

Bienvenid@s

WEBINAR





ANA PÉREZ MÁRQUEZ

Investigadora de la Unidad de Industria y Movilidad – TECNALIA

**Nuevas alternativas para la integración de circuitos y
sensores impresos en composites**

28 de abril 2022, 16:00

ÍNDICE

- Introducción
- Tecnologías y Materiales
- Casos de uso. Impresión embebida en composites
- Conclusiones



INDEX

- Introducción
- Tecnologías y Materiales
- Casos de uso. Impresión embebida en composites
- Conclusiones



INTRODUCCIÓN. Contexto

Los materiales compuestos están considerados actualmente como unos de los materiales estratégicos en un gran abanico de sectores, por su alta resistencia, excelente relación peso-rigidez, y su alto grado de integración que permiten desarrollar estructuras muy resistentes y ligeras a la vez.



Materiales compuestos multifuncionales

Integración de funciones

Montaje en la superficie

Embebidos en la propia estructura

Protección contra golpes, agentes externos o condiciones medioambientales

INTRODUCCIÓN. Motivación

- Integrar elementos físicos en la propia estructura puede provocar la presencia de discontinuidades que son propensas a la delaminación y la iniciación de grietas alrededor del elemento.

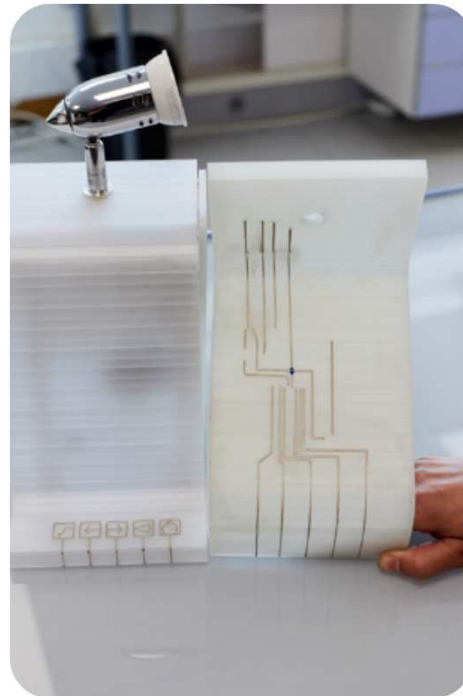


Necesidad de crear de forma **asequible y eficiente múltiples funcionalidades** que se conviertan en parte inherente de la estructura en la que se integran.

INTRODUCCIÓN. Impresión funcional

La impresión funcional se basa en la deposición de materiales conductores, resistivos o dieléctricos sobre distintos sustratos, para aportar nuevas funciones a las piezas finales.

- Disminución de peso
- Inteligencia a productos
- Flexibilidad de componentes
- Automatización de procesos



INTRODUCCIÓN. Objetivo

Desarrollo de **Nuevas alternativas** para la integración de **circuitos y sensores impresos** en composites reforzados con fibra



INTRODUCCIÓN. Objetivo



- ✓ Fibra de vidrio, Aramida, Fibra de carbono.
- ✓ Multicapas (Conductoras, dieléctricas, sensoras,...)
- ✓ Buena flexibilidad para desarrollar pieza 3D
- ✓ Buena combinación de componentes híbridos; LEDs, conectores, etc...

- ✗ Rugosidad. Mayor cantidad de tinta para asegurar una buena conductividad eléctrica.
- ✗ Gran tamaño de poros.

- Limitación para conseguir líneas con una anchura por debajo de 200µm → Menor número de aplicaciones
- Distancia entre pistas limitada → el camino hacia la miniaturización limitado



- Alta porosidad y pequeños tamaños de poro
- Alta flexibilidad y estrechabilidad
- Velos a partir de diferentes polímeros
- Larga experiencia en la integración de estos materiales en composites para refuerzo de propiedades mecánicas

