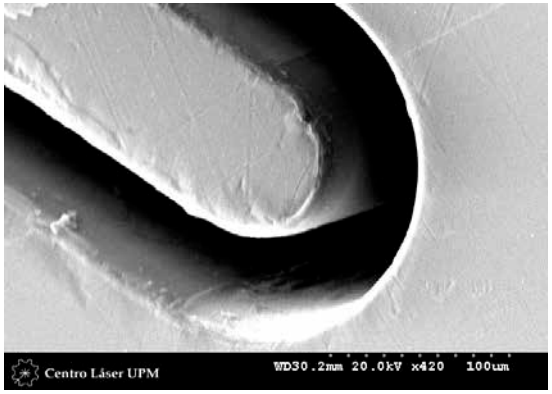


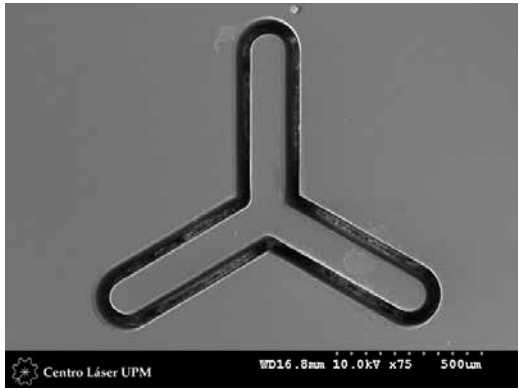




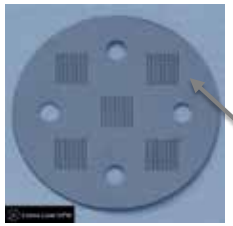


APLICACIONES: MICROMECANIZADO CON LÁSER



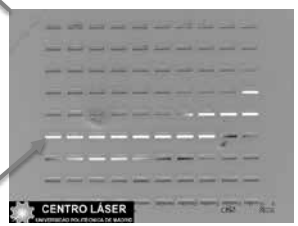


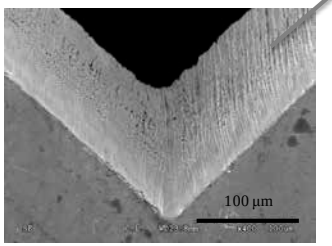
Policarbonato (1 mm)

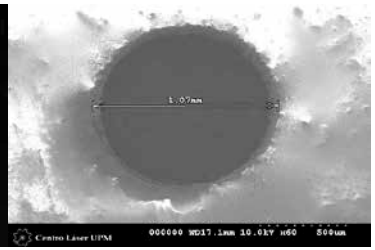


MATERIAL Tántalo

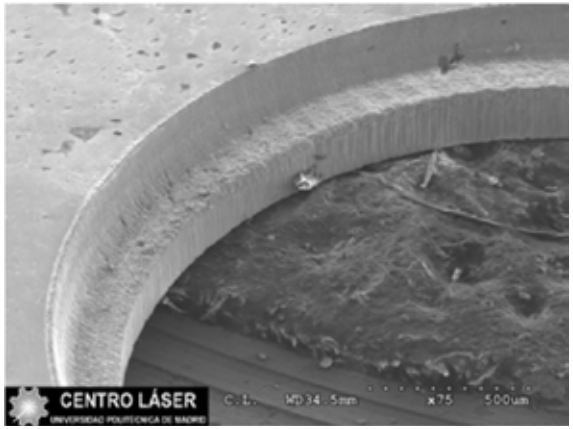
250 µm espesor

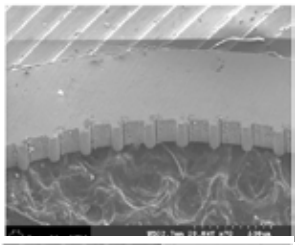


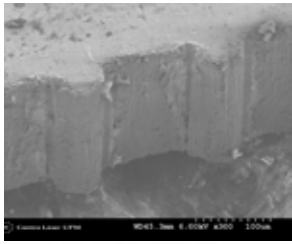


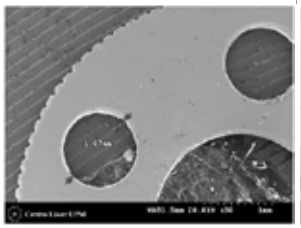


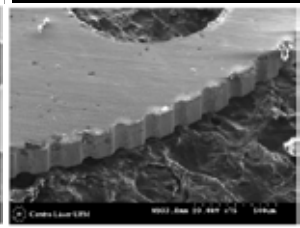
Alúmina (1 mm)









