

BOLETÍN TÉCNICO

MEJORA DE PROPIEDADES DE MATERIAL RECICLADO CON ADITIVOS



1 Introducción

El creciente mercado mundial actual está cada vez más íntimamente ligado al empleo del plástico, pues el consumo mundial ha pasado de 1,5 a 280 millones de toneladas anuales de 1950 a 2012¹, por tanto la generación de desechos ha aumentado a pesar del incremento de empleo de materiales post-consumo (reciclados o reutilizados). Alrededor de 63% de los desechos generados provienen del sector de empaques, lo cual hace imperativa la búsqueda de alternativas para mejorar esta situación.

Por otro lado, es importante destacar que hasta un 25% de la energía empleada en la vida útil de un envase de PE (que incluye la producción del plástico, procesamiento, transporte, entre otras) para producto de consumo del hogar puede ser recuperada (Figura 1) mediante alguna de las técnicas de recuperación nombradas², lo que muestra la importancia del proceso de reciclaje.

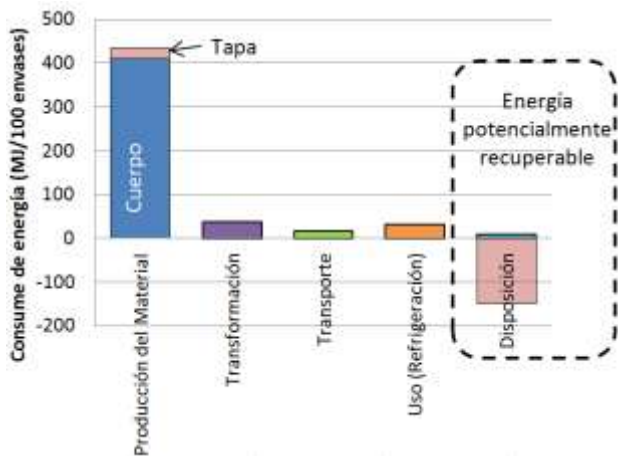


Figura 1. Consumo y potencial de recuperación de energía en ciclo de vida de envases de PE

2 Tipos de reciclaje

Existen cinco formas de recuperación para los plásticos^{3,4} (Figura 2), uno de ellos se refiere al re-uso del producto y las otras cuatro formas están relacionadas al reciclaje; el tipo depende desde donde se inicie (por ejemplo desde el producto final) y cuál sería el destino (por ejemplo, la materia prima o pellets).

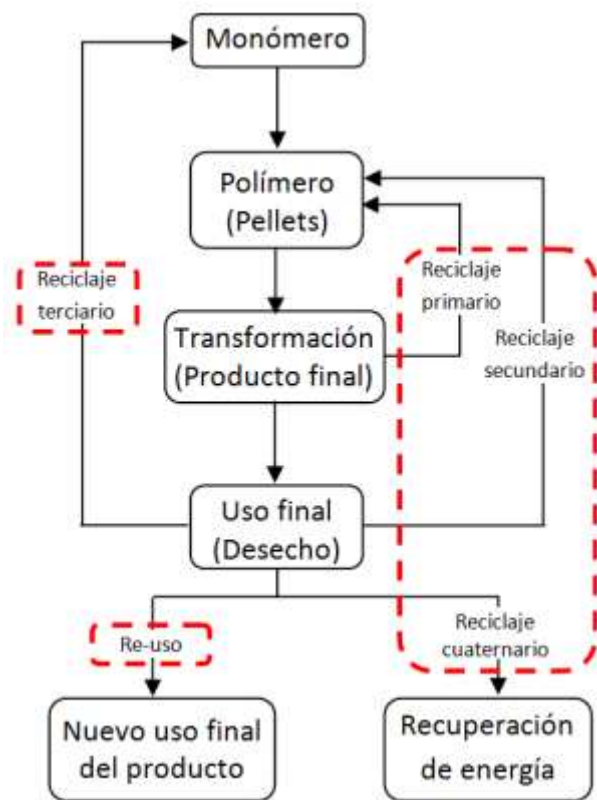


Figura 2. Niveles de reciclaje en los plásticos

2.1 Re-uso del producto

Este es el método más sencillo, pues se refiere a destinar un producto que ya cumplió su función inicial para un nuevo propósito; esto puede ir desde cosas tan sencillas como, por ejemplo, emplear un saco plástico como bolsa para desechos o utilizar un envase de pintura como matero o maceta, hasta adecuar un pupitre rotomoldeado (que por ejemplo se haya dañado) para ser reutilizado como silla o

BOLETÍN TÉCNICO

MEJORA DE PROPIEDADES DE MATERIAL RECICLADO CON ADITIVOS



incluso como un mismo pupitre, reprocesándolo nuevamente.

