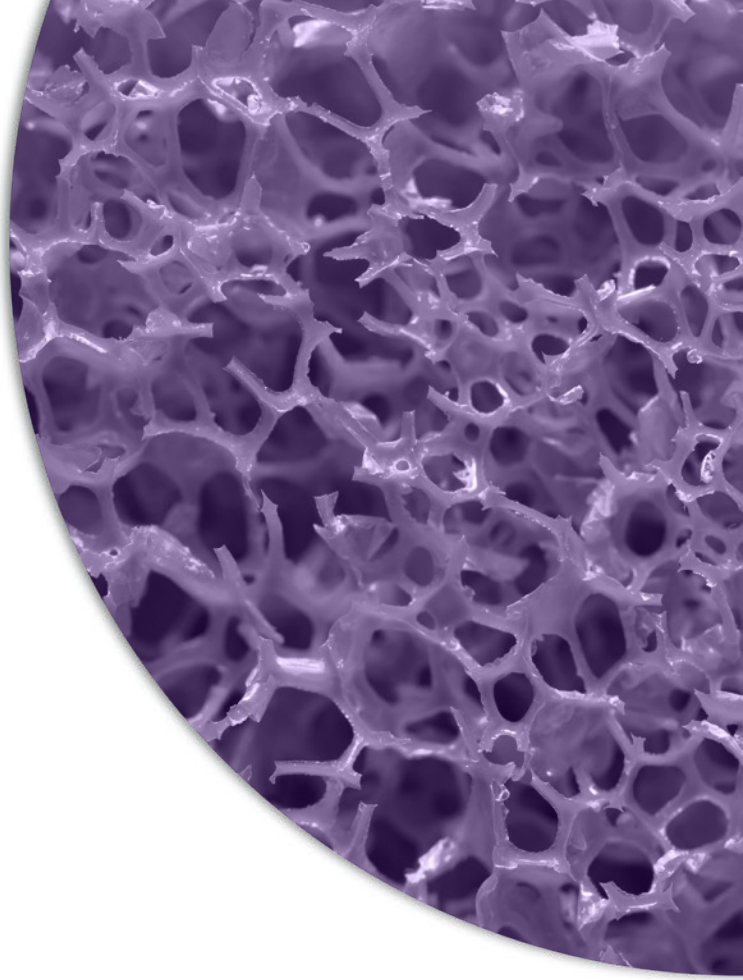
Webminar Circular CETIM

# Cómo la Economía Circular puede posicionarte en tu sector

Technological Centre

# Economía Circular en el sector plástico

Dr. Marcos Sánchez, IP en Polímeros y Coatings



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE ECONOMÍA, EMPREGO E INDUSTRIA

# Economía Circular en el sector plástico

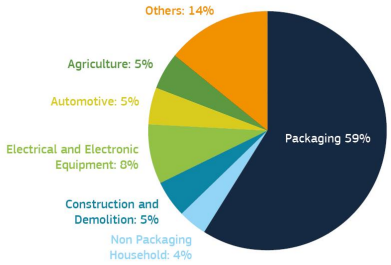
**Producción mundial de plásticos[1]: 322 millones t** (2015; x 20 la producción del 1960; **se espera el doble en el 2025**)

**Residuos plásticos en Europa / año**: **25,8 millones t**.

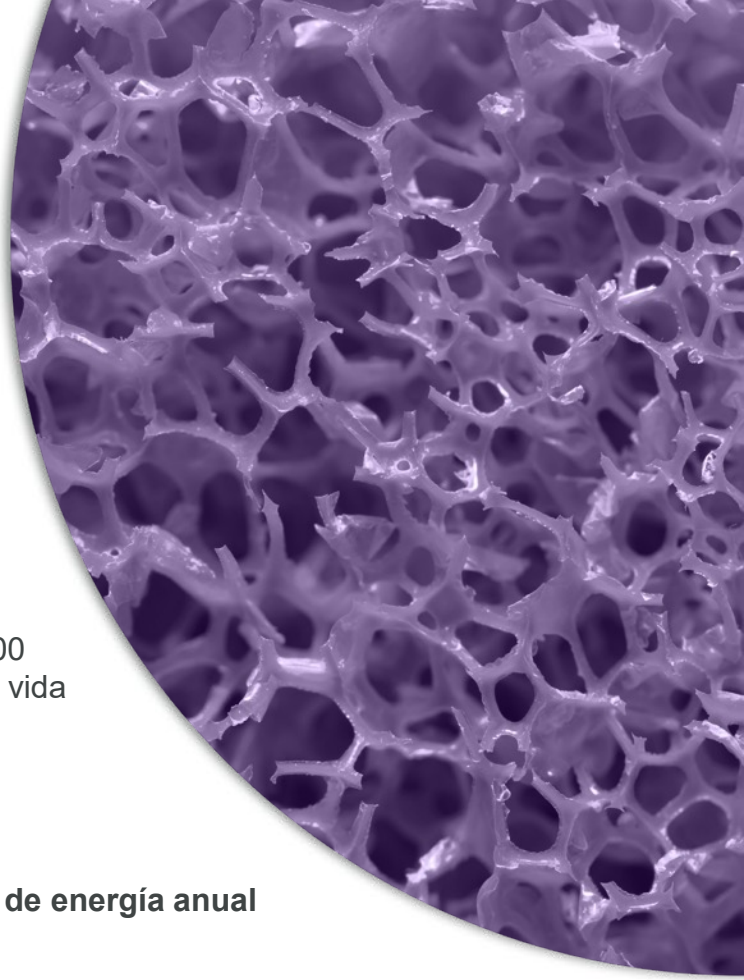
**Vertido e incineración: 31% y 39%,** respectivamente.

Su producción e incineración generan a nivel mundial aproximadamente **400 millones de toneladas de $CO_2$ al año**.

**EU PLASTIC WASTE GENERATION** IN 2015




Source: Eunomia (2017)



Se estima que el **95% del valor del material plástico** (entre 70.000 y 105.000 millones € anuales) **se pierde** para la economía al finalizar su primer ciclo de vida corto.

**Menos del 30 % se recoge para reciclaje.**

**Demanda de plásticos reciclados: solo el 6%** del plástico utilizado.

El **reciclaje de todos los desechos plásticos globales** equivale un **ahorro de energía anual** de **3.500 millones de barriles de petróleo por año**.

