

 V CICLO DE  
**ECONOMÍA CIRCULAR**  
**EL SECTOR INDUSTRIAL HACIA LA CIRCULARIDAD**

# Circularidad de Materiales Compuestos Complejos

Dra. Cristina Elizetxea (Tecnalia)

## Índice:

1. Presentación de Tecnalia
2. Ámbitos de Actuación de Tecnalia
3. Economía Circular en Tecnalia
4. Circularidad de Materiales Compuestos Complejos. Ejemplos de Proyectos
5. Proyecto Europeo DEREMCO: *“De & Remanufacturing for Circular Economy Investments in the composite industry”*. **GA nº 101084037**

TECNALIA es el **mayor centro de investigación aplicada y desarrollo tecnológico de España**, un referente en Europa y miembro de Basque Research and Technology Alliance.



tecnalia.com

**tecnalia**

MEMBER OF BASQUE RESEARCH & TECHNOLOGY ALLIANCE

Misión

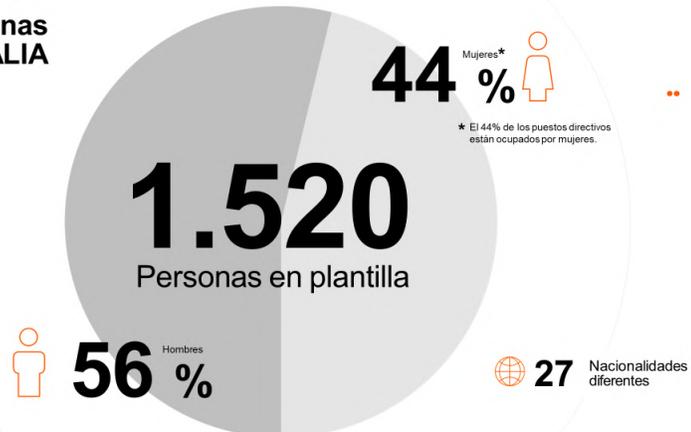
**Transformar la investigación tecnológica en prosperidad.**

Visión

**Ser agentes de transformación de las empresas y de la sociedad para su adaptación a los retos de un futuro en continua evolución.**