Por muchas razones, principalmente ambientalistas y económicas, ésta es la forma de recuperación de plástico más deseada, ya que es la manera más directa, y que requiere un mínimo de energía para poder convertir en algo útil, cualquier artículo que puede ser considerado desecho.

2.2 Reciclaje primario

También conocido como "reciclaje de planta", y es el que consiste en un reprocesamiento del material comercializable que se desecha (por ejemplo las tortas de los extrusores), conocido como "scrap". Es muy sencillo y de muy bajo costo.

2.3 Reciclaje mecánico o secundario

Si la re-utilización del producto no es posible, la siguiente opción que está a la mano es el reciclaje mecánico o secundario. Consiste en la recuperación de los desechos plásticos poliméricos (no termoestables) mediante procesos mecánicos: separación, molido, lavado, peletizado y reprocesamiento de nuevos productos.

Sin embargo, un aspecto de cuidado son las propiedades de los materiales ya que pudieran ser afectadas por la homogeneidad del material a reciclar². Al provenir de diversas fuentes, éstas pueden variar afectando así las condiciones de procesamiento y la calidad del producto terminado.

La principal desventaja de este tipo de reciclaje es el deterioro de propiedades por cada ciclo de proceso debido a la degradación del material, que puede ocurrir por entrecruzamiento o por escisión de cadenas.

Por ejemplo, es conocido que en un PEAD empiezan a ocurrir cambios significativos en sus propiedades mecánicas a partir del décimo ciclo de procesamiento (módulo elástico o G' , Figura 3), mientras que el índice de fluidez (MFI) muestra

cambios a partir de 5 ciclos de procesamientos⁵ como se observa en la Figura 4.

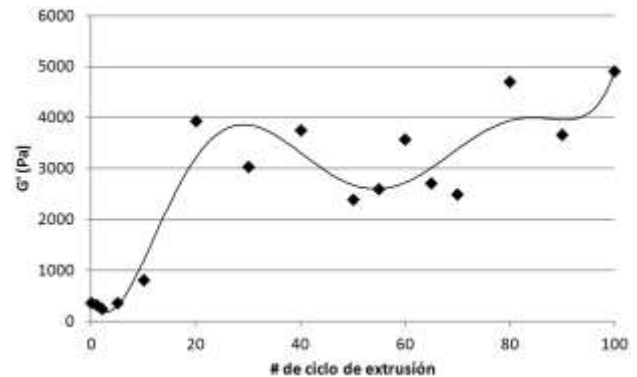


Figura 3. G' respecto a # de ciclos de extrusión⁽⁵⁾

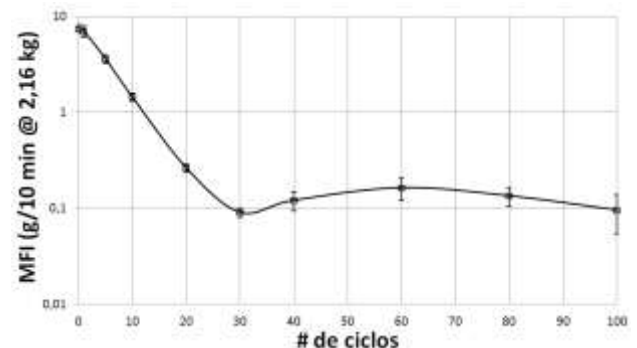


Figura 4. MFI respecto a # de ciclos de extrusión⁽⁵⁾

Aunque 5 a 10 ciclos de extrusión pueden parecer una cantidad elevada de reciclaje, se debe tomar en cuenta que en muchas partes del mundo, incluyendo a Venezuela, no es posible determinar el número de ciclos de vida de cada material obtenido para reciclaje secundario, por lo que los procesadores consideran importante poder minimizar la degradación a mediano o largo plazo.

Siguiendo con el ejemplo utilizado previamente, este tipo de reciclaje aplicaría cuando el saco industrial se haya dañado de tal forma que no se pueda utilizar como bolsa para desecho; que el envase de pintura se haya fragilizado y no pueda ser utilizado como maceta; o que no sea posible

BOLETÍN TÉCNICO

MEJORA DE PROPIEDADES DE MATERIAL RECICLADO CON ADITIVOS



que una persona pueda sentarse en el pupitre plástico envejecido; y es en este momento cuando el desecho debe ser dispuesto de tal manera que pueda ser reciclado.