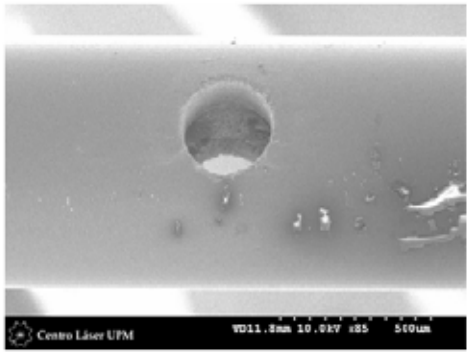


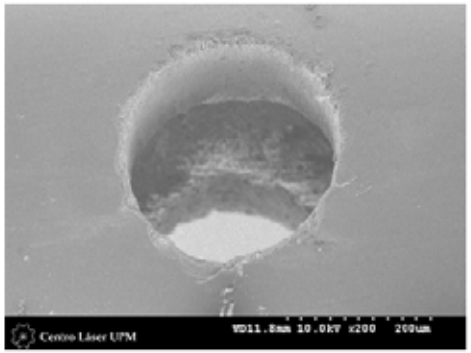
APLICACIONES: MICROMECANIZADO CON LÁSER

MICROTREPANADO EN PYREX

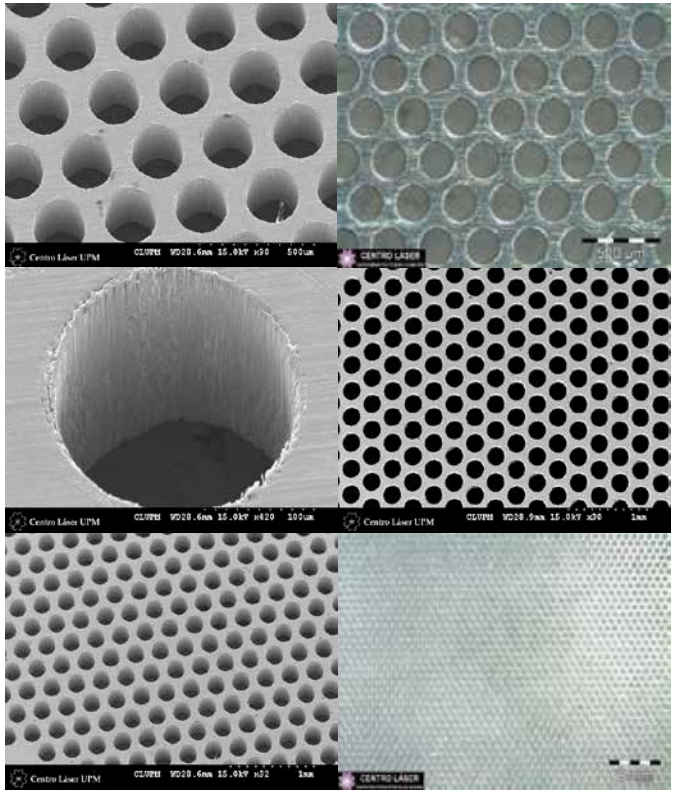
Ficha técnica

- **Nombre:** Separador Celular
- **Material:** Pyrex®
- **Proceso de fabricación:** Trepanado láser
- **Láser:** Estado sólido (DPSS), 355 nm, 10 ns
- **Dimensiones:** $Æ_{tubo}$=0,8 mm, $Æ_{sep}$=0,27 mm
- **Fabricante:** Centro Láser UPM
- **Fecha de fabricación:** Diciembre 2007





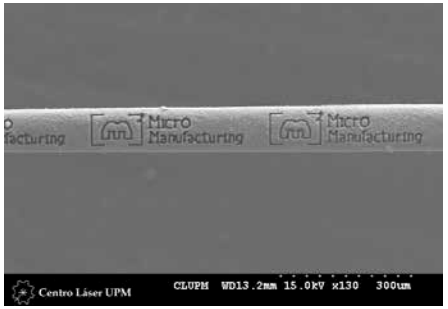
MICROTREPANADO EN ACERO

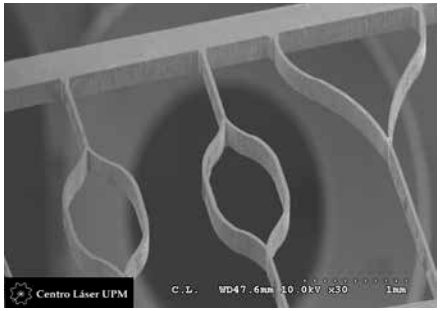


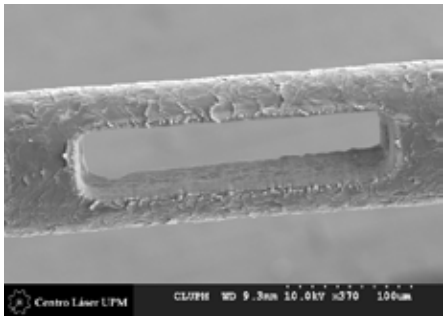
Espesor 250µm, Diámetro 200µm, separación 100µm.

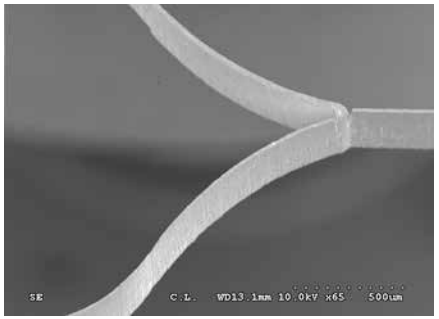
APLICACIONES: MICROMECANIZADO CON LÁSER

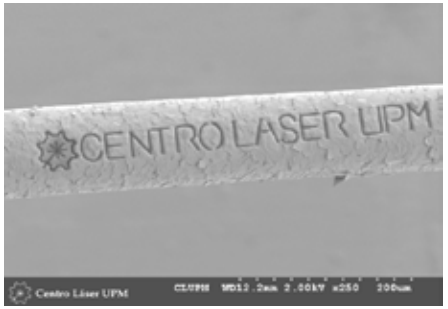
- METALES
  - Aceros al carbono e inox.
  - Materiales biocompatibles (Nitinol, aleac. Ti)
  - Metales puros: Ta, Mo, Ag, Au, Al, Pt
- SEMICONDUCTORES
  - a-Si, Ge,
- OCTs
  - ITO
  - SnO_2
  - AZO
- DIELÉCTRICOS
  - Alúmina
  - Titania
  - Nitruro de silicio
  - Carburo de silcio
  - Pyrex
  - Vidrios ópticos
- ORGÁNICOS
  - Polímeros (SU 8, PET, EVA, metacrilatos…)
- MATERIAL BIOLÓGICO

