

Análisis espacial de sismos en los cantones de Costa Rica durante el periodo 2010-2022

Aguilar Camila ¹, Fonseca Brenda ², Ramirez Héctor ³

¹ Estadística, Universidad de Costa Rica

² Ingeniera Industrial, Universidad Costa Rica

³ Ingeniero en Producción Industrial, Tecnológico de Costa Rica

1 Introducción

Un sismo es lo que sucede cuando dos bloques de tierra se deslizan repentinamente uno sobre el otro. La superficie donde se deslizan se llama falla o plano de falla. El lugar debajo de la superficie terrestre donde comienza el sismo se llama hipocentro, y el lugar directamente encima de él en la superficie terrestre se llama epicentro (USGS , 1989).

2 Descripción del problema

A veces un sismo tiene consecuencias, estos son sismos más pequeños que ocurren en el mismo lugar que el sismo más grande que sigue. Los científicos no pueden decir que un sismo es un presagio hasta que ocurre un sismo más grande. El sismo principal más grande se llama sismo principal, los cuales siempre tienen réplicas que se tratan de sismos más pequeños que se producen posteriormente en el mismo lugar del sismo principal. Dependiendo del tamaño del sismo principal, las réplicas pueden continuar durante semanas, meses e incluso años después del sismo principal (USGS , 1989). Para nadie es un secreto que cuando una región es víctima de un sismo siempre trae consecuencias, si son sismos pequeños generalmente los daños físicos pueden no ser a gran escala, pero los habitantes del lugar sienten inseguridad, y cuando los sismos son grandes los daños físicos y a las personas pueden ser irre recuperables. Es por esa razón que tener un registro de la ubicación y magnitud de los sismos es clave para identificar futuros comportamientos que permitan anticipar y preparar a la población para desastres naturales.

Los sismos se registran mediante instrumentos llamados sismógrafos. La grabación que realizan se llama sismograma. El sismógrafo tiene una base que se fija firmemente en el suelo y un peso pesado que cuelga libremente. Cuando un sismo hace temblar el suelo, la base del sismógrafo también se sacude, pero el peso que cuelga no. En cambio, el resorte o cuerda del que cuelga absorbe todo el movimiento. Lo que se registra es la diferencia de posición entre la parte temblorosa del sismógrafo y la parte inmóvil. El tamaño de un sismo depende del tamaño de la falla y de la cantidad de deslizamiento de esta, pero eso no es algo que los científicos puedan medir simplemente con una cinta métrica, ya que las fallas se encuentran a muchos kilómetros de profundidad bajo la superficie de la tierra. Entonces, ¿cómo miden un sismo? Utilizan los registros sismográficos realizados en los sismógrafos de la superficie de la tierra para determinar la magnitud del sismo. Una línea corta y ondulada que no se mueve mucho significa un pequeño sismo, y una línea larga y ondulada que se mueve mucho significa un gran sismo. La longitud del movimiento depende del tamaño de la falla y el tamaño del movimiento depende de la cantidad de deslizamiento. El tamaño del sismo se llama magnitud, los científicos también hablan de la intensidad de las sacudidas de un sismo, y esto varía dependiendo de dónde se encuentre durante el sismo (USGS , 1989). El objetivo de este trabajo es realizar un estudio de los sismos registrados desde enero 2010 a diciembre 2022 en los diferentes cantones de Costa Rica con el fin de identificar patrones de comportamiento asociados a diferentes clústeres.

3 Análisis descriptivos

Las variables que se van a utilizar para el estudio son:

1. Fecha del evento: Momento en el que sucede el sismo definido en año, mes día y hora.
2. Lugar del evento: Descripción de la región geográfica cercana al evento utilizando los datos de

GeoNames que hace referencia a los lugares poblados que están muy cerca de un evento sísmico.

3. Ubicación del evento: Definida mediante la latitud y longitud de la ubicación del evento.
4. Magnitud del sismo: Tamaño del sismo reportado por el Servicio Geológico de EE. UU. fuente oficial para definir magnitudes.
5. Magnitud del error: incertidumbre sobre la magnitud reportada del evento, es el error estándar estimado de la magnitud. La incertidumbre corresponde al tipo de magnitud específico que se informa y no tiene en cuenta las variaciones de magnitud ni los sesgos entre diferentes escalas de magnitud.
6. Fuente de ubicación: El ID de un contribuyente de datos. Identifica la red considerada como la fuente de información preferida para este evento.