Las personas de TECNALIA



tecnalia.com

Datos al 31 de diciembre de 2023

Equilibrio de actividades y su financiación

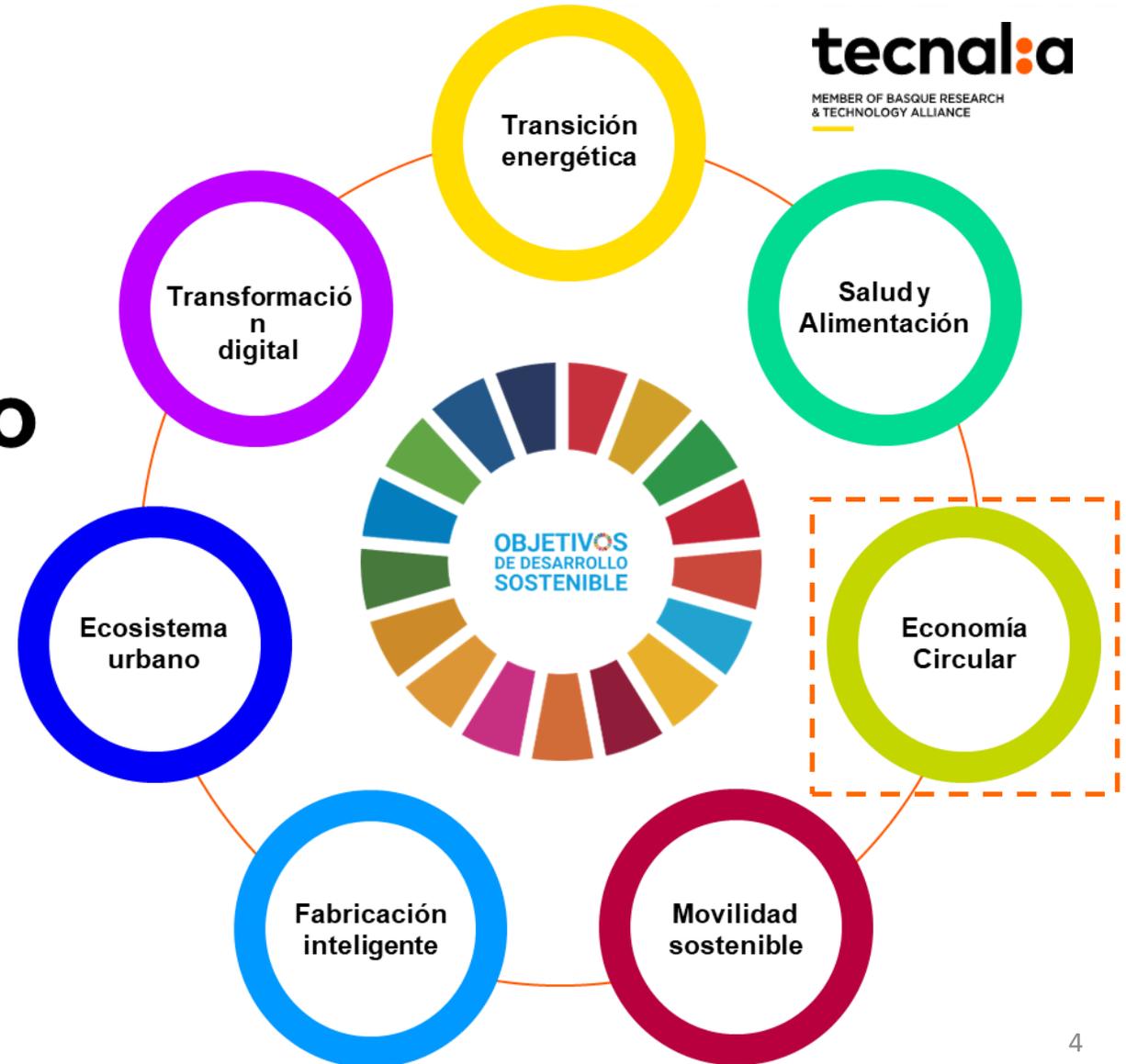


tecnalia.com

Datos al 31 de diciembre 2023

# Nuestros ámbitos de actuación están alineados con los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**

Con una perspectiva **multisectorial** y **multitecnológica** escuchamos y trabajamos junto a las empresas e instituciones para dar respuesta a los **grandes desafíos globales**.



# Economía circular:



Apostamos por la Economía Circular como **motor de cambio y vector de transición ecológica** ayudando a las empresas y la sociedad en la necesaria transformación hacia un **modelo de desarrollo económico circular sostenible**. Por ello, desplegamos nuestra estrategia sobre tres *drivers*: **minimización** de consumo de materias primas y generación de residuos, **extensión máxima de la vida útil** de productos y activos, reciclado y **generación de valor a partir de residuos**. En torno a ellos, formulamos nuestra propuesta de valor aplicando, en todo el ciclo de vida, combinaciones de estrategias y soluciones tecnológicas de circularidad.

## ¿Qué podemos hacer por ti?

- Recursos naturales y sostenibilidad
- Ecodiseño de productos y procesos
- *Circular industry*
- *Circular cities & regions*
- Reciclado y valorización de residuos
- Digitalización para economía circular
- Bioeconomía

Más información



# Nuestra Oferta Global



### BIOECONOMÍA

- ✦ Biorrefinería: Energía, materiales biobasados y productos químicos de alto valor añadido
- ✦ Caracterización de la materia prima, producto intermedio y final.
- ✦ Ingredientes alimentarios y nuevas proteínas de origen vegetal.
  - ✦ Extractos y compuestos bioactivos de alto valor añadido.