[1] European Strategy for Plastics in Circular Economy

# Economía Circular en el sector plástico

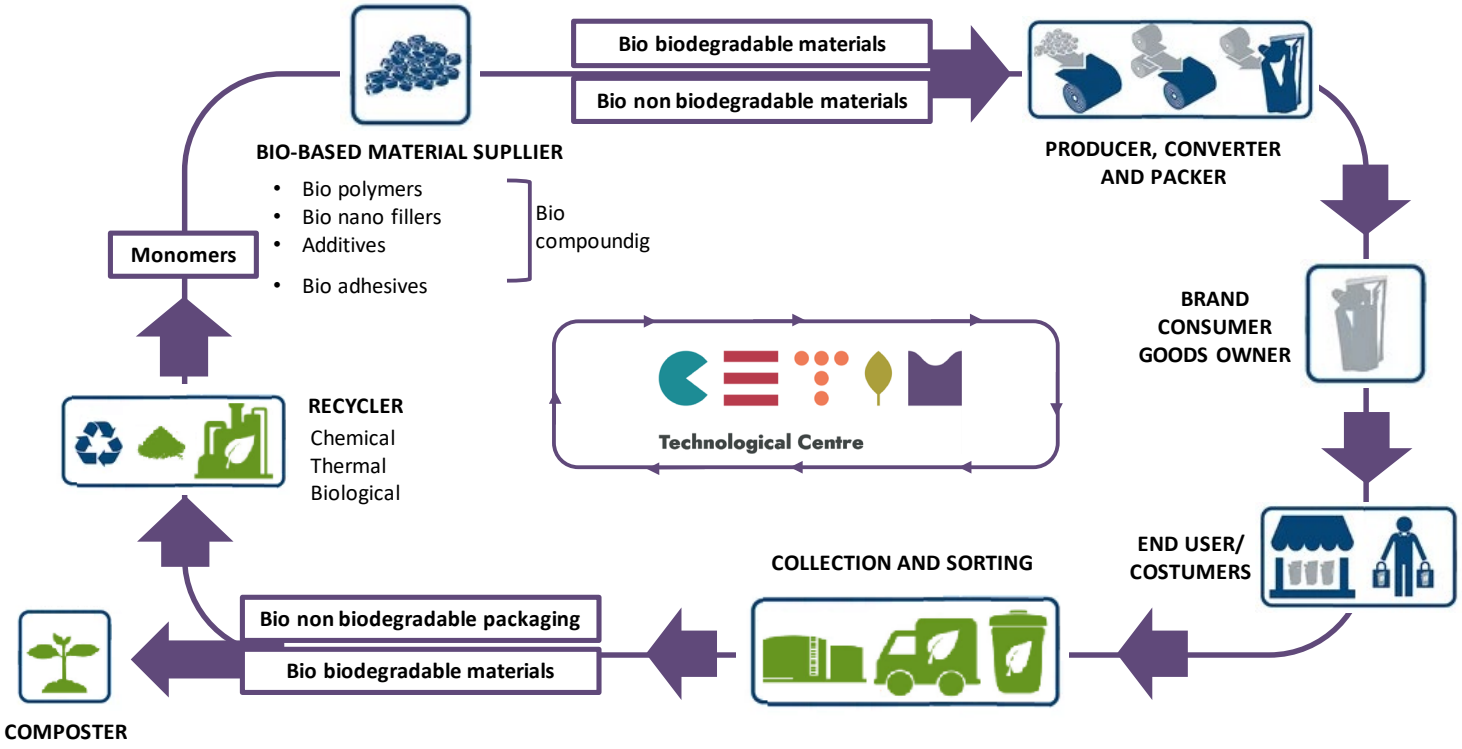
**Green Deal (Pacto verde europeo):** impulsar un uso eficiente de los recursos mediante el paso a una economía limpia y circular y restaurar la biodiversidad y reducir la contaminación, en sectores estratégicos de la economía, como es el sector del plástico.

## CONVERTIR LOS DESAFÍOS EN OPORTUNIDADES: UNA VISIÓN PARA UNA ECONOMÍA CIRCULAR DEL PLÁSTICO

- Eficiencia de recursos
- Sostenibilidad
- Cero plásticos en el vertedero
- Recogida, pre-tramiento y clasificación de residuos
- Reciclaje y recuperación de energía

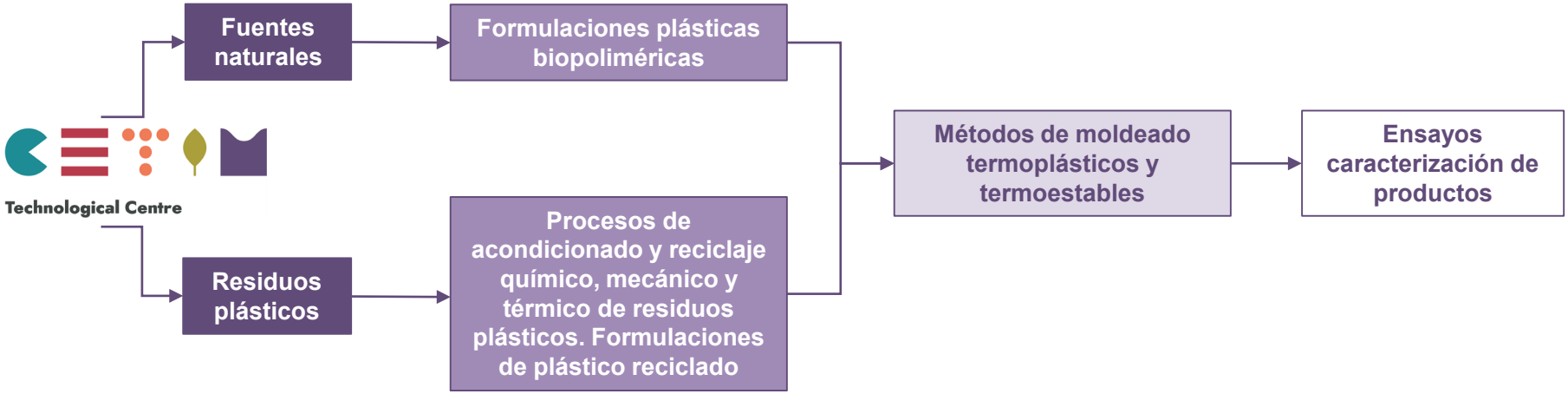
La **Comisión Europea** ha lanzado una **campaña de compromisos** en toda la UE para garantizar que, **para 2025**, **diez millones de toneladas de plásticos reciclados lleguen a nuevos productos** en el mercado de la UE (**40 % del residuo generado**).

# Economía Circular en el sector plástico



# Economía Circular en el sector plástico

## Cetim en la cadena de valor del sector plástico



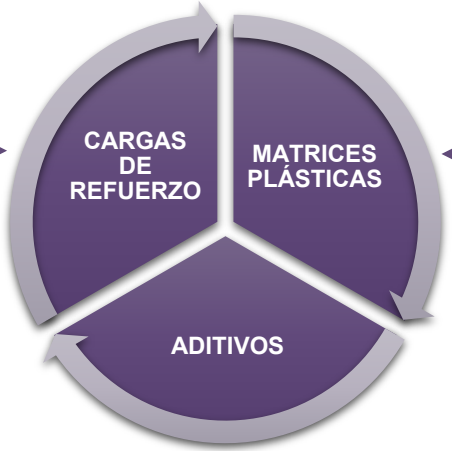
# Economía Circular en el sector plástico

## Formulaciones plásticas a partir de fuentes naturales

Biomasa

Nano celulosa

Micro lignina




**Matrices termoplásticas**

Lignina, PHA/PHB, PLA, TPU ..