Esta forma de reciclaje (ya que se inicia de nuevo el ciclo de vida del plástico) es la más económica pues no es necesario producir el plástico, solo se requiere emplear (relativamente) poca energía para adecuar el plástico para su procesamiento (por ejemplo inyección, soplado o rotomoldeo) y destinarlo a una nueva aplicación. Esto hace que el consumo de energía para la producción de materia (primera columna de la Figura 1), que es el de mayor impacto ambiental, se ahorre.

2.4 Reciclaje químico o terciario

Consiste en llevar el polímero a su forma inicial, a su monómero, a través de de-polimerización para posteriormente re-polimerizar y volver a tener materia prima. Esto sólo puede ser llevado a cabo de manera rentable para algunos materiales. No se conoce de mecanismos de de-polimerización del PE que sean comerciales.

2.5 Recuperación de energía o reciclaje cuaternario

Se refiere a la recuperación de energía mediante incineración del plástico. Este método es actualmente el más efectivo para la reducción del volumen orgánico de este tipo de materiales.

Este método ha sido cuestionado por el potencial de liberación de sustancias (algunas veces tóxicas) al medio ambiente y por consumir el material plástico que pudiera ser reciclado de otro modo (reciclaje primario o secundario).

3 Aumento de la vida útil por aditivos

Existen básicamente dos estrategias para la recuperación o reciclaje del plástico a nivel del sector transformador (reciclaje secundario); la primera y más comúnmente practicada es la de mezclar resina virgen con la resina post-industrial o

post-consumo. Esta no garantiza el mantenimiento de las propiedades de la resina, lo que permite es aumentar el tiempo (o ciclos de extrusión) en el cual se empiezan a observar pérdida de propiedades.

La otra estrategia es la adición de aditivos que minimicen los efectos de la cizalla y de la temperatura en las propiedades, y mantenerlas a lo largo del tiempo. La cantidad de aditivo a emplear estará relacionado a cuan degradado está el PE y el tipo de degradación que se presente.

Algunos de los aditivos empleados para este propósito son:

3.1 Ayudantes de procesamiento

Son aditivos de alto peso molecular, y por tal motivo permiten mejorar la procesabilidad del material teniendo como consecuencia un mejor procesamiento. Estos materiales se usan para aquellos casos en los que se produce entrecruzamiento por degradación.

Se clasifican en tres grandes grupos: lubricantes, deslizantes y controladores de viscosidad. Usualmente son utilizados en concentraciones que varían entre 200 y 1000 ppm.

3.2 Cargas

Son aditivos utilizados para mejorar la resistencia mecánica de la resina (tensión, flexión e impacto), y aumentar la viscosidad durante el procesamiento, por tanto la incorporación de este tipo de aditivos es deseable en resinas con altos ciclos de extrusión para contrarrestar el efecto sobre el índice de fluidez.

En algunos casos, la adición de cargas a la resina a ciertos niveles puede acarrear problemas de procesabilidad y puede aumentar la fragilidad (disminuyendo la deformación a la ruptura).

Existen dos tipos de cargas empleadas para la reutilización o reciclaje de polietileno:

BOLETÍN TÉCNICO

MEJORA DE PROPIEDADES DE MATERIAL RECICLADO CON ADITIVOS



3.2.1 Cargas orgánicas

Es una alternativa que tiene casi dos décadas de desarrollo y consiste en adicionar a la resina cargas orgánicas como las de fibra de madera o lignocelulosa que, acompañado con compatibilizantes adecuados, permiten generar un compuesto que puede ser empleado para aplicaciones en exteriores con apariencia similar a la de la madera como se muestra en la Figura 5.



Figura 5. PE cargado con madera para exteriores

Para el año 2011 este tipo de materiales (no solo en base a PE sino también en otros casos como el PVC) poseían 6% del mercado de aplicaciones para mueblería de exteriores a nivel mundial⁶.

Un adecuado desempeño en las propiedades mecánicas a tensión e impacto es normalmente esperado con este tipo de cargas si son adicionadas correctamente.

3.2.2 Cargas inorgánicas

Son las más utilizadas ya que su empleo es similar a los otros tipos de aditivos y no es requerido un manejo diferente de la resina ni el uso de compatibilizantes en la mayoría de los casos.