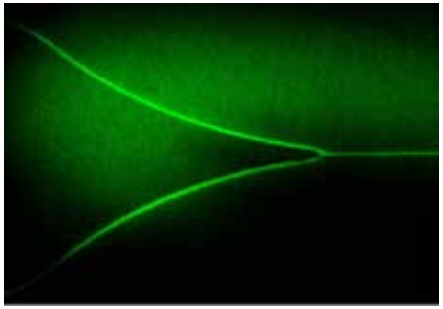




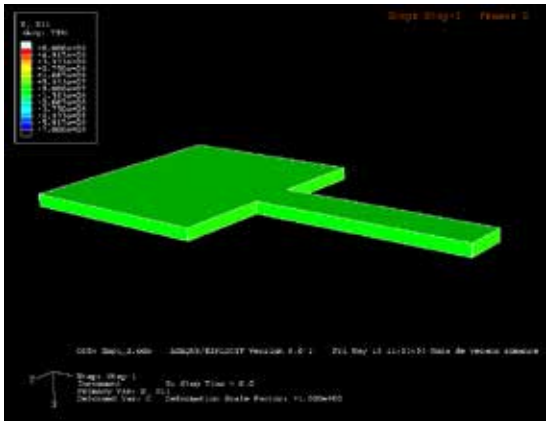


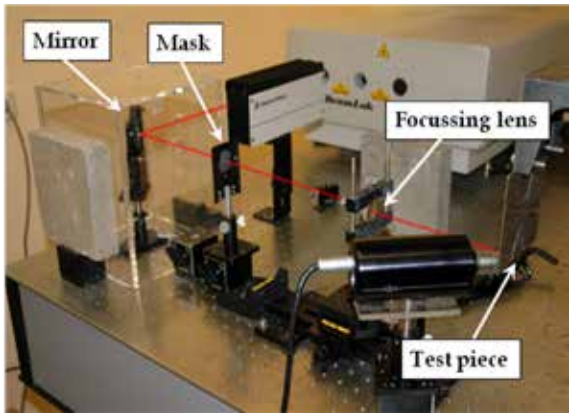


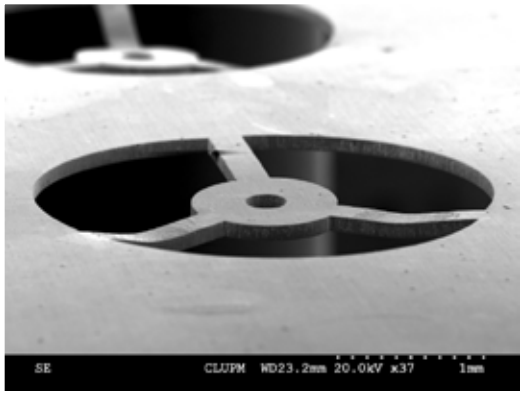


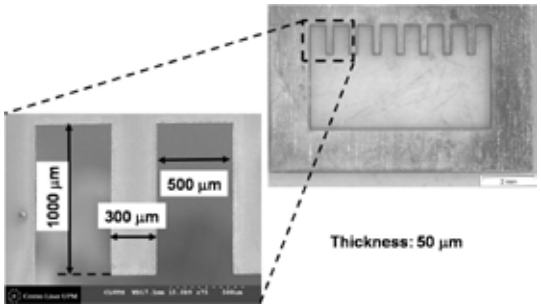


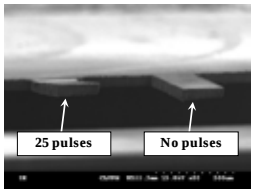
APLICACIONES: MICROCONFORMADO CON LÁSER

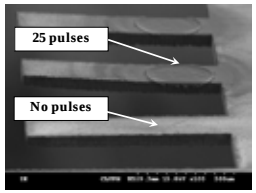


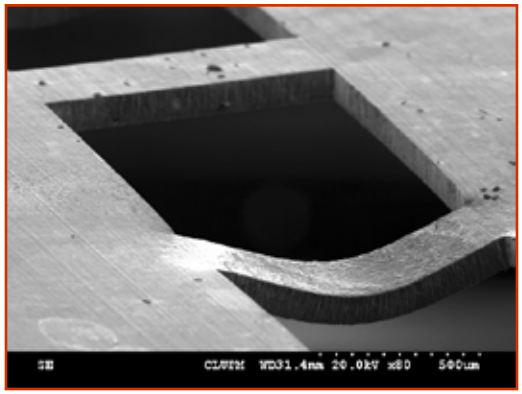


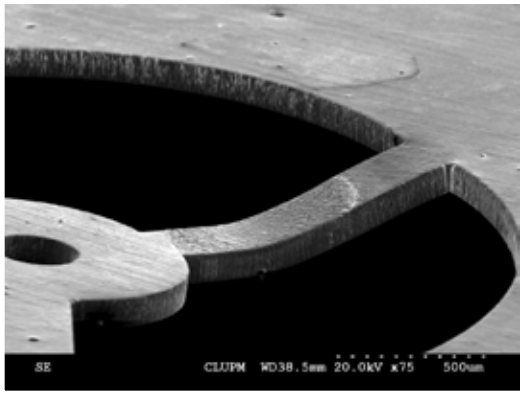












APLICACIONES: FABRICACIÓN DE DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS

Laser processes in PV

Existing processes

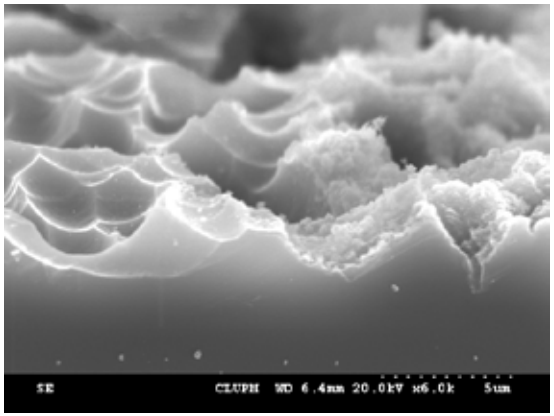
Crystalline Solar Cells
- Edge Isolation
- Laser Cutting
- MWT-Drilling

Thin Film Solar Cells
- Edge-Deletion
- Ablation of thin coatings
- (a-Si, µc-Si:P1, P2, P3)

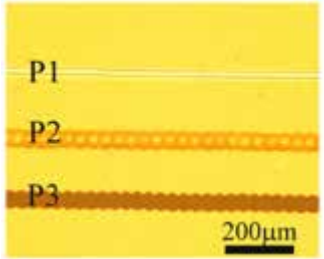
Potential improvement of processing steps and cell design

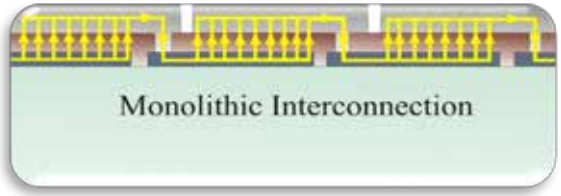
Crystalline Solar Cells
- Soldering & welding
- Selective doping
- Laser fired contacts
- EWT-Laser drilling
- Re-Crystallization
- Texturing
- Substitution of furnace firing processes
- Substitution of vacuum processes
- Laser hybrid processes for doping and texturing