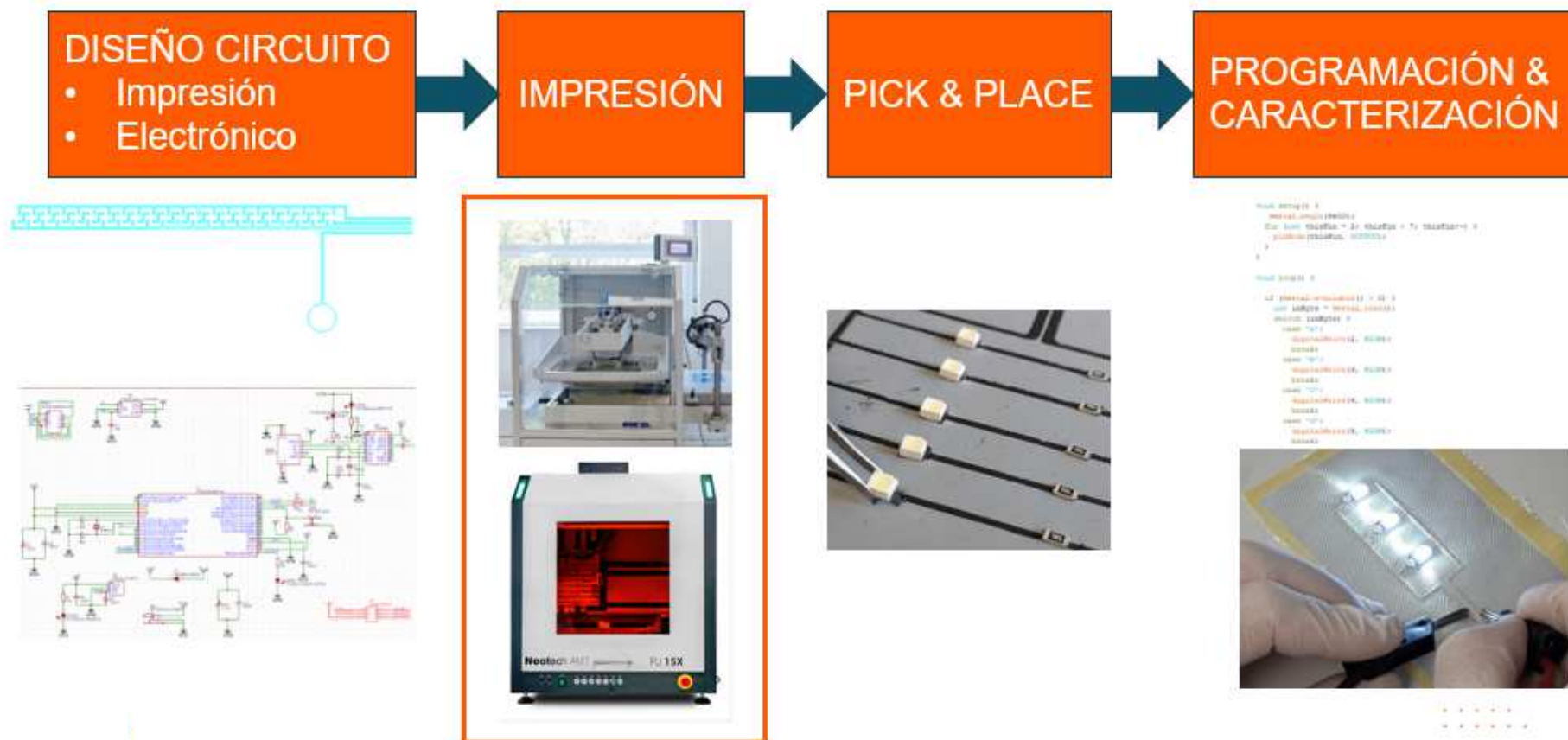


INDEX

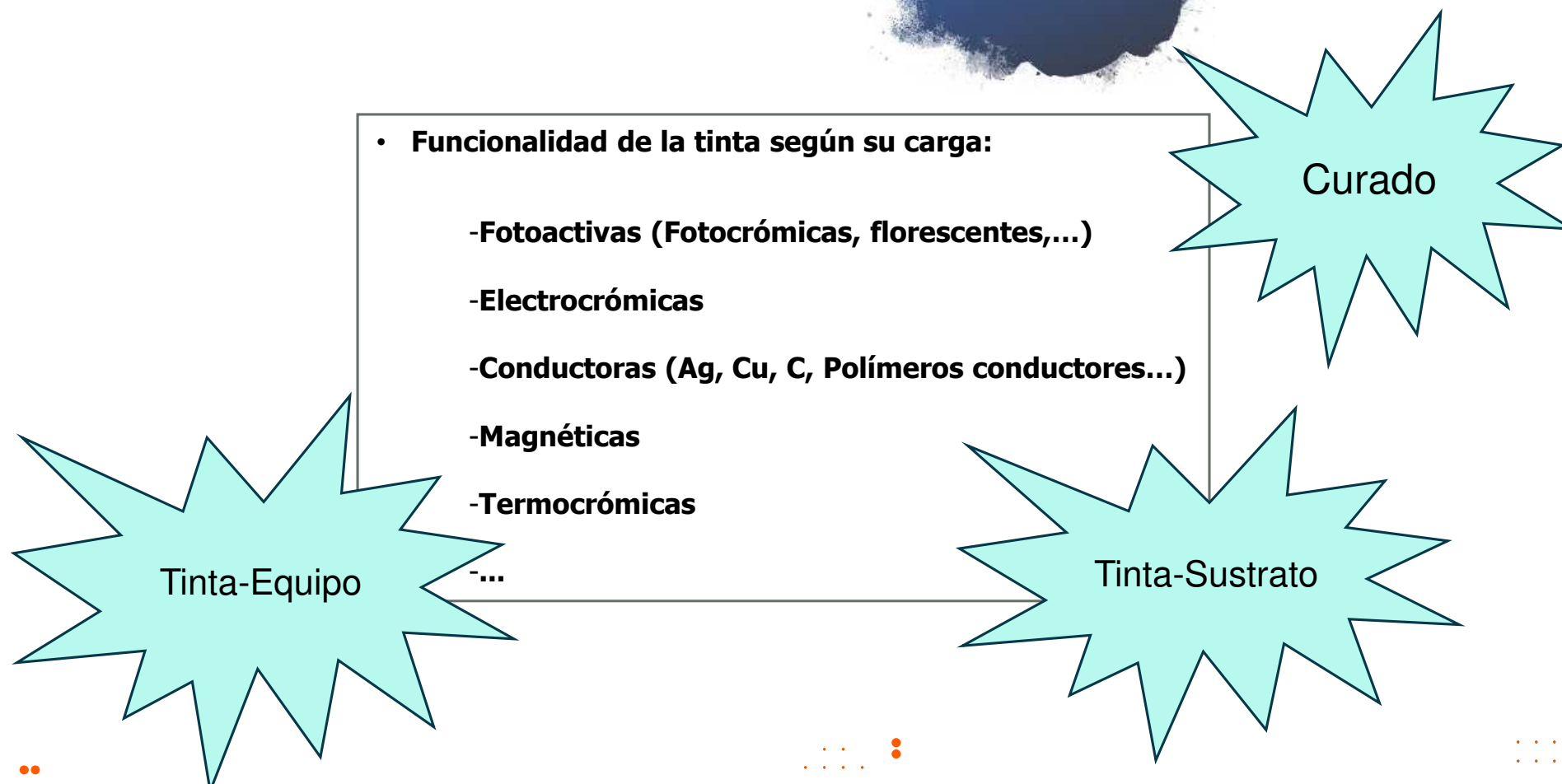
- Introducción
- **Tecnologías y Materiales**
- Casos de uso. Impresión embebida en composites
- Conclusiones



TECNOLOGÍA DE IMPRESIÓN FUNCIONAL. Bloques de un Proyecto de desarrollo



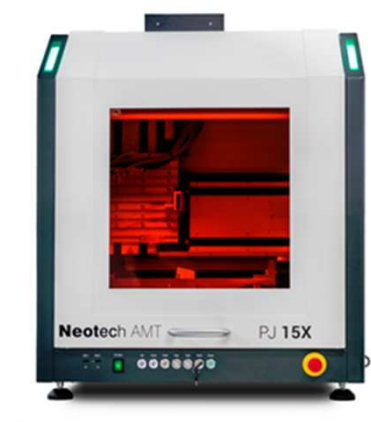
TECNOLOGÍA DE IMPRESIÓN FUNCIONAL



TECNOLOGÍA DE IMPRESIÓN FUNCIONAL. Equipos

Analógico : serigrafía, huecograbado, flexografía,..

Digital: dispensación, inkjet, aerosoljet,...



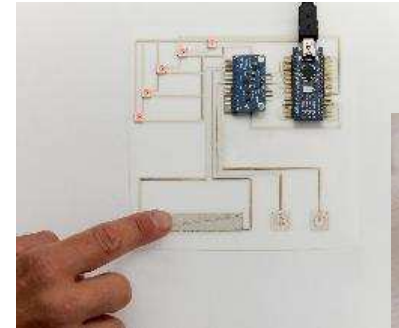
TECNOLOGÍA DE IMPRESIÓN FUNCIONAL. Sustratos

Materiales comúnmente
usados en impresión funcional

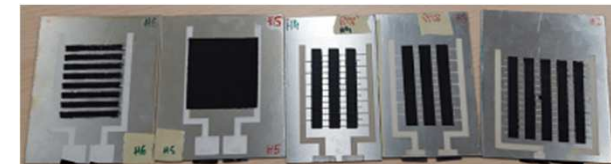
Parámetros a
tener en cuenta
para la elección
del sustrato

Creciente interés en la impresión
directa de otros materiales no utilizados
hasta ahora en impresión funcional

PET
PMMA
PC
Poliimida
Papel
PU
Tejidos
Siliconas

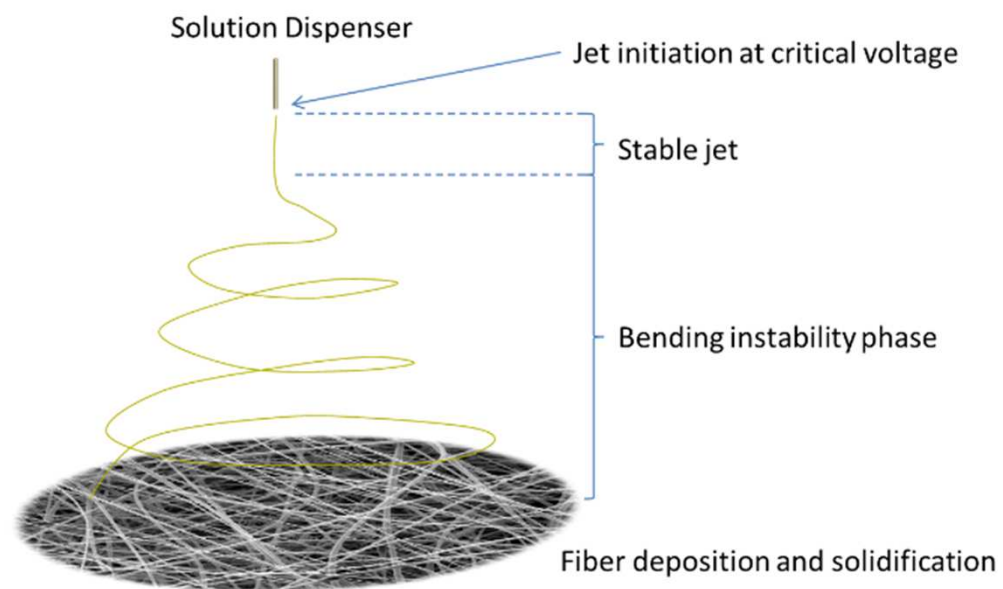


PP
ABS
**Composites
(CFRP y GFRP)**
Metales: Al,
acero...
Cerámicas

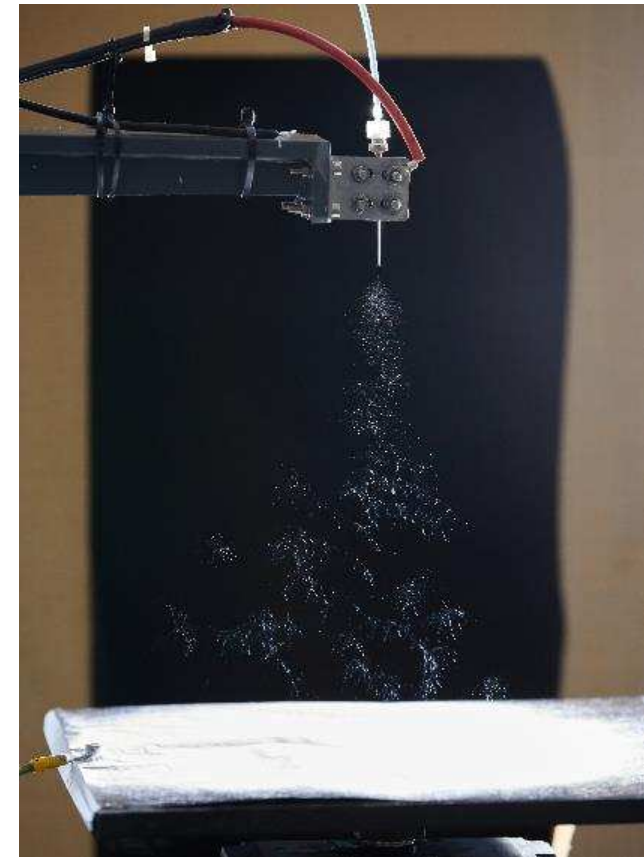


TECNOLOGÍA DE ELECTROSPINNING.

