ESTRATEGIAS PARA LA REVALORIZACIÓN DE RESIDUOS DE AUTOMOCIÓN, AGROALIMENTACIÓN Y HÁBITAT, PARA POTENCIAR LA SOSTENIBILIDAD Y CIRCULARIDAD DE LOS PRODUCTOS Y PROCESOS EN LAS EMPRESAS DE LA REGIÓN

# GUÍA REVALORIZA



Entidades participantes

PRADOREY

absotec

CTME

FaCyL CLUSTER AUTOMOCIÓN Y MOVILIDAD

VITARTIS

aeice CLUSTER HÁBITAT EFICIENTE

Cofinanciado por

NOS IMPULSA Junta de Castilla y León

Cofinanciado por la Unión Europea

GOBIERNO DE ESPAÑA

Fondos Europeos



# ÍNDICE

1. PRESENTACIÓN ..... 5

2. EMPRESAS Y ORGANISMOS SUMINISTRADORES ..... 6

3. MAPA DE RESIDUOS ..... 9

4. LISTA DE RESIDUOS ..... 15

5. RESIDUOS CON MAYOR POTENCIAL DE REVALORIZACIÓN ..... 21

5.1. ¿Cómo se han caracterizado los residuos seleccionados? ..... 26

6. DIAGNOSTICO DE OPORTUNIDADES DE REVALORIZACIÓN ..... 31

6.1. Aplicaciones potenciales de los residuos ..... 49

7. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE FUTURO ..... 53

7.1. Conclusiones ..... 53

7.2. Perspectivas de Futuro ..... 54

Aa

# 1. PRESENTACIÓN

En un mundo donde la **sostenibilidad y la economía circular** se han convertido en pilares fundamentales para el **desarrollo responsable**, la revalorización de residuos emerge como una estrategia clave para minimizar el impacto ambiental y maximizar el uso de recursos. Esta guía se presenta como un herramienta que trata de abordar aspectos relacionados con la revalorización de residuos en tres sectores cruciales: **automoción, alimentación y hábitat.**

El sector de la automoción, en constante evolución, enfrenta el desafío de gestionar residuos generados por la producción y el fin de vida útil de los vehículos. La implementación de prácticas de revalorización no sólo contribuye a la reducción de residuos, sino que también debería promover la innovación en el diseño de vehículos más sostenibles.

Por otro lado, la industria de la alimentació es uno de los mayores generadores de residuos a nivel global. La revalorización de estos residuos no solo ayuda a combatir el desperdicio alimentario, sino que también ofrece oportunidades para la creación de nuevos productos, desde biocombustibles hasta fertilizantes orgánicos, contribuyendo así a un sistema alimentario más eficiente y responsable.

Finalmente, el sector del hábitat, que abarca la construcción, el territorio, los recursos endógenos, la industria de la transformación y los servicios auxiliares, también tiene un papel fundamental en la revalorización de residuos. La reutilización de materiales de construcción y la implementación de prácticas sostenibles en la edificación no solo reducen la cantidad de residuos generados, sino que también fomentan un entorno más saludable y eficiente.

En el proyecto REVALORIZA se **han identificado oportunidades de revalorización** para cada tipo de residuo, incluyendo reciclaje, valorización energética, compostaje y reutilización en la construcción. A través de un análisis detallado, se ha generado un mapa de residuos que muestra la distribución geográfica y los volúmenes de las empresas participantes en el muestreo. Además, se **han estudiado los datos específicos de empresas asociadas a los clústeres** AEICE (hábitat), FACYL (automoción) y VITARTIS (agroalimentación), detallando los residuos generados, sus volúmenes y las posibilidades de revalorización para cada uno, lo que permitió trazar estrategias más específicas para su gestión y aprovechamiento eficiente.

A lo largo de esta guía, exploraremos las mejores prácticas, estudios de caso y estrategias innovadoras que intentarán transformar la manera en que gestionamos los residuos en estos sectores. Nuestro **objetivo** es proporcionar a los profesionales, empresas y comunidades **las herramientas necesarias para adoptar un enfoque proactivo hacia la revalorización** de residuos, contribuyendo así a un futuro más sostenible.

La información recogida en esta guía permitirá conocer la tipología y las características de algunos subproductos que en mayor medida se generan en las empresas de los sectores implicados, lo que permitirá en muchos casos aplicar procesos de valorización más efectivos e incluso aprovechar recursos que actualmente se descartan, tanto dentro de un mismo sector como entre sectores diferentes.

Esperamos que esta guía sea de gran utilidad y que juntos podamos avanzar hacia un mundo donde los **residuos se conviertan en recursos valiosos**

# 2. EMPRESAS Y ORGANISMOS SUMINISTRADORES



La **colaboración** de las empresas de los diferentes sectores ha sido **clave para la recogida de información** de los residuos generados en la región. A través de los clusters del sector del Hábitat, Agroalimentario y Automoción, se han cualificado y cuantificado algunos de los residuos de Castilla y León, concluyendo que estos residuos generados han presentado una amplia variedad en cuanto a su naturaleza y características.

Hemos contado con la colaboración de empresas pertenecientes a las siguientes actividades industriales.

Se ha procedido a realizar una **encuesta entre los socios** de los tres clústeres de los tres sectores implicados para tratar de **cualificar y cuantificar** los residuos generados.

Así hemos contado con la colaboración de empresas pertenecientes a las siguientes actividades industriales

- De pinturas
- De contratas y obras
- De carretillas
- De Obras y servicios
- De maderas
- De construcción
- De acondicionamiento acústico
- De ventanas
- Alimentación animal
- Elaboración de café, té e infusiones
- Hortofrutícola
- Industria azucarera
- Industria cárnica
- Industria de platos preparados
- Industria de transformación de productos vegetales
- Industria láctea
- Industria transformadora de cereales y productos derivados
- Producción de fertilizantes y químicos
- Vitivinícola
- Fabricantes de componentes metálicos para el sector de automoción
- Fabricantes de componentes plásticos para el sector de automoción
- Fabricantes de vehículos
- Ingeniería, Integrador de Soluciones
- Fabricación de motores para turismos y ensayos motor
- Fundición y Fabricante de Componentes Metálicos para el sector de automoción
- Fabricante de furgonetas y cabinas de camión
- Fabricante de pinturas
- Fabricante de neumáticos



# 3. MAPA DE RESIDUOS

Como parte de esta iniciativa, se ha elaborado un listado de empresas de la región de Castilla y León que han participado activamente en la recogida de datos sobre residuos, proporcionando información clave para el desarrollo de estrategias más sostenibles. Todas las empresas incluidas forman parte de los distintos clústeres que colaboran en el proyecto, reforzando así el compromiso del tejido empresarial con la optimización de recursos y la reducción del impacto ambiental.

Como se ha comentado previamente, dentro del marco del proyecto REVALORIZA se ha llevado a cabo una **identificación y clasificación de una serie de residuos** provenientes de tres sectores clave a nivel regional: agroalimentación, automoción y hábitat.

Las industrias implicadas en el proyecto generan una amplia variedad de residuos, que pueden clasificarse en diferentes categorías según su naturaleza, características y potenciales de revalorización. Se han identificado y clasificado hasta **siete clases de residuos con diferentes potenciales de revalorización**. A continuación, se detallan en la siguiente figura los residuos clasificados y las principales vías de revalorización de los mismos.

