

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO

FRACTAL DE LAS ONDAS SÍSMICAS

Rubén Cuenca Martínez,
José María Lorca Lorente,
Marcos Ruiz Contreras

Tutora: María Dolores Cánovas Amorós¹

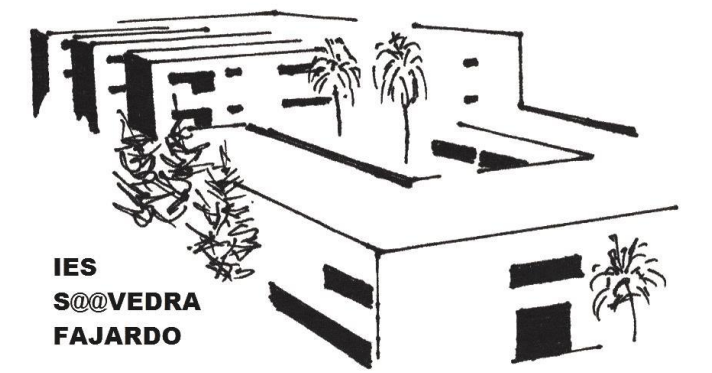
Coordinador: Silvestre Paredes Hernández²

¹Departamento de Matemáticas del IES Saavedra Fajardo

²Departamento de Matemática Aplicada y Estadística, UPCT



Universidad
Politécnica
de Cartagena



Introducción

El presente es un estudio que intenta demostrar que los fractales y las matemáticas son algo totalmente presente y susceptible de ser cuantificados, por qué no decirlo, en todos los ámbitos de nuestra vida. Por ello estudiaremos las curvas formadas por las ondas sísmicas registradas del terremoto de Lorca de 2011, intentando relacionar la intensidad de los sismogramas con la geometría fractal.

La geometría fractal es la geometría capaz de estudiar formas geométricas irregulares y complejas debido a que proporciona los modelos necesarios para su estudio. Uno de los instrumentos que nos permiten entender las propiedades geométricas de esas formas es la dimensión fractal, y es en esta en la que nos basamos para realizar el estudio. Si la dimensión fractal de una forma es alta, más se asemejará esta a un fractal. Un fractal es un objeto cuya estructura se repite sin importar la escala a la que lo observamos

Objetivo

El objetivo es verificar la hipótesis que planteamos: las curvas de los sismogramas presentan una mayor dimensión fractal a mayor intensidad de las ondas sísmicas que las forman.

Resultados

Las dos tablas laterales muestran las estimaciones de las dimensiones relativas a los distintos trozos analizados de la curva completa.