**Matrices termoestables**

PU, epoxi, poliéster, acrílicos ..

Residuos orgánicos

Biomasa → Lignina

Aceites

Plantas

Biomasa

Residuos podas

Aceites

**Retardantes llama, antioxidantes, estabilizadores a la luz, antimicrobianos, enmascadores de olor/aromas, agentes de curado ..**

XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE ECONOMÍA, EMPREGO E INDUSTRIA

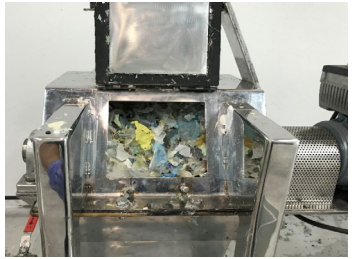
# Economía Circular en el sector plástico

## Reciclaje de residuos plásticos. Procesos de acondicionado

**Residuo termoplástico**

**Residuo termoestable**

Agente lavado



Procesos de lavado y secado

Tratamiento de aguas
Estudio de reutilización en plantas reciclaje

Tratamiento de lodos
Estudio de revalorización

Procesos de molienda

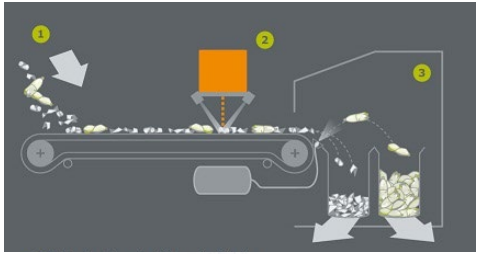
**Residuos acondicionados**

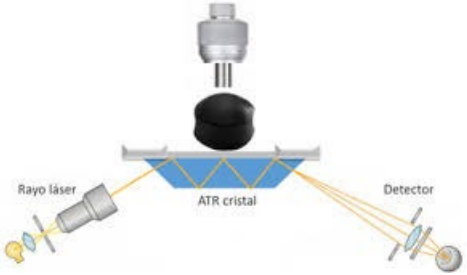
UNIÓN EUROPEA
gain
XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE ECONOMÍA, EMPREGO E INDUSTRIA

# Economía Circular en el sector plástico

## Reciclaje de residuos plásticos. Reciclaje mecánico

Residuo plástico lavado y molturado




Procesos de separación óptica

Extrusión y peletización
Optimización de parámetros

Granza de plástico reciclado

# Economía Circular en el sector plástico

## Reciclaje de productos plásticos. Reciclaje químico.

**Residuos**

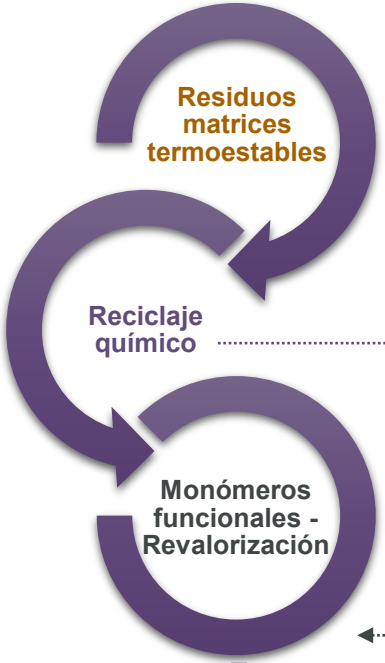
**Poliuretano**

**Resinas epoxi**

**Resinas acrílicas**

**Poliéster**

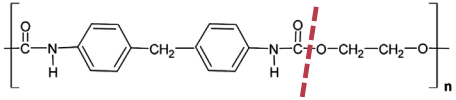
Procesos de molienda y acondicionamiento previos




Moldeado

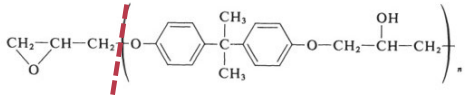
*Procesos químicos de fractura → obtención monómeros*

- **Poliuretano → Glicerólisis**



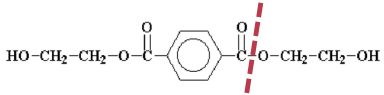
- **Epoxi**
- **Acrílicas**

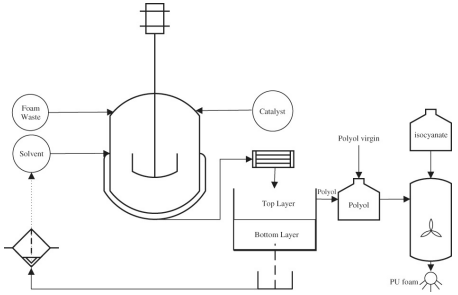
**→ Pirólisis / Solvólisis**



- **Poliéster**

**→ Solvólisis catalítica / glicólisis**





XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE ECONOMÍA, EMPREGO E INDUSTRIA

# Economía Circular en el sector plástico

## Procesos moldeado formulaciones plásticas

**Matrices termoplásticas**

Lignina, PHA/PHB, PLA, TPU ..

**Optimización compounding polimérico**

**Matrices termoestables**

PU, epoxi, poliéster, acrílicos ..

**Optimización componentes de formulación termoestable**

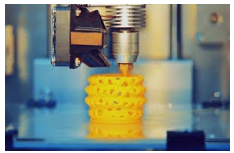
**MÉTODOS DE MOLDEADO. OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS DE PROCESO**

**Extrusión film**

**Inyección**

**Fabricación aditiva**

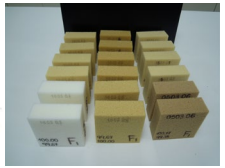
....



**Espumado en molde**

**Infusión**

....

