

## Resumen

El Ecuador se encuentra situado en una región altamente propensa a actividad sísmica debido a su ubicación dentro del cinturón de Fuego del Pacífico, en este contexto resulta crucial establecer un sistema de monitorización efectivo con el propósito de prevenir erupciones y mitigar sus impactos. Sin embargo, las bases de datos de volcanes suelen ser limitadas en cuanto a la cantidad de datos disponibles para este fin. Una alternativa factible es desarrollar bases de datos sintéticas, las cuales, a partir de la cantidad de datos existentes, permitan generar nuevos datos que conserven las mismas características de los datos originales.

Este estudio explora el método de muestreo aleatorio con la técnica de Bootstrap junto a la transformada de Fourier, para generar datos sintéticos de los eventos microsísmicos; Largo Período (LP), Volcano Tectónicos (VT), Tremor (TR) y Tectónicos (TC) producidos en el volcán Llaima, a partir de una base de datos registrados por las estaciones sismológicas y provistos por el observatorio "Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur". El objetivo es generar señales sintéticas que repliquen con precisión las características distintivas de cada evento, para asegurar la preservación de las características temporales y espectrales, se emplearon magnitudes sintéticas en conjunto con fases reales selectas.

Finalmente se obtienen señales sintéticas que fueron evaluadas por expertos del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional con resultados de: 94.45% en LP, 0.00% en TC, 55.53% en TR y 71.44% en VT. Este porcentaje ilustra la habilidad de las señales sintéticas para pasar desapercibidas como señales reales. De igual manera se evaluaron mediante el uso de los clasificadores desarrollados en paralelo en el grupo de investigación, con resultados del 99.90% de exactitud en cada una de las señales sintéticas.

*Palabras clave:* Bootstrap, Llaima, Datos sintéticos, Muestreo aleatorio, Transformada de Fourier.

## **Abstract**

Ecuador is located in a highly seismic-prone region due to its position within the Pacific Ring of Fire. In this context, establishing an effective monitoring system is crucial to prevent eruptions and mitigate their impacts. However, volcano databases often have limited data available for this purpose. A feasible alternative is to develop synthetic databases which, based on the existing data, can generate new data that retain the same characteristics as the original data.

This study explores the method of random sampling using the Bootstrap technique along with the Fourier transform to generate synthetic data for microseismic events: Long Period (LP), Volcano Tectonic (VT), Tremor (TR), and Tectonic (TC) events produced at the Llaima volcano. This is done using a database recorded by seismic stations and provided by the "Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur". The objective is to generate synthetic signals that accurately replicate the distinctive characteristics of each event. To ensure the preservation of temporal and spectral features, synthetic magnitudes were used in conjunction with selected real phases.

Finally, synthetic signals were obtained and evaluated by experts from the Geophysical Institute of the National Polytechnic School. The results were as follows: 94.45% accuracy for LP, 0.00% for TC, 55.53% for TR, and 71.44% for VT. This percentage illustrates the ability of synthetic signals to go unnoticed as real signals. Similarly, they were evaluated using classifiers developed in parallel within the research group, yielding results of 99.90% accuracy for each of the synthetic signals.

*Keywords:* Bootstrap, Llaima, Synthetic data, Random sampling, Fourier transform.