## Clasificación de residuos y vías de revalorización.

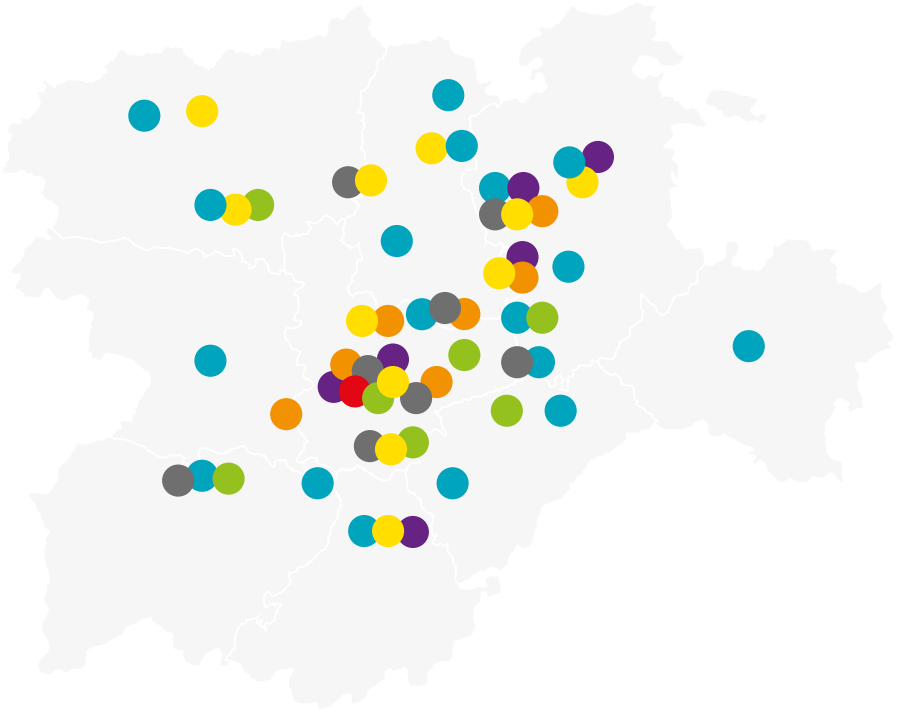


*Figura N°1. Clasificación de residuos y vías de revalorización.*

Como se puede observar la tipología de residuos derivada de estos sectores es muy variada. En paralelo a esta clasificación, los clústeres regionales participantes en el proyecto REVALORIZA han recopilado información de sus asociados sobre sus respectivos residuos. Esto ha permitido crear un **mapa de residuos a nivel regional** en donde se plasma la localización de las entidades participantes en este mapeo y la tipología de residuos que generan.

Por último, se incluye en esta sección información relativa a la magnitud de la

## PAPEL Y CARTÓN

Reciclaje_Convertir en pulpa para fabricar nuevos productos de papel y cartón
Energía_Revalorización energética se puede utilizar como combustible
Compostaje_En casos de papel biodegradable no tratado químicamente.

## MADERA, ASTILLAS, VIRUTAS

Reciclaje_Fabricación de tableros de partículas aglomerados o materiales para la construcción Biomasa_Uso como combustible en plantas de energía
Compostaje_Aplicable a maderas no tratadas químicamente.

## PLÁSTICO

Reciclaje mecánico_Trituración, fundición y reprocesamiento para fabricar nuevos productos Reciclaje químico_Descomposición para la recuperación de monómeros o combustibles Valorización energética_Uso como combustible alternativo.

## LODOS

Fertilizantes_Uso como abono si son ricos en materia orgánica y no contienen contaminantes peligrosos Biogás_Digestión anaerobia para generar energías renovables
Material de construcción_Mezcla con arcilla o cemento para fabricar ladrillos o aditivos.

## METAL

Reciclaje_Fundición para el reutilización en nuevos productos Reparación y reutilización_Componentes metálicos que pueden ser reacondicionados para otros usos Valorización energética indirecta_Uso de los residuos metálicos como catalizadores en algunos procesos industriales.

## ORGÁNICOS

Compostaje_Conversión en compost para mejorar la fertilidad del suelo Digestión anaerobia_Producción de biogás o biofertilizantes Valorización energética_Incineración controlada en plantas especializadas alimentación animal en algunas ocasiones residuos orgánicos como su productos vegetales pueden servir como alimento para animales.

## VIDRIO

Reciclaje directo_Transformación en nuevos productos de vidrio al fundir los residuos y mezclarlos con materia prima virgen Producción de material aislante_Los residuos de vidrio pueden ser utilizados para fabricar lana de vidrio o materiales aislantes térmicos y acústicos Construcción_Uso como agregado me mezclas de concreto pavimentos o adoquines Filtración_Fragmentos de vidrio tratados se utilizan como medio filtrante en sistemas de tratamiento de agua.

generación de residuos en Castilla y León.




*Figura Nº2. Esquema de los residuos industriales de Castilla y León identificados en el proyecto.*

En base a toda esta información, se puede sobre la cualificación y

cuantificación de residuos destacan varios puntos clave:

1. **Diversidad de residuos generados:** los sectores de hábitat, automoción y agroalimentación producen una amplia variedad de residuos con características muy diferentes. Algunos residuos, como metales y plásticos, tienen alto potencial de revalorización, mientras que otros, como lodos contaminados y residuos peligrosos, son más difíciles de gestionar.
2. **Dificultades en la revalorización:** aunque existen opciones de reciclaje, muchos residuos aún acaban en vertederos o se gestionan mediante métodos convencionales sin una estrategia de valorización optimizada. Algunos residuos requieren tecnologías o infraestructuras específicas para su correcta revalorización, lo que dificulta su gestión para muchas empresas.
3. **Oportunidades de economía circular:** se identificaron oportunidades para mejorar la reutilización de materiales, como en la construcción, donde se pueden utilizar residuos reciclados (madera, vidrio y plásticos). También existen posibilidades de valorización energética, como el uso de biomasa y biogás, y la agroalimentación presenta un gran potencial en la reutilización de subproductos orgánicos.
4. **Importancia de la segregación en origen**: la correcta clasificación de residuos desde el origen es fundamental para facilitar su reciclaje y evitar la contaminación cruzada. La concienciación y formación en las empresas sobre la separación adecuada de residuos podría mejorar significativamente las tasas de recuperación y reutilización.
5. **Falta de integración de algunos subproductos:** aunque muchas empresas ya reutilizan ciertos residuos, todavía hay margen para mejorar la implementación de estrategias de valorización, especialmente en el sector automotriz. Existen residuos que no tienen una salida comercial clara, pero podrían aprovecharse mejor con investigación y desarrollo en nuevos procesos industriales.
6. **Necesidad de colaboración intersectorial:** la revalorización de residuos puede beneficiarse de sinergias entre sectores. Los residuos de un sector pueden convertirse en materias primas para otro, lo que fomenta la economía circular. La creación de redes entre empresas, centros tecnológicos y gestores de residuos puede mejorar la eficiencia en la recuperación de materiales.





# 4. LISTA DE RESIDUOS

Con el **objetivo de conocer la tipología** y las principales características de los residuos que generan las empresas de los sectores representados por los clústeres y las empresas participantes, se ha recopilado información sobre los principales residuos producidos, prestando **especial atención a sus propiedades generales**, como su origen, naturaleza, volumen y localización.

De este modo,se ha confeccionado un listado de residuos generados por estas industrias, con el objetivo de identificar oportunidades de valorización y promover su correcta gestión.

- Residuos electrónicos (RAEES)
- PAPEL
- Botellas de plástico
- Pintura contaminada con disolvente
- PVC en contacto con residuos peligrosos
- Plásticos
- Madera
- Serrín
- Tableros
- Sepiolita
- Baterías
- Piezas metálicas
- Aerosol
- Recambios filtros
- Ruedas con goma y hierro
- Filleres, sobrante de polvo mineral
- Yesos
- Lodos separadores de agua
- Filtros de aceite
- Gases de recipientes a presión
- Hormigón
- Mezclas bituminosas
- Residuos de obras mezclados
- Viruta
- Envases plásticos
- Chatarra
- Recortes de PVC
- Perfiles de Acero galvanizado
- Vidrio
- Cartón
- Cadáveres animales cat2
- Restos frutícolas
- Cáscara de pistacho
- Restos de poda
- Marro de café
- Tierras de Filtración
- Cintas transportadoras
- Cascarilla de Avena
- Envases
- Embalajes
- Envases de Papel y Cartón
- Hierro
- Lodos
- Plásticos Bitono
- Depósitos GLP
- Neumáticos de turismo y de camión
- Tiras y polvo de caucho vulcanizado
- Mezclas de caucho no vulcanizado
- Baterías Ion-Litio
- Arena
- Aceites, lubricantes y residuos industriales
- Pintura
- Aluminio

Castilla y León cuenta con una economía diversificada basada en sectores estratégicos que impulsan su desarrollo y competitividad. Gracias a su riqueza natural, su tradición industrial y su apuesta por la innovación, la región se ha consolidado como un referente en sectores clave como la **agroalimentación, la automoción o el hábitat.**

En un modelo de **economía circular**, los recursos no son vistos como algo que se agota con el uso (como ocurre en el modelo económico lineal tradicional: **extraer, fabricar, usar, desechar,** sino como parte de un ciclo continuo donde los materiales se mantienen en uso el mayor tiempo posible. Este modelo se basa en tres principios fundamentales:

1. **Reducir el uso de nuevos recursos:** minimizar la extracción de recursos naturales, lo que a su vez ayuda a reducir los impactos ambientales asociados con la minería, la deforestación y otras actividades extractivas. Esto implica repensar el diseño de productos para que sean más eficientes en el uso de recursos y más fáciles de reparar o reciclar.