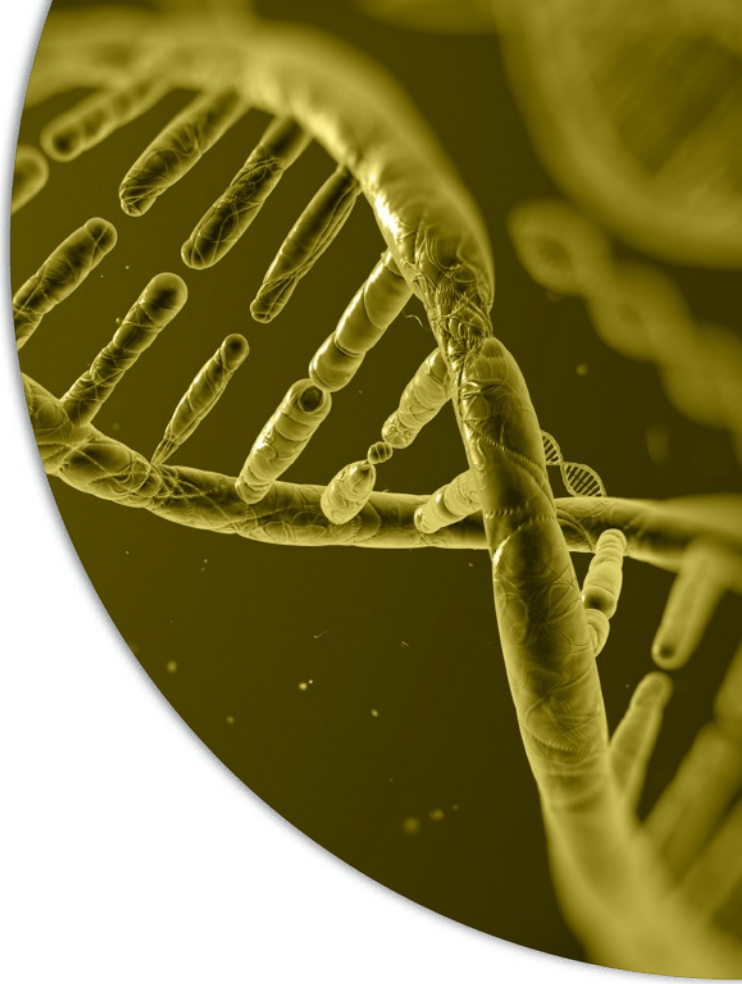


# Economía Circular en el sector plástico

| CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA POLÍMEROS | INFRAESTRUCTURA |
|---|---|
| **Resistencia a tracción y flexión** | Máquina universal de ensayos |
| **Resistencia al impacto** | Péndulo Charpy |
| **Resistencia al envejecimiento** | Cámaras climáticas |
| **Índice de fluidez** | Medidor índice de fluidez |
| **Contenido volátiles (COVs)** | HS-CG/FID |
| **Composición** | FTIR-ATR |
| **Propiedades térmicas** | DSC, TGA, HDT y VICAT |
| **Contenido en metales** | MAE-ICP-MS |
| **Propiedades reológicas** | Reómetro |
| **Peso molecular** | Cromatógrafo de líquidos de alta resolución – GPC |
| **Morfología** | Microscopio electrónico de barrido (SEM) |

# Bioprocesos para economía circular en agroalimentación, minería y de gestión de residuos.

Dr. Julio Fierro, IP en Biorefinerías y nuevas cadenas de valor
Dra. Maite Ruiz, IP en Tecnologías bio-basadas emergentes.



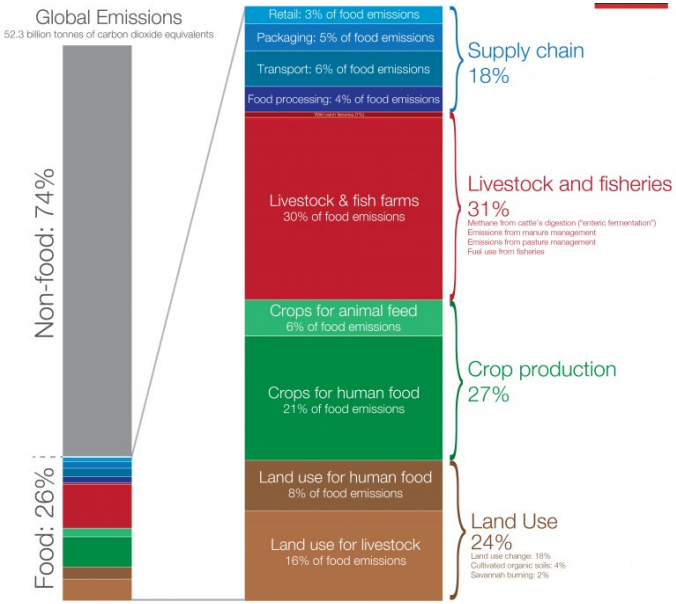
XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE ECONOMÍA, EMPREGO E INDUSTRIA

# Bioprocesos para Economía Circular

**European Green Deal:** Plan de acción de la UE para impulsar un **uso eficiente de los recursos** mediante el paso a una economía limpia y circular y reducir la contaminación, en **sectores estratégicos** de la economía, como es el **agroalimentario: Estrategia Farm-to-fork.**

Agricultura y ganadería son responsables del 10,3 % de las emisiones de gases de efecto invernadero de la UE, siendo mayoritariamente originadas por el sector ganadero (≈ 70%).

Si incorporamos toda la cadena de transformación (transporte, transformación, distribución al consumidor…) el **sector alimentario** supone el **26%** de las emisiones globales de $CO_2$




**Estrategia Española de Economía Circular**

- ▼ 30% el consumo nacional de materiales
- ▼ Reducir en 15% generación de residuos
- ▼ Residuos de alimentos (50% hogar-minorista | 20% cadena de producción)

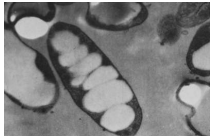
**Bioprocesos** como **tecnología clave** para para alcanzar estos objetivos

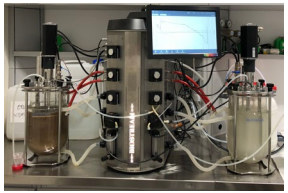
# Bioprocesos para Economía Circular

## **Biorrefinerías y nuevas cadenas de valor** en el sector agroalimentario y de residuos

**Procesos biológicos de aprovechamiento de residuos**

- **Obtención de biopolímeros** por vía biológica (PHAs) y desarrollo de aplicaciones para dichos polímeros (sector plástico, encapsulados, adsorbentes, etc.).
- Valorización de residuos orgánicos para **fines energéticos, transporte o aplicaciones industriales**: biogás, bio-$CH_4$ (*upgrading*), $H_2$.
- **Obtención de *"building blocks"*** para diferentes aplicaciones (alcoholes, AGVs, biosurfactantes, etc.)





**Sector agrícola y ganadero**
(Subproductos de cultivos, destríos, purines, estiércoles…)

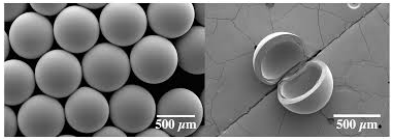
**Sector alimentario**
(S.lácteo, conservero, productores 4/5 gama…)

**Gestores de residuos**
(Residuos no peligrosos, RSU, EDARs…)

# Bioprocesos para Economía Circular

## **Biorrefinerías y nuevas cadenas de valor** en el sector agroalimentario y de residuos

- **Extracción y purificación de compuestos** con alto valor añadido de corrientes residuales (compuestos fenólicos, antioxidantes, bioactivos…)
- Desarrollo de **nuevas aplicaciones vinculadas a los sectores de obtención** (fungicidas, biocidas, aditivos alimentación, cosmética…)
- **Encapsulado de sustancias activas** para su protección o liberación controlada (progresiva, según pH, temperatura…)



GREEN CHEMISTRY

**Sector agrícola**

(Subproductos de cultivos, destríos…)

**Sector alimentario**

(Vitivinícola, hortícola, etc.)