Fabricación de velos de nanofibras



MAT DE NANOFIBRAS

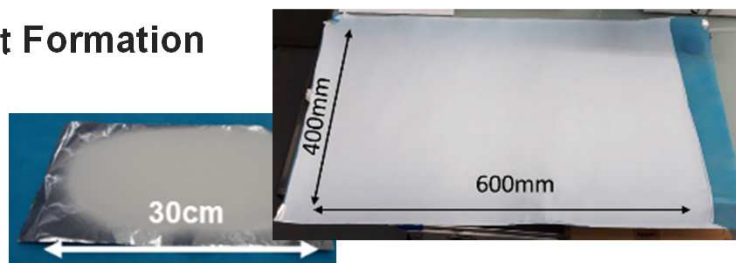


TECNOLOGÍA DE ELECTROSPINNING. Nuestros equipos

Electrospinning de aguja



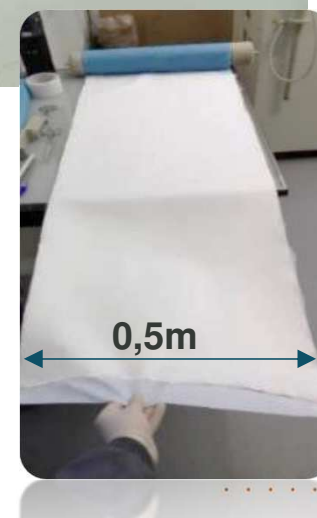
Jet Formation



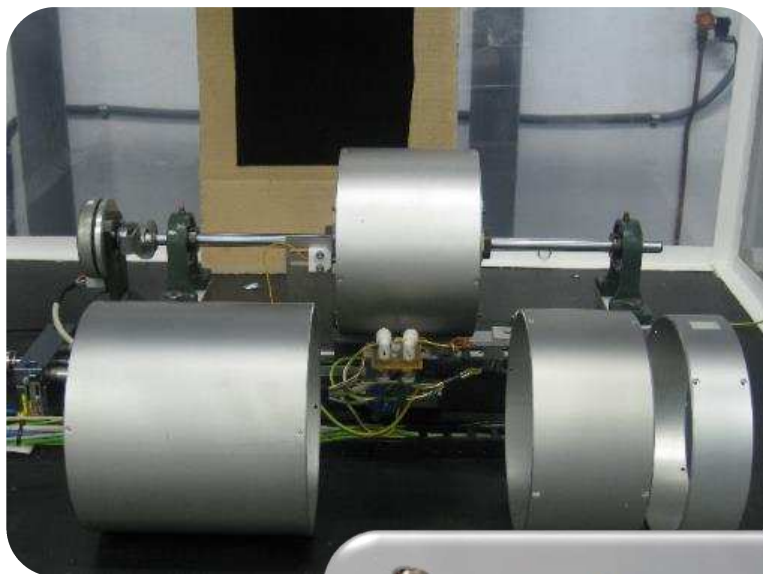
Electrospinning de superficie libre



Multijets formation



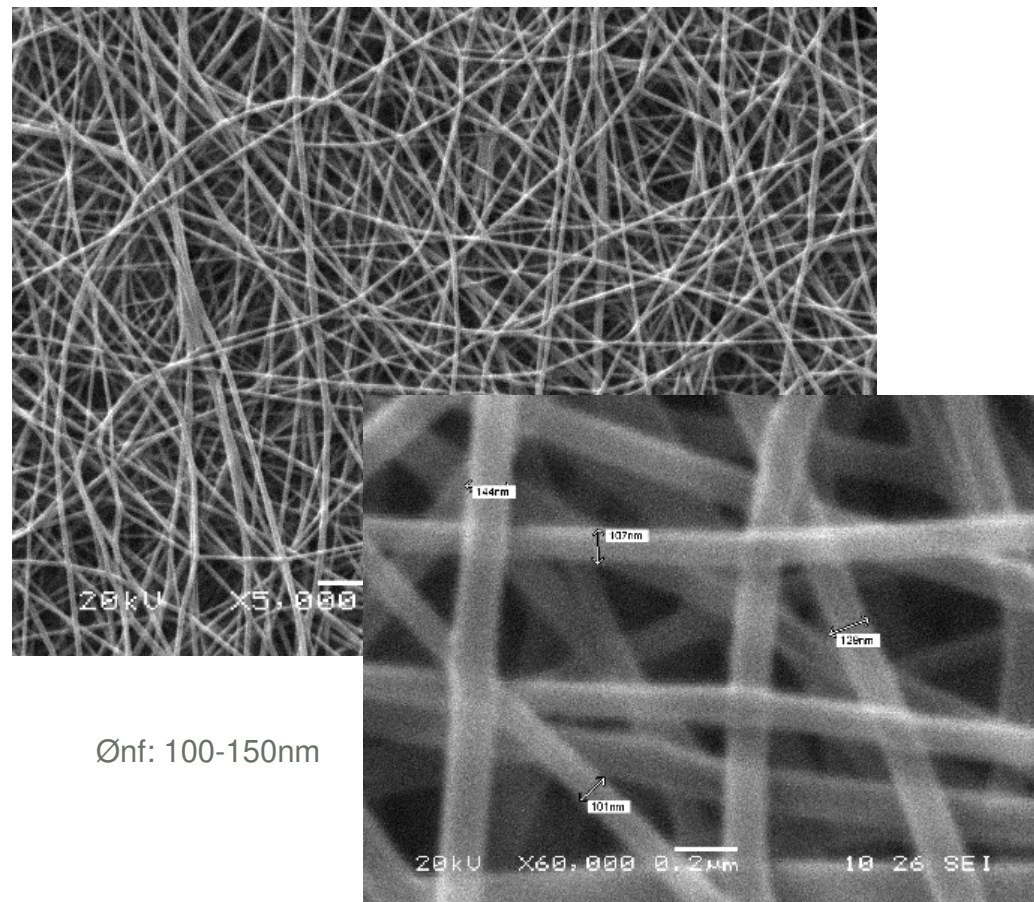
TECNOLOGÍA DE ELECTROSPINNING. Colectores y electrodos



TECNOLOGÍA DE ELECTROSPINNING. Velos

Materiales Electrohilados

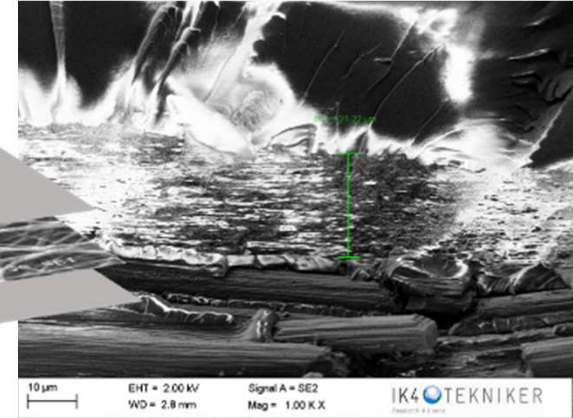
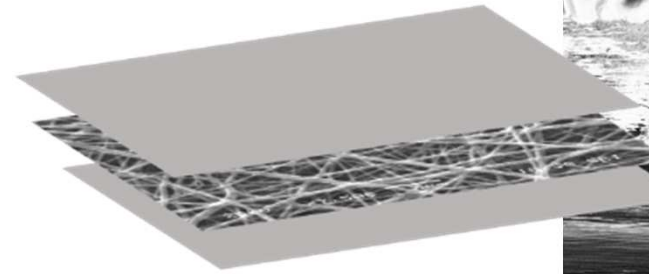
- Composites (CNTs, TiO₂, Ru, MOFs, Graphene, QDs)
- Polyethylene oxide (PEO)
- Poly vinyl acetate (PVAc)
- PZT
- Polystyrene (PS)
- Polylactic Acid (PLA)
- Nylon (PA6,6_PA6)
- Polyacrylonitrile (PAN)
- Polycarbonate (PC)
- Polyurethane (PU)
- Polyethylene terephthalate (PET)
- ...
- **POLÍMEROS RECICLADOS-> SOSTENIBILIDAD**