2. **Reutilizar materiales y productos:** promover la reutilización de productos y materiales en lugar de descartarlos una vez que ya no son necesarios. Esto incluye la reparación de productos o su redistribución en otros mercados, extendiendo su vida útil.

3. **Reciclar y valorizar los residuos:** transformar los residuos en nuevos productos o materiales.

**EN UN MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR, LOS RECURSOS NO SON VISTOS COMO ALGO QUE SE AGOTA SINO COMO PARTE DE UN CICLO CONTINUO DONDE LOS MATERIALES SE MANTIENEN EN USO EL MAYOR TIEMPO POSIBLE**

La **Estrategia Española de Economía Circular**, España Circular 2030 sienta las bases para impulsar un nuevo modelo de producción y consumo en el que el valor de productos, materiales y recursos se mantengan en la economía durante el mayor tiempo posible, en la que se reduzcan al mínimo la generación de residuos y se aprovechen con el mayor alcance posible los que no se pueden evitar. La Estrategia contribuye así a los esfuerzos de España por lograr una economía sostenible, descarbonizada, eficiente en el uso de los recursos y competitiva. Esta estrategia marca una serie de objetivos a cumplir en los próximos años:

- Reducir en un 30% el consumo nacional de materiales en relación con el PIB, tomando como año de referencia el 2010.
- Reducir la generación de residuos un 15% respecto de lo generado en 2010.
- Reducir la generación residuos de alimentos en toda cadena alimentaria: 50% de reducción per cápita a nivel de hogar y consumo minorista y un 20% en las cadenas de producción y suministro a partir del año 2020.
- Incrementar la reutilización y preparación para la reutilización hasta llegar al 10% de los residuos municipales generados.
- Mejorar un 10% la eficiencia en el uso del agua.
- Reducir la emisión de gases de efecto invernadero por debajo de los 10 millones de toneladas de $CO_2$ equivalente.

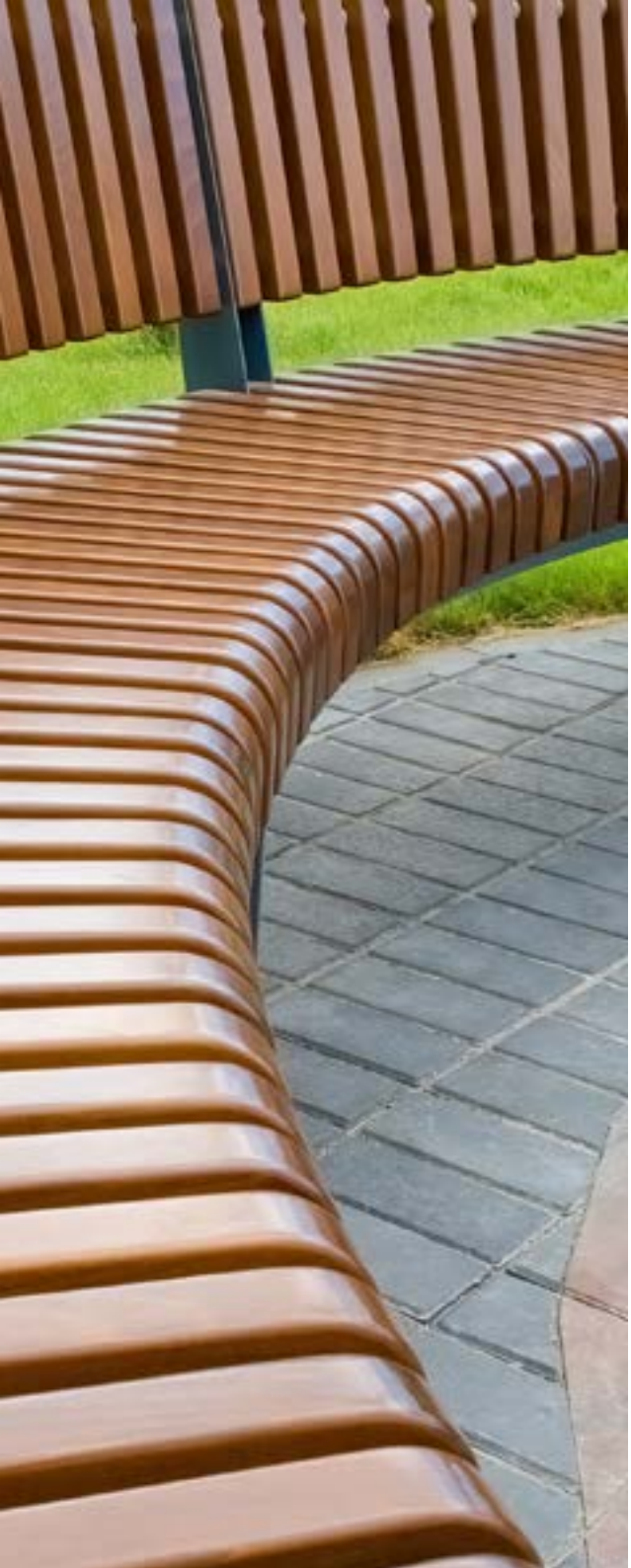
Teniendo en cuenta este contexto, hoy en día es, si cabe, más necesaria la

revalorización de residuos. En la presente guía, se han identificado y clasificado una serie de residuos procedentes de tres sectores estratégicos de Castilla y León: agroalimentación, automoción, y hábitat. Se han enumerado las vías de revalorización más adecuadas para ellos. A continuación, se han seleccionado una serie de residuos específicos para su posterior caracterización y se han propuesto las estrategias para su revalorización, todo ello, llevado a cabo en el marco del proyecto Revaloriza.




*Figura N°3. Fuente España Circular 2030. Estrategia Española de Ecomía Circular. MITECO.*





# 5. RESIDUOS CON MAYOR POTENCIAL DE REVALORIZACIÓN

Tras la fase anterior se presentan los residuos con mayor potencial de revalorización mediante diversas técnicas de caracterización son

1. Residuos madereros
   - Análisis de humedad, resistencia mecánica, composición química y estabilidad térmica.
   - Ensayos de reciclabilidad y biodegradabilidad.

2. Residuos plásticos
   - Identificación de polímeros mediante espectroscopia (FTIR), análisis térmico (DSC, TGA) y ensayos mecánicos.
   - Pruebas de reciclabilidad y pirólisis para conversión energética.

3. Lodos
   - Análisis de contenido de humedad, metales pesados y estabilidad térmica.
   - Ensayos de digestión anaerobia para producción de biogás y compostaje.

4. Residuos metálicos
   - Análisis de composición química (ICP-OES), dureza, resistencia a la corrosión y fundición.

5. Residuos orgánicos
   - Evaluación de biodegradabilidad, análisis elemental y pruebas de compostaje o digestión anaerobia.

A partir de la selección de varios residuos con potencial de revalorización, se han identificado los siguientes como **los más comunes entre los estudiados:**

- Espuma de polietileno
- Plástico de embalaje
- Recorte de madera
- Espuma de melamina

En la sección anterior se ha descrito la variada tipología de residuos derivada de los procesos industriales enmarcados en los sectores de la agroalimentación, automoción y hábitat. Se han seleccionado cuatro residuos para ser revalorizados empleando diferentes criterios como el de procesabilidad, su estabilidad, toxicidad/seguridad y consumo energético.

El criterio de procesabilidad se centra en evaluar la **facilidad y eficiencia con la que un residuo industrial** puede ser transformado en un producto valioso mediante procesos técnicos. Este criterio considera varios factores clave. En primer lugar, se analiza la facilidad de manipulación del residuo, incluyendo sus propiedades físicas como tamaño, forma y densidad, para garantizar que sea manejable durante todo el proceso de revalorización. Además, se evalúa la c**ompatibilidad del residuo con tecnologías existentes,** asegurando que pueda ser procesado sin requerir modificaciones significativas en los equipos actuales.

Otro aspecto crucial es la **estabilidad química del residuo bajo condiciones de procesamiento**, como temperatura y presión, para evitar reacciones indeseadas que puedan comprometer la seguridad o la calidad del producto final. También se considera si el residuo requiere pretratamiento, como trituración o secado, antes de su procesamiento, lo que podría añadir complejidad al proceso.