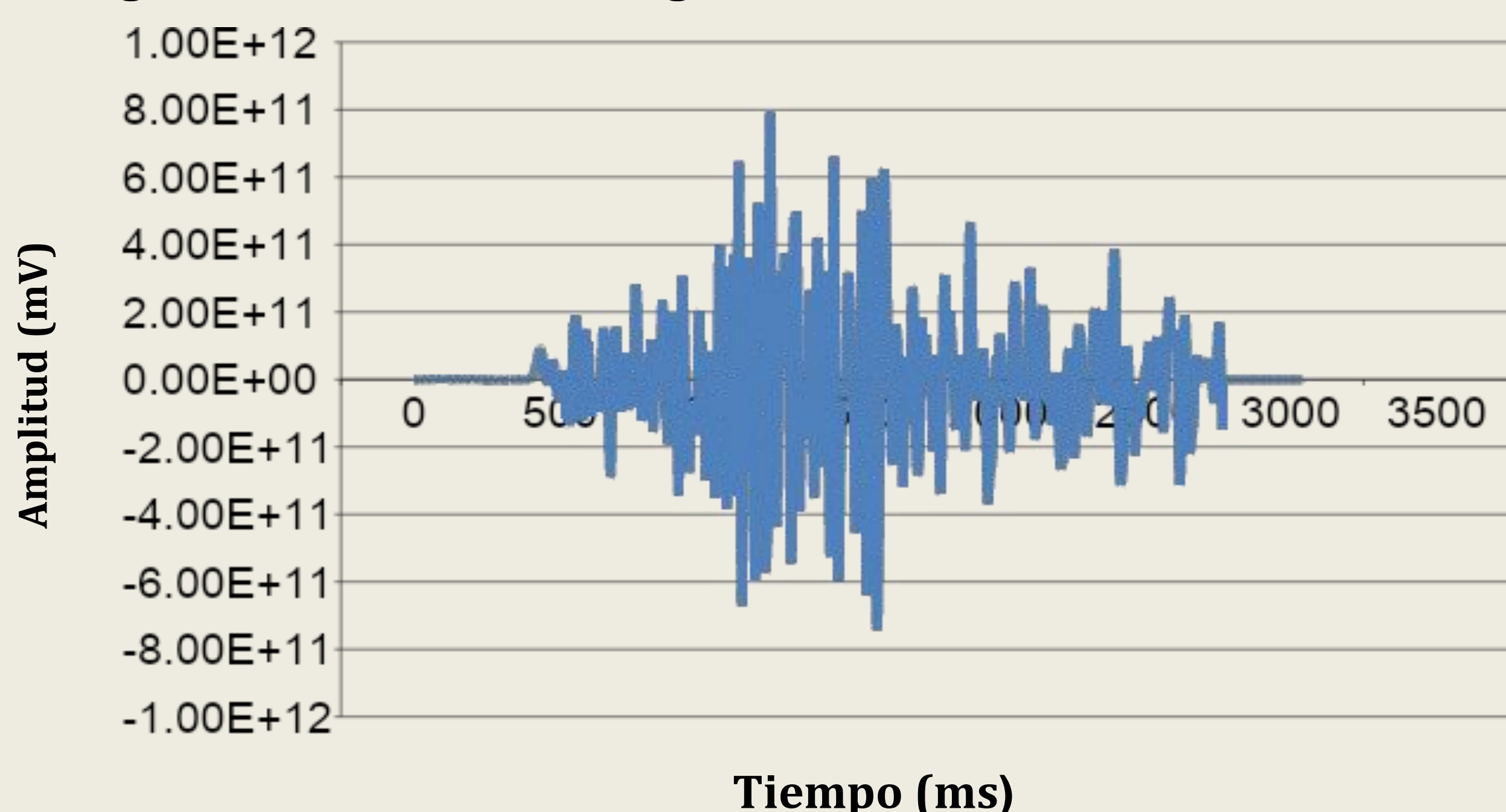
Ya habiéndolas obtenido pasamos a compararlas, relacionándolas con los sismogramas de cada intervalo al que pertenecen. Pudimos apreciar entonces que, sabiendo si se habían registrado antes, durante o después del momento álgido del terremoto, las ondas que obtienen un mayor valor para sus dimensiones fractales coinciden con los terremotos de mayor intensidad, y al contrario.

Si unos datos sísmicos se registran antes o después del momento álgido en teoría tendrían que presentar una amplitud de onda mucho menor o al menos inferior a la del momento álgido. No obstante, pudimos comprobar la existencia de numerosas réplicas del terremoto principal, además de otro sismo que se registró antes que el principal y que presentó una intensidad similar al mismo. Esto es lo que explica que ciertas ondas sísmicas anteriores al momento de mayor intensidad del terremoto presentasen dimensiones con un valor demasiado alto.

Por otro lado también hay valores muy bajos obtenidos para el terremoto principal, aunque en este caso solo hay que tener en cuenta que la misma parte del momento de mayor intensidad podría albergar periodos de menor intensidad, que son esos tramos de los que se obtienen esas irregularidades.

Los casos de irregularidades se encuentran en rojo en la tabla, y en verde la dimensión fractal más alta obtenida, perteneciente al terremoto principal de mayor intensidad. También se adjunta una muestra del sismograma de este último.