TECNOLOGÍA DE ELECTROSPINNING. Aplicaciones

Intercalado de velos termoplásticos como refuerzo de composites

- ✓ Fácil integración de velos basados en PA6, PA66, PET.
- ✓ No aumento del espesor o del peso del laminado
- ✓ No modificación de la viscosidad de la resina
- ✓ La impregnación de la resina sobre las fibras adecuada
- ✓ Mejora de las propiedades mecánicas del composite

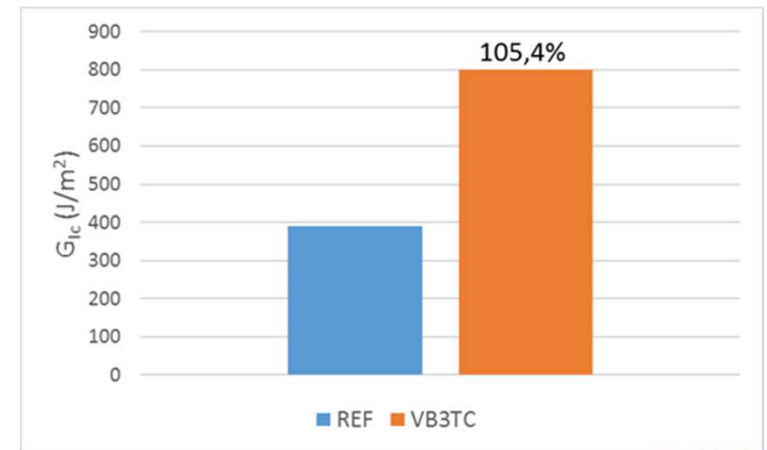


Composite:

- 14 capas de fibra de carbono
- Velos de PA6 Veils de 3g/m² intercalados entre todas las capas

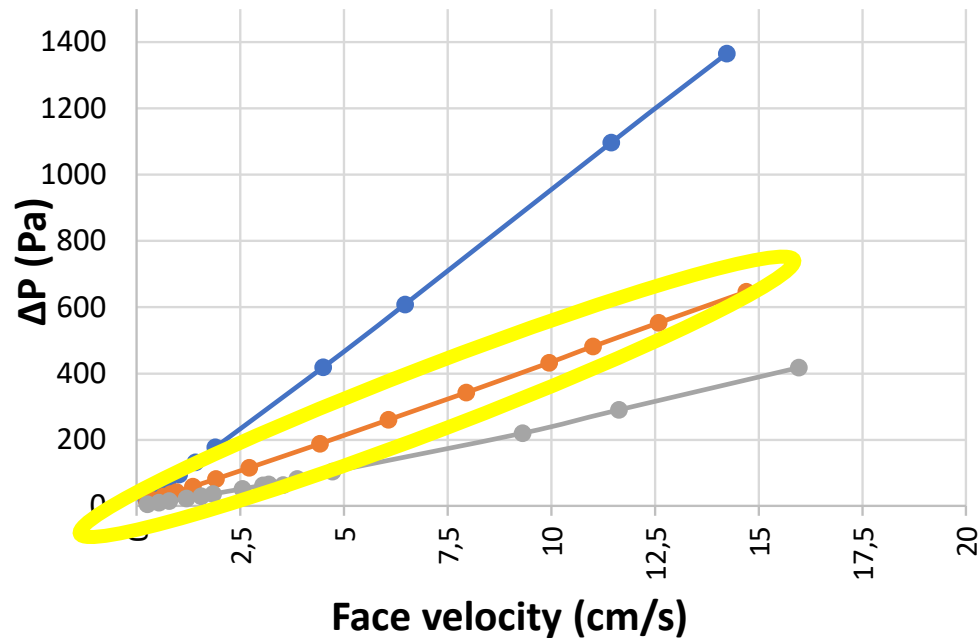


Tenacidad a la fractura



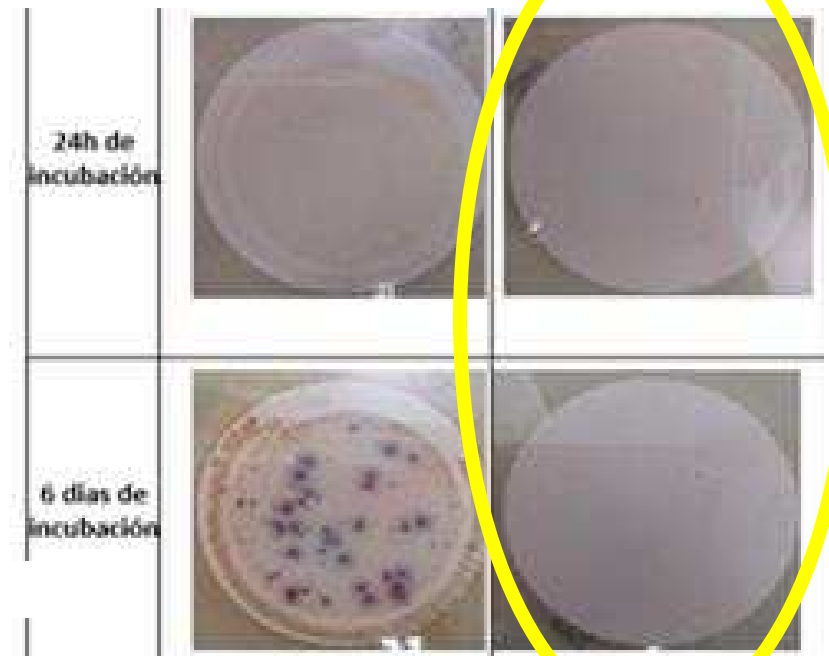
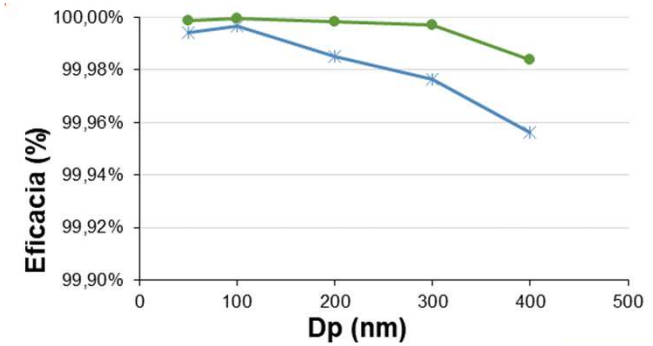
TECNOLOGÍA DE ELECTROSPINNING. Aplicaciones

Filtro de nanofibras con capacidad antibacteriana



— Filtro de fibra de vidrio comercial — Filtro de nanofibras antibacteriano

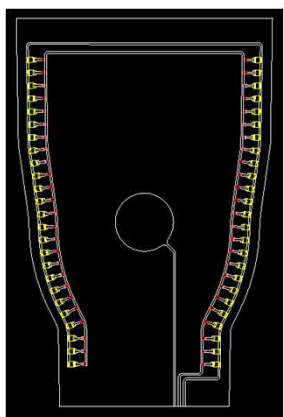
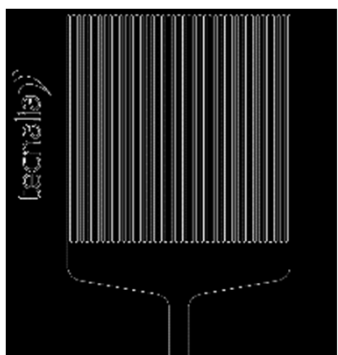
— Filtro de nanofibras





TECNOLOGÍAS_Impresión Funcional + Electrospinning

Diseño Circuito



Sustratos

- Velos poliméricos electrohilados sobre diferentes colectores PP spunbond, papel, aluminio.