La toxicidad y seguridad del manejo del residuo son fundamentales, evaluando los riesgos asociados a la liberación de sustancias peligrosas durante el proceso. **La eficiencia** del proceso se mide en términos de **conversión del residuo en un producto valioso,** buscando minimizar las pérdidas y los residuos secundarios. Además, la flexibilidad del proceso es evaluada para garantizar que pueda adaptarse a variaciones en la composición del residuo sin afectar la calidad del producto final.

El consumo energético es otro factor importante, priorizando **procesos que minimicen el uso de energía.** Se considera también la generación de subproductos, evaluando su potencial de revalorización o disposición segura. Finalmente, se examina la escalabilidad del proceso, asegurando que pueda ser llevado de una planta piloto a una operación industrial sin pérdida de eficiencia o aumento significativo de costos.

En base a esto, se ha llevado a cabo una selección de residuos para su posterior caracterización:

**SE HAN SELECCIONADO CUATRO RESIDUOS PARA SER REVALORIZADOS EMPLEANDO DIFERENTES CRITERIOS COMO EL DE PROCESABILIDAD, SU ESTABILIDAD, TOXICIDAD/SEGURIDAD Y CONSUMO ENERGÉTICO.**




*Figura N°4. Residuos seleccionados para caracterizar.*




*Figura N°5. Imágenes de los residuos seleccionados para caracterizar.*

# 5.1. ¿CÓMO SE HAN CARACTERIZADO LOS RESIDUOS SELECCIONADOS?

La selección de las técnicas experimentales se ha basado en la tipología de los residuos. Este análisis se ha enfocado principalmente en las propiedades térmicas y estructurales de los materiales, y para ello se han empleado tres técnicas: calorimetría diferencial de barrido (DSC), análisis termogravimétrico (TGA) y espectroscopía de infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR). A continuación se explican brevemente las tres técnicas:

**· Calorimetría diferencial de barrido (DSC)**

Es una técnica utilizada para estudiar las transiciones térmicas de un material midiendo la cantidad de calor que absorbe o libera mientras se somete a un programa controlado de temperatura.

**· Análisis termogravimétrico (TGA)**

El análisis termogravimétrico es una técnica de análisis térmico que mide los cambios en la masa de un material en función de la temperatura o el tiempo, mientras este es sometido a un calentamiento controlado, enfriamiento o atmósfera específica (por ejemplo, aire, nitrógeno u argón).

**· Espectroscopía de infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR)**

Es una técnica utilizada para identificar **grupos funcionales y estructuras químicas presentes en un material**. Lo hace midiendo cómo se absorbe la radiación infrarroja en función de las diferentes frecuencias. En este caso emplearemos esta técnica para para identificar el componente polimérico mayoritario y/o para la identificación de compuestos químicos presentes.

¿Qué información podemos obtener de ellos? Fundamentalmente, y teniendo en consideración que los materiales son residuos, estas técnicas permiten i**dentificar la tipología de material y conocer su pureza.**

Los cuatro residuos se han caracterizado siguiendo este esquema planteado. Por no extender el contenido de la guía, se va ejemplificar para un material **(espuma de polietileno)** la interpretación de los resultados obtenidos en cada análisis (extrapolable al resto de residuos).

El primer ensayo a realizar fue la caracterización térmica mediante DSC. Un termograma de Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC) es la representación gráfica del flujo de calor (en función del tiempo o la temperatura) mientras se somete una muestra a un programa de calentamiento, enfriamiento en condiciones controladas.

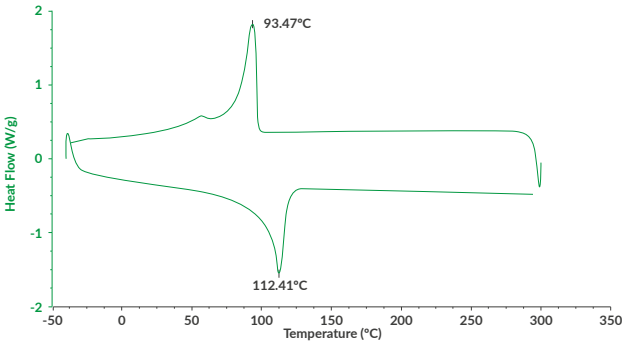



*Figura N°6. Termograma (DSC) de la espuma de polietileno.*

En el termograma se observan las curvas típicas de calentamiento y enfriamiento del polietileno de baja densidad (LDPE). El pico de fusión se da a 112 °C mientras que la recristalización se da a 93°C. Se observa un pequeño pico en torno a 56°C, debido a procesos de templado que ocurren cuando se enfrían muestras de polietileno. No se observan más picos que puedan generar dudas de la pureza de este residuo.

La caracterización térmica del residuo se complementó con el análisis de la estabilidad térmica mediante TGA. En el termograma obtenido mediante TGA se puede observar la pérdida de masa de una muestra en función de la temperatura o el tiempo bajo una atmósfera controlada (nitrógeno, oxígeno, aire, etc.).

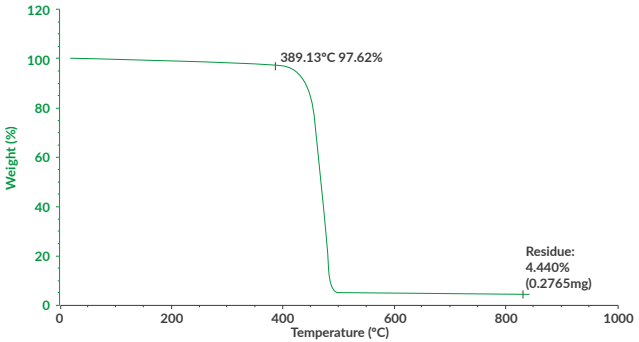



*Figura N°7. Termograma (TGA) de la espuma de polietileno.*

En un termograma de TGA se observa una línea que se corresponde con la pérdida de peso con la temperatura. En el termograma de la espuma de polietileno se observa una única pérdida de masa que comienza a 386 °C, y se debe a la degradación del polietileno. Es destacable que **esta caída supone casi un 100% de la caída total,** lo que indica la alta pureza de este residuo. Además, se observa un contenido en cenizas pequeño del 4,4%, probablemente debido a cargas inorgánicas o la presencia de aditivos como negro de humo, que confiere ese color negro característico de la espuma. Por otro lado, el material presenta una **alta estabilidad a la temperatura**, la espuma es estable hasta los 386 °C, temperatura en la que comienza a degradarse.

Finalmente, la espuma fue caracterizada mediante espectroscopía FTIR, una técnica utilizada para identificar y analizar compuestos orgánicos e inorgánicos a través de la absorción de radiación infrarroja. Esta metodología permite examinar los enlaces químicos y los grupos funcionales presentes en la muestra, proporcionando información detallada sobre su composición.