**Sector cosmético, farmacéutico**

(Incorporación de ingredientes activos.)

# Bioprocesos para Economía Circular

## **Biorrefinerías y nuevas cadenas de valor** en el sector agroalimentario y de residuos

- **Recuperación de nutrientes** (materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio..) a partir de **fuentes secundarias** (residuos y subproductos de diferentes sectores)
- Obtención de **biofertilizantes**, productos **fitoestimulantes** mediante procesos de fermentación e hidrólisis.
- **Formulación de productos fertilizantes** y **tecnosuelos**, para la **regeneración de suelos degradados** (actividad industrial, extractiva, zonas afectadas por incendios, etc.)

**Sector agrícola y ganadero**

Fuentes de nutrientes (purines, estiércoles…) y aplicadores de fertilizantes

**Minería, Administración Pública…**

Restauración de zonas degradadas

**Gestores de residuos**

(Residuos no peligrosos, RSU, EDARs…)

# Bioprocesos para Economía Circular

## **Tecnologías Biobasadas** en el sector agroalimentario, minero y de residuos

**Procesos de catálisis enzimática aplicados a:**

- **Pretratamiento de biomasa** para facilitar los procesos de extracción o valorización. Procesos de deslignificación, despolimerización, destintado y desencolado enzimáticos.
- **Procesos de recuperación de compuestos de alto valor añadido** como azúcares, ácidos grasos, proteínas, péptidos bioactivos, aminoácidos, antioxidantes, etc.

**Sector papelero y textil**
Tratamientos de pasta de papel y de tejidos

**Sector alimentario**
Incorporación de bioproductos y valorización de subproductos

**Sector primario**
(Descartes pesqueros y de acuicultura, conservero, productores…)

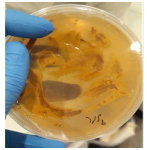
**Cosmética y Nutracéutica**
Incorporación de productos bioactivos

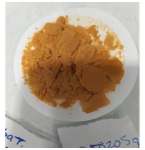
# Bioprocesos para Economía Circular

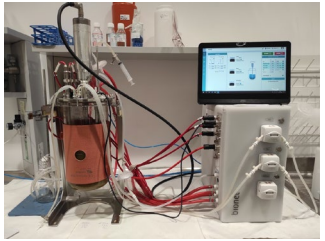
## **Tecnologías Biobasadas** en el sector agroalimentario, minero y de residuos

**Procesos biológicos mediados por bacterias, hongos, levaduras, microalgas:**

- **Obtención de bioproductos:** Productos químicos (ej.: ácidos orgánicos), enzimas (ej.: celulasas, amilasas, etc.), biosurfactantes, PUFAs, …
- **Obtención de proteína unicelular** empleando corrientes ricas en C y N
- **Biorrecuperación de CRM y otros metales valiosos** a partir de subproductos mineros, residuos electrónicos, etc.
- **Biorremediación** para disolución y recuperación de metales pesados, biodegradación de compuestos tóxicos, procesos de biorreducción.







**Sector alimentario**
Obtención de bioproductos. Incorporación en matrices alimentarias.

**Sector químico y detergencia**
Aplicación de bioproductos

**Sector minero**
Recuperación de CRM y metales. Biorremediación

**Gestor de Residuos**
Recuperación de CRM y metales. Biorremediación

# Bioprocesos para Economía Circular

## Infraestructuras de CETIM

- Laboratorio de Microbiología
- Cámara de cultivo
- Reactores a escala laboratorio y piloto
- Liofilizador
- Spray dryer
- Homogeneizadores a alta presión

# Economía Circular en el sector del agua

Isaac Fernández Rodríguez, PhD, IP en Tecnologías de Tratamiento de Aguas y Aire

XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE ECONOMÍA, EMPREGO E INDUSTRIA

# Economía Circular en el sector del agua

## Estrategia en Economía Circular del Agua

- **Retos globales** como el cambio climático, el crecimiento económico y demográfico, los cambios en el diseño de las ciudades y otros, están **impulsando un continuo crecimiento en el consumo de agua dulce y la producción de aguas residuales**

- El Nuevo **Plan de Acción para la Economía Circular de la Comisión Europea** (COM(2020) 98 final) y la **Estrategia Española de Economía Circular, *España Circular 2030*,** tienen el **agua** como uno de sus ejes prioritarios

- La EEEC propone impulsar las políticas de gestión sostenible del agua fomentando su aprovechamiento y **reutilización** con el objetivo de cerrar el círculo y conseguir una gestión eficiente del agua (**10% de mejora en eficiencia en 2030**)

- Ambos documentos también proponen la **recuperación de materiales** a partir de las aguas residuales, con especial foco en la recuperación de nutrientes

# Economía Circular en el sector del agua

## Gestión circular del agua

Claves para una gestión integral y circular del agua:

- Optimización y modificación de los procesos para la **reducción de consumo de agua**
- Implementación de la **reutilización de aguas** tanto urbanas como industriales (reciclado de corrientes de proceso y reutilización de aguas depuradas), lo que permite **reducir consumos de agua y costes de gestión de vertido (vertido cero)**
- Explotar la energía presente en las corrientes de agua, para avanzar hacia la **gestión neutra en C**, **reduciendo así el consumo neto de energía** de los tratamientos
- **Extraer y explotar el valor presente en el agua** y los lodos de depuradora en forma de **nutrientes** y otros **compuestos y sustancias de valor añadido** (especialmente **materias primas críticas**)
- Aprovechar sinergias con la **interconexión entre la gestión circular del agua y otros sectores** como agricultura, energía o construcción

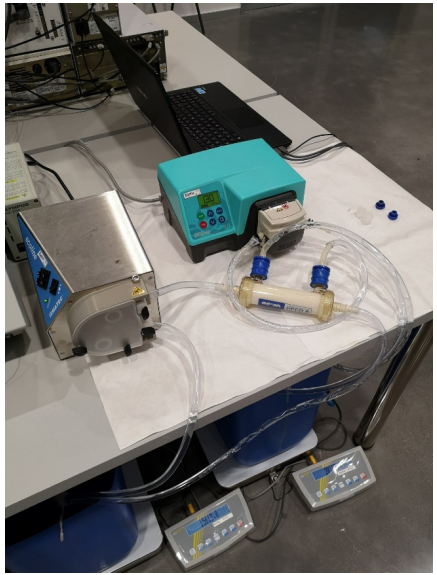
**CETIM cuenta con amplia experiencia, equipamiento y know-how para dar soporte en todos estos aspectos.**