Tipos de tinta

- conductora or semi-conductora (metal or carbon-based inks)
- Dielectrica
- Adhesiva
- Diferentes suministradores
- Diferentes ciclos de curado

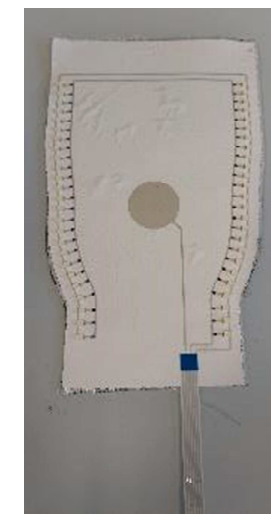
Tecnología Impresión

- Screen-printing
- Aerosol jet
- Inkjet



Montaje& Conectorización

- LEDs, Resistencias, conectores





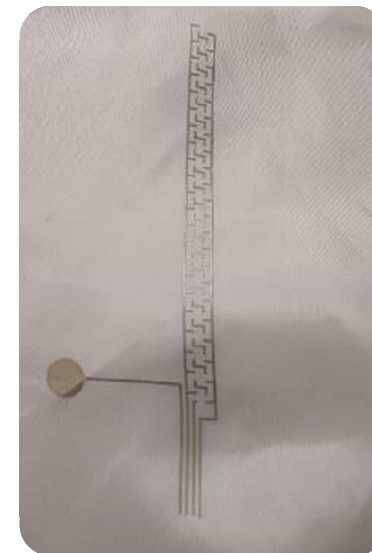
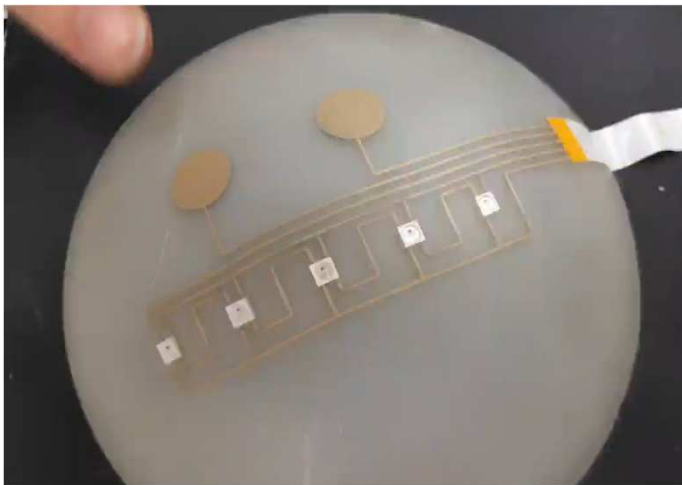
INDEX

- Introducción
- Tecnologías y Materiales
- Casos de uso. Impresión embebida en composites
- Conclusiones





CASOS DE USO. Sistemas de Iluminación embebidos en material compuesto con control táctil

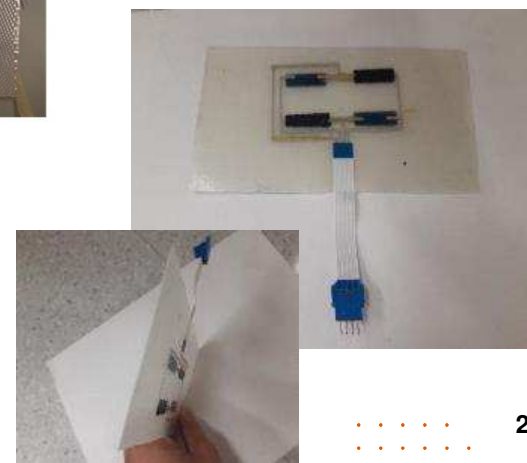
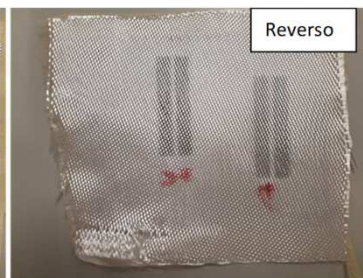
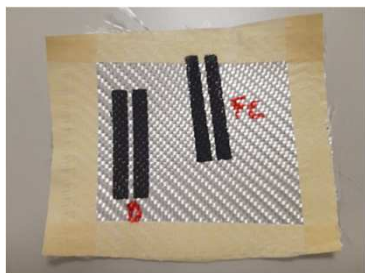
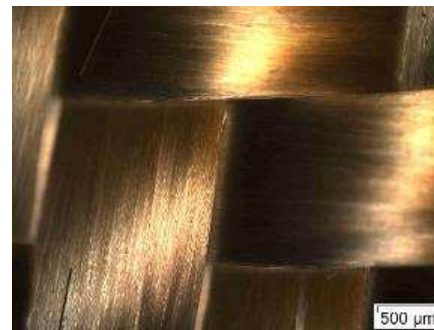
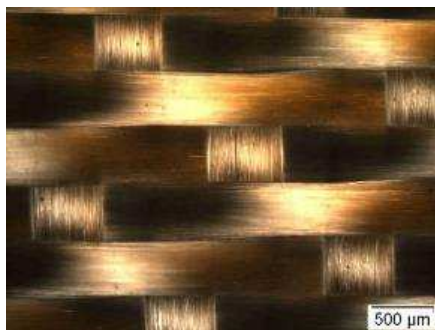
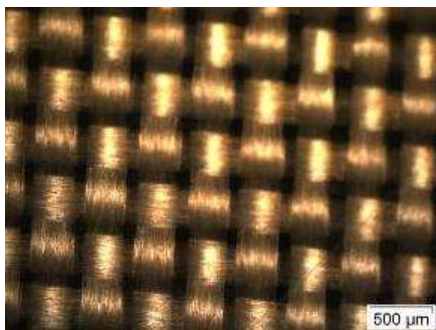


- ☐ Impresión sobre Fibra de vidrio, aramida,
- ☐ Anchura de línea $\approx 1\text{mm}$
- ☐ Resina Epoxi /Fenólica
- ☐ Método: Infusión a vacío
- ☐ Ciclo de curado: Tiempo/Temperatura.



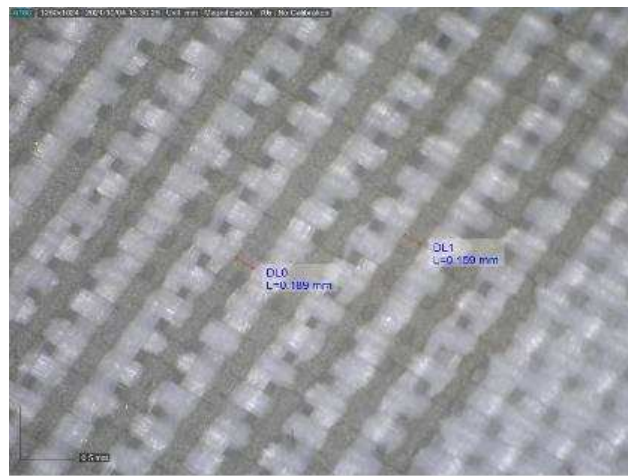


CASOS DE USO. Sensores impresos sobre fibra de vidrio embebidos en composite

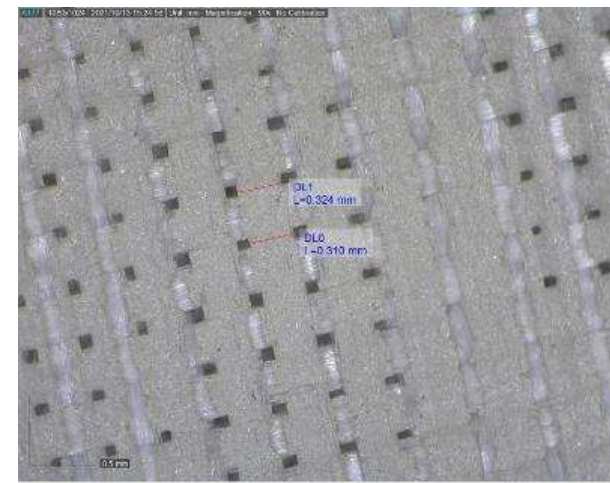


CASOS DE USO. Sensores impresos sobre fibra de vidrio / Antenas

Sensor 150-500
Una pasada_No conduce
Anchura de línea: 160-190 μ m



Sensor 150-350
Varias pasadas
Anchura línea $\approx$ 330 μ m
Líneas unidas

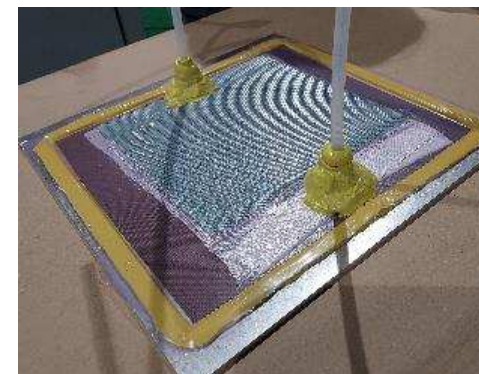


Printed antenna
on glass fabric.