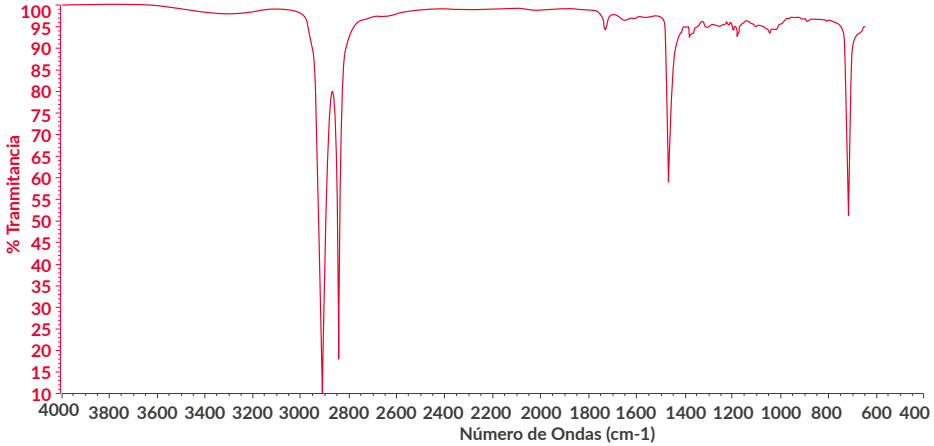


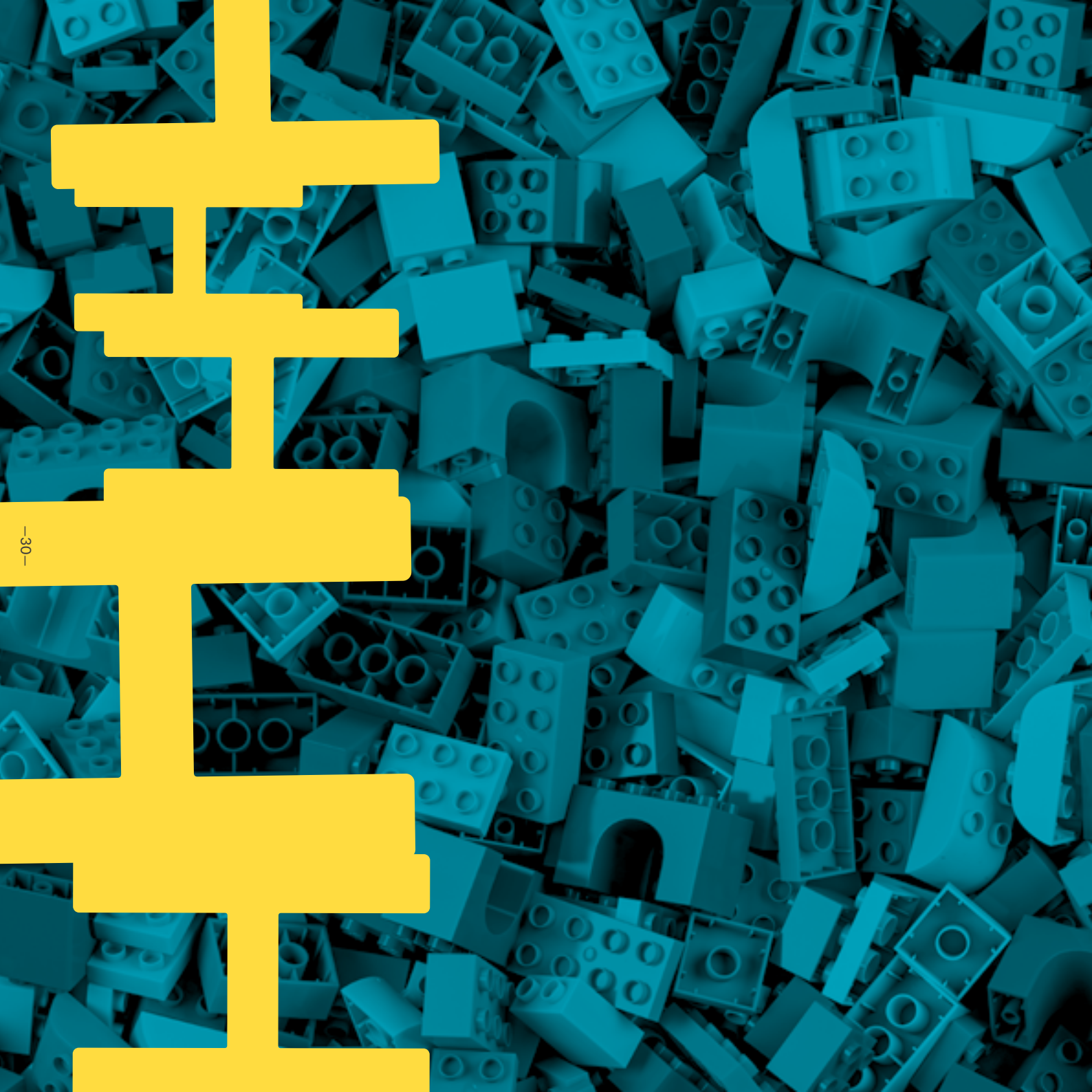

*Figura N°8. Figura 8. Espectro de FTIR de la espuma de polietileno.*

En el espectro se observan una serie de picos que se corresponden con las frecuencias de vibración de ciertos enlaces. Esta asignación de picos permite la identificación de los materiales.En el espectro de la espuma de polietileno se pueden observar diferente picos entre las frecuencias 600 y 4000 cm-1. Aproximadamente entre **2840-2920 $cm^{-1}$**. Estas bandas son debidas al estiramiento simétrico y asimétrico de los enlaces C-H en los grupos metileno (-$CH_2$-). Alrededor de **1465 $cm^{-1}$**. Esta banda es característica de la flexión de los enlaces C-H en los grupos metileno. Cerca de **720 $cm^{-1}$**. Esta es una banda distintiva del polietileno y corresponde a la vibración de balancín de los enlaces C-H en las cadenas alifáticas largas. Estos picos son

característicos del LDPE.

Como se ha comentado anteriormente, esta estrategia de caracterización se ha llevado a cabo para los cinco residuos. Como se puede derivar del ejemplo previo, la cantidad de resultados obtenidos de las caracterizaciones ha sido considerable. **La principal conclusión que se ha extraído es que los cuatro residuos caracterizados presentaban una alta pureza sin una presencia crítica de contaminantes que pudiera dificultar su revalorización.**

En base a los resultados obtenidos en la caracterización, se analizaron diferentes vías de revalorización de cada uno de los residuos. En la siguiente sección, se describirá en detalle cómo se han revalorizado estos residuos en el marco del proyecto REVALORIZA.





# 6. DIAGNOSTICO DE OPORTUNIDADES DE REVALORIZACIÓN

Materiales específicos seleccionados para caracterización:

- Plásticos y espumas: espuma de polietileno, plásticos de embalaje, espuma de melamina,
- Maderas y derivados: recortes de madera principalmente.

La caracterización de estos residuos ha permitido evaluar su viabilidad para ser reutilizados o transformados en nuevos materiales, impulsando así estrategias de economía circular y sostenibilidad en los sectores involucrados.

Se han priorizado materiales con mayores posibilidades de reutilización y reciclaje, lo que optimiza los esfuerzos de investigación y maximiza el impacto de la guia

**Se seleccionarán únicamente las técnicas necesarias y viables, evitando análisis redundantes y optimizando los recursos disponibles.**

Se prioriza el análisis de materiales con mayor aplicabilidad en procesos industriales sostenibles.

Cada residuo a revalorizar presenta una casuística muy diferente, es decir no siempre la misma vía de revalorización es aplicable a los cuatro residuos. Por ello, se ha planteado un escenario diferente para cada residuo.



**Espuma de polietileno**

La revalorización de la espuma de polietileno (EPE) es una práctica clave en el ámbito del reciclaje y la economía circular, especialmente por el **volumen de residuos plásticos que genera este material.** En este caso, donde la espuma de polietileno es triturada y utilizada como carga en polietileno, se trata de una solución sostenible con múltiples implicaciones técnicas y beneficios.

El proceso comienza con la **recepción y trituración** de la espuma de polietileno, lo que permite reducir su tamaño y densidad. Este paso es esencial para facilitar su manipulación y mezcla con el polietileno. **El tamaño de las partículas trituradas influye directamente en las propiedades finales del material compuesto**, ya que partículas más pequeñas suelen integrarse mejor con la matriz polimérica.




*Figura N°9. Triturado de residuo de espuma de polietileno.*

Al incorporar el triturado de espuma como carga en polietileno, se obtienen materiales compuestos a través de procesos como la extrusión. Estos compuestos son ideales para productos que no requieren propiedades mecánicas de alto rendimiento. El porcentaje de espuma triturada añadida varía dependiendo de los requisitos finales, situándose habitualmente entre un 5 % y un 40 % en peso. En este caso, se ha añadido un 10 % de espuma de polietileno a una matriz de polietileno en granza.

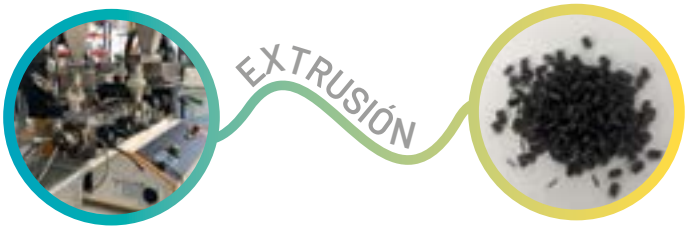



*Figura N°10. Procesado por extrusión. Fabricación de pellets.*

Uno de los beneficios principales de esta práctica es la reducción de residuos plásticos. La espuma de polietileno, que tradicionalmente **es difícil de gestionar por su baja densidad y alto volumen**, encuentra así una nueva vida útil, contribuyendo a la disminución del impacto ambiental. Además, este proceso reduce los costos de producción al disminuir la cantidad de polímero virgen necesario. En algunos casos, también se pueden mejorar propiedades específicas del material final, como el aislamiento térmico o la reducción de peso.

