

ESTUDIO MICROMECHANICO DE FALLA INTERFACIAL EN MATERIALES  
COMPUESTOS CON REFUERZO TERMOPLÁSTICO.

**J. G. Carrillo Baeza, E.A. Flores Johnson, P. I. González Chí\*.**

Centro de Investigación Científica de Yucatán. Unidad de Materiales.  
Calle 43, No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo.  
C.P. 97200, Mérida, Yucatán, México.  
e-mail: [ivan@cicy.mx](mailto:ivan@cicy.mx)

**R. J. Young**

University of Manchester Institute Science and Technology.  
Manchester Material Science Center.  
Grosvenor Street, Manchester  
M1 7HS, UK

**RESUMEN**

La Espectroscopia Raman es una exitosa técnica para el análisis micromecánico con fibras de ingeniería. Así por ejemplo, el estudio de la deformación molecular en la fibra de polietileno [1] demostró que dos de las bandas, la asimétrica ( $1060\text{ cm}^{-1}$ ) y la simétrica ( $1127\text{ cm}^{-1}$ ), correspondientes al enlace C-C, están bien definidas y se desplazan en forma proporcional a la carga aplicada. Sin embargo, sus intensidades y movimientos son relativamente bajos en comparación con la fibra de Twaron<sup>®</sup>, en la cual las intensidades de banda Raman son incrementadas por resonancia con desplazamientos fuertes [2]. La fibra de Twaron<sup>®</sup> es una poliamida aromática producida por Akzo Nobel utilizada para la fabricación de materiales compuestos de alto desempeño la cual posee excelentes propiedades mecánicas atribuidas a su alta orientación molecular lo que la hace buena candidata para el estudio por espectroscopia Raman. La banda  $1610\text{ cm}^{-1}$  se desplaza respecto a la deformación a  $4.05\text{ cm}^{-1}/\%$  como se aprecia en la Figura 1d.

El presente trabajo está enfocado a entender el proceso de falla y desprendimiento en materiales compuestos preparados con una matriz termoplástica de LDPE y fibra de Twaron<sup>®</sup> utilizando la técnica de espectroscopia Raman. Esta técnica nos permitió determinar el esfuerzo interfacial ( $\tau$ ) usando los modelos de shear-lag. La geometría utilizada para este análisis fue la de fragmentación. Este modelo fue adaptado ya que la técnica condiciona que la matriz sea tres veces mas resistente que la fibra, lo cual no se cumple en nuestro caso. En su lugar, una pequeña sección de fibra (3 mm aprox.) fue embebida y se asumió que se comportaría como un solo fragmento.

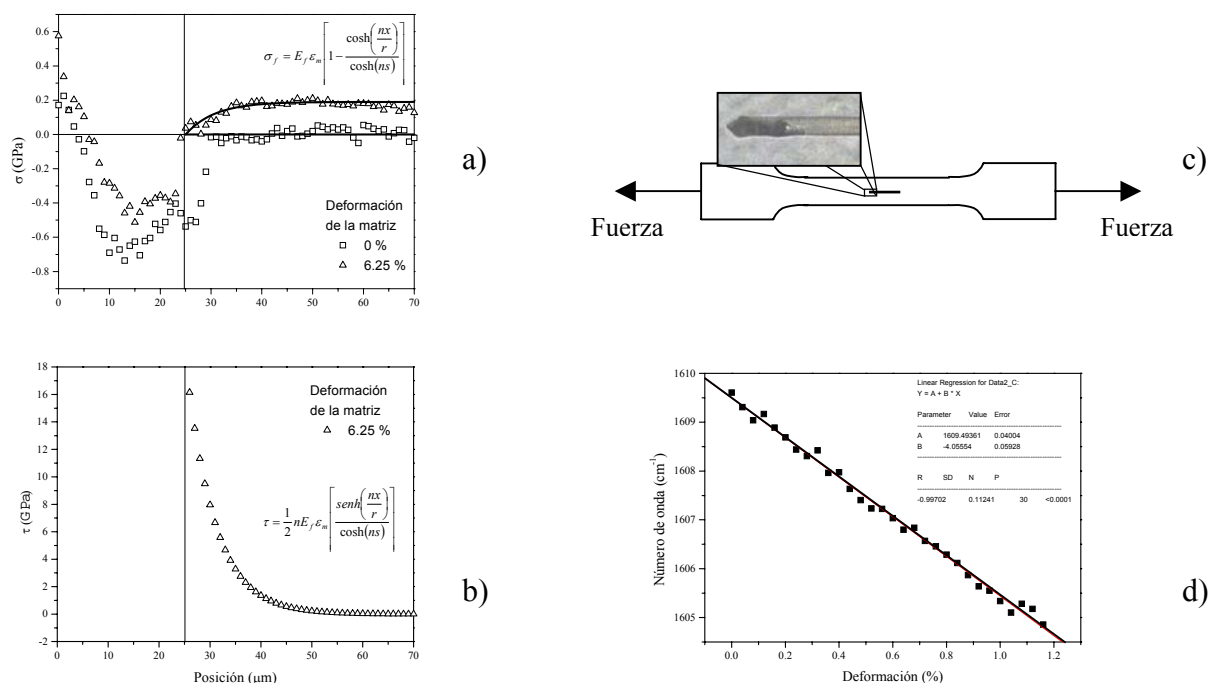


Figura 1. a) Distribución de esfuerzos b) Esfuerzo cortante interfacial c) Dumbbell de SFC con fibra Twaron / LDPE d) Curva de calibración de fibra Twaron®.

La dumbbell (Figura 1c) fue deformada a 6.25 % y se tomaron espectros a lo largo de la fibra, la posición de la banda  $1610 \text{ cm}^{-1}$  fue calculada en cada punto y convertida a esfuerzo ( $\sigma$ ) (Figura 1a) y esfuerzo cortante interfacial ( $\tau$ ) (Figura 1b) usando la curva de calibración (Figura 1d). Esta distribución de esfuerzos fue ajustada con el modelo de shear-lag de cuya derivada se calculó el esfuerzo interfacial ( $\tau$ ) (Figura 1b). Se puede observar en la Figura 1a que el  $\sigma$  en la punta de la fibra es muy irregular debido al daño del filamento al cortarse con tijeras, sin embargo se generan transferencias de carga lejos del extremo de la fibra alcanzando valores de  $\tau$  de 16 GPa. La distribución de esfuerzos fue claramente medida por Raman y el ajuste de shear-lag fue muy bueno, sin embargo, no considera que en el extremo existe transferencia lo que Raman demostró que no es así, permitiendo un mejor entendimiento de la distribución de esfuerzos.

#### Referencias.

1. B. J. Kip, M.C.P. van Eijk, R.J. Meier. *Journal of Polymer Science, Part B: Polymer Physics* **29** (1991) 99.
2. L.C.N. Boogh, R.J. Meier, H-H. Kaush, B.J. Kip. *Journal of Polymer Science, Polymer Physics Edition* **30** (1992) 325.
3. W.F. Wong, R.J. Young. *Journal of Materials Science* **29** (1994) 520.