### DIGITAL FOR CIRCULAR ECONOMY

- ✦ Sensórica, IA y ML, gemelo digital para circularidad
  - ✦ Blockchain para trazabilidad y seguridad de datos
  - ✦ Gobierno del Dato asociado al Recurso
- ✦ Pasaporte digital para disponer de los datos de producto
  - ✦ Nature Positive Technologies (3D printing, etc.)
- ✦ Monitorización de la neurofisiología del comportamiento

### RECICLADO Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS

- ✦ Mineralización y valorización de CO2
- ✦ Robótica, y automatización inteligente para desmantelamiento, clasificación y caracterización
- ✦ Recuperación de materiales y valorización de corrientes secundarias y residuos
  - ✦ E-fuels, Hidrógeno, biogás para automoción e inyección en red...

### RECURSOS NATURALES Y SOSTENIBILIDAD

- ✦ Modelos para la Evaluación de la Sostenibilidad, Circularidad y Críticidad
- ✦ Evaluación del capital natural
- ✦ Estrategias y soluciones de Descarbonización
- ✦ Finanzas sostenibles para el impulso de la EC
- ✦ Protección y preservación del medio natural (suelo, agua, aire)

### ECODISEÑO DE PRODUCTOS Y PROCESOS

- ✦ Eco & Smart Materials
- ✦ Diseño de máquinas, procesos y activos para hacerlos más ecoeficientes
- ✦ Diseño para la reutilización, remanufactura, desmantelamiento y reciclado.
- ✦ Diseño biomimético.
- ✦ Ecodiseño electrónico
- ✦ Ecodesign lab

### CIRCULAR INDUSTRY

- ✦ Análisis de vulnerabilidad y soluciones para sustitución de materias primas críticas.
- ✦ Automatización inteligente para industria ecoeficiente y remanufactura
- ✦ Estudios de alargamiento de vida útil
- ✦ Reutilización de componentes y materiales.
- ✦ Desarrollo de logísticas. Simbiosis industrial

### CIRCULAR CITIES & REGIONS

- ✦ Soluciones de circularidad basadas en el mapeo geolocalizado de flujos de materiales
  - ✦ Gemelos digitales del metabolismo urbano/territorial
  - ✦ Reutilización de edificios e infraestructuras
- ✦ Demolición selectiva de edificios (BIM4DW, Robotics)
  - ✦ Nature based solutions



## Circularidad de Materiales

### Compuestos Complejos

### Reciclado y Valorización

*Dar solución a los materiales actualmente utilizados*

#### Desarrollo de tecnologías eficientes de reciclado:

- Procesos **eficientes de reciclado** (Mecánico, Químico y Termo/Químico) para **fomentar la demanda y aumentar la reutilización de materiales reciclado**

#### Valorización de materiales reciclados:

- **Reacondicionamiento y reformulación de materiales reciclados** para el aseguramiento de los **estándares de calidad requeridos**
  - **Acondicionamiento de fibra reciclada** (re-sizing)
  - Desarrollo de **materiales intermedios** (granzas, tejidos no tejidos, cintas, laminados)
- **Identificación de nuevas aplicaciones** para materiales reciclados en base a propiedades requeridas
- **Simulación y optimización de los procesos de fabricación** con materiales reciclados (tiempos de proceso, calidad, consumo energético)

### Materiales Poliméricos Sostenibles

*Desarrollo de sistemas poliméricos con una reducción de su actual impacto ambiental*

#### Nuevas químicas para la síntesis de matrices poliméricas

- **Reemplazo de materiales prohibidos por legislación:**  
*Síntesis de binder base agua con aplicación en adhesivos y recubrimientos sostenibles (i.e: eliminación de PFAs, NIPUS, Acrílicos-PU)*
- **Fuentes alternativas** al petróleo (biomasa, residuos forestales, desechos)  
*Desarrollo de núcleos y resinas bio-basadas para aplicaciones estructurales en composite (ie: BIO-PUR)*
- **Revertir el comportamiento de los materiales termoestables:**  
*Modificación de resinas (i.e: adición de enlaces dinámicos tipo Diels Alder, resinas para alta temperatura)*
- **Encapsulado** de sustancias activas (gas, líquidos, sólidos) con posibilidad de adaptación específica:  
*Encapsulado de compuestos que mejoren la resistencia a la corrosión, adhesivos para self-healing, absorbedores de olor, PCMs.*