Sin embargo, este proceso no está exento de desafíos técnicos. La compatibilidad entre la espuma triturada y la matriz de polietileno puede ser un problema, especialmente cuando se mezclan diferentes tipos de polietileno (como HDPE y LDPE). Para superar esto, se pueden emplear **agentes de acoplamiento**, como el anhidrido maleico, que mejoran la interacción entre ambos materiales. Además, a medida que se incrementa la proporción de espuma triturada, pueden disminuir las propiedades mecánicas del material compuesto, como la resistencia a la tracción o el módulo de elasticidad. Es esencial equilibrar la cantidad de carga para garantizar un producto funcional y resistente. También puede haber complicaciones en el proceso de manufactura, ya que la baja densidad y la morfología irregular del triturado pueden dificultar operaciones como la extrusión o el moldeo por inyección.

Este tipo de material compuesto tiene una amplia gama de aplicaciones. En el sector del embalaje, puede usarse para fabricar materiales acolchados, láminas protectoras o bandejas moldeadas. En construcción, puede emplearse en paneles aislantes, rellenos de cavidades o productos amortiguantes. También encuentra usos en productos cotidianos, como macetas, muebles plásticos y juguetes.

Para **mejorar aún más el proceso y el producto final, se puede optimizar el tamaño de las partículas trituradas**, lo que favorece una mezcla más homogénea. El uso de aditivos como agentes espumantes o plastificantes también puede mejorar la distribución de la carga y las propiedades del compuesto. Por último, es fundamental experimentar con diferentes proporciones de espuma triturada y polietileno para encontrar el equilibrio óptimo entre costo y propiedades mecánicas.

En definitiva, triturar espuma de polietileno y reutilizarla como carga en polietileno es una estrategia eficiente y sostenible que no solo reduce el impacto ambiental, sino que también abre nuevas oportunidades para crear materiales compuestos funcionales.





**Plástico de embalaje**

La revalorización del plástico de embalaje compuesto por una mezcla de HDPE (polietileno de alta densidad) y LDPE (polietileno de baja densidad) representa una **solución efectiva** para reducir los desechos plásticos y fomentar la economía circular. En este caso, donde este plástico mixto ha sido recibido, triturado y utilizado como carga en polietileno, el proceso no solo aborda el problema de los residuos, sino que también ofrece oportunidades para la producción de materiales sostenibles y funcionales.

El primer paso en el proceso consiste en la recepción y trituración del plástico de embalaje. **Este procedimiento es crucial** para reducir el tamaño del material y facilitar su manejo y mezcla posterior. La trituración también ayuda a uniformar el material, lo que es especialmente importante cuando se trabaja con mezclas de HDPE y LDPE, ya que estos polímeros tienen diferentes propiedades mecánicas y térmicas. Lograr una buena integración del triturado con la matriz de polietileno requiere un control preciso del tamaño de las partículas y de las condiciones de procesamiento.




*Figura N°11. Triturado de plástico de embalaje.*

Cuando se incorpora el triturado como carga en polietileno, se genera un material compuesto mediante técnicas como la extrusión o el moldeo por inyección. **Este tipo de compuesto es especialmente útil para aplicaciones que no exigen propiedades mecánicas avanzadas**, como productos de embalaje, artículos de construcción o bienes de consumo. La proporción de triturado que se añade varía dependien-

do de las propiedades finales deseadas, oscilando generalmente entre un 10 % y un 50 % en peso. En este caso, se ha añadido un 10 % de plástico de embalaje a una matriz de polietileno en granza.

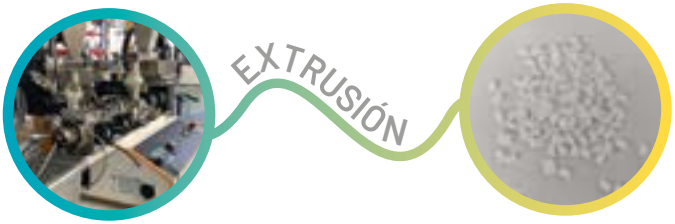



*Figura N°12. Procesado por extrusión. Fabricación de pellets.*

Uno de los principales beneficios de este proceso es la reducción de residuos plásticos, ya que el plástico de embalaje, que a menudo termina en vertederos o incinerado, encuentra una nueva vida útil. Además, el uso de triturado como carga reduce los costos de producción al disminuir el consumo de polímero virgen. También es posible ajustar las propiedades del material final, como su flexibilidad o resistencia, mediante la variación de la proporción de HDPE y LDPE en la mezcla original.

Sin embargo, **la revalorización de plásticos mixtos presenta algunos desafíos**. Uno de los más significativos es la diferencia en las propiedades térmicas y mecánicas entre el HDPE y el LDPE, lo que puede afectar la homogeneidad del material compuesto. Para superar este problema, se pueden utilizar aditivos o compatibilizantes, como polímeros funcionales o agentes de acoplamiento, que mejoren la interacción entre los componentes de la mezcla. Otro reto es que un alto contenido de triturado puede reducir las propiedades mecánicas del material final, como su resistencia a la tracción o al impacto. Por lo tanto, es **crucial encontrar un equilibrio adecuado entre el triturado** añadido y la matriz de polietileno.

Los materiales compuestos obtenidos tienen una amplia gama de aplicaciones. En el sector del embalaje, pueden emplearse para fabricar láminas, bolsas o películas protectoras. En la construcción, encuentran uso en paneles, perfiles o materiales de relleno. También pueden aplicarse en productos de consumo cotidiano, como macetas, muebles o juguetes. Estas aplicaciones no solo amplían la vida útil del plástico reciclado, sino que también contribuyen a reducir la dependencia de polímeros vírgenes.

Para mejorar el proceso de revalorización, es posible optimizar el tamaño del triturado y utilizar técnicas avanzadas de mezclado y extrusión que garanticen una distribución uniforme del material reciclado en la matriz. Asimismo, la incorporación de aditivos o plastificantes puede mejorar las propiedades mecánicas y térmicas del material final. Experimentar con diferentes proporciones y combinaciones de HDPE, LDPE y polietileno virgen también puede ayudar a obtener un producto más adaptado a las necesidades específicas de cada aplicación.

En resumen, **triturar y revalorizar el plástico de embalaje hecho de mezclas de HDPE y LDPE** como carga en polietileno es una solución práctica y sostenible que contribuye a la reducción de residuos y a la creación de nuevos materiales funcionales. Este enfoque no solo aborda problemas ambientales, sino que también abre nuevas oportunidades en la producción de materiales compuestos de bajo costo y con aplicaciones versátiles.



**Recortes de madera**

La revalorización de los recortes de madera como carga en polietileno representa una excelente oportunidad para combinar materiales reciclados y naturales, creando compuestos sostenibles con aplicaciones versátiles. Este proceso no solo ayuda a gestionar de manera eficiente los residuos de madera, sino que también permite desarrollar materiales con propiedades específicas, ideales para sectores como la construcción, el mobiliario y los bienes de consumo.

El proceso comienza con la recepción de los recortes de madera, los cuales son triturados para reducir su tamaño y facilitar su incorporación en la matriz de polietileno. **La trituración es un paso crucial**, ya que el tamaño y la distribución de las partículas de madera afectan directamente las propiedades del material compuesto. En general, se buscan tamaños de partícula pequeños y uniformes para lograr una buena dispersión en el polímero, lo que mejora las propiedades mecánicas y la estética del producto final.




*Figura N°13. Triturado de recortes de madera.*

Al incorporar la madera triturada como carga en polietileno mediante procesos como extrusión o moldeo por inyección, se obtiene un material compuesto conocido como WPC (Wood Plastic Composite). La proporción de madera añadida suele variar entre un 10 % y un 60 % en peso, (10 % en este caso) dependiendo de las propiedades finales deseadas. A medida que aumenta la cantidad de madera, el material compuesto adquiere una textura más natural y una mayor rigidez, pero también puede volverse menos resistente al impacto y más susceptible a la absorción de humedad.

