



## **Estudio experimental de rigidez de bloques de concreto basado en la técnica de impacto acústico y la entropía de Shannon**

Yajaira Concha Sánchez<sup>1</sup>, Gabriel Arroyo Correa<sup>2</sup>, José Vega Cabrera<sup>2</sup>, Margarito Octavio Anguiano Méndez<sup>1</sup> y Roberto Nahum Olvera Alejo<sup>1</sup>

1 Facultad de Ingeniería Civil, UMSNH, 2 Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, UMSNH. yconcha@umich.mx

En el campo de la ingeniería se emplean técnicas destructivas y no destructivas para caracterizar las propiedades mecánicas de los materiales. El uso de máquinas para aplicar esfuerzos sobre materiales específicos hasta sus límites de ruptura es un ejemplo típico de técnica destructiva. Por otra parte, el empleo de ondas acústicas de baja y alta frecuencia (ultrasonidos) figura entre los métodos no invasivos utilizados con frecuencia en el campo de la ingeniería civil, mecánica y aeronáutica. La técnica del impacto acústico (IA) es un método no invasivo que se puede usar para cuantificar la rigidez de un material, que se emplea ampliamente en la industria frutícola<sup>1</sup>. En la técnica IA el objeto bajo estudio es impactado por un objeto sólido pequeño, aunque también se puede usar un martillo de impacto. El impacto sobre el objeto produce vibraciones en el rango audible que son captadas por sensores de sonido colocados cerca de la superficie del objeto. En este trabajo exploramos la aplicación de la técnica IA a bloques de concreto para analizar las señales acústicas detectadas por dos sensores de sonido, uno colocado en la dirección del impacto y otro a 90 grados con respecto a esta dirección. Se consideran los casos en que el bloque de concreto descansa libremente sobre una superficie horizontal y cuando es sometido a una presión. Se obtienen los espectros de Fourier y se cuantifica un parámetro de entropía, basado en la llamada entropía de Shannon<sup>2</sup>, en el espacio fase definido por las señales acústicas detectadas por los dos sensores. Los resultados experimentales muestran que cuando el bloque de concreto es sometido a presión su espectro de Fourier muestra frecuencias bajas que no aparecen en el caso en que el bloque no sea sometido a presión y también se observa un incremento en la entropía de Shannon.

1. F. Duprat, et al., "The acoustic impulse response method for measuring the overall firmness of fruit", J. Agric. Eng. Res., Vol. 66, 1997, pp. 251-259.

2. C. E. Shannon, "A mathematical theory of communication", The Bell System Technical Journal, Vol. 27, 1948, pp. 379-423, 623-656.