

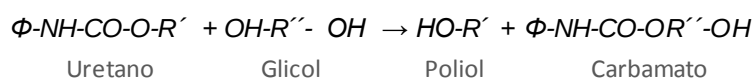
ECONOMÍA CIRCULAR DE ESPUMAS DE POLIURETANO VÍA RECICLADO QUÍMICO

Por María Márquez (AIMPLAS)

El proyecto Foam2foam tiene como objetivo implantar el concepto de economía circular en el ciclo de vida del poliuretano (PU) y avanzar hacia una economía de vertido cero, mediante el proceso viable de reciclado químico, el cual permite la obtención de nuevos productos de calidad (polioles verdes) que pueden ser utilizados para la fabricación de nuevas piezas de base de PU.

Actualmente, el tratamiento que reciben los residuos de PU es el reciclado mecánico, el cual consiste en la reducción de su tamaño a granza o polvo, para posteriormente ser introducido como carga o aditivo en otros productos. Sin embargo, las ratios de reciclado actuales son muy bajas, del orden del 10%, siendo el resto enviado a vertedero.

Desde hace más de una década, el desarrollo de nuevas tecnologías para el reciclado de residuos de PU ha estado en continuo avance, convirtiéndose en los últimos años en algo más urgente y prioritario, debido a circunstancias como el cierre de vertederos, el elevado precio de la materia prima, así como normas legislativas cada vez más estrictas y una mayor concienciación social para el desarrollo sostenible y la economía circular. En el presente proyecto, se pretende evaluar la viabilidad del reciclado químico. Entre todos los procesos de reciclado químico disponibles se ha optado en este caso por la solvólisis, que es la despolimerización química por rupturas de las cadenas poliméricas mediante agentes químicos, un disolvente y generalmente en presencia de un catalizador, en unas condiciones de reacción controladas y determinadas. Este proceso se aplica únicamente a polímeros de condensaciones, cuyas vías de tratamiento varían dependiendo del agente utilizado. En este proyecto, se empleará el glicol como agente químico en la polimerización de PUs, recibiendo el nombre de glicólisis catalítica el proceso de despolimerización por esta vía.



Foam2foam es un proyecto liderado por Titán Recycling en colaboración con otras dos empresas, Arcesso Dynamics y AMB Electrónica de Brescia y dos centros tecnológicos, Gaiker y AIMPLAS. La finalidad del proyecto responde al quinto reto de sociedad definido en el programa Estatal I+D+i denominado R5- Acción sobre el cambio climático y eficiencia en la utilización de recursos y materias primas, siendo su único objetivo desarrollar una alternativa de fin de vida viable técnica, económica y medioambientalmente para el PU distinta al vertedero y así poder convertir estos residuos en recursos de alto valor añadido, disminuyendo el consumo de materias primas y recursos de fuentes no renovables.

El origen de los residuos de PU es muy diverso, ya que es uno de los polímeros más versátiles que existen hoy en día, pudiéndose encontrar en infinidad de formas que varían desde espumas ligeras rígidas o flexibles a elastómeros resistentes, rígidos y fuertes, siendo las aplicaciones muy variadas, pudiéndose encontrar en distintos sectores (construcción y

demolición, vehículos fuera de uso o aparatos eléctricos y electrónicos, entre otros). El presente proyecto se focaliza en dos corrientes de residuo principalmente, una corriente de residuo de PU post consumo, procedente de aislamientos de frigoríficos y congeladores (RAEEs) y del sector mobiliario (espuma flexible) procedentes de colchones y una segunda corriente post industrial, procedentes de rechazos de procesos de fabricación de piezas plásticas (mermas, piezas defectuosas, etc).



Figura 1. imágenes residuos objeto de estudio.

El proyecto tiene un periodo de ejecución de 36 meses, el cual comenzó en julio del 2018, dividiéndose en las siguientes etapas o tareas:

1. **Acopio, caracterización y acondicionamiento de residuos de PU.** Para ello los residuos suministrados de PU serán sometidos a una caracterización cualitativa y cuantitativa y se evaluará la necesidad de etapa de separación (pretratamiento), en el caso de presentar elevado grado de contaminación. También se evaluarán sistemas de acondicionamiento (triturado, briquetado o densificación) previo a la etapa de reacción, para minimizar el volumen de residuos y reducir los tiempos de alimentación al sistema de reacción y obtener una mayor producción.
2. **Estudio a escala de laboratorio: glicólisis catalítico en reactor de laboratorio.** En esta tarea se realizará un estudio completo a escala de laboratorio de la despolimerización química de los residuos de PU mediante el proceso de glicólisis catalítica, a fin de obtener las moléculas que componen los PU, polioles e isocianatos, y establecer las condiciones óptimas de operación.
3. **Pureza y calidad de los polioles recuperados.** El objetivo principal de esta tarea es caracterizar los polioles obtenidos tras la glicólisis catalítica y comparar los valores con los polioles comerciales, a fin de verificar, no solo la calidad del producto, sino la

necesidad de incorporar posibles etapas de purificación. En función de los tipos de polioles obtenidos y calidad de los mismos, se definirá posibles aplicaciones para los nuevos productos de PU.