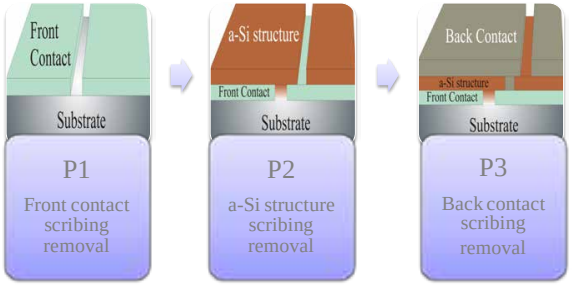
Thin Film Solar Cells
- Ablation of thin coatings (CIS, CIGS)
- Texturing
- Gradient doping
- Substitution of furnace firing processes
- Substitution of vacuum processes
- New module design with laser based packaging

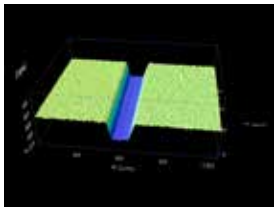


APLICACIONES: FABRICACIÓN DE DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS

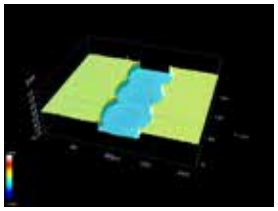




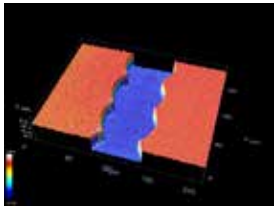




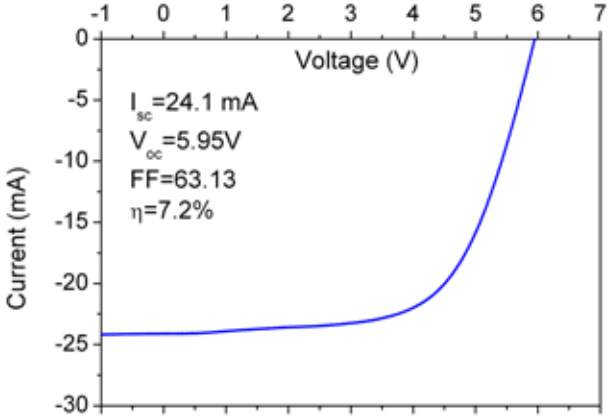
P1



P2



P3

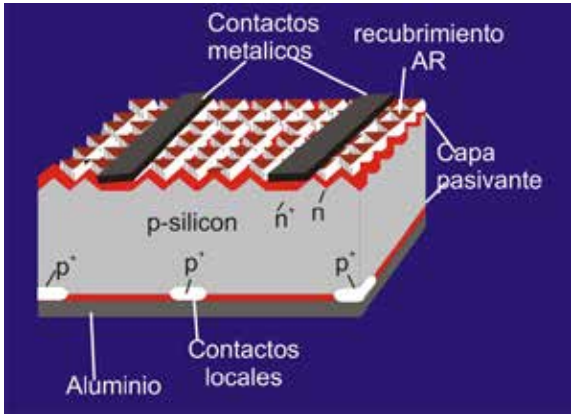


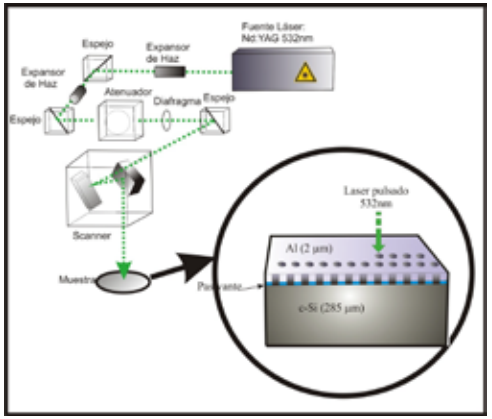
CENTRO LÁSER
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Ciemat

Módulo (SBX), formado por ocho células (área total 14,4 cm²) con una eficiencia del 7,2 % . Velocidad de proceso 1 m/s

APLICACIONES: FABRICACIÓN DE DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS





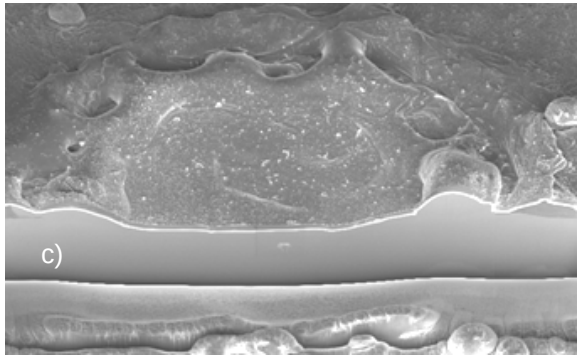
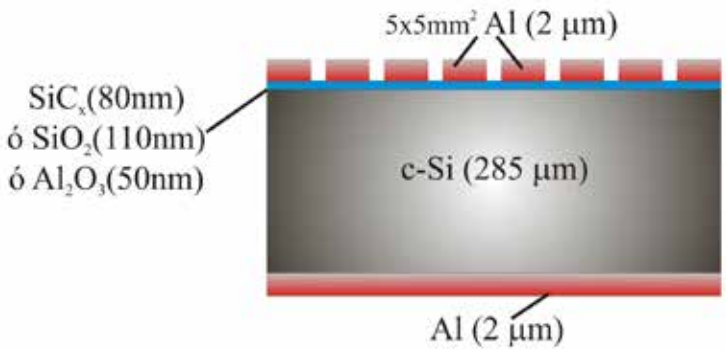
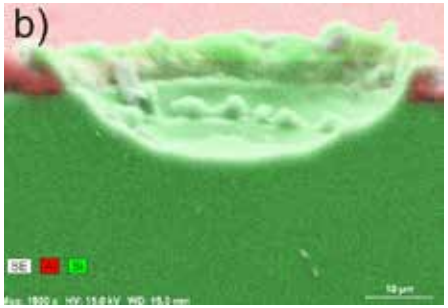


Imagen SEM transversal de un contacto LFC para 125 pulsos (2,5 W).