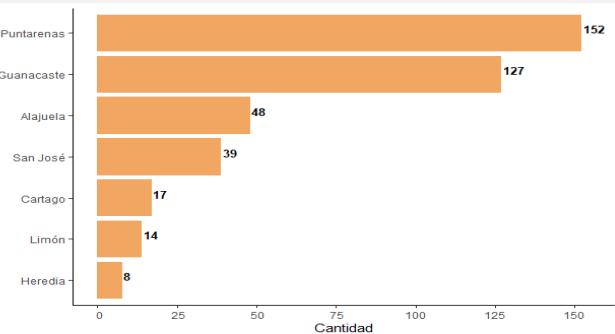
Los datos utilizados en el estudio son tomados de la del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) en página web en la sección de riesgos de sismos.: [Earthquake Hazards Program | U.S. Geological Survey \(usgs.gov\)](#). Para conocer a grandes rasgos el comportamiento de algunas de las variables anteriormente mencionadas, en la Tabla 1 se aprecia un resumen estadístico de la cantidad y magnitud de sismos presentados en el periodo 2010-2022 en el territorio de Costa Rica.

Tabla 1. Costa Rica 2010-2022: Estadísticos resumen de la cantidad y magnitud de sismos presentados en el territorio.

Variable	Estadístico			
	Mínimo	Media	Mediana	Máximo
Cantidad	0	7.5	3	41
Magnitud	0	4.4	4.4	5.4

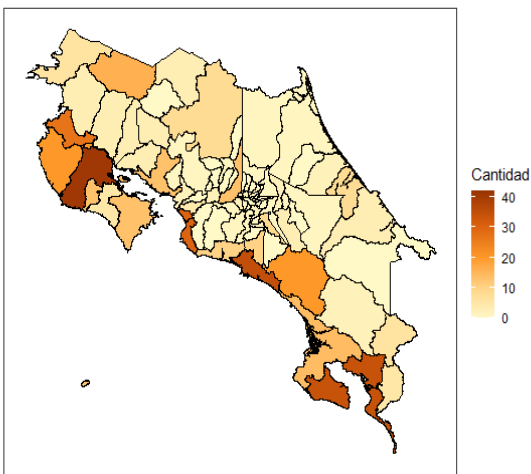
De la Tabla 1 se observa que la máxima magnitud de los sismos se encuentra en un 5.4 y la menor 4.4. En el Gráfico 1 se puede observar el desglose de la cantidad de sismos en virtud de la provincia del territorio de Costa Rica. En donde se observa que la provincia con mayor cantidad de sismos promedio es la de Puntarenas (152), en segundo lugar, se encuentra la provincia de Guanacaste (127) y en el tercer lugar la provincia de Alajuela (48). En cuanto a las provincias con menor cantidad promedio de sismos en primer lugar se encuentra la provincia de Heredia (8), en segundo lugar, la provincia de Limón (14) y en tercer lugar la provincia de Cartago (17). Cabe destacar que en un punto medio de la cantidad de sismos promedio se encuentra la provincia de San José (39).

Gráfico 1. Costa Rica 2010-2022: Cantidad promedio de sismos por provincia.



En el Mapa 1 se presenta el mapa del territorio de Costa Rica fraccionado por cantones con un diagrama de calor en donde el color mas oscuro refleja el cantón del territorio costarricense en donde se presentan la mayor cantidad promedio de sismos. Mientras que el color mas claro refleja los cantones con menor cantidad de sismos promedio. En primer análisis del mapa se observa que la mayor cantidad de sismos promedio se desarrollan generalmente en las zonas sur del país con algunas pocas excepciones.

Mapa 1. Costa Rica 2010-2022: Cantidad promedio de sismos por cantón.



En el Mapa 2 se muestra el mapa del territorio de Costa Rica fraccionado por cantones con un diagrama de calor en donde el color más oscuro refleja el cantón del territorio costarricense en donde se presentan el mayor nivel en la magnitud promedio de sismos. Mientras que el color más claro refleja los cantones con menor nivel de magnitud de sismos promedio. En análisis del mapa se observa en general el territorio costarricense en sus cantones presentan un nivel de magnitud entre ligera y muy ligera,

Mapa 2. Costa Rica 2010-2022: Magnitud promedio de sismos por cantón, según nivel de magnitud.

