

# PROCESO DE CONVERSIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS EN COMBUSTIBLE

Claudia Lorena Ortiz Reyes (1), José Manuel Riesco Ávila (2)

1 Ing. Química, Instituto Tecnológico Superior de Centla | Dirección de correo electrónico: itscentla@itscentla.edu.mx

2 Departamento de Ingeniería Mecánica, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato | Dirección de correo electrónico: riesco@ugto.mx

## Resumen

Actualmente existe una opción de gestión de los plásticos no reciclados: la conversión de desechos plásticos a cualquier materia prima química o combustible. Estas tecnologías de conversión se basan en los procesos de despolimerización y la pirólisis, respectivamente. La tecnología existe desde hace décadas, pero existían algunos retos para hacer económicamente viable los sistemas a escala comercial. Sin embargo, la reciente inversión y la innovación en la tecnología pirolítica han creado una nueva generación de sistemas que pueden haber superado estos retos. Estos sistemas modernos se han desarrollado en Europa y Asia, con algunos años de éxito demostrado. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos con un prototipo que convierte los residuos plásticos en combustible por medio del proceso de pirólisis.

## Abstract

There is now an option for the management of non-recycled plastic: plastic waste conversion to any fuel or chemical feedstock. These technologies are based on conversion depolymerization processes and pyrolysis, respectively. The technology has existed for decades, but there were some challenges for economically viable commercial scale systems. However, the recent investment and innovation in the pyrolysis technology have created a new generation of systems that may have overcome these challenges. These modern systems have been developed in Europe and Asia, with some years of proven success. The results obtained with a prototype that converts plastic waste into fuel through the pyrolysis process are presented in this paper.

## Palabras Clave

1. Residuos plásticos. 2. Pirólisis. 3. Reciclaje.

## INTRODUCCIÓN

Los diferentes productos obtenidos en el mercado de los plásticos se identifican por un número, símbolo y diferentes características o aplicaciones. Los plásticos ya utilizados y desechados se convierten en RSU (residuos sólidos urbanos) éstos son los ocasionan contaminación de suelos, aire y agua, e impactan directamente al medio ambiente y a la salud.

Para no seguir ocasionando estos problemas se llegó a la necesidad de reciclar los plásticos obteniendo así un valor económico y evitando que éstos se conviertan en RSU, ayudando al medio ambiente y favoreciendo el ahorro de energía [1].

Existen dos métodos para el reciclado de plásticos: Reciclaje mecánico y reciclaje químico. El reciclaje mecánico consiste en cortar las piezas de plástico en pequeños granos para posteriormente tratarlos. Los procesos de reciclaje mecánico comienzan con las siguientes etapas: trituración, lavado y granceado (homogenización del material y corte en pequeños trozos). Una vez terminado este proceso, la granza se funde y se le da una nueva forma al plástico, según el método utilizado, en forma de láminas, solidificándose en un molde frío, en forma de piezas huecas introduciendo aire en su interior o utilizando moldes a presión.

Por otro lado, el reciclaje químico se basa en degradar los materiales plásticos, mediante calor o con catalizadores, hasta tal punto que se rompan las macromoléculas y queden solamente moléculas sencillas comúnmente llamadas monómeros. A partir de estos monómeros, se podrían conseguir otros tipos de plásticos o combustibles según la técnica utilizada. Esta técnica pese a ser menos utilizada que la mecánica, es la más prometedora, ya que al obtener monómeros básicos se pueden volver a hacer plásticos de la misma calidad que los originales.

Actualmente existe una opción de gestión de los plásticos no reciclados: la conversión de desechos plásticos a cualquier materia prima química o combustible. Estas tecnologías de conversión se basan en los procesos de despolimerización y la pirólisis, respectivamente. La tecnología existe desde hace décadas, pero existían algunos retos

para hacer económicamente viable los sistemas a escala comercial. Sin embargo, la reciente inversión y la innovación en la tecnología pirolítica han creado una nueva generación de sistemas que pueden haber superado estos retos. Estos sistemas modernos se han desarrollado en Europa y Asia, con algunos años de éxito demostrado.

En este proyecto se realizó la conversión de residuos plásticos en combustible mediante el método de pirólisis.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar este proyecto de investigación se utilizó:

- Desechos plásticos.
- Balanza analítica.
- Prototipo de reactor pirolítico para la obtención del combustible.