#### Termoplásticos obtenidos por vía reactiva

- *Adecuación y ajuste del sistema reactivo de la polimerización in situ de APA6 (**CAPROCAST 3K**) en función de los procesos de fabricación de componentes (RTM, Rotomoldeo, Pultrusión)*
- *Investigación en sistemas reactivos para termoplásticos de altas prestaciones (i.e.: PI, PEEK)*

## Circularidad de Materiales Compuestos Complejos. Ejemplos de Proyectos.

1. **FIBEREUSE:** Large scale demonstration of the techno-economical benefits of new circular economy value-chains based on the reuse of end-of-life fiber reinforced composites. **GA nº 730323.**



**Objetivo:** Simbiosis industrial para el aprovechamiento de fibra corta de vidrio y carbono obtenidas a partir de residuo eólico (GAMESA) y aeronáutico (AERNNOVA), en aplicaciones estructurales de automoción (BATZ y MAIER). Preparación de granzas de material reciclado (compounding) para proceso de Inyección.

**Proyecto Finalizado.** “Fibereuse compound” **Secreto Industrial.**

2. **DIGIPRIME:** Digital Platform for Circular Economy in cross-sectorial sustainable value networks. **GA nº 730323.**



**Objetivo:** Plataforma Digital para impulsar modelos de economía circular en el ámbito de los materiales compuestos y otros elementos del ámbito de la movilidad eléctrica. Su misión es verificar y desarrollar a gran escala la cadena de valor y procesos asociada a la reutilización, re-manufacturing y reciclaje de residuos que generados por diferentes sectores de actividad y particularmente el Sector Automoción.

**Proyecto Finalizado.**

3. **EFERPV:** Highly efficient delamination technologies to recover and reuse metals, glass, polymers from end-of-life photovoltaic panels. **GA nº 101457.**



**Objetivo:** Reciclado de la fracción polimérica por vía química para obtención de monómeros y/o precursores de nuevos polímeros.

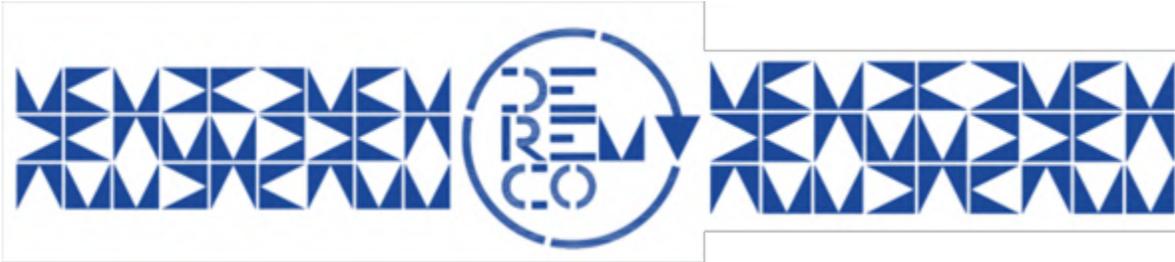
**Proyecto en Curso.**

4. **DEREMCO:** De & Remanufacturing for Circular Economy Investments in the composite industry. **GA nº 101084037.**



**Objetivo:** Transferir y elevar el TRL de granzas termoplásticas recicladas con un compounder industrial. Preparación de nuevos formatos con fibras recicladas (mats, velos, cintas, tejidos no tejidos) para procesos de fabricación de composites (infusión y RTM)

**Proyecto en Curso.**



- **Project Name:** De & Remanufacturing for Circular Economy Investments in the Composite Industry
- **Start/end:** December 2022 – November 2025
- **Call:** I3-2021-INV1
- **Topic:** I3-2021-INV1-MANU
- **EU Funding:** 9 M€
- **From TRL 5 to TRL 8-9**
- **Project Coordinator:** Marcello COLLEDANI (POLIMI)

DeremCo is an EU – **Interregional Innovation Investment (I3) Instrument** project under grant agreement **No 101084037**