Sismograma del momento álgido del terremoto de Lorca de 2011



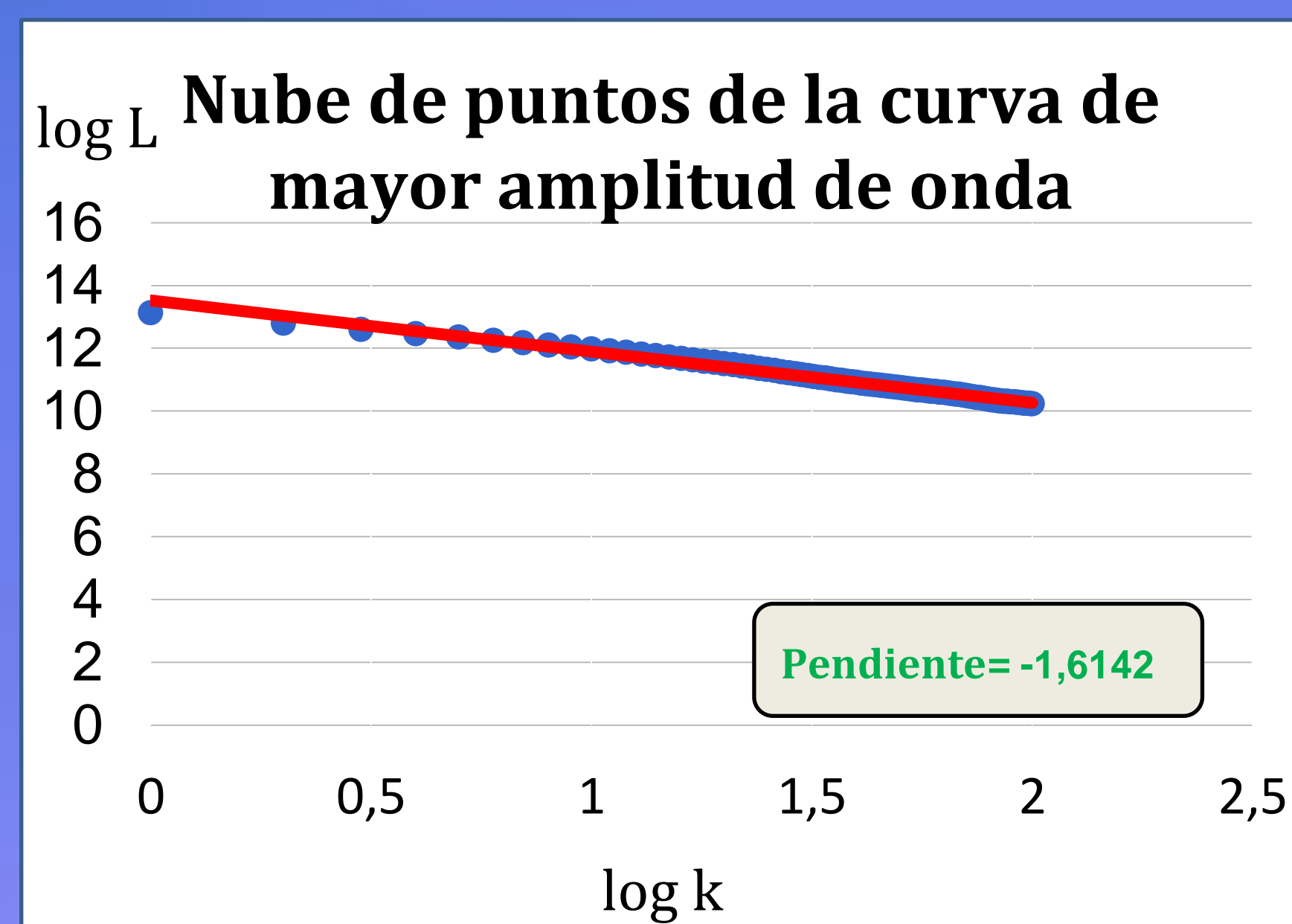
Materiales y metodología

Trabajamos a partir de los datos sísmicos registrados en el terremoto de Lorca. Para poder manejar y trabajar con los datos hemos utilizado principalmente tablas de Excel. Además se ha dividido la curva en varios trozos.

Nuestra investigación parte del análisis de los datos mediante la aplicación del algoritmo de Higuchi desde una ventana de comandos de un ordenador. Este método halla una estimación de la dimensión fractal de una curva cuyos datos estén relacionados a un periodo de tiempo. Para ello calcula la longitud L de la curva para los datos recogidos en distintas series de tiempo hasta un valor k máximo y después se relaciona cada longitud con su correspondiente valor k , ambos en escala logarítmica.

La estimación de la dimensión fractal se corresponde con el valor absoluto de la pendiente de la recta de regresión que mejor se ajusta a la nube de puntos de esas longitudes con respecto a k .

Una vez obtenidas las distintas dimensiones fractales de la curva pasamos finalmente a compararlas, teniendo en cuenta la situación de esos trozos con respecto a la curva original, así como su intensidad.



Dimensiones obtenidas en el momento anterior al terremoto principal
1,187471025
1,183695003
1,248326165
1,257651625
1,279804223
1,490377594
1,448620688
1,536660093
1,236336105

Dimensiones obtenidas en el momento álgido
1,509947139
1,348981398
1,452578563
1,246034464
1,614207691
1,205834878

Conclusión

Podemos afirmar que la dimensión fractal de las ondas sísmicas está relacionada con la intensidad de estas, confirmándose así nuestra hipótesis; a mayor amplitud de onda, mayor dimensión fractal la onda poseerá.

Bibliografía:

-INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. *Terremoto en Lorca de magnitud 5,1*. Disponible en <<http://info.igme.es/eventos/Terremoto%20de%20Lorca>> [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2019]

-UNIVERSIDAD DE MENDOZA. *Algoritmos para calcular la dimensión fractal de señales 1D*. Disponible en <<http://www.um.edu.ar/catedras/ANASEN/document/fractal/waveform.pdf>> [Consulta: 28 de febrero de 2019]

-MILLS, A. *Calculating fractal dimensions*. Disponible en <<https://www.youtube.com/watch?v=RFMZZ4pPKlk>> [Consulta: 30 de marzo de 2019]