

## RECICLAJE DE PEAD MEDIANTE SOLVÓLISIS

Escudero González, César Alejandro (1); Sánchez Cadena, Lorena Eugenia (2)

1 [Bachillerato General, Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato] | [ca.escudero Gonzalez@ugto.mx]

2 [Departamento de Ingeniería Civil, División de Ingenierías, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato] | [la.sanchezcadena@ugto.mx]

### Resumen

En los últimos años un tema recurrente en nuestra sociedad es el reciclaje de plástico, el cual ha tenido gran popularidad gracias a propuestas de índole internacional. En apoyo a esta causa se realizó el presente proyecto en el cual se evaluó la solvólisis parcial de 200 gr. de Polietileno de alta densidad (PEAD) previamente triturados en un molino con una criba de 4 cm. de diámetro, a una agitación constante en un rango de temperatura de 100 a 150 °C, esto para mejorar las propiedades mecánicas del material sin sufrir ningún cambio químico. Para poder evaluar el material, se hizo una placa de PEAD sin ningún tratamiento, y tres de estas con el material que fue tratado en un molde siendo sometidos a un rango de temperatura de 200 a 250°C y una compresión uniforme de una tonelada para la elaboración de probetas tipo cuatro siguiendo la norma ASTM D638 2003. Estas probetas fueron probadas en un medidor de tensión INSTRON 3345 el cual dio como resultado una mejoría en el módulo de Young del material tratado; a su vez se hizo una prueba de espectroscopia infrarroja corroborando que el material seguía siendo PEAD.

### Abstract

In recent years plastic recycling has become a popular topic in our society gaining popularity thanks to international proposals. In support of this cause we made this project in which we analyzed the partial solubility of 200 gr. of Polyethylene of high density (HDPE) Previously crushed in a 4 cm diameter sieve mill in a constant range of agitation of 100°C to 150°C, with the goal of improve the mechanic properties of this material without the suffering on any chemical change. To evaluate the material, a HDPE plaque was made without treatment, and three of this one were treated in a mold, being subjected to a temperature range of 100°C to 200°C and a uniform compression of a ton of produce specimens type 4 according to the ASTM D638 2003 form. This specimens were tried in a tensile tester XLW(B) tagged Instron which gave as a result an improvement in Young's Modulus for said material treated; in which as the same time was tested in infrared spectroscopy making sure the material keeps being HDPE.

### Palabras Clave

Reciclaje; Solvólisis parcial; PEAD; Modulo de Young.

## INTRODUCCIÓN

Reciclaje por definición [1] es la actividad de recuperar los desechos sólidos al fin de reintegrarlos al ciclo económico, reutilizándolos o aprovechándolos como materia prima para nuevos productos, con lo que podemos lograr varios beneficios económicos, ecológicos y sociales.

### Tipos de reciclaje

Dado que en los últimos años el reciclaje es un tema recurrido en la sociedad actual se ha determinado el hacer una clasificación de este en base al material que se emplee [2]; por ejemplo, el reciclaje de papel por el cual se logra volver a utilizar el material para producir con éste nuevos artículos, o el reciclado de aluminio el cual reduce costos de producción además de implicar un ahorro de energía en la misma. Sin embargo, el que más conocido es el reciclaje plástico ya que este material tarda 180 años en degradarse, es por esto que el reciclaje de este material es primordial. Dicho proceso consiste en recolectar, limpiar, recortar y clasificar en distintas clases, de acuerdo a sus características. Una vez realizado esto, se lo funde para ser utilizado como materia prima alternativa para la producción de otros artículos.

- *Reciclado plástico*

Cada vez son más los países que se preocupan por este problema de contingencia ambiental, investigando o simplemente innovando en diversas formas de reciclar este material. Sin embargo, dichas propuestas en su mayoría son destinadas al trabajado del PET, que a pesar de ser efectivas excluyen demás plásticos como el PEAD por su fórmula molecular, sin embargo, hoy en día se encuentran investigaciones las cuales son propuestas innovadoras para el reciclado de este material.