**Cambio de paradigma de RECICLAR y ANALIZAR para qué sirve el material reciclado obtenido a DEFINIR los requerimientos de la PIEZA FINAL y DISEÑAR el MATERIAL RECICLADO para cumplirlos**

## Descripción y Objetivos



Con la participación de **30 socios** de Italia, Finlandia, Austria, España, Eslovenia, Bélgica y Portugal, el proyecto tiene como **objetivo crear una solución sistémica, transversal y eficiente para el reciclado de componentes complejos fabricados en material compuesto que permita obtener materiales reciclados de alta calidad para su posterior uso en nuevos productos de alto valor añadido**



## Metodología y Plan de Trabajo

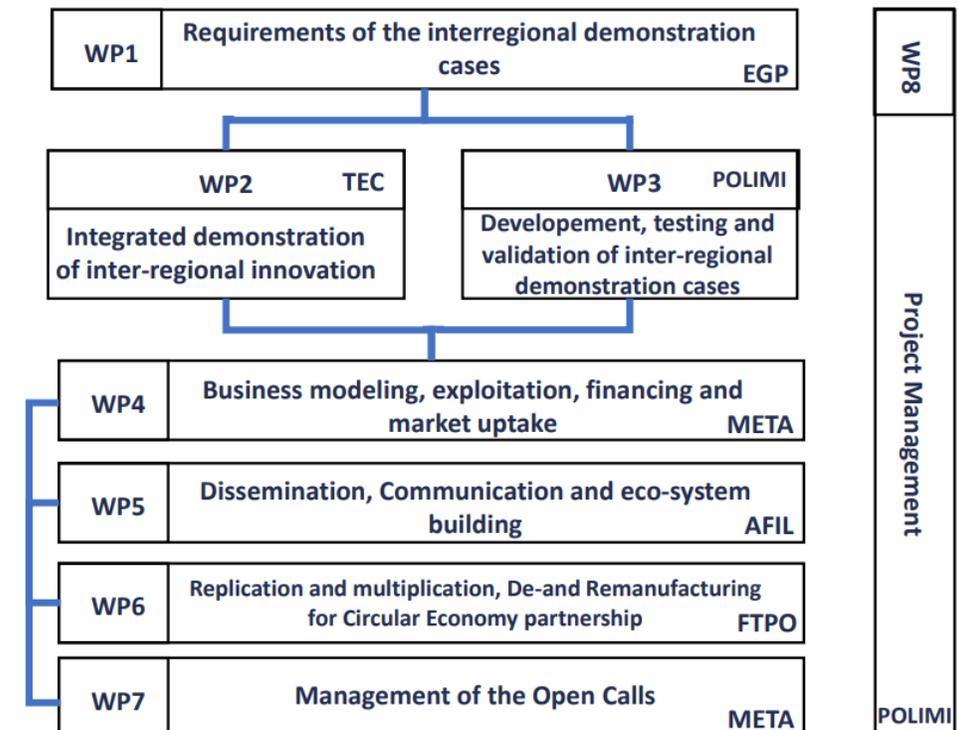
En el proyecto se contemplan **2 estrategias de reciclado** para estos componentes complejos en material compuesto:

- Reciclado Mecánico, coordinado por Politécnico de Milán (**S1**)
- Reciclado Térmico, coordinado por Tecnalia (**S2**)
- Fabricación de **14 demostradores** para diversos sectores (industria textil, construcción, decoración, automoción y aeronáutica)

Para conseguir este objetivo se trabaja en tres ejes:

1. **Optimización de los procesos de reciclado** mecánico (triturado en diferentes granulometrías) y térmico (obtención de fibra de vidrio y carbono limpias)
2. **Adecuación y reformulación del material reciclado.** Desarrollo de materiales intermedios (granzas, hilos, velos, tejidos no tejidos)
3. **Puesta a punto de los procesos de fabricación** de los demostradores definidos por el hecho de ser fabricados con material reciclado.

