

Sismotectónica en Costa Rica

OVSICORI Universidad Nacional

SETIEMBRE, 2021

Resumen — Durante el mes de setiembre del 2021, la red sismográfica del OVSICORI-UNA en Costa Rica reportó una cantidad relativa baja de eventos sísmicos. Un total de 999 eventos con magnitudes de entre 0,0 y 5,2 fueron localizados en Costa Rica durante este mes. De estos, 14 fueron lo suficientemente fuertes como para ser sentidos por la población de Costa Rica. Esta tendencia de poca sismicidad es similar a las observadas durante los meses de junio y agosto del 2021, y representa una reducción de ~ 200 eventos con respecto a setiembre de 2020. Se detectó una abundante microsismicidad y eventos de magnitud intermedia en el Caribe Norte costarricense, originado por un régimen tectónico dominado por fallamiento del tipo extensional y sinestral. En área del Braulio Carrillo, una depresión tectónica que separa el área del volcán Irazú con la del volcán Barva, se le atribuye a la falla inferida Hondura, el origen del enjambre sísmico con familias de sismos repetidos que inicio el día 20; mientras que en el segmento de Osa-Burica, donde se encuentra la Zona de Fracturas de Panamá, se localizaron eventos que corresponden a réplicas de la secuencia iniciada el 14 de junio del 2021.

Palabras clave — Sismos, Braulio Carrillo, Parismina, Costa Rica.

Abstract — A relatively low number of earthquakes were recorded and located by the seismological network operated by OVSICORI-UNA in Costa Rica during september 2021. A total of 999 events with magnitudes ranging from 0.0 up to 5.2 were generated in Costa Rica during this month, from these, only 14 events excited enough strong ground shaking to be felt and reported by the population in Costa Rica. This low trend in earthquake seismicity shares some similarities with previous observations during June and August 2021 and it represents a reduction of about ~ 200 events with respect to september 2020. Abundant microseismicity and intermediate magnitude events were located mainly along the Northern margin of the Caribbean coast, a very complex tectonic regime dominated by extensional and left lateral strike-slip faulting. In the Braulio Carrillo area, a tectonic depression that separates the Irazú and Barva volcanoes, the Hondura fault was presumably responsible for generating an earthquake swarm characterized by tens of repeating earthquakes, while in the Osa-Burica segment, the Panama Fracture Zone dominated the generation of events, still corresponding with aftershocks from the sequence that started on 14 June 2021.

Keywords — Earthquakes, Braulio Carrillo, Parismina, Costa Rica.

SISMICIDAD EN COSTA RICA

Un total de 999 sismos fueron localizados por la red sismográfica del OVSICORI-UNA durante el mes de setiembre de 2021, de los cuales, 14 fueron reportados como sentidos por la población nacional a través de las redes sociales del Observatorio en Facebook y Twitter. La lista completa de sismos sentidos, donde se detalla su magnitud, pro-

fundidad y región epicentral, puede ser revisada de manera gratuita mediante la página web del OVSICORI-UNA: <http://www.ovsicori.una.ac.cr/index.php/sismos-sentidos>.

La cantidad diaria de temblores localizados por el Observatorio durante el mes de setiembre y los meses anteriores puede ser de igual forma visualizada en el sitio web: <http://www.ovsicori.una.ac.cr/index.php/sismologia/catalogo-sismico-conteo-diario>, donde el lector encontrará además, el promedio de las magnitudes máximas generadas en el país mensualmente.