- Líneas hasta 300 μ m
- Necesidad de mayor espacio entre líneas

CASOS DE USO. Sensores de Temperatura embebidos en composite

- ☐ Sensores de temperatura impresos en velos de nanofibras (poliméricos)
- ☐ Tintas basadas en Ag - Screen printing
- ☐ Diseño de sensor: Anchura línea: 150-200 μ m / Distancia entre líneas: 150-500 μ m
- ☐ Fibra de vidrio: bidirectional woven mat
- ☐ Resina Epoxi
- ☐ Método: Infusión a vacío
- ☐ Ciclo de curado: 90°C - 90min y 120°C -120min.

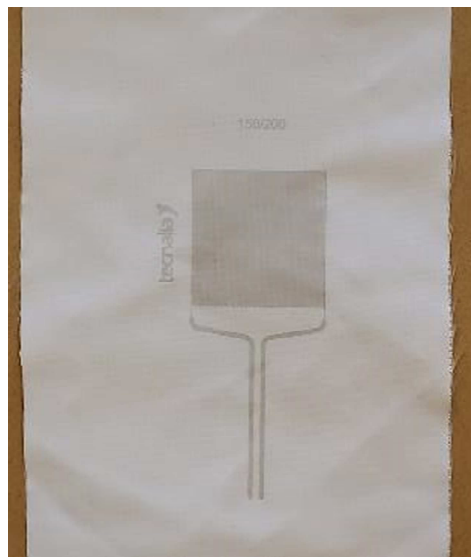


CASOS DE USO. Sensor de Temperatura embebido en composite

Caracterización eléctrica

Velo A: Temp hasta 100°C

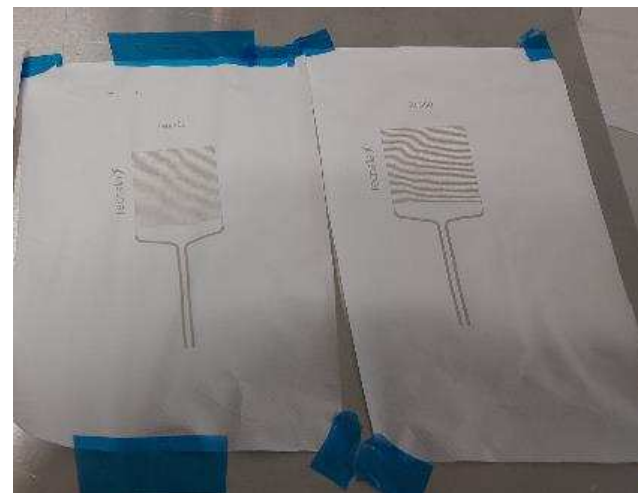
R_s : 0,048Ω/□ (Espesor de línea: 55μm)



	R (Ω) 150_350	R (Ω) 150_500
Sensor 1 80°C_40min	723	636
Sensor 1 100°C_60min	550	488

Velo B: Temp. hasta 200°C

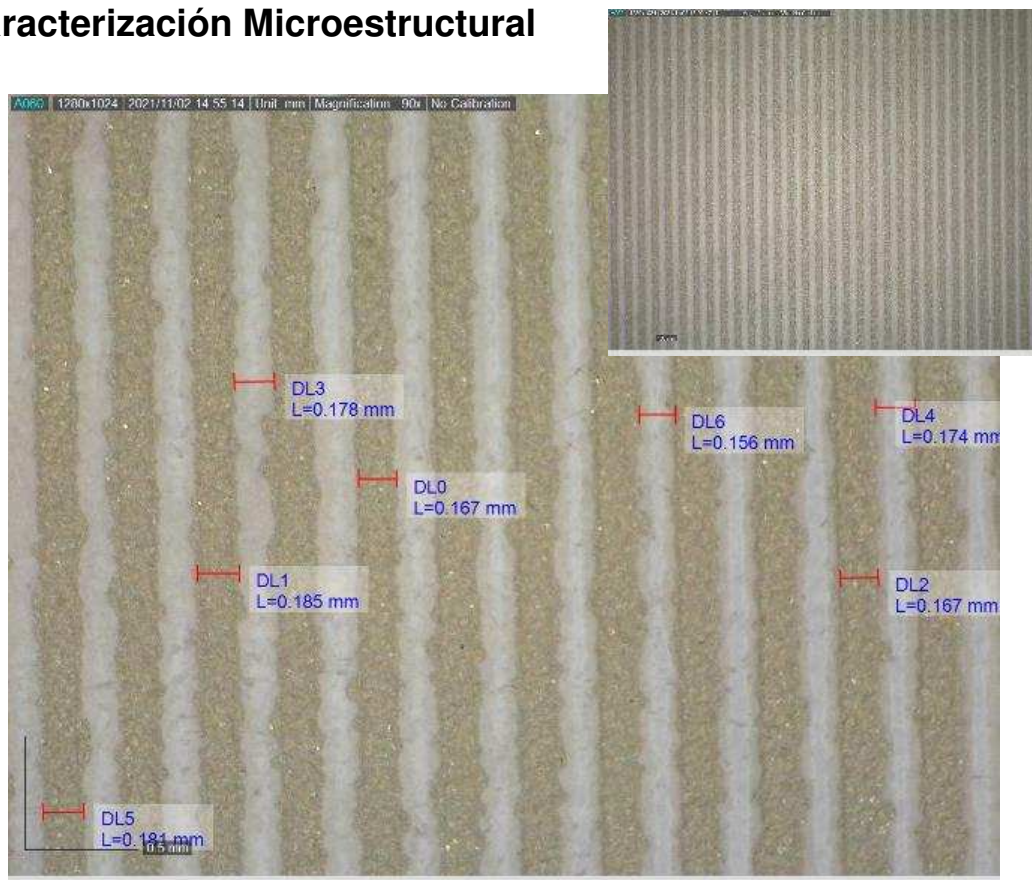
R_s : 0,061Ω/□ (Espesor de línea: 35μm)