## Workplan:





## Descripción de Demostradores

### Pilot Strategy 1 (S1):

#### Composite granule de-manufacturing, hybrid reprocessing and re-use.

Input materials will be largely based on EoL wind turbine blades and treated through mechanical grinding, while reprocessing will be carried out with a hybrid textile/composite technology that may lead to a variety of products with technical specifications met with lower virgin fiber content (0-30%) and high recycled concentration (up to 90%).

All demo cases included in S1 are reported in Table 1:

ID	Type	Input (EoL materials)	Output sector / Product	End-User	Reprocessing technology	Reprocessing materials	Preliminary target (KPI)
1.1	Business to Business (B2B)	Wind turbines	Automotive, Lighting frames	NTS	BMC, Injection molding	Thermoset and recycled Glass Fiber (rGF)	20% recyclate
1.2	Business to Consumer (B2C)	Wind turbines	Creative products	OS/RIV	Various	Thermoset and rGF	>30% recyclate
1.3	B2B	Car body components	Packaging	WOOD/RD	Pulp molding	Recycled paper + recycled natural fibers	>10% composite recyclate
1.4	B2B	Wind turbines	Wind turbines	CARACOL	3D Printing	Thermoset and rGF	waste reduction >70% weight reduction >80%
1.5	B2B	Wind turbines	Fences	TECHNOL	Hot pressing	Thermoset and rGF	>60% composite recyclate
1.6	B2C	Wind turbines	Shell for motorhomes	VEPLAS	Vacuum Infusion	Thermoset and GF	>30% recyclate
1.7	B2B	Wind turbines	Mounting keys	OPS	Injection Molding	Thermoplastic and GF	>50% recyclate
1.8	B2B	Wind turbines	Structure parts	CAP	VARTM	Thermoset and GF	>40% recyclate
1.9	B2C	Wind turbines	Rails for Ski bindings	TURNAPLAST	Injection Molding	Thermoplastic and GF	>50% recyclate

### Pilot Strategy 2 (S2):

#### Long fiber and matrix de-manufacturing, textile reprocessing and re-use.

Input material will be mainly related to Glass Fiber Reinforced Plastics (GFRP) scraps and waste from wind energy sector. High efficiency pyrolysis will be used to obtain long fibers clean and with a minimal decrease of mechanical performances. Innovative re-sizing and textile reprocessing of the recovered carbon fibers will lead to a variety of textile products like continuous roving, fabrics, mats that will allow the realization and replication of circular demo cases (output market aerospace) and cross-sectorial cases for markets with a high demand of cheaper Carbon Fiber (CF) (as automotive).

All demo cases included in S2 are reported in Table 2:

ID	Type	Input (EoL materials)	Output sector / Product	End-User	Reprocessing technology	Reprocessing materials	Preliminary target (KPI)
2.1	B2B	Bathtubs	Automotive (pump bracket)	OPS	Injection molding	Thermoplastic and rGF	30% recyclate
2.2	B2B	Wind turbines	Tail Plane Tip	IDEC	Injection molding	Thermoset and recycled Carbon Fiber (rCF)	5-25% rCF
2.3	B2C / B2B	Wind turbines	Textile, technical yarns and fabrics	COT	Hybrid yarn spinning and weaving	rGF and rCF fibers, textile recycled polymers	3 products by mixed rCF/rGFd yarns
2.4	B2B	Aeronautic / wind turbines	Automotive components	BIRZIPLASTIC	Injection molding	Thermoplastic and GF/CF	Fiber content 20%
2.5	B2C	Wind turbines	Construction	RIVIERASCA	Rolling	rGF Mat	Fiber content 40%