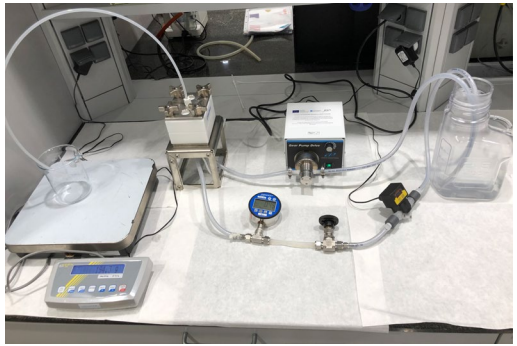
# Economía Circular en el sector del agua

## Regeneración de aguas para su reutilización

I+D a **escala laboratorio y piloto** de **tratamientos para regeneración de agua**:

- **Tratamientos biológicos** aerobios, anaerobios y anóxicos. Identificación, enriquecimiento y bioaumentación en microorganismos específicos para biodegradación.
  - ➢ Biorreactores automatizados y con sistema de control y monitorización; laboratorio de microbiología completamente equipado…
- Filtración por **membranas** (nanofiltración NF, ósmosis directa OD, ósmosis inversa OI, destilación por membranas…):
  - ✓ **Sistemas de doble barrera** con una primera etapa de OD y una segunda barrera de NF, OI o DM, capaces de obtener una calidad del agua regenerada muy elevada y a la medida de las necesidades.
  - ➢ Equipo para pruebas de filtración a presión y membranas de UF, MF, NF…; montaje y membranas para pruebas de OD, incluyendo membranas biomiméticas…



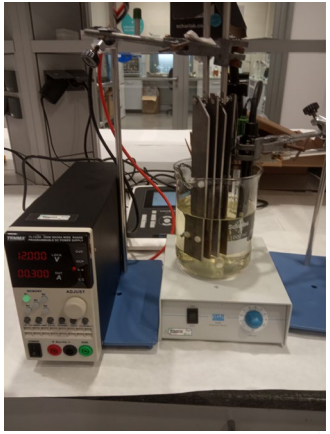


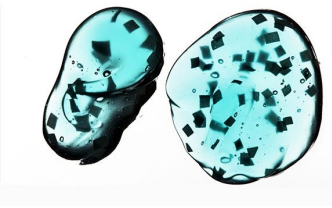
# Economía Circular en el sector del agua

## Regeneración de aguas para su reutilización

I+D a **escala laboratorio y piloto** de **tratamientos para regeneración de agua**:

- Procesos para eliminación de compuestos tóxicos o recalcitrantes: oxidación avanzada
  - ✓ Sistemas de **fotocatálisis** (UV-LED, solar…) para eliminación conjunta de contaminantes emergentes y patógenos.
- Procesos electroquímicos y bioelectroquímicos:
  - ✓ Combinación de etapas de **electrooxidación, electrocoagulación, electrodiálisis…** para la regeneración y, simultáneamente, la **separación de compuestos de valor.**
  - ➢ Potenciostato, distintos tipos de celdas electroquímicas y electrodos, fuente de corriente, membranas selectivas…
- **SUDS y humedales** para reutilización de aguas de escorrentía, aguas grises…
- Soporte analítico completo, incluyendo tecnologías de detección para todo tipo de **contaminantes emergentes**, **microplásticos**, …



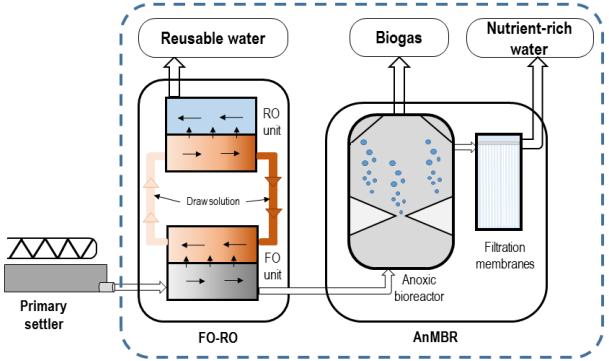


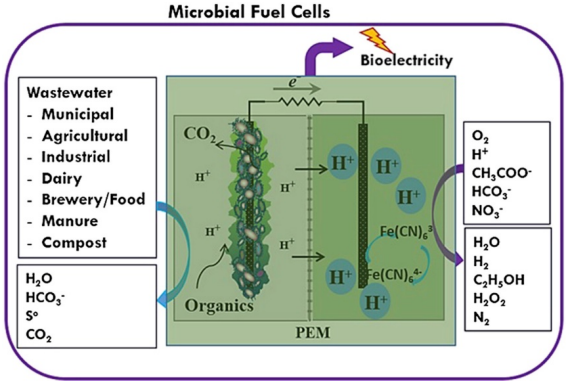
# Economía Circular en el sector del agua

## Extracción de energía del agua

I+D a **escala laboratorio y piloto** de **tratamientos para recuperación de energía a partir de corrientes de agua residual**:

- **Preconcentración de aguas residuales por Ósmosis Directa para posterior tratamiento anaerobio**. Se optimiza la concentración de C biodegradable en el alimento al reactor anaerobio, maximizando la producción de biogás. Al mismo tiempo, es posible producir una corriente de agua para reutilización.
- **Pilas microbianas para producción directa de energía eléctrica** a partir del carbono biodegradable en el agua.
- **Digestión y codigestión anaerobia**: optimización, automatización, aditivos, reducción de inhibidores, bioaumentación…



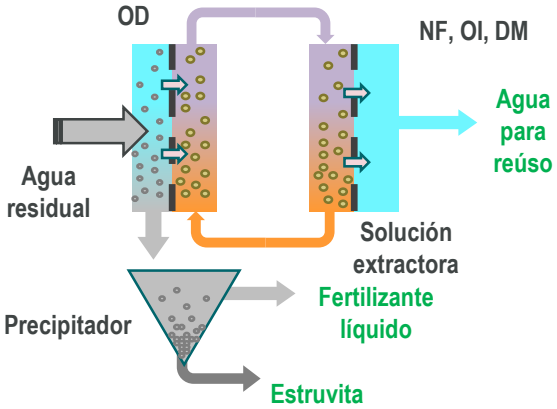



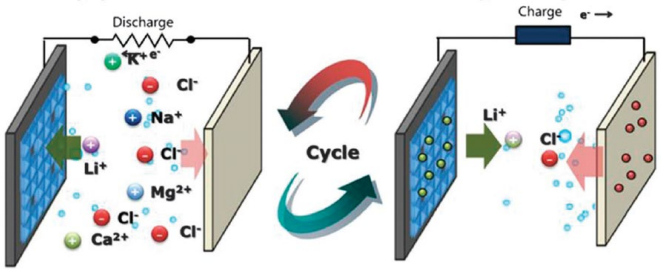
# Economía Circular en el sector del agua

## Extracción de compuestos de valor del agua

I+D a **escala laboratorio y piloto** de **tecnologías para recuperación de compuestos de valor**:

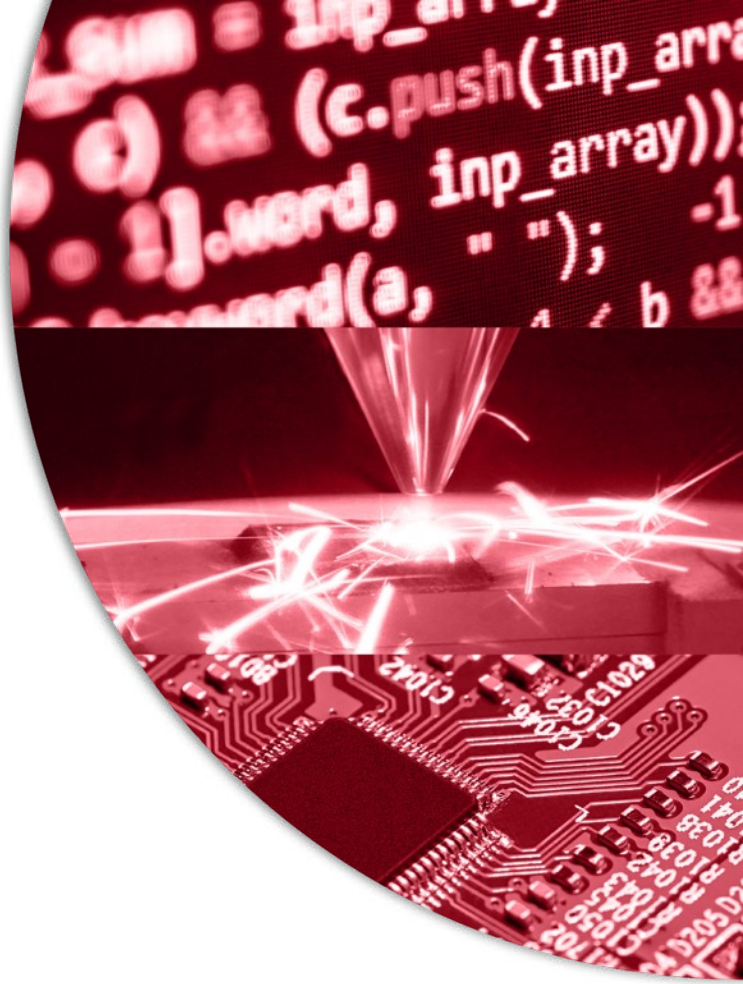
- **Preconcentración por Ósmosis Directa u otras técnicas de membrana para posterior recuperación más eficiente de nutrientes o CRM** de la corriente
- **Separación selectiva de nutrientes** (N, P) por **adsorción, precipitación (estruvita), contactores de membrana…**
- **Separación selectiva de metales**, incluyendo **CRM** (Li, Mg,…), por **técnicas electroquímicas y de membranas**: electrodiálisis, electrodeposición, electrodos selectivos…
- **Bioproductos** de interés a partir de las corrientes de agua residual: biopolímeros, cultivo de microalgas…
- **Valorización de las corrientes secundarias** producidas en procesos de regeneración de agua (ej. rechazo, lodos,…)



# Digital Twins y Blockchain: tecnologías TIC disruptivas para la Economía Circular

Jose Saez, Responsable de Industria Digital



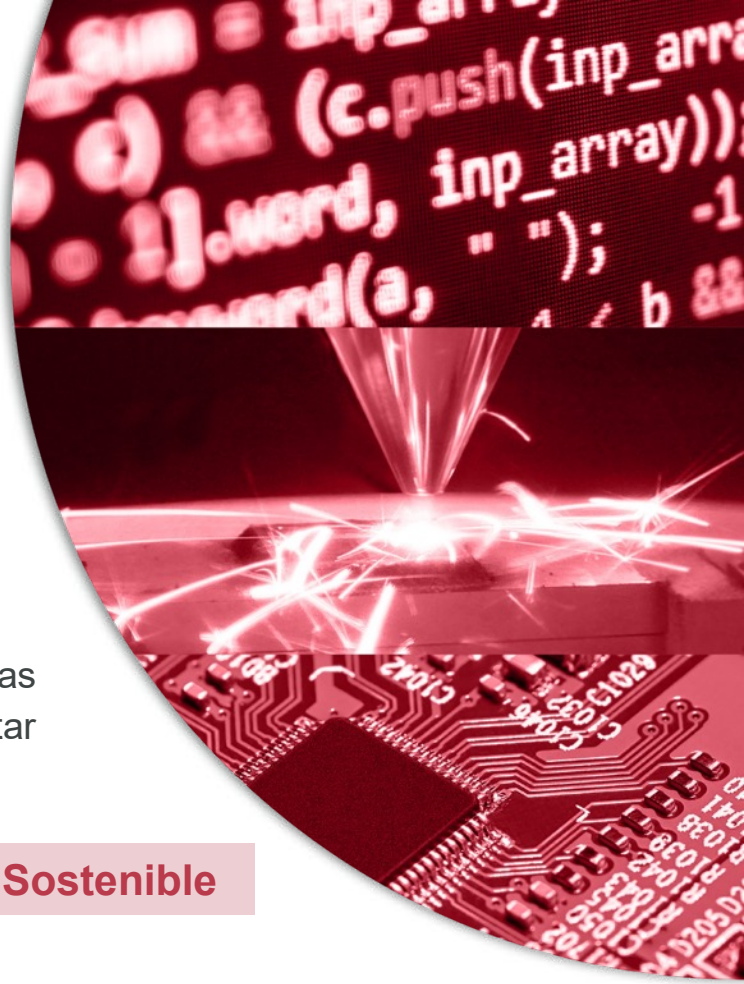
XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE ECONOMÍA, EMPREGO E INDUSTRIA

# Digital Twins y Blockchain

La implantación de la Economía Circular generará nuevas necesidades tecnológicas:

- Sistemas avanzados de recolección, identificación y clasificación de materiales
- Tecnologías de producción y procesado de materiales eficientes y adaptadas al diseño circular
- Plataformas interactivas para gestión de la información

Los **Gemelos Digitales** y las redes **Blockchain** son tecnologías transversales, vinculadas a la Industria 4.0, que pueden aportar soluciones concretas para estas nuevas necesidades.