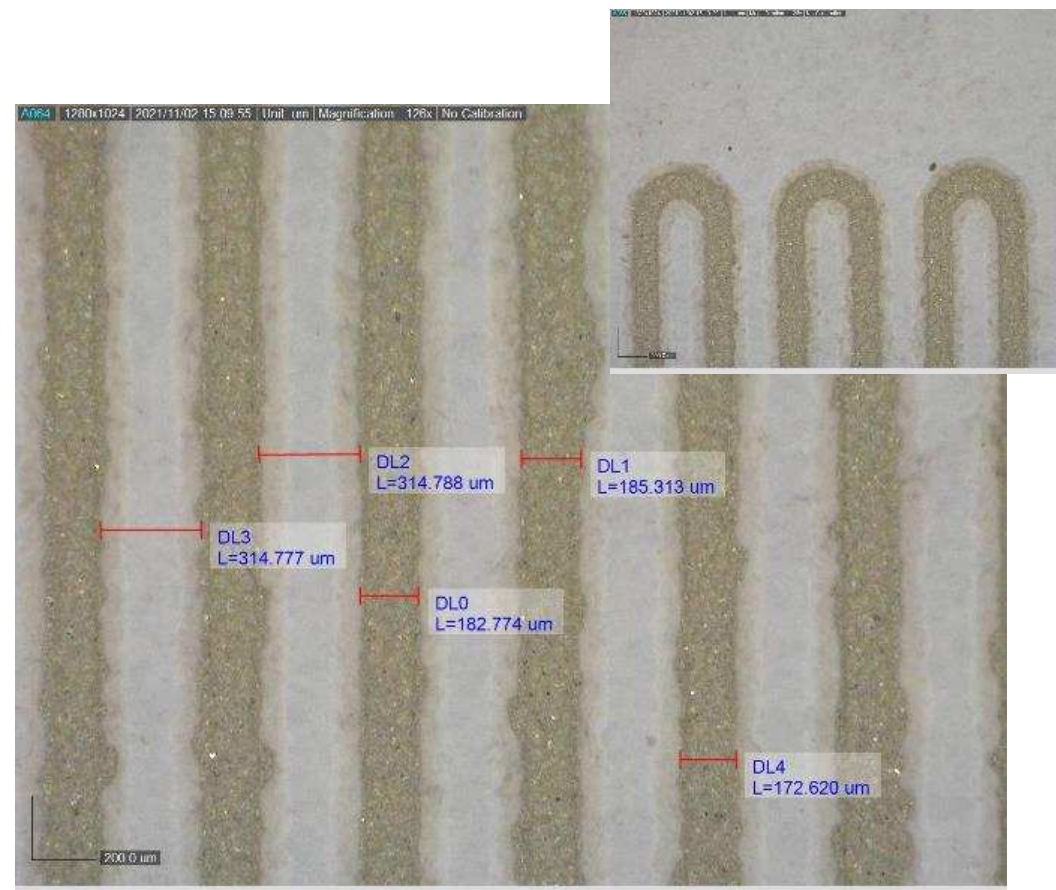
T_150°C_15min	R (Ω) 150/350
Sensor 1.	0,598
Sensor 2.	0,681
Sensor 3.	0,687

CASOS DE USO. Sensor de Temperatura embebido en composite.

Caracterización Microestructural



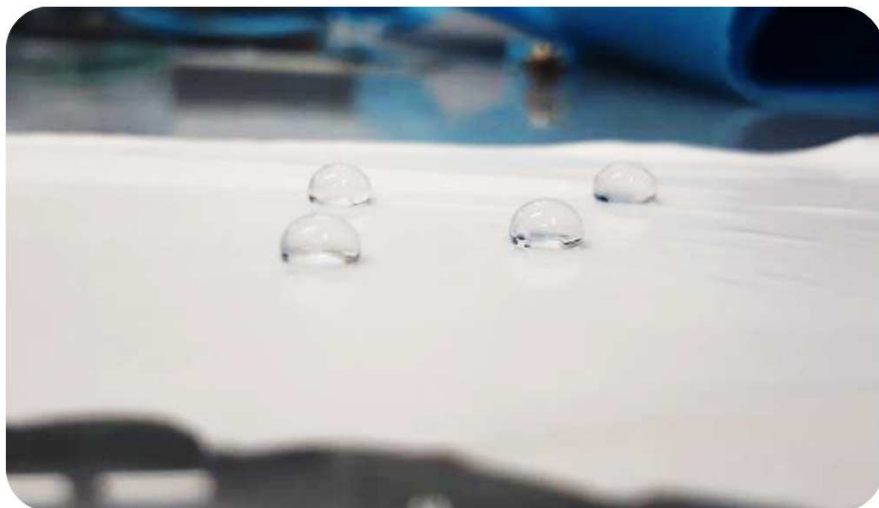
Sensor 150/200



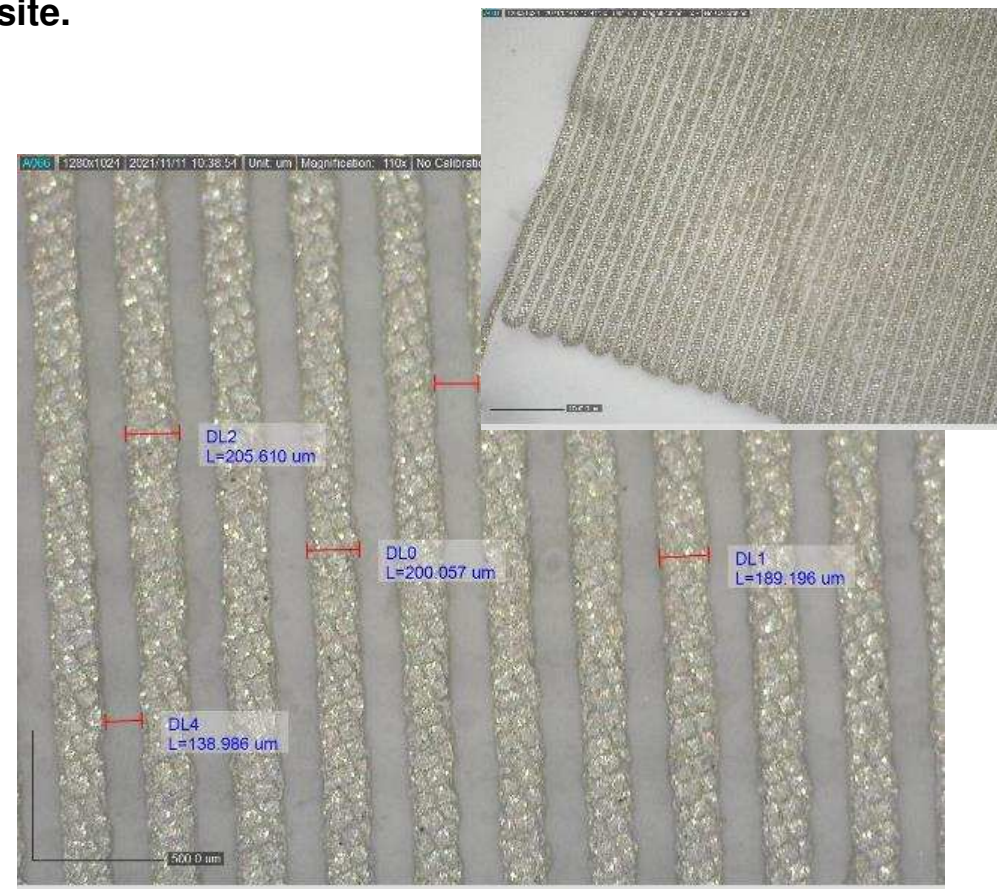
Sensor 150/350

CASOS DE USO. Sensor de Temperatura embebido en composite.

Caracterización Microestructural



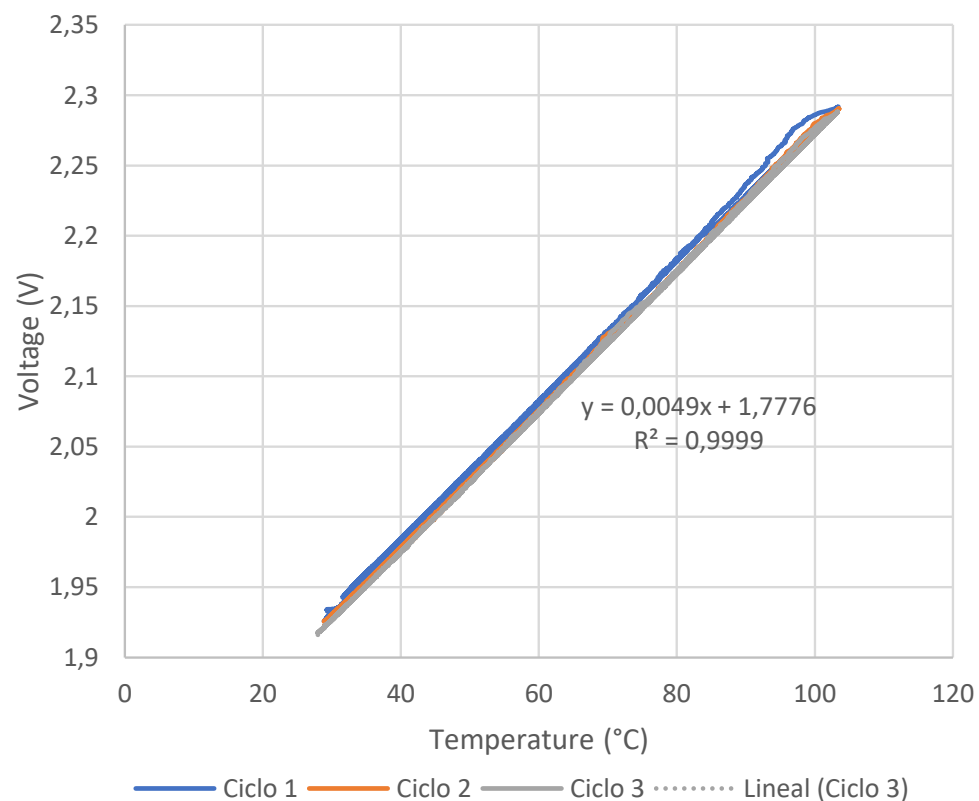
- Hidrofóbicos (Mejor resolución de las líneas impresas)
- Estrechables