ACTIVITY	YEAR 1				YEAR 2				YEAR 3			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
Task 1.1 - Detailed assessment of in-use fiber-reinforced plastics volumes, locations and compositions in Europe and of the existing technical and nontechnical boundaries.												
Task 1.2 - Formalization of the innovative circular value-chains and their business cases.												
Task 1.3 - Industrial requirements and target KPIs for the demonstrators and the related new products.												
Task 1.4 - Technical specifications for the process chains in the value-chains.												
Task 1.5 - Generalization to future industrial scenarios.												
Task 2.1 - Highly adaptable demand-driven demanufacturing processes.												
Task 2.2 - Re-usable material development and preparation.												
Task 2.3 - Technical development of reprocessing for material re-use.												
Task 2.4 - Technical development and enhancement of the DeremCo Digital Platform.												
Task 2.5 - Integrated development of interregional dem. and val. for Strategy 1.												
Task 2.6 - Integrated development of interregional dem. and val. for Strategy 2.												
Task 3.1 - Industrial dem. and protot. of inter-regional dem. cases - Strategy 1.												
Task 3.2 - Industrial dem. and protot. of inter-regional dem. cases - Strategy 2.												
Task 3.3 - Measurement and overall assessment of demo-case KPIs.												
Task 3.4 - Upscale of the DeremCo Digital Platform.												
Task 3.5 - Change management.												
Task 3.6 - Training and industrial skill development.												
Task 4.1 - Setting-up, activating and routing the exploitation processes.												
Task 4.2 - Market analysis, business models and value-chain structure for the solutions to be adopted and piloted.												
Task 4.3 - IP management and licensing agreements set-up.												
Task 4.4 - Finalizing the business plans and the exploitation roadmap for each KER.												
Task 4.5 - Support to standardization and legislation.												
Task 5.1 - Public awareness, communication and dissemination plan design, implementation and monitoring.												
Task 5.2 - Synergies with EU projects, clusters, and the CCRI.												
Task 5.3 - Quantitative analysis of the socio-economic impacts in the eco-system.												
Task 5.4 - Regional governing model and monitoring system.												
Task 6.1 - Definition of a systematic replication and multiplication mechanism by inter-regional partnerships.												
Task 6.2 - PPP structure and governance definition.												
Task 6.3 - Financial mechanisms for replication and multiplication.												
Task 6.4 - Expanding the footprint of the DeremCo towards less-developed regions.												
Task 7.1 - Capacity building program and eco-system activation.												
Task 7.2 - Detailed design and planning of the open calls.												
Task 7.3 - Management of the open-calls.												
Task 7.4 - Impact monitoring and assessment.												
Task 8.1 - Governance structure, communication flow and methods.												
Task 8.2 - Overall coordination.												
Task 8.3 - Risk management.												