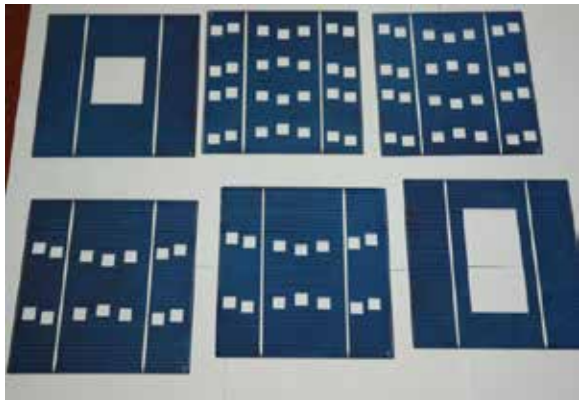


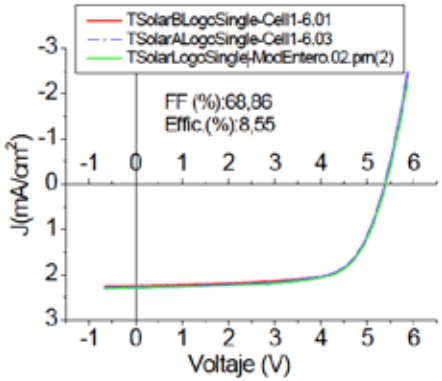


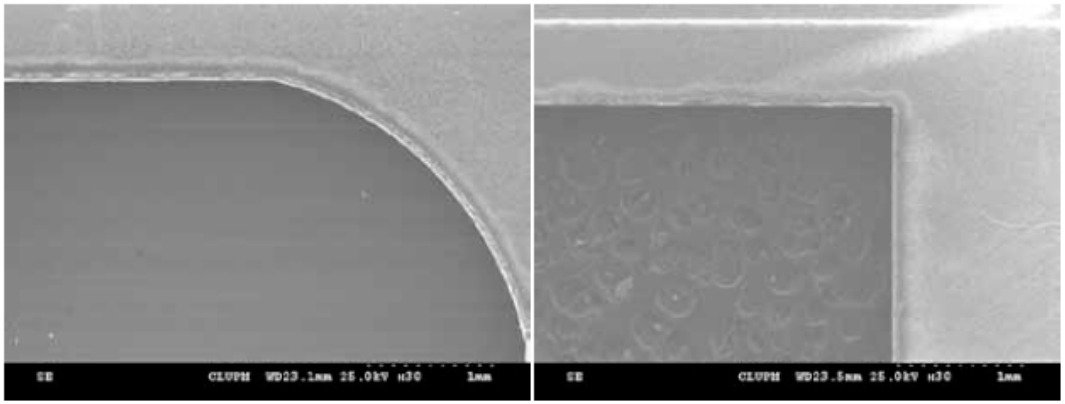
Eficiencias superiores al 20%.

LFC posterior sobre SiO_2 (alta temperatura) y también Al_2O_3 (200 ºC).

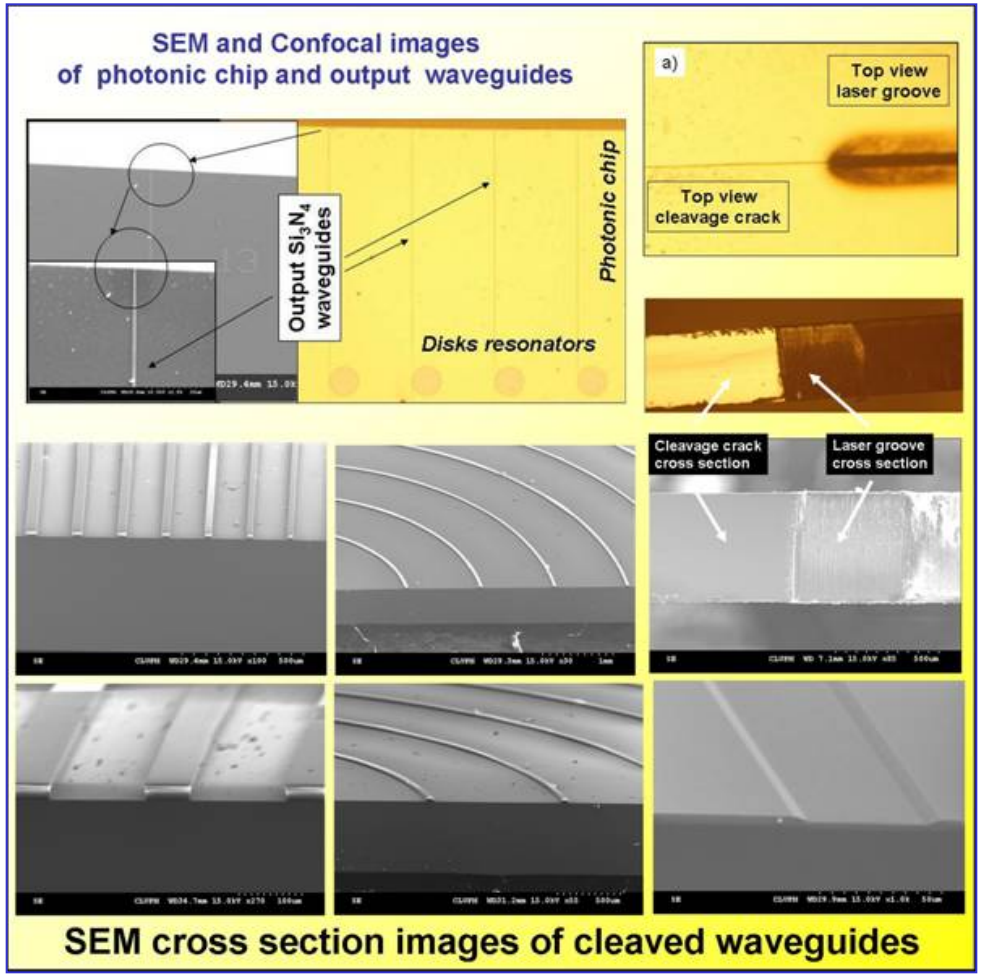
APLICACIONES: FABRICACIÓN DE DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS

