

# Estudio morfológico y mecánico de mezclas de polímeros termoplásticos *commodities*

Mollo, M.<sup>(i)</sup>; Rocci, P. E.<sup>(i)</sup>; Carella, J. M.<sup>(ii)</sup>.

<sup>(i)</sup> Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Industria Plástica (CITIP)  
<sup>(ii)</sup> INTEMA - UNMDP

## INTRODUCCIÓN

Entre las aplicaciones de las mezclas de polímeros pueden mencionarse:

- desarrollar nuevos materiales con un conjunto de propiedades buscadas y diferentes a las de los homopolímeros componentes
- disminuir el precio final de artículos que deban ser hechos a partir de una resina ingenieril, diluyendo ésta con un polímero de costo menor
- reciclado de residuos plásticos.

Este último aspecto comienza a adquirir importancia en virtud del problema ambiental que generan los residuos plásticos.

Uno de los factores que dificultan el reuso de los polímeros que se desechan con la basura es el alto costo de separar las piezas y/o envases desechados de acuerdo a la materia prima con que se encuentran hechos. Esta operación debe realizarse si la intención es reusar los materiales con características similares a las originales. La obtención de mezclas de polímeros con propiedades adecuadas, es uno de los métodos que pueden utilizarse en el reciclado de los residuos plásticos, para minimizar el problema ambiental generado por los mismos. El reuso en forma de mezclas eliminaría el alto costo de la separación, ayudando a la economía del proceso, y por lo tanto a su factibilidad.

Las principales fuentes de residuos plásticos pueden dividirse en dos grandes grupos: los residuos industriales, denominados *scrap*, provenientes del proceso de producción de la materia prima o del sector transformador, y los residuos plásticos domiciliarios (post-consumo).

De acuerdo a datos sobre consumo aparente de materias primas plásticas en Argentina<sup>[1]</sup>, y sobre la composición de los residuos sólidos urbanos<sup>[2]</sup>, la mezcla de polietileno (PE) y poliestireno (PS) se muestra como un conjunto interesante

para su estudio, y señalan la importancia económica y comercial de estos polímeros a ser reciclados. De la composición de los residuos sólidos urbanos, puede estimarse la relación en peso PE/PS: 77/23.

## OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue la producción, estudio y caracterización de mezclas constituidas por una matriz de polietileno de baja densidad lineal (PEBDL) y una fase dispersa de partículas poliméricas rígidas de poliestireno (PS), con el agregado de un modificador interfacial como compatibilizador (CP) de la mezcla. Se estudió el efecto de dicho proceso de compatibilización sobre la morfología y las propiedades mecánicas de las mezclas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con un PEBDL y con un PS cristal (rel. visc.: 1). Se obtuvieron mezclas de 76/24, 88/12 y 94/6 PE/PS en peso, y se agregó 1 a 20 ppc (partes por cien) de CP (copolímero en bloque Kraton G 1652) en mezclador discontinuo (60 rpm, 210 °C). Se realizó un estudio morfológico por Microscopía Electrónica de Barrido (SEM). Se determinó el diámetro promedio de partícula (procesamiento de imágenes). Para estudiar la performance mecánica de las mezclas sin y con CP, se realizó: análisis dinámico mecánico (DMTA), propiedades mecánicas a la tracción (INSTRON) y la aplicación del método del Trabajo Esencial de Fractura<sup>[3]</sup>, que se utiliza para el estudio de la tenacidad en materiales dúctiles.

## RESULTADOS

Las micrografías obtenidas por SEM se analizaron mediante un programa de procesamiento de imágenes diseñado para conteo y de-

terminación de tamaño de partícula. Se obtuvieron las curvas de emulsificación (diámetro promedio de partícula vs cantidad de CP agregado) para las tres composiciones de mezclas. Las tres series de mezclas presentaron una morfología consistente en una fase dispersa de PS con forma esférica en una matriz de PE. Se observó claramente el efecto de adhesión, la disminución del tamaño de partícula, y una dispersión de tamaños más estrecha debido a la adición del CP, que se localiza en la interfase disminuyendo la tensión interfacial entre el PE y PS. Para las mezclas con 6% y 12% de PS, las partículas alcanzan un tamaño mínimo similar con el agregado de 2~3 ppc de CP, y con mayores agregados no se observa variación en el tamaño de la partícula. La mezcla con 24% de PS se encuentra por encima del límite de percolación, por lo que las partículas en estado fundido rompen y coalescen, formando partículas de mayor tamaño que las otras mezclas.