## Situación Actual

### WP1:

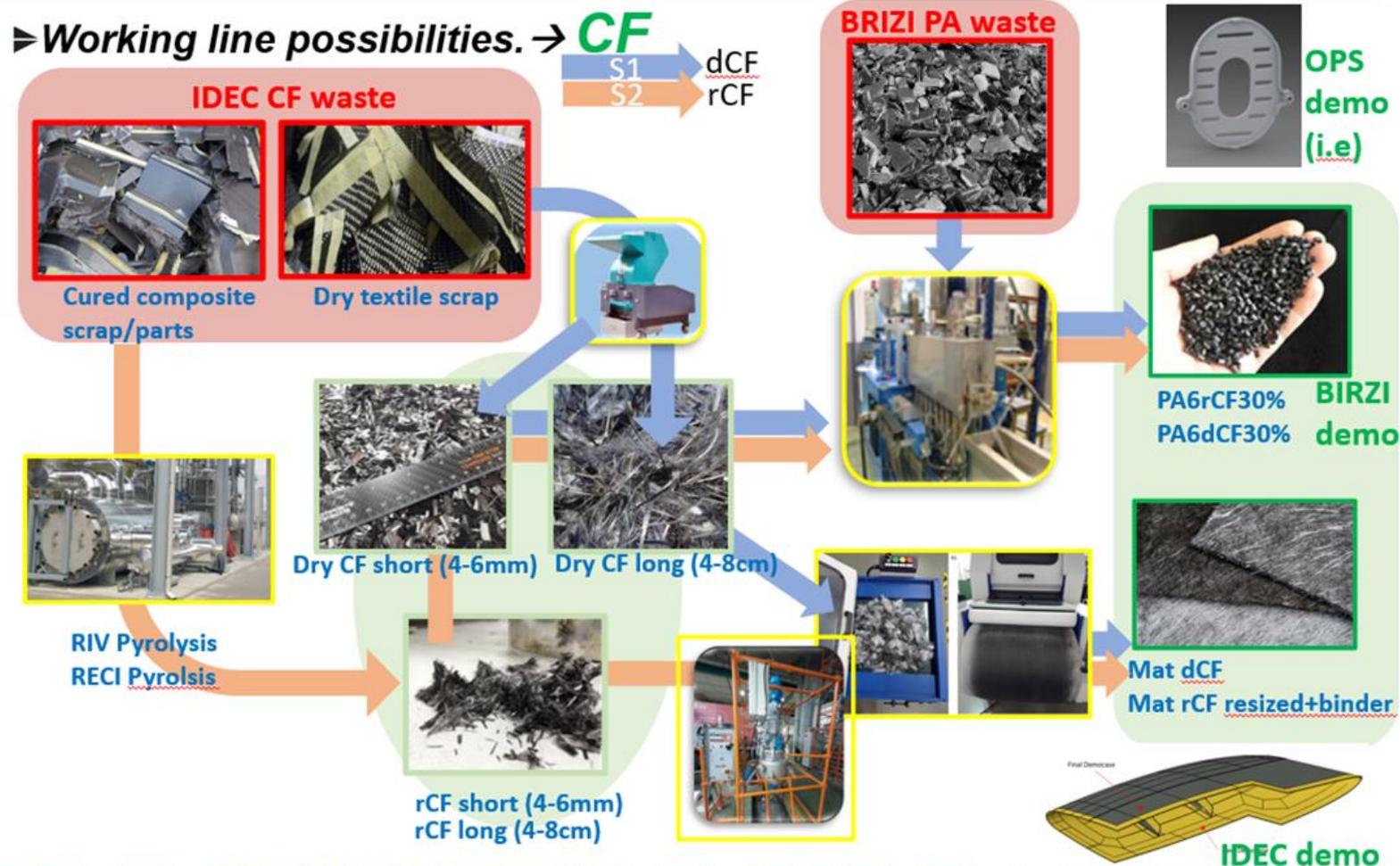
- Definición de los KPIs técnicos, económicos y ambientales de cada demostrador.
- Definición de las cadenas de valor para cada demostrador (fuente de residuo, proceso de reciclado, necesidad o no de procesos intermedios, cantidad de material, sinergias ente regiones, definición de escenarios futuros)

### WP2:

- Optimización de los procesos de reciclado mecánico y térmico.
- S1: Mecánico (POLIMI):**
  - Estudios de granulometría para reutilización directa.
  - Formulación (via compounding) con matrices termoplásticas, aditivos, compatibilizantes, etc... y obtención de granzas para inyección y fabricación aditiva. Formulación resinas vía líquida (termoestables).
  - Puesta a punto de los procesos de inyección y fabricación aditiva (termoplásticos) y moldeo manual y compresión (termoestables)
- S2: Térmico (TECNALIA):**
  - Obtención por pirolisis de fibra de vidrio y carbono limpias.
  - Reacondicionamiento de las fibras recicladas para su combinación con matrices termoplásticas (re-sizing)
  - Formulación (via compounding) con matrices termoplásticas, aditivos, compatibilizantes, etc... y obtención de granzas para inyección y fabricación aditiva. Formulación resinas vía líquida (termoestables)
  - Fabricación de mats, hilos y tejidos de fibras recicladas para procesos de infusión y RTM con matrices termoestables.
  - Puesta a punto de los procesos de inyección termoplástica y RTM termoestable.
- Diseño e implementación de una plataforma digital para asegurar la trazabilidad y flujo de materiales.

WP5, WP7 y WP8. WP3 y WP4 (comenzados recientemente)

**DEREMCO: Spanish Node use-cases**



 V CICLO DE  
**ECONOMÍA CIRCULAR**  
**EL SECTOR INDUSTRIAL HACIA LA CIRCULARIDAD**

Dra. Cristina Elizetxea (Tecnalia)  
[cristina.elizetxea@tecnalia.com](mailto:cristina.elizetxea@tecnalia.com)