

Calero, M., Martín-Lara, M.A., Blázquez, G., Pérez, A., Oliva, J.

Dpto. Ingeniería Química. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. 18071 Granada
e-mail: mcalero@ugr.es

El proyecto VALORPLASTIC concedido en la convocatoria correspondiente 2019 de Proyectos I+D+i del Ministerio de Ciencia e Innovación, aborda el reciclaje químico de plásticos mezclados no reciclables procedentes de residuos sólidos urbanos (RSU). Estos desechos plásticos (principalmente poliestireno y polipropileno) se convertirán en sustancias químicas valiosas (principalmente compuestos aromáticos ligeros) a través de rutas químicas y etapas de separación. Este proceso de múltiples etapas también producirá un residuo sólido carbonoso como subproducto, que se analizará como adsorbente para el tratamiento de gas de vertedero.

La Figura 1 muestra un resumen gráfico de la propuesta de valorización que se desarrollará en el proyecto VALORPLASTIC.



Figura 1. Esquema gráfico que resume la propuesta de valorización del proyecto VALORPLASTIC.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ **Objetivo 1:** Caracterizar la fracción de plásticos mezclados no reciclables presentes en los residuos sólidos urbanos.
- ❖ **Objetivo 2:** Estudiar la pirólisis en dos etapas de los plásticos mezclados sucios no reciclables de los residuos sólidos urbanos para su conversión en productos químicos valiosos.
- ❖ **Objetivo 3:** Caracterizar el residuo sólido obtenido en la pirólisis.
- ❖ **Objetivo 4:** Mejorar las propiedades del residuo sólido obtenido en la pirólisis para desarrollar nuevos materiales carbonosos de bajo costo a través de un conjunto único de protocolos de funcionalización.
- ❖ **Objetivo 5:** Evaluar los materiales carbonosos producidos en aplicaciones avanzadas como adsorbentes de CO₂ del gas de vertedero.

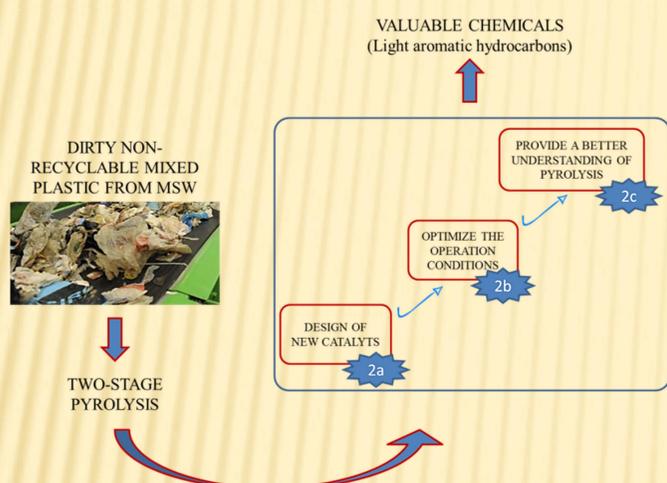


Figura 2. Resumen gráfico del objetivo 2.

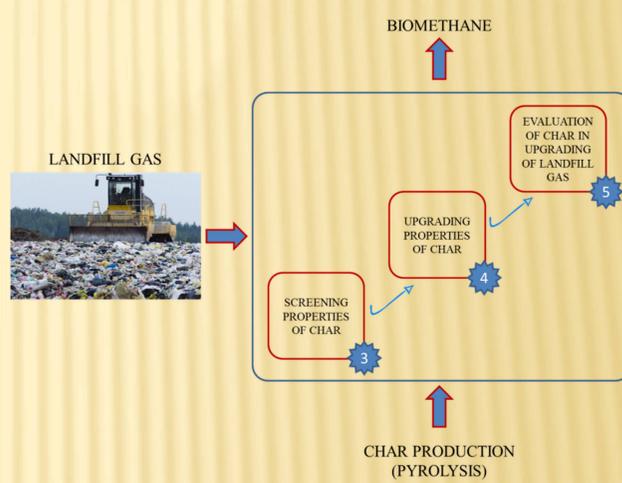


Figura 3. Resumen gráfico de los objetivos 3, 4 y 5.