Se estudió el comportamiento de las mezclas a baja temperatura (-100 °C – 0 °C) mediante un ensayo mecánico-dinámico (DMTA) y se determinó el módulo elástico,  $E'$  a temperatura ambiente. Se estudió el comportamiento mecánico mediante la obtención con un ensayo de tracción de las curvas completas tensión-deformación, determinándose el módulo de Young, la tensión de fluencia, tensión de rotura y elongación a la rotura de los materiales de estudio.

Los resultados muestran que algunas propiedades mecánicas del PE pueden mejorar con bajas proporciones de PS. Para la mezcla con 24 % de PS se observó percolación y coalescencia, lo que lleva a la formación de estructuras fibrilares no continuas que empobrecen las propiedades. A medida que aumenta la cantidad de PS se observa que disminuyen tanto la tensión como la elongación a la rotura.

Se estudió la tenacidad de las mezclas mediante la determinación del trabajo esencial de fractura ( $w_e$ ). Se observó que  $w_e$  es máximo para el PE, y muy similar para las tres composiciones de mezclas en la zona donde se alcanza el tamaño mínimo de partícula.

## CONCLUSIONES

- Se han producido mezclas de PE y PS, en el rango de composiciones que se encuentran más comúnmente en los residuos urbanos, y se han modificado las morfologías y propiedades de las mismas mediante el uso de un copolímero en bloques que actúa como compatibilizador.
- Una fracción del CP agregado al realizar las mezclas se ubica en la interfase entre ambos

componentes mayoritarios de la mezcla, y el resto se dispersa en algunas de las dos fases presentes en el material. De acuerdo al estudio realizado [4], se determinó que para el caso de las mezclas con 12% y 24% en peso de PS, estas proporciones son similares. Para la mezcla con 6% de PS, una fracción mayor de CP queda dispersa en alguna de las fases. Esto se debe a que al aumentar la cantidad de PS en la mezcla se produce mayor cantidad de interfase, dando más oportunidad al CP de localizarse en la misma.

- De acuerdo a lo observado, no es de esperar que para cantidades mayores que 12% de PS, aumente la fracción de CP que se localiza en la interfase; por lo que puede concluirse que para concentraciones de PS mayores de 12% en peso, no se obtienen ventajas apreciables en la eficiencia del CP.
- No debe esperarse para ningún caso, que todo el CP se localice en la interfase.
- Se observó que algunas propiedades de la matriz de PE pueden mejorarse cuando la concentración de PS es chica. Concentraciones de PS mayores llevan a percolación y coalescencia, con problemas como falta de homogeneidad en la velocidad de deformación de la matriz, formación de estructuras fibrilares y empobrecimiento de algunas propiedades.

## Referencias

- [1] Industria Plástica Argentina – Anuario Estadístico, Cámara Argentina de la Industria Plástica (CAIP), Buenos Aires (1999).
- [2] Manual de Valorización de los Residuos Plásticos, Comisión Técnica COTEC, FIPMA – Plastivida Argentina, Buenos Aires (1998).
- [3] ESIS (European Structural Integrity Society), Testing Protocol of Essential Work of Fracture (1993)
- [4] M. Mollo, Preparación, Morfología y Propiedades Mecánicas de Mezclas de Polietileno / Poliestireno con Agente Compatibilizador, Tesis Doctoral, INTEMA, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata (2002).

Para mayor información contactarse con:

Mariana Mollo - [mariana@inti.gov.ar](mailto:mariana@inti.gov.ar)

[Volver a página principal](#) ◀