Sensor 200/150

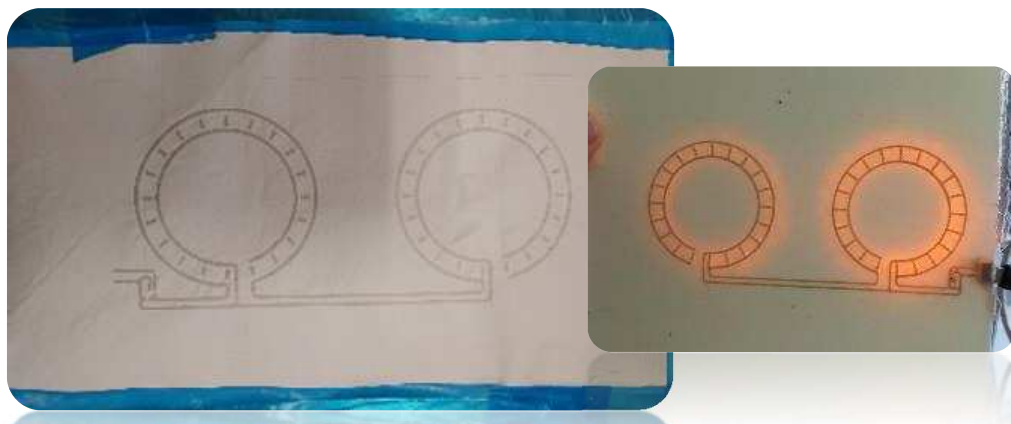
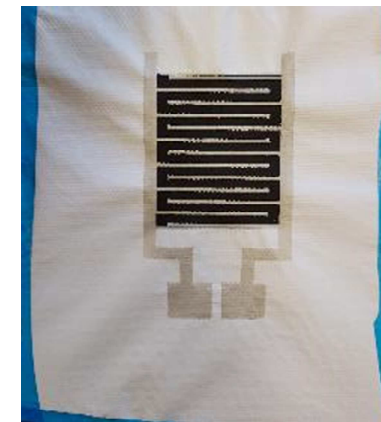
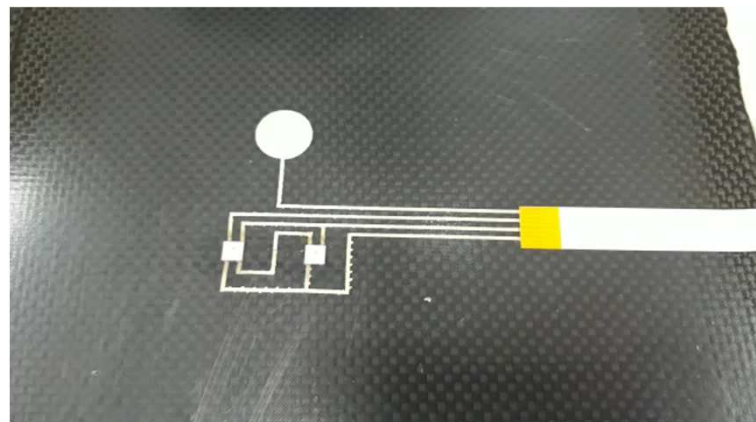
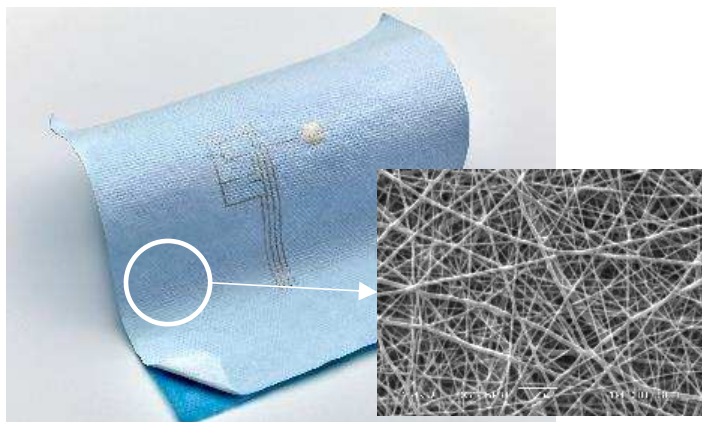
CASOS DE USO. Sensor de Temperatura embebido en composite

Caracterización térmica



El sensor impreso mostró una respuesta lineal desde temperatura ambiente hasta 105°C después de varios ciclos. La sensibilidad fue de 4,9mV/°C para 1mA de intensidad de corriente

CASOS DE USO. Otros ejemplos



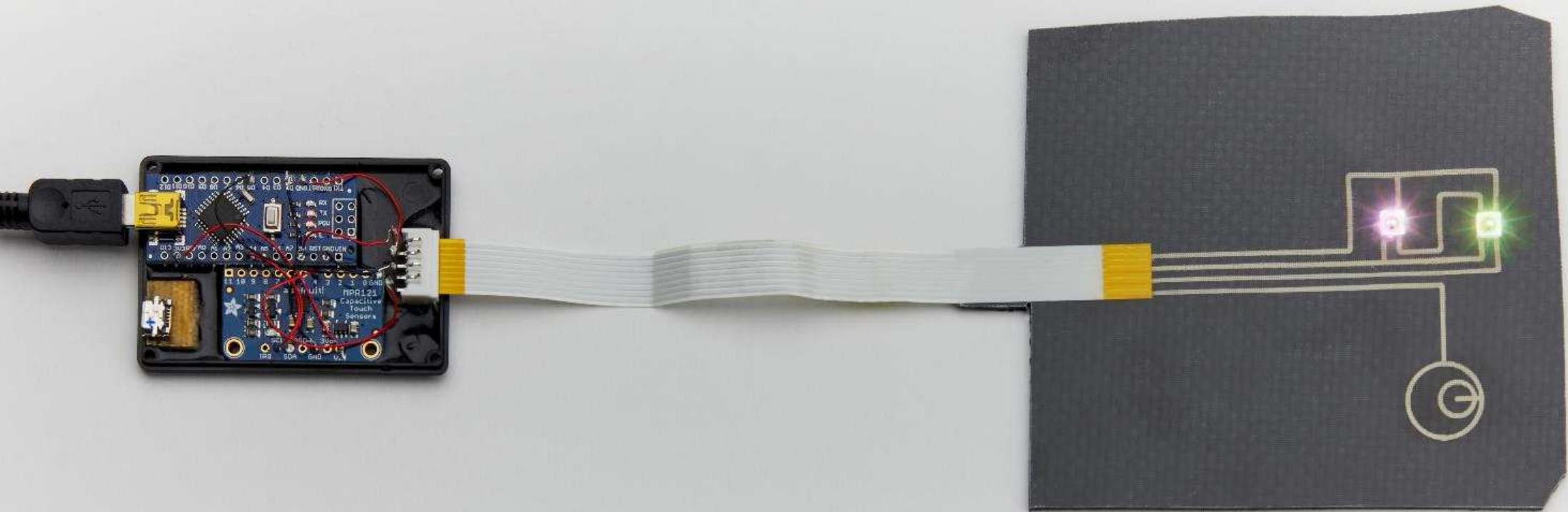
Elementos calefactables flexibles – Paneles de iluminación – Mayor electronica embebida
– Color- Sensores impresos en textiles – etc...



INDEX

- Introducción
- Tecnologías y Materiales
- Casos de uso. Impresión embebida en composites
- Conclusiones





TECNOLOGÍAS MUY VERSÁTILES PARA DOTAR DE
MULTIFUNCIONALIDADES A LOS MATERIALES COMPUESTOS



tecnalia

MEMBER OF BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

Muchas gracias!

ana.perez@tecnalia.com



tecnalia.com