4. **Evaluación del cambio de escala (1:5, 1:50, 1:100) y diseño de planta piloto.** En esta etapa se verificará y validará el proceso de glicólisis catalítica definido en escala laboratorio (250 cm^3) mediante el escalado en sistema de reacción de capacidad mayor (2 y 10 litros de volumen útil), a partir del cual se evaluará el efecto del cambio de escala en términos de rendimientos y selectividad y calidad de los productos de reacción, y se definirá las variables y parámetros de diseño a escala piloto.
5. **Construcción de la planta piloto para la solvólisis de residuos de PU.** En esta etapa se construirá la planta piloto de glicólisis catalítica de residuos de PU y se procederá a su puesta a punto y optimización del funcionamiento, para obtener el mayor rendimiento de la planta. La planta piloto será versátil para poder trabajar con residuos de diferentes naturalezas, procedencias y texturas. El objetivo es obtener una planta compacta y sencilla, en la que se empleen glicoles con altos puntos de ebullición (como el DEG y el DPG), para que permita llevar a cabo la reacción a presión atmosférica, para reducir los costes de inversión y mantenimiento de reactores y equipos.

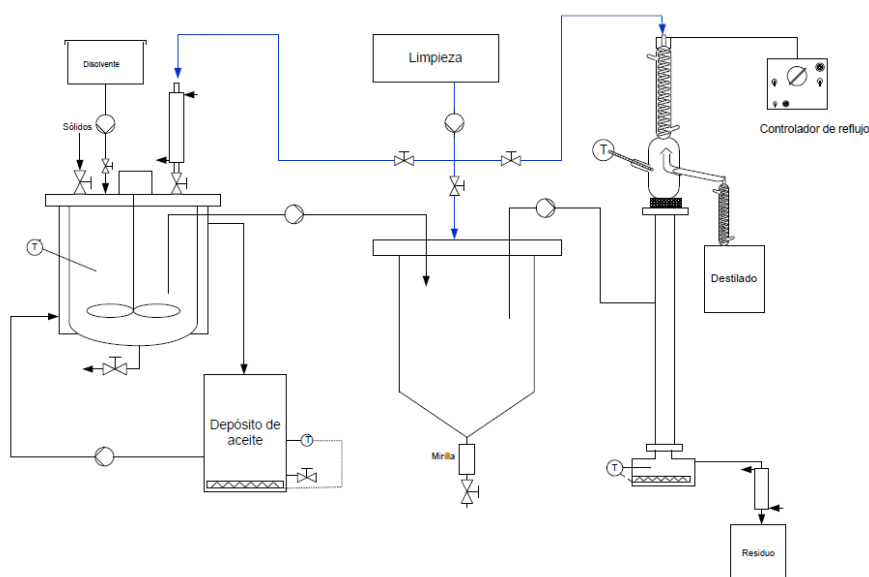


Figura 2. Diseño de inicio de planta piloto de glicólisis catalítica de residuos de PU

6. **Fabricación de nuevas piezas de PU a partir de los polioles recuperados.** El objetivo es fabricar nuevas piezas en base PU empleando los polioles verdes obtenidos tanto a escala de laboratorio como a escala de planta piloto, a fin de validar el comportamiento de los mismos y su incorporación en el mercado como materias primas sostenibles. Dependiendo de los polioles obtenidos se concretará las aplicaciones finales de las piezas a fabricar.

7. **Monitorización y análisis de sostenibilidad del proceso.** Para ello se empleará la herramienta del análisis de ciclo de vida (ACV) para evaluar y analizar los potenciales impactos medioambientales asociados a la obtención del nuevo producto y su comparación con la forma habitual de obtención.

El procedimiento establecido en el proyecto se divide en tres hitos principales:

- Validación del proceso de glicólisis catalítica a escala de laboratorio, el cual tendrá que ser alcanzado a final del ejercicio 2019.
- Construcción de la planta piloto y verificación de su funcionamiento, el cual tendrá que ser alcanzado a final del ejercicio 2020.
- Fabricación de nuevos productos de PU a partir de polioles verdes, tanto a escala de laboratorio como de planta piloto, el cual tendrá que ser alcanzado a final del periodo de ejecución del proyecto (junio 2021).

Actualmente, el proyecto se encuentra finalizando la tarea 1 relativa al acopio, caracterización y acondicionamiento de los residuos, en la que se está completando la elaboración de un protocolo de actuación para la caracterización y acondicionamiento de los residuos objeto de estudio. Paralelamente se ha comenzado la tarea 2, en la que ya se han iniciado los primeros ensayos de glicólisis, donde se han obtenido las primeras muestras las cuales se están analizando para determinar su calidad.



Figura 3. Primero productos de glicólisis obtenidos.

Tradicionalmente, los residuos de PU han ido a vertedero. Según un informe de la Universidad de Helsinki (Treatment and disposal of polyurethane wastes: options for recovery and recycling, 2004) todavía cerca del 90% de los residuos de PU se envían al vertedero por lo que se hace imprescindible seguir investigando nuevas tecnologías de reciclado que nos permita revertir la situación actual y contribuir al cumplimiento de los compromisos de protección del medio ambiente y a un crecimiento sostenible a través de una mejor gestión de los residuos. Los resultados del proyecto Foam2foam supone un avance en el campo de las formulaciones de poliuretano, a través del empleo de nuevos grados de poliuretano ecológico para obtener poliuretanos de altas prestaciones. También con el desarrollo de este proyecto se asentará el conocimiento tecnológico de diseño de plantas de reciclaje químico de PU, lo cual permitirá utilizar este vector de conocimiento para la oferta de diseño y construcción de plantas específicas de esta tecnología específica de valorización de residuos de PU en España.

AIMPLAS participa en este proyecto en línea con su compromiso con la sostenibilidad medioambiental. Gracias a ello, las empresas del sector pueden introducir los criterios de la

Economía Circular en su modelo de negocio y convertir los cambios legislativos que les afectan en oportunidades para mejorar su eficiencia, reducir su impacto ambiental y aumentar su rentabilidad económica. En este sentido, AIMPLAS también investiga en ámbitos como los materiales y productos biodegradables, el uso de biomasa y CO₂.