### Plásticos

Los plásticos son sustancias químicas sintéticas denominadas polímeros, de estructura macromolecular que puede ser moldeada mediante calor o presión y cuyo componente principal es el carbono. Estos polímeros son grandes agrupaciones de monómeros unidos mediante un proceso químico llamado polimerización. Los plásticos proporcionan el balance necesario de propiedades que no pueden lograrse con otros materiales por ejemplo: color, poco peso, tacto agradable y resistencia a la degradación ambiental y biológica [2].

### Separación de Plásticos

En 1988 la Sociedad de la Industria de los Plásticos (SPI, por sus siglas en inglés) propuso un código numérico los productos plásticos más importantes, en orden decreciente con base en el volumen que se reciclaba en ese tiempo de cada uno. El sistema, fue diseñado para ser usado voluntariamente, pero fue adoptado en todo el mundo y se aplica a los productos plásticos por medio de impresiones o incluso en el molde en que se fabrica el producto.

Al principio los códigos estaban formados por el número de identificación de la resina dentro de un triángulo compuesto por las tres flechas que componen el símbolo del reciclaje. Sin embargo, esto daba la idea que el producto identificado así sería reciclado, sin tomar en cuenta si el usuario lo separaba o no. Con el fin de evitar esta confusión se decidió eliminar las flechas, y actualmente los códigos se forman simplemente con el código correspondiente contenido en un triángulo [3]. En la Tabla 1 se presentan los códigos de identificación de los plásticos, según la SPI.

Tabla 1: Códigos de identificación de los plásticos, según la SPI.

	PET Poliétileno tereftalato
	PEAD Poliétileno de alta densidad
	PVC Policloruro de vinilo
	PEBD Poliétileno de baja densidad
	PP Polipropileno
	PS Poliestireno
	Otros Plásticos

## Tipos de reciclaje del plástico

### Reducción de los plásticos

La reducción es el primer paso para una gestión sostenible de los residuos y disminuye de la cantidad de plásticos que utilizamos, así como el diseño de productos que reduzcan la utilización de estos materiales y simplifique el número de diferentes plásticos utilizados.

### Reutilización de los plásticos

Los plásticos son materiales ideales para ser reutilizados porque son duraderos, resistentes, lavables etc. La reutilización se utiliza más en los envases industriales y comerciales que en los domésticos.

### Reciclaje de los plásticos

El primer paso para el reciclado es hacer la recolección selectiva de los plásticos, para ello se debe separar los residuos plásticos del resto de la basura y depositarlos en un contenedor de envases. Posteriormente se clasifican según su composición, se procede a lavarlo y compactarlo.

Este se almacena y se procede a clasificarlo según su composición, este proceso se lleva a cabo en la “planta de reciclaje” según las diferentes características físicas de los plásticos.

El reciclaje se puede realizar de dos maneras: el mecánico o el químico [4].

#### Reciclado mecánico

Consiste en que el plástico recuperado pase por los siguientes procesos:

- Triturado.
- Lavado y purificación.
- Extrusión.
- Granceado (aditivación conveniente).

Mecánicamente solamente se pueden reciclar los termoplásticos (PEAD, PP, PET, PS).

#### Reciclado químico

El reciclado químico puede efectuarse por medio de diversas técnicas:

- Pirolisis.
- Hidrogenación.
- Gasificación.
- Tratamiento con disolventes.

## Pirólisis

Es la descomposición química de materia orgánica y todo tipo de materiales, excepto metales y vidrios, causada por el calentamiento a altas temperaturas en ausencia de oxígeno (y de cualquier halógeno). Involucra cambios simultáneos de composición química y estado físico, los cuales son irreversibles. En este caso, no produce dioxinas ni furanos [5].

### Pirólisis anhidra

La pirólisis es normalmente anhidra (sin agua). Este fenómeno ocurre normalmente cuando un compuesto orgánico sólido se calienta fuerte en la ausencia de oxígeno. Aunque estos procesos se llevan a cabo en una atmósfera normal, las capas externas del material conservan el interior sin oxígeno.

En muchas aplicaciones industriales este proceso es llevado a cabo bajo presión y a temperaturas por encima de los 430°C. La pirólisis anhidra también se puede usar para producir un combustible líquido similar al gasoil a partir de biomasa sólida o plásticos. La técnica más común utiliza unos tiempos de residencia muy bajos y temperaturas de entre 350 y 500°C [6].