- *Reciclado de PEAD*

Como antes se mencionó se han implementado alternativas para el reciclaje del Polietileno de Alta Densidad. Como es el caso de Ninoslav Pesic [3], el cual en Reino Unido reforzó las propiedades mecánicas del hormigón con fibras de plástico PEAD [4]. En India se evaluó el comportamiento de tracción y compuestos de matriz de PEAD reciclado virgen de fibra de cáñamo y fue elaborado por Sukhdeep Singh [1]. Así como estos hay más alternativas que parten del reciclado del Polietileno de Alta Densidad. Por lo tanto, en apoyo a esta causa se desarrolló este proyecto el cual plantea un método de reciclaje del PEAD sometido a una solvólisis parcial esto para mejorar las propiedades físicas del material.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Preparación del material

Para su posterior tratamiento se recolectaron diferentes tipos de envases de Polietileno de Alta Densidad con la única característica de ser PEAD, las cuales fueron trituradas por un molino pasando por una criba de 4 cm de diámetro obteniendo el tamaño de partícula deseada.

### Reactor

Para la realización del reactor fue necesario el uso de una parrilla eléctrica con agitación magnética para lograr la temperatura deseada y una agitación constante, un controlador de temperatura que permitiera el monitorear esta condición, un refrigerante para condensar los vapores y una línea de nitrógeno para el desplazamiento del oxígeno en la reacción (Imagen 1).

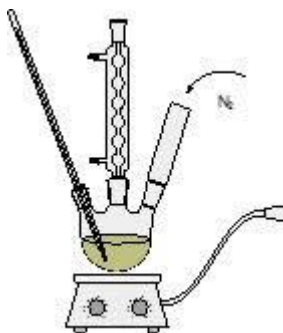


IMAGEN 1: Modelo esquemático del reactor de solvólisis.

### Solvólisis parcial del material

Para el tratamiento del material se pesaron 200 gr. de PEAD previamente triturado, los cuales fueron mezclados con un glicol el cual actuó como solvente. Dicha mezcla se concentró en el reactor y fue sometida a un rango de temperatura de entre 100 y 150°C, una atmosfera de nitrógeno y una agitación constante (Imagen 2) en un lapso de tiempo de 30 minutos a 1 hora. Este proceso se repitió para la obtención de 3 muestras con tratamiento.



**IMAGEN 2:** Solvólisis parcial de 200 gr. de PEAD.

### Filtración y baño de cetona

Tras la solvólisis de las muestras, el contenido fue filtrado del solvente esto para la recuperación máxima de materia. Se prosiguió con un “baño” de cetona el cual removió los restos aun sobrantes del glicol (Imagen 3).



**IMAGEN 3:** Filtración y baño de cetona de material con tratamiento.

### Elaboración de placas y probetas

Para poder evaluar el material, se hizo una placa de PEAD sin ningún tratamiento, y tres de estas con el material que fue tratado en un molde metálico cuadrangular siendo sometidos a un rango de temperatura de 200 a 250°C en un horno de uso industrial y una compresión uniforme de una tonelada.

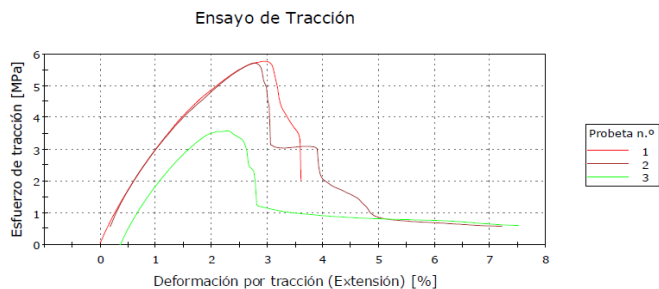
Las probetas se elaboraron del tipo 4 siguiendo las condiciones establecidas por la norma ASTM D638 2003 (Imagen 4).