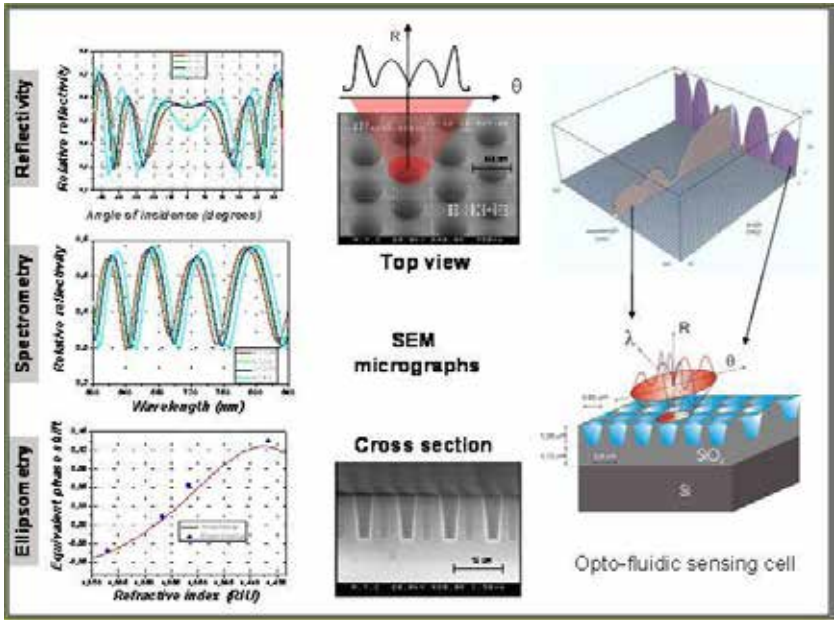




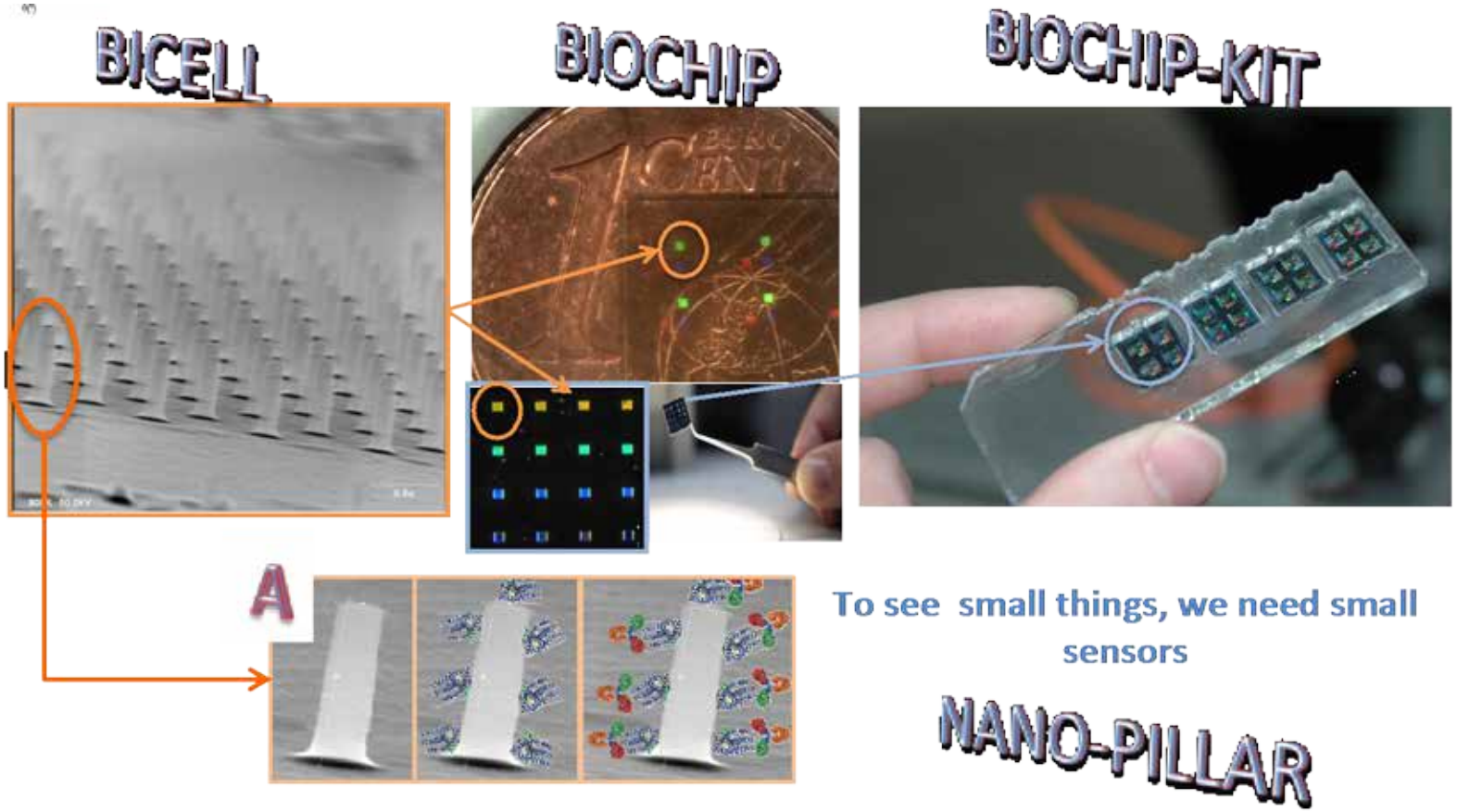


APLICACIONES: FABRICACIÓN DE DISPOSITIVOS MICRO/NANO-FOTÓNICOS Y BIOFOTÓNICOS



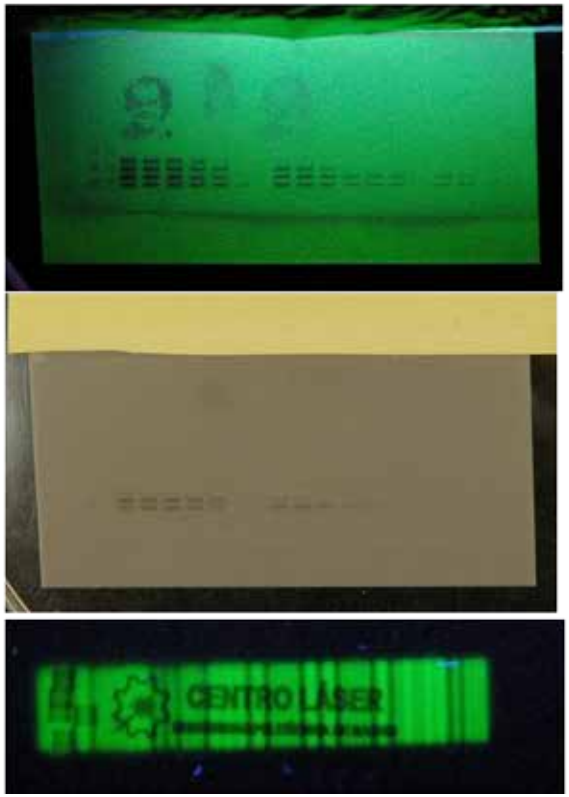


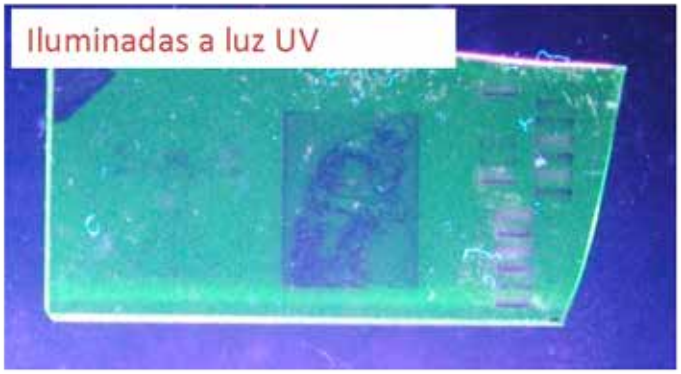
APLICACIONES: FABRICACIÓN DE DISPOSITIVOS MICRO/NANO-FOTÓNICOS Y BIOFOTÓNICOS

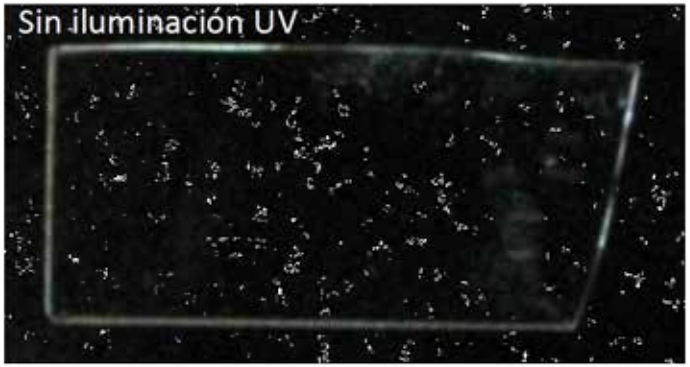


APLICACIONES: FABRICACIÓN DE DISPOSITIVOS MICRO/NANO-FOTÓNICOS Y BIOFOTÓNICOS

Escritura y marcaje inteligente







PROYECTOS SINGULARES Y ESTRATÉGICOS

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN
UNIÓN EUROPEA
FONDO EUROPEO DE DESARROLLO REGIONAL
UNA MANERA DE HACER EUROPA

PROYECTO PSE-MICROSIL08 (PSE-120000-2006-6): DISEÑO E INDUSTRIALIZACIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS EN SILICIO DE CAPA FINA

Duración: 2006-2010

Ref. proyecto Global: PSE-120000-2006-6

PROYECTO PSE-MICROMANUFACTURING (PSE-020400-2006-1): DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS DE MICROFABRICACIÓN INNOVADORAS PARA LA GENERACIÓN DE NUEVOS NEGOCIOS Y EL INCREMENTO DE LA COMPETITIVIDAD DE LA INDUSTRIA ESPAÑOLA EN MERCADOS INCIPIENTES.