El empleo de cargas orgánicas está enfocado a mejorar las propiedades reológicas (aumento de viscosidad) y mecánicas (módulo de elasticidad,

esfuerzo y deformación en fluencia); por lo que su uso es adecuado para PE con altos ciclos de vida.

Las cargas inorgánicas más comunes en la transformación de PE son el carbonato de calcio, talco y dióxido de titanio, que a su vez pueden funcionar como pigmentos y protectores UV.

Es importante considerar que a altas dosis de cargas, los materiales pueden experimentar efectos contraproducentes, pues el PE pasa a fragilizarse.

4 Aditivos comerciales

Siendo el PE un material estable y de alta resistencia a la degradación térmica y por cizalla, no es muy común encontrar aditivos especializados enfocados en el mantenimiento de propiedades; Sin embargo, casas comerciales como BASF han desarrollado algunos aditivos como el Recycloblend el cual es una mezcla de antioxidantes, estabilizantes y co-estabilizantes en presentación granulada que permite desensibilizar la poliolefina ante la influencia negativa de las impurezas.

Por otro lado, comercialmente hay aditivos que pueden considerarse como "paquetes mejoradores" ya que están enfocados en mejorar la estabilidad y resistencia mecánica de las poliolefinas, al poseer la doble función de ayudante de procesamiento y carga; BASF presenta el Recyclostab[®] enfocado para PEBD y el Recyclosorb[®] enfocado para PEAD.

Es destacable que si no se tiene acceso a este tipo de aditivos comerciales, también se puede aditivar la resina que se esté recuperando con los aditivos individuales dependiendo de la necesidad que se tenga en específico; en ese caso es altamente recomendable hacer estudios de laboratorio para adecuar el tipo y dosis de aditivo.

El sector transformador venezolano cuenta con el apoyo de Poliolefinas Internacionales, C.A. (POLINTER) apoyado en su brazo de investigación INDESCA para impulsar al reciclaje de las resinas y

BOLETÍN TÉCNICO

MEJORA DE PROPIEDADES DE MATERIAL RECICLADO CON ADITIVOS



la minimización del impacto ambiental de los productos fabricados con el PE Venelene®.

5 Referencias

1. Plastics Recyclers. "How to boost plastics recycling and increase resource efficiency", Belgium, 2012
2. University of Cambridge "The ImpEE Project – Recycling of plastics, 2005.
3. La Mantia, Francesco (1998) "The role of additives in the recycling of polymers". Macromol. Symp. 135, 157-165.
4. Dimitris S. Achilias, et al. (2012). Recent Advances in the Chemical Recycling of Polymers (PP, PS, LDPE, HDPE, PVC, PC, Nylon, PMMA), Material Recycling - Trends and Perspectives, Dr. Dimitris Achilias (Ed.), ISBN: 978-953-51-0327-1, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/material-recycling-trends-and-perspectives/recent-advances-in-the-chemical-recycling-of-polymers>
5. Oblak P, et al, "Processability and mechanical properties of extensively recycled high density polyethylene", Polymer Degradation and Stability (2015), doi: 10.1016/j.polyimdeggradstab.2015.01.012
6. Khalaf, M.N. Mechanical properties of filled high density polyethylene. Journal of Saudi Chemical Society (2012), doi:10.1016/j.jscs.2011.12.024

Este Boletín fue elaborado por la Gerencia de Mercadeo de Poliolefinas Internacionales, C.A. (POLINTER), con el apoyo de Investigación y Desarrollo, C.A. (INDESCA), en Caracas- Venezuela, en mayo 2015.

Si desea hacer algún comentario o sugerencia, agradecemos nos escriba a la dirección electrónica: info@polinter.com.ve, la cual pueden acceder a través de nuestra página web www.polinter.com.ve o a través de nuestro agente comercial: Corporación Americana de Resinas, CORAMER, C.A. (<http://www.coramer.com>).

La información descrita en este documento es, según nuestro mejor conocimiento, precisa y veraz. Sin embargo, debido a que los usos particulares y variables de los procesos de transformación están enteramente fuera de nuestro control, el ajuste de los parámetros que permiten alcanzar el máximo desempeño de nuestros productos para una aplicación específica, es potestad y responsabilidad del usuario y confiamos en que la información contenida en el mismo sea de su máximo provecho y utilidad.

Para obtener información más detallada de los aspectos de seguridad relativos al manejo y disposición de nuestros productos, le invitamos a consultar las hojas de seguridad (MSDS) de los Polietilenos Venelene®.