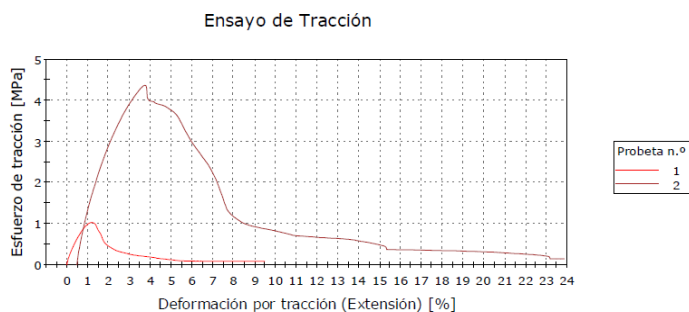
**IMAGEN 4:** Probeta de tipo 4 elaborada con PEAD sin tratamiento

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la evaluación del material las probetas fueron sometidas a una prueba de tensión en un medidor INSTRON 3345 el cual dio como resultado una mejoría en el módulo de Young del material tratado denotando una mejora en sus propiedades físicas (Imagen 5) comparado con el PEAD sin tratamiento (Imagen 6).

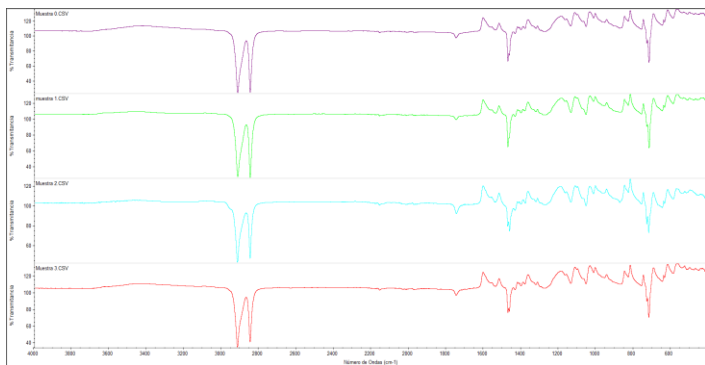


**IMAGEN 5:** Prueba de tensión de material con tratamiento.



**IMAGEN 6: Prueba de tensión de material sin tratamiento.**

A su vez el material fue sometido a una prueba de espectroscopia infrarroja en un equipo Nicolet IS50 FT-IR en donde se obtuvieron sus espectros (Imagen 7) corroborando que el material era seguía siendo polietileno.



**IMAGEN 7: Comparación de los espectros de infrarrojo de las cuatro muestras.**

## CONCLUSIONES

El material solvolizado presenta mejoras en sus propiedades mecánicas como el módulo de Young por lo que se puede observar en los resultados de la prueba de tensión, Así mismo basándonos en los resultados del espectro electromagnético se correlaciona que sigue siendo polietileno de alta densidad. Sin embargo, no se descarta la idea de un cambio molecular.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la universidad de Guanajuato, en especial a la división de Ingenierías por todo el apoyo recibido durante mi estancia, a la Dra.

Lorena Eugenia Sánchez Cadena por ser mi guía en esta experiencia, a mi compañeros de trabajo Luz Medina, Placida Gonzalez y Carlos Rivera por el apoyo incondicional al trabajar, a la Dra. Claudia Erika Morales Hernández porque sin ella no estaría donde estoy hoy y, por último, pero no menos importante a mi madre por ser mi motor y por apoyarme en todos los aspectos de la vida.

## REFERENCIAS

- [1] Roben, E.(2003).El Reciclaje Oportunidades Para Reducir la Generations de los Desechos Sólidos y Reintegrar Materiales Recuperables en el Círculo Económico. Ecuador, Servicio Alemán de Cooperación Social-Técnica.
- [2] Enciclopedia de Clasificaciones (2017). "Tipos de reciclaje". Recuperado de: <http://www.tiposde.org/cotidianos/490-tipos-de-reciclaje/>
- [3] Pesic, N., Zivanovic, S., Reyes Garcia, & Papaster, G. (2016). Mechanical properties of concrete reinforced with recycled HDPE plastic fibres. Construction and Building Materials, 115, 362-370.
- [4] Sukhdeep, S., Dharpal, D., Lakshya, A. & Gupta., V.K. (2014). Tensile and Flexural Behavior of Hemp Fiber Reinforced Virgin-recycled HDPE Matrix Composites. Procedia Materials Science, 6, 1696-1702.