Duración: 2006-2010

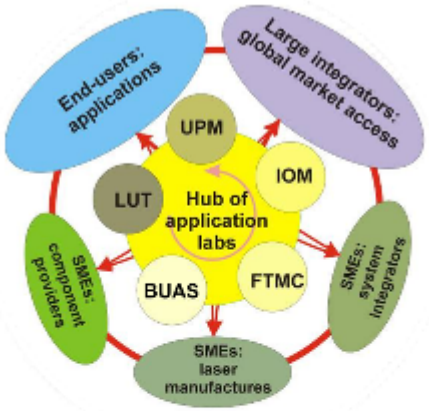
Ref. proyecto Global: PSE-020400-2006-1

PROYECTOS EUROPEOS

appolo

http://appolo-fp7.eu/

CENTER FOR PHYSICAL SCIENCES AND TECHNOLOGY
LUT Lappeenranta University of Technology
BIOAGE
Elas
IOM
MONDRAGON ASSEMBLY
EMPA Materials Science & Technology
POLITÉCNICA
Flisom Flexible Solar Modules
Bern University of Applied Sciences
next scan technology
ABENGOA SOLAR
engage Key Technology Ventures
lightmotif ultrafast pulsed laser machining
onefive
AMSYS, LTD.
Time-Bandwidth Products
CRF CENTRO RICERCHE FIAT
EKSPLA
SWG
Daetwyler Graphics



APPOLO - verified laser micromachining solutions

I4MS

APPOLO project is a part of EC initiative **I4MS** (ICT Innovations for Manufacturing SMEs)

PROYECTOS EUROPEOS

European Commission

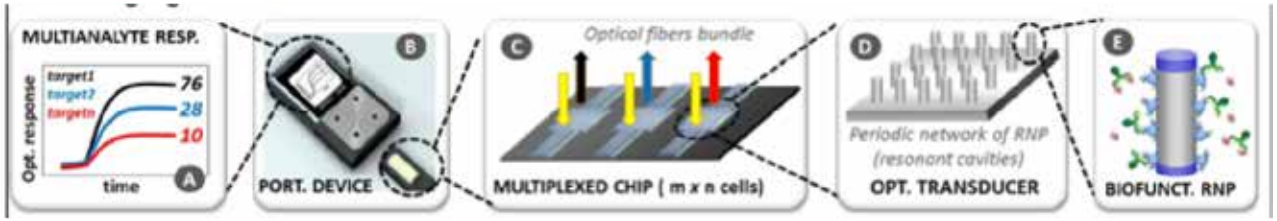
INDUSTRIALES
ETSII | UPM

PROYECTO EUROPEO: Biosensors for real time monitoring of biohazard and man made chemical contaminants in the marine environment