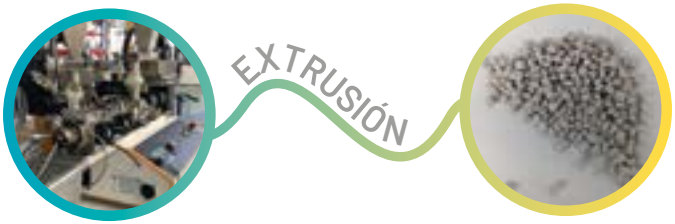



*Figura N°14. Procesado por extrusión. Fabricación de pellets.*

Uno de los principales beneficios de esta revalorización es la reducción de residuos. Los recortes de madera, que tradicionalmente se desechan o se queman, encuentran así una nueva aplicación, reduciendo su impacto ambiental. Además, este enfoque disminuye el consumo de polietileno virgen, lo que no solo reduce costos, sino que también contribuye a un menor uso de recursos fósiles. Desde el punto de vista estético, los compuestos con carga de madera suelen tener una apariencia más atractiva y natural, lo que los hace ideales para productos como paneles decorativos o mobiliario.

Sin embargo, este proceso también presenta ciertos desafíos técnicos. La madera, al ser un material hidrofílico, tiende a absorber humedad, lo que puede generar problemas durante el procesamiento y afectar la durabilidad del producto final. Para mitigar este problema, se pueden emplear tratamientos previos de la madera, como secado o la aplicación de agentes hidrofóbicos. Además, la compatibilidad entre la madera y el polietileno puede mejorarse mediante el uso de agentes de acoplamiento, como el anhidrido maleico, que favorecen una mejor interacción entre las fases orgánica e inorgánica del material compuesto.

Los materiales compuestos que resultan de esta revalorización tienen una amplia gama de aplicaciones. En el sector de la construcción, se utilizan en perfiles, revestimientos, terrazas y cercas. También son populares en la fabricación de mobiliario, donde combinan resistencia y estética natural. En algunos casos, se emplean para productos más pequeños, como accesorios de decoración o bienes de consumo, que requieren una apariencia distintiva y un peso reducido.

**Para optimizar este proceso de revalorización, es importante controlar el tamaño de las partículas de madera** y experimentar con diferentes proporciones de carga y polietileno. El uso de aditivos, como antioxidantes, estabilizadores UV o agentes lubricantes, puede mejorar las propiedades del compuesto y facilitar su procesamiento. Además, investigar el tratamiento previo de la madera, como su secado o modificación química, puede ser clave para garantizar la calidad y durabilidad del producto final.

**La revalorización de los recortes de madera** mediante su incorporación como carga en polietileno es una estrategia sostenible y eficiente que combina la reutilización de residuos orgánicos con la creación de materiales funcionales. Este enfoque no solo reduce el impacto ambiental, sino que también permite desarrollar productos innovadores con una estética natural y propiedades ajustadas a las necesidades del mercado.





**Espumas de melamina**

La revalorización de los recortes de espuma de melamina como carga en polietileno **es un enfoque innovador** para dar una segunda vida a este material, que tradicionalmente presenta desafíos en su gestión como residuo. La espuma de melamina, conocida por sus propiedades de aislamiento acústico y térmico, puede aportar características interesantes al material compuesto cuando se utiliza en combinación con polímeros como el polietileno.

El proceso comienza con la recepción y trituración de los recortes de espuma de melamina. Este paso es esencial para reducir el tamaño del material y lograr una mejor integración con la matriz de polietileno. La espuma triturada, debido a su estructura ligera y porosa, puede mejorar propiedades como la reducción de peso y el aislamiento del material final. Sin embargo, **el tamaño y la uniformidad de las partículas son factores cruciales** para garantizar una buena dispersión y un comportamiento homogéneo en el compuesto.




*Figura N°15. Triturado de residuos de espuma de melamina.*

Al incorporar la espuma de melamina triturada en polietileno, típicamente mediante extrusión o moldeo por inyección, se obtiene un material compuesto con propiedades específicas. **Dependiendo de la proporción de carga añadida, que puede oscilar entre un 10 % y un 50 %**, el material puede presentar mejoras en aspectos como el aislamiento acústico y la resistencia al fuego, propiedades inherentes de la melamina. Estos compuestos son especialmente útiles para aplicaciones en sectores como la construcción, el embalaje especializado y la automoción.




*Figura N°16. Procesado por extrusión. Fabricación de pellets.*

La principal ventaja de este enfoque es la reducción de residuos difíciles de gestionar. **La espuma de melamina, debido a su naturaleza rígida y porosa, no es fácilmente reciclable mediante métodos convencionales**. Su reutilización como carga en polietileno no solo contribuye a reducir su impacto ambiental, sino que también disminuye la necesidad de polímeros vírgenes, ofreciendo una solución económica y sostenible. Además, el material compuesto resultante puede beneficiarse de las propiedades únicas de la melamina, como su capacidad de amortiguación acústica y su resistencia al calor.

No obstante, este proceso también presenta algunos desafíos. Uno de los más significativos es la compatibilidad entre la espuma de melamina y el polietileno. La melamina, al ser un material termoestable, no se funde ni se mezcla químicamente con el polietileno, lo que puede dificultar la cohesión del material compuesto. Para abordar este problema, se pueden emplear compatibilizantes o agentes de acoplamiento, como anhidridos o polímeros funcionales, que mejoren la interacción entre ambos materiales. Otro desafío es que un exceso de espuma triturada puede afectar negativamente las propiedades mecánicas del material, como su resistencia a la tracción, por lo que es fundamental encontrar el equilibrio adecuado en la formulación.

Los materiales compuestos obtenidos mediante este proceso tienen diversas aplicaciones potenciales. En el sector de la construcción, pueden utilizarse como **paneles aislantes acústicos o térmicos**. En la industria del embalaje, son ideales para proteger productos sensibles, ofreciendo una combinación de ligereza y resistencia al impacto. En la automoción, estos compuestos pueden ser útiles en la fabricación de piezas internas que requieran propiedades de insonorización o resistencia al calor.

Para optimizar la revalorización de la espuma de melamina, es importante ajustar las proporciones de carga y matriz polimérica según las necesidades específicas del producto final. También es recomendable explorar tratamientos previos de la espuma triturada, como su funcionalización o el uso de recubrimientos, para mejorar su compatibilidad con el polietileno. Además, la incorporación de aditivos como estabilizadores térmicos o antioxidantes puede mejorar el procesamiento y la durabilidad del material compuesto.

En resumen, **la reutilización de recortes de espuma de melamina como carga en polietileno es una solución efectiva y sostenible para gestionar este residuo difícil**, al tiempo que se desarrollan materiales con propiedades únicas y aplicaciones versátiles. Este enfoque no solo aborda la problemática de los residuos industriales, sino que también crea oportunidades para innovar en la producción de materiales funcionales y de alto valor añadido.

La revalorización de residuos representa una estrategia clave para promover una economía circular y minimizar el impacto ambiental de los desechos. **En el proyecto REVALORIZA**, se ha abordado la revalorización de residuos específicos, como la espuma de polietileno, los plásticos de embalaje, los recortes de madera y la espuma de melamina, demostrando que es posible desarrollar materiales compuestos funcionales y sostenibles que encuentran aplicaciones en diversos sectores, desde el embalaje y la construcción hasta el mobiliario y la automoción.

Sin embargo, cada proceso presenta desafíos, como la contaminación de materiales, la pérdida de propiedades mecánicas, la compatibilidad entre componentes y las limitaciones tecnológicas. Estos retos pueden ser abordados mediante el empleo de aditivos, compatibilizantes y tecnologías avanzadas de procesamiento, así como a través de investigaciones para optimizar las proporciones y características de los compuestos.

**La revalorización de residuos no solo contribuye a la reducción de desechos y a la conservación de recursos naturales, sino que también fomenta la innovación** en la creación de nuevos materiales sostenibles. Este enfoque constituye un pilar fundamental en la transición hacia una economía más circular y respetuosa con el medio ambiente.





# 6.1. APLICACIONES POTENCIALES DE LOS RESIDUOS

Como se ha visto anteriormente, existen diferentes estrategias de revalorización en función de la tipología de residuos. Sin embargo, desde un punto de vista económico-industrial es de gran interés analizar qué aplicaciones pueden ser adecuadas para estos residuos. A continuación, se detallan algunas de las aplicaciones para cada residuo en cuestión.

**Espuma de polietileno**

La espuma de polietileno triturada, cuando se utiliza como carga en polietileno, presenta aplicaciones **ideales en sectores como el embalaje**, la construcción y los bienes de consumo. En el ámbito del embalaje, puede emplearse para fabricar materiales acolchados, láminas protectoras o bandejas moldeadas, aprovechando las propiedades de ligereza y amortiguación de impactos del material compuesto. En construcción, es útil para **crear paneles aislantes,** rellenos de cavidades y materiales amortiguantes, mientras que en bienes de consumo puede incorporarse en productos como macetas, juguetes y muebles plásticos, donde no se requieren altas propiedades mecánicas.