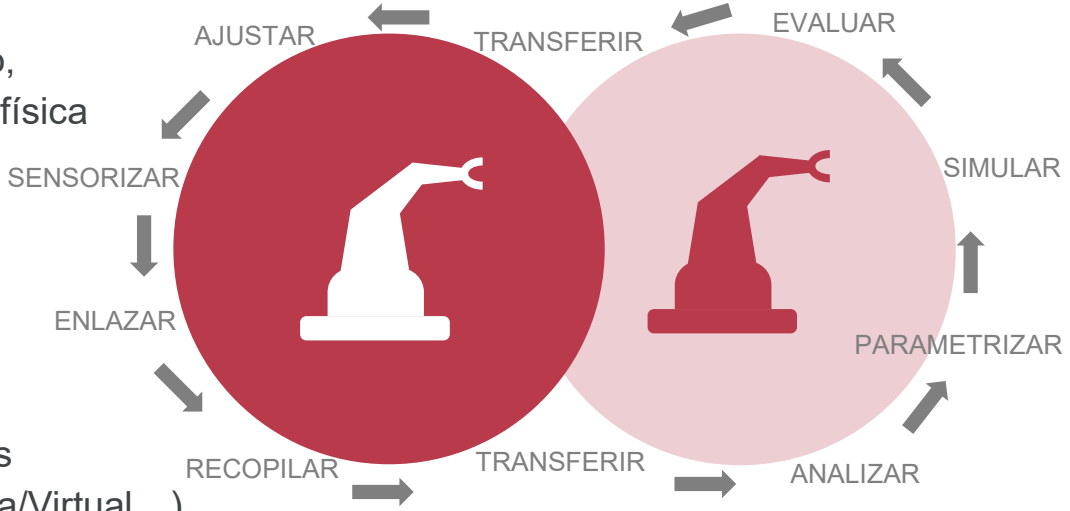


**Industria 4.0 + Economía Circular = Digitalización Sostenible**

# Digital Twins y Blockchain

Un Gemelo Digital es una **representación virtual** y fidedigna de un activo físico que, mediante la incorporación de **datos en tiempo real** procedentes de distintas fuentes (sensores, bases de datos, etc) permite **digitalizarlo** y replicar su funcionamiento.

- Monitorización en tiempo real del proceso, referenciando los datos con su ubicación física
- Digitalización e integración de los datos en un único modelo.
- Realizar simulaciones del activo en un entorno libre de riesgo
- Integrar los modelos con otras tecnologías (Inteligencia Artificial, Realidad Aumentada/Virtual…)



# Digital Twins y Blockchain

Los Gemelos Digitales pueden contribuir a implantar la Economía Circular gracias a su capacidad para digitalizar toda la información disponible sobre productos o procesos de producción

| PROCESO | PRODUCTO |
| --- | --- |
| ➢ Información de las etapas de fabricación<br>➢ Registro del origen y consumo de materiales<br>➢ Planificación y optimización de los procesos<br>➢ Reducción de consumos energéticos y de suministros | ➢ Información sobre su composición<br>➢ Información sobre sus riesgos<br>➢ Información medioambiental<br>➢ Utilización y manipulación del producto<br>➢ Diseño y despiece del producto<br>➢ Reciclado y recuperación de materiales |

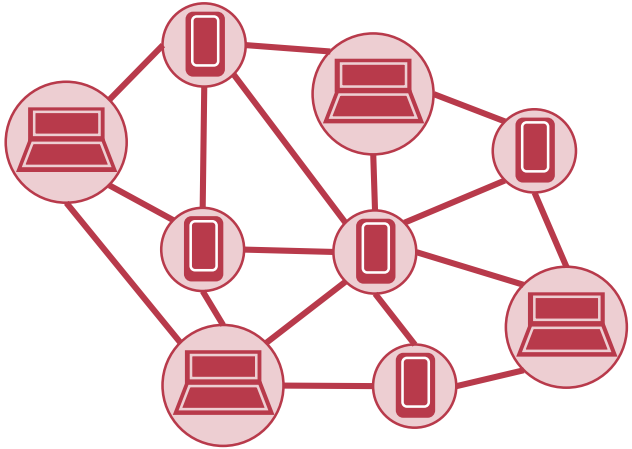
# Digital Twins y Blockchain

La tecnología blockchain, o cadena de bloques, es un **registro de datos distribuido** en el que la información contenida se agrupa en conjuntos, o bloques, relacionados entre sí.

Para que un dato pueda ser incluido en la cadena este debe ser consensuado por los participantes para asegurar la fiabilidad de la información.

Una vez consensuada, el bloque se cierra añadiéndole unos códigos que lo relacionan con los bloques inmediatamente anteriores y posteriores en el tiempo.

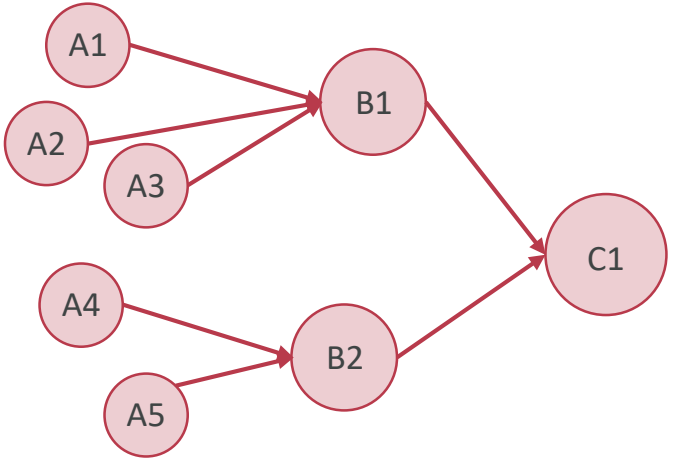
- **Confiabilidad** → los datos registrados en la cadena están replicados en toda la red
- **Inmutabilidad** → una vez fijados, los datos no pueden ser modificados a posteriori
- **Seguridad** → para poder vulnerar un bloque, es necesario vulnerar todos los bloques de la cadena



# Digital Twins y Blockchain

Por sus características, Blockchain esta especialmente indicada para registrar, rastrear, monitorear y realizar transacciones de manera conjunta. Una de sus principales aplicaciones es la trazabilidad a lo largo de la cadena de valor, registrando las distintas operaciones y transacciones que se llevan a cabo hasta la obtención de los productos:

- **Origen de las materias primas**
- **Transporte hasta 1er transformador**
- **Operaciones de transformación**
- **Producto obtenido + subproductos**
- **Reciclado o recuperación de materiales**



# Digital Twins y Blockchain

Ambas tecnologías son **complementarias** y pueden usarse conjuntamente para **digitalizar completamente** todo el ciclo de vida de un producto, desde su origen hasta su reciclado y reutilización en la **Economía Circular**.

**Ejemplo de caso de uso**: Baterías de vehículo eléctrico

| GEMELO DIGITAL | BLOCKCHAIN |
| --- | --- |
| ➢ Modelo virtual del pack de baterías<br>➢ Información sobre su composición<br>➢ Replica detallada de su diseño<br>➢ Información sobre el proceso de reciclado<br>➢ Monitorización del proceso de producción | ➢ Origen de los materiales utilizados<br>➢ Transacciones realizadas a lo largo de la cadena de suministro<br>➢ Transformaciones y tests a los que han sido sometidas<br>➢ Registro de los datos de uso de la batería<br>➢ Reciclado y reutilización |

# GRACIAS
# POR SU ATENCIÓN

**Contáctanos para más información**

comercial@cetim.es

Technological Centre

**CETIM Technological Centre**
Parque Empresarial de Alvedro, calle H, 20,
15180 Culleredo, A Coruña, Spain
+34 881 105 624, info@cetim.es, www.cetim.es