### Prototipo de pruebas

En la Figura 1 se muestra el equipo experimental utilizado para la obtención del combustible. En este equipo los residuos plásticos se calientan hasta una temperatura de 480°C en ausencia de oxígeno y los vapores se pasan por una tubería que los descarga en un baño de agua donde se condensan, como se muestra en la Figura 1.

Este equipo está limitado para trabajar hasta una temperatura de 500°C, por lo que únicamente se pueden procesar residuos plásticos de los tipos 2, 4, 5 y 6; esto es, polietileno de alta densidad (PEAD), polietileno de baja densidad (PEBD), polipropileno (PP) y poliestireno (PS).

El proceso de la quema del combustible obtenido de la pirólisis de los desechos plásticos implica la liberación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera, aunque en menor cantidad que si el plástico se quemara directamente; además, evita la emisión de una gran cantidad de sustancias

tóxicas, con lo que se ayuda a mejorar el medioambiente. En números aproximados, dependiendo del porcentaje de cada residuo a reciclar, la máquina puede convertir 1 kg de plástico en un litro de combustible y sólo requiere de un kilovatio de electricidad para hacerlo [7].



Figura 1.- Equipo experimental para la obtención de combustible mediante la pirólisis de desechos plásticos.

## Combustible

Un combustible es cualquier material capaz de liberar energía cuando se oxida de forma violenta con desprendimiento de calor [8].

El combustible obtenido con el prototipo de pruebas usado en este trabajo, puede usarse directamente en generadores, estufas o directamente en motores de combustión interna de encendido por compresión, mezclado con diesel regular; pero si se refina, se puede obtener queroseno, diesel o gasolina convencional.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para las pruebas, en este trabajo se utilizaron residuos de los siguientes plásticos:

- Polietileno de alta densidad (PEAD).
- Polietileno de baja densidad (PEBD).
- Polipropileno (PP).
- Poliestireno (PS).

Los cuales se obtuvieron de la empresa Recicla. Lo que se dedica al reciclado de plásticos y se ahorró el proceso de reciclaje mecánico en la institución.

Se colocó 1 kg de cada tipo de plásticos y se obtuvieron 80 g, aproximadamente, de aceite combustible en 3 horas.

Con el polietileno de alta densidad se observaron problemas con el proceso ya que el equipo se apagaba solo y no se terminaba el proceso de obtención de aceite.

## CONCLUSIONES

El objetivo principal de este proyecto es determinar la factibilidad técnico-económica de la conversión termoquímica de desechos plásticos en aceite combustible mediante un proceso de pirólisis. El combustible obtenido mediante este proceso fue caracterizado para obtener sus propiedades físico-químicas y se analizó su efecto en las prestaciones de un motor de combustión interna cuando se usa solo o mezclado en diferentes proporciones con diesel normal.

En este trabajo en particular, se demostró que es posible obtener combustible a partir de la pirólisis de residuos plásticos. Se usaron principalmente polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad, polipropileno y poliestireno. El prototipo de pruebas utilizado es capaz de producir aproximadamente un litro de combustible a partir de 1 kg de plástico.

## REFERENCIAS

- [1] Payan Verver, C. (2013). Problemas de la industria del plástico en Mexico. Recuperado de <http://www.jornada.unam.mx/2013/05/27/eco-o.html>
- [2] Dicoplast S.A (2013). Recuperado de <http://www.dicoplast.com.co/el-plastico/propiedades-y-caracteristicas>
- [3] Velasco Pérez M. & Beltran Villavicencio M. (2014). El reciclaje de los plasticos. Recuperado de <http://www.anipac.com/reciclajeplasticosuam.pdf>
- [4] Amigos de la tierra, Reciclaje del plástico. Recuperado de [http://www.yolimpio.com/recicla/pdf/4\\_Reciclaje\\_del\\_Plastico\\_2.pdf](http://www.yolimpio.com/recicla/pdf/4_Reciclaje_del_Plastico_2.pdf)
- [5] Schwing Bomar (2013). Procesos para todos los plasticos. Recuperado de [http://www.schwing.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4&Itemid=105](http://www.schwing.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=4&Itemid=105)
- [6] EcuRed conocimientos con todos y para todos, 145753 articulos. Recuperado de <http://www.ecured.cu/index.php/Pir%C3%B3lisis>
- [7] Solo para ingenieros, (2013). Recuperado de <http://ex-sheffield.org/soloparaingenierosnet/2013/02/02/conversion-de-plastico-en-aceite/>
- [8] El mundo economía & negocios. Recuperado de <http://www.elmundo.com.ve/diccionario/combustible.aspx>