RESULTADOS PRELIMINARES

CARACTERIZACIÓN DE LA FRACCIÓN DE PLÁSTICOS MEZCLADOS NO RECICLABLES PRESENTES EN LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

El material de partida a caracterizar ha sido el plástico mezcla contenido en los residuos sólidos urbanos de una Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos de Granada. Se ha analizado la tipología de plásticos contenida en dichas fracciones, con interés específico en polipropileno (PP) y poliestireno (PS). La identificación y cuantificación por tipología de polímero se llevó a cabo utilizando diferentes técnicas: inspección visual, códigos de identificación usados por los fabricantes, Espectroscopia de Infrarrojo Cercano (NIR) usando un equipo portátil, espectroscopia de Infrarrojo por Transformada de Fourier (FTIR) (Espectrofotómetro de infrarrojo por transformada de Fourier, marca Perkin-Elmer, Modelo Spectrum 65) y Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC) (Analizador simultáneo TG-DSC, marca Perkin-Elmer, Modelo STA6000).

La Tabla 1 muestra las características de las dos balas de residuos suministradas por la Planta de Granada que fueron caracterizadas.

Tabla 1. Características de las balas de plástico mezcla procedentes de RSU analizadas.

Bala	Características	
1	Peso, kg	407,5
	Ancho, m	1,25
	Alto, m	1,12
	Largo, m	1,60
2	Peso, kg	322,0
	Ancho, m	1,22
	Alto, m	1,10
	Largo, m	1,25



Tal como muestra la Tabla 2, la caracterización de las balas de plástico mezcla procedente de RSU ha dado como resultado que aproximadamente un 29 % corresponde a polipropileno; un 10 % corresponde a poliestireno en sus distintas formas, un 22 % a tereftalato de polietileno y un 13% a plástico tipo film; el resto corresponde a otros plásticos, papel y cartón, metales y materia orgánica principalmente.

Tabla 2. Resultados caracterización de las balas de plástico mezcla procedente de residuos sólidos urbanos.

Polímero	% en peso	
	Bala 1	Bala 2
PP	31,42	26,37
PS	10,62	8,69
GPPS	1,38	1,89
HIPS	3,69	2,01
EPS	4,01	2,69
XPS	1,21	1,22
Otros	0,33	0,88
PET	21,43	22,62
Film	11,72	15,04

EFFECTO DE LA TEMPERATURA DEL REACTOR DE PIRÓLISIS Y EL TIPO DE PLÁSTICO SOBRE LOS RENDIMIENTOS DE LOS PRODUCTOS

Con objeto de estudiar los rendimientos a sólido y líquido que se pueden obtener al pirólisis los diferentes tipos de polímeros mayoritarios no reciclables y la mezcla de los mismos se han realizado un total de 18 experimentos distribuidos en 3 valores de temperatura diferentes: 450, 500 y 550 °C. Estos experimentos se han llevado a cabo calentando las muestras a 10 °C/min bajo un flujo constante de nitrógeno (100 ml/min) hasta la temperatura final de pirólisis y al alcanzar esta temperatura se ha mantenido fija durante 90 minutos.

En la Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 3. Efecto de la temperatura de operación sobre los rendimientos de los productos de pirólisis.

Temperatura, °C	Polímero	Sólido	Líquido
450	PP	4,68	21,90
	PS-HIPS	12,24	38,24
	PS-EPS	0,67	48,18
	Film	4,39	42,94
	Mezcla real	4,56	27,53
500	PP	3,42	17,57
	PS-HIPS	10,12	51,33
	PS-EPS	1,52	57,82
	Film	6,26	52,63
	Mezcla real	3,19	42,82
550	PP	1,99	42,43
	PS-HIPS	10,70	42,34
	PS-EPS	1,05	70,71
	Film	13,40	25,06
	Mezcla real	2,34	47,30

En general, un incremento de la temperatura favorece la descomposición térmica del producto sólido y un aumento del rendimiento a líquido. No obstante, en algunos casos, el incremento de temperatura de 500 a 500 °C favorece el craqueo de los compuestos volátiles que enriquecen la fracción gaseosa a expensas de la fracción sólida y líquida.

IMPACTO DEL PROYECTO

Se espera que los efectos sinérgicos resultantes de la combinación de la producción de hidrocarburos aromáticos y la adsorción de CO₂ por los materiales carbonosos producidos en el proceso de pirólisis den como resultado una propuesta interesante para evitar el vertido de plástico en el medio ambiente. Además, la implantación de plantas industriales con la tecnología propuesta en este proyecto tendría impactos socioeconómicos positivos a nivel nacional y local, contribuyendo a la generación de empleo y promoviendo la apertura de plantas industriales del mismo sector en otras áreas.