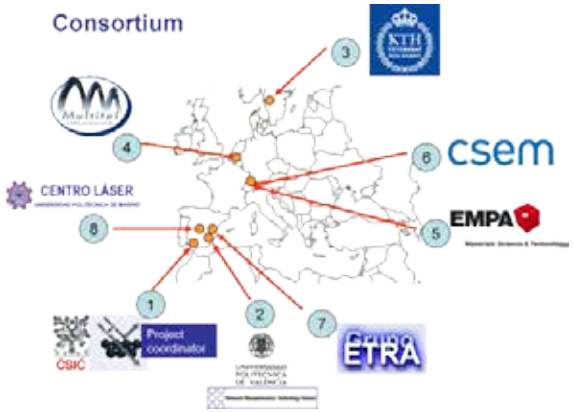
EnviGuard

SEVENTH FRAMEWORK PROGRAMME

TRANSDUCTOR PATENTADO POR EL GRUPO



PROYECTOS EUROPEOS



New photonic systems on a chip based on dyes for sensor applications scalable at wafer fabrication
2006-2009

OTROS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN APLICADA

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

UNIÓN EUROPEA
FONDO EUROPEO DE DESARROLLO REGIONAL
UNA MANERA DE HACER EUROPA

MICINN-INNPACTO
INNDISOL IPT-420000-2010-6 (2010-2012)

Innovación en dispositivos e integración arquitectónica solar

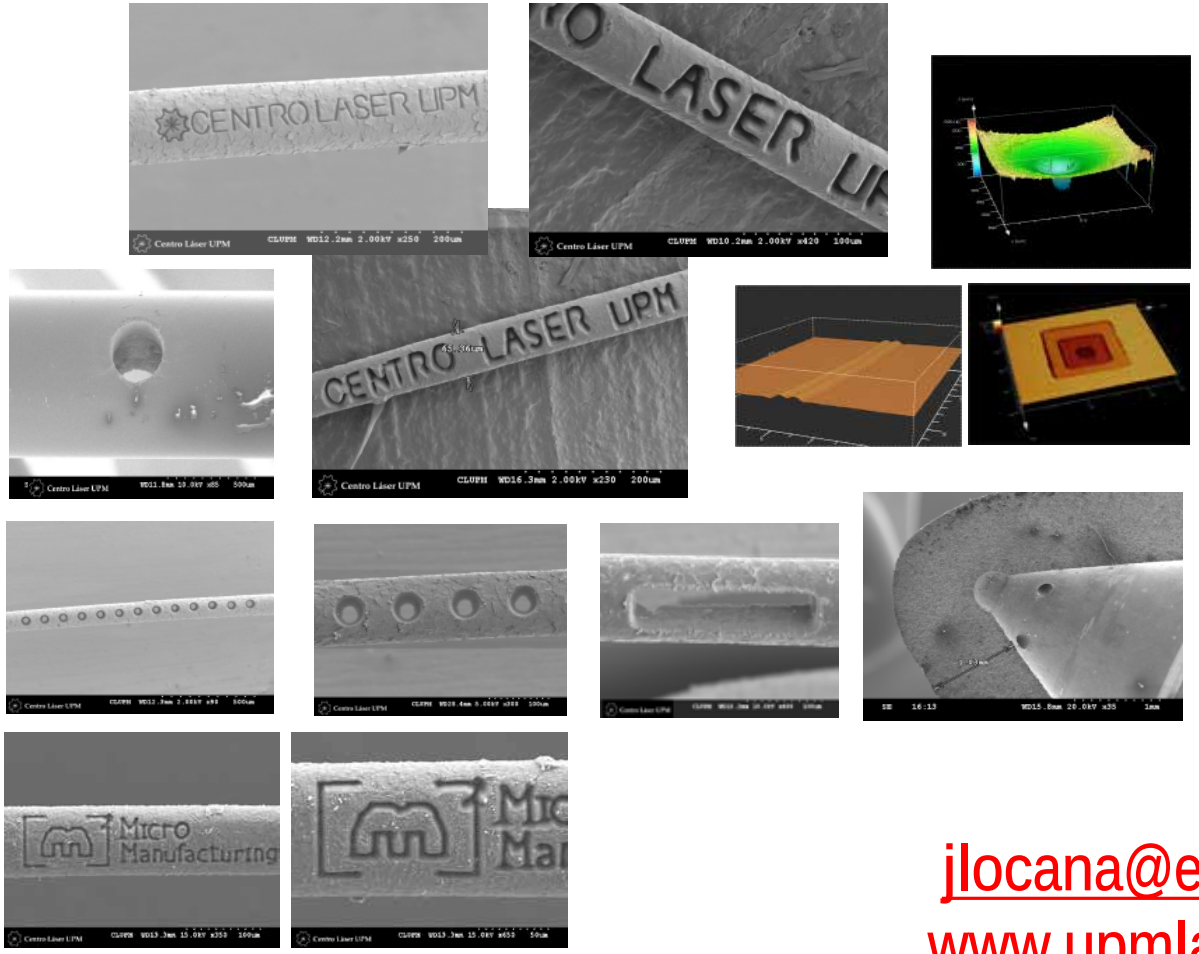
---

La excelencia española en Rapid Manufacturing. Desarrollo y aplicación de la tecnología de deformación incremental de segunda generación, para aplicaciones estratégicas.

Acrónimo: ISF 2G
Duración: 30 meses (07/2009 – 12/2011)
Tipo: Investigación industrial
Modalidad: Proyecto de I+D en cooperación

COLABORACIONES MÁS SIGNIFICATIVAS

1. ISLT (Viena; Austria)
2. FHG-ILT (Aquisgrán; Alemania)
3. TWI (Cambridge; Reino Unido)
4. KTH (Estocolmo; Suecia)
5. LUT (Luleå; Suecia)
6. PSUSP (San Petersburgo; Rusia)
7. WAT (Varsovia; Polonia)
8. CU (Coventry; Reino Unido)
9. UEB (Bolonia; Italia)
10. UTB (Brasov; Rumanía)
11. LLE (Osaka; Japón)
12. NASA-JSC (Houston; USA)
13. AFRL (Dayton; USA)
14. TOSHIBA NRC (Yokohama; Japón)
15. KAIST (Seúl; Corea del Sur)
16. HiLASE (Praga; Rep. Checa)
17. AIRBUS OPERATIONS GMBH (Hamburgo; Alemania)
18. AIRBUS DEFENCE AND SPACE (Ottobrunn; Alemania)
19. VITO-LCV (Mol; Bélgica)
20. CIDESI (Querétaro; México)



jlocana@etsii.upm.es
www.upmlaser.upm.es