La versatilidad de este material compuesto también permite **optimizar propiedades específicas como la reducción de peso y el aislamiento térmico**. La optimización del tamaño de las partículas trituradas y el uso de aditivos, como plastificantes o agentes espumantes, pueden mejorar su homogeneidad y ampliar aún más su campo de aplicación.

**Plástico de embalaje**

El plástico de embalaje triturado, compuesto por mezclas de HDPE y LDPE, tiene aplicaciones en productos de embalaje, construcción y bienes de consumo. En el sector del embalaje, este material reciclado puede transformarse en láminas, bolsas y películas protectoras. En construcción, es ideal para fabricar perfiles, paneles y materiales de relleno, mientras que en productos cotidianos, se emplea en macetas, muebles y accesorios.

Su **flexibilidad y capacidad** de adaptación a diferentes formulaciones lo hacen adecuado para aplicaciones donde se requiere un e**quilibrio entre resistencia, flexibilidad y bajo costo**. La utilización de compatibilizantes puede resolver problemas de homogeneidad en la mezcla de polímeros, ampliando sus posibilidades de uso.

**Recortes de madera**

Los compuestos de polietileno con carga de recortes de madera, conocidos como **WPC (Wood Plastic Composites), son altamente demandados** en sectores como la construcción, el mobiliario y la decoración. En construcción, se emplean en terrazas, cercas, revestimientos y perfiles estructurales debido a su rigidez y durabilidad. En mobiliario y decoración, estos compuestos ofrecen una apariencia estética y natural, siendo utilizados en mesas, sillas y paneles decorativos.

A pesar de sus ventajas, es importante superar desafíos relacionados con la absorción de humedad y la compatibilidad entre madera y polietileno, lo que se puede lograr mediante tratamientos previos de la madera y el uso de agentes de acoplamiento. Estas mejoras potencian aún más las aplicaciones de este compuesto sostenible.

**Espumas de melamina**

La espuma de melamina triturada, incorporada como carga en polietileno, se destaca por sus propiedades de aislamiento acústico y térmico, lo que la convierte en un material valioso para sectores como la construcción, la automoción y el embalaje especializado. En construcción, se utiliza para fabricar paneles aislantes acústicos y térmicos; en automoción, para piezas internas que requieran insonorización o resistencia al calor; y en embalaje, para proteger productos sensibles, gracias a su ligereza y resistencia al impacto.

No obstante, la compatibilidad entre la espuma de melamina y el polietileno es un desafío técnico que **puede superarse mediante compatibilizantes y ajustes en la formulación**. Con una adecuada proporción de carga y matriz, este compuesto tiene el potencial de generar materiales innovadores y de alto valor añadido.

La revalorización de residuos como la espuma de polietileno, los plásticos de embalaje, los recortes de madera y la espuma de melamina representa una estrategia clave para fomentar la economía circular y reducir el impacto ambiental generado por estos materiales. La incorporación de estos desechos como cargas en matrices de polietileno no solo contribuye a la disminución de residuos, sino que también **ofrece oportunidades para el**

**desarrollo de nuevos materiales** con propiedades funcionales y económicas, adecuados para una amplia gama de aplicaciones en sectores como el embalaje, la construcción, la automoción y los bienes de consumo.

No obstante, para garantizar el éxito de estas iniciativas, es crucial abordar desafíos técnicos, como la compatibilidad entre los materiales reciclados y las matrices poliméricas, la optimización de propiedades mecánicas y la incorporación de aditivos que mejoren el rendimiento de los compuestos. A través de avances en tecnología y procesos de reciclaje, estos materiales tienen el potencial de sustituir a materias primas vírgenes en múltiples aplicaciones, promoviendo así la sostenibilidad y la innovación industrial.

En este contexto, la investigación y el desarrollo de nuevas formulaciones, así como **la colaboración entre sectores industriales**, científicos y gubernamentales, serán fundamentales para maximizar el impacto positivo de estas estrategias de revalorización. Este enfoque no solo responde a la creciente necesidad de soluciones sostenibles, sino que también impulsa un **modelo de producción más responsable**, competitivo y alineado con los objetivos globales de sostenibilidad.

# 7. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

## 7.1. CONCLUSIONES

**La revalorización de residuos en estos sectores ha enfrentado el desafío de contar con pocos datos disponibles**, lo que dificulta una evaluación más amplia y precisa de los residuos generados. Se han analizado y revalorizado con éxito pocos materiales en relación a la cantidad de ellos generados . Esto indica que, aunque hay potencial, el camino hacia una revalorización más extensa aún está en desarrollo. La escasez de datos resalta la necesidad de realizar más investigaciones y estudios para identificar otros materiales que puedan ser revalorizados y también para entender mejor los flujos de residuos en estos sectores.

**El proyecto ha identificado oportunidades clave** para la revalorización de residuos en sectores estratégicos como hábitat, automoción y agroalimentación, sentando las bases para una economía circular en Castilla y León. La caracterización precisa de los residuos ha permitido explorar nuevas aplicaciones industriales y opciones de reciclaje, fomentando la sostenibilidad empresarial. **La colaboración intersectorial ha sido fundamental** para optimizar recursos, desarrollar innovaciones en gestión de residuos y reducir el impacto ambiental, mostrando un camino claro hacia la mejora continua en sostenibilidad.

# 7.2. PERSPECTIVAS DE FUTURO

**Es fundamental recopilar más datos** sobre los residuos generados en estos sectores. Esto permitirá identificar oportunidades adicionales para la revalorización. De manera que fomentar la innovación en los procesos de revalorización puede llevar a la identificación de nuevos materiales que sean viables para su reutilización o reciclaje, del mismo modo que fomentar la colaboración entre diferentes sectores y disciplinas puede facilitar el intercambio de conocimientos y tecnologías, impulsando así la revalorización de residuos de manera más efectiva.

Aumentar la conciencia sobre la importancia de la revalorización de residuos puede motivar a las empresas y a la sociedad en general a adoptar prácticas más sostenibles.

En resumen, aunque hay desafíos, también hay un **gran potencial para mejorar la revalorización de residuos en estos sectores**.

## COMENTARIO



absotec

"Desde Absotec, hemos reafirmado **nuestro compromiso con la sostenibilidad y la innovación durante nuestra participación en el proyecto REVALORIZA,** centrando nuestros esfuerzos en la búsqueda de diversas opciones de valorización de residuos y el aprovechamiento de sinergias con otras industrias. La colaboración entre sectores ha sido clave para potenciar la innovación y abrir nuevas oportunidades de desarrollo. Asimismo, el apoyo de la administración ha sido fundamental para facilitar el avance hacia un modelo empresarial más sostenible, capaz de reducir el impacto ambiental y mejorar la eficiencia en el uso de recursos."

**David Gay Esteban**
Director de Innovación de Absotec

## COMENTARIO

PRADOREY

Para PRADOREY, **el mejor residuo es el que no se produce,** evitarlos es el primer punto de nuestro compromiso con la sostenibilidad. Con nuestra participación junto a otros sectores en el proyecto REVALORIZA consolidamos nuestra apuesta por la sostenibilidad en el ámbito de la gestión de los residuos.

El objetivo es que todos los residuos puedan ser reciclados tras su correspondiente tratamiento e incorporados de nuevo a la cadena de valor, creando nuevas oportunidades de uso y generando el mínimo impacto medioambiental.

**Siendo conscientes que la correcta gestión de los residuos reporta beneficios ambientales, sociales y económicos,** trabajamos para intentar valorizar todos los residuos que producimos.

**Pilar Moretón Fraile**
Responsable de I+D+i de Pradorey

# REVALORIZA

Esta actuación se desarrolla en el marco de la convocatoria de subvenciones para el año 2024 para desarrollar y mejorar las capacidades de investigación e innovación del tejido empresarial a través del apoyo a las agrupaciones empresariales innovadoras (AAEEII) de la Consejería de Economía y Hacienda de la Junta de Castilla y León, cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional con el objetivo de "Conseguir una Europa más competitiva e inteligente".

Cofinanciado por

NOS IMPULSA Junta de Castilla y León

Cofinanciado por la Unión Europea

Gobierno de España

Fondos Europeos

Entidades participantes

aeice Clúster Hábitat Eficiente

VITARTIS

FaCyL Clúster Automoción y Movilidad

CTME

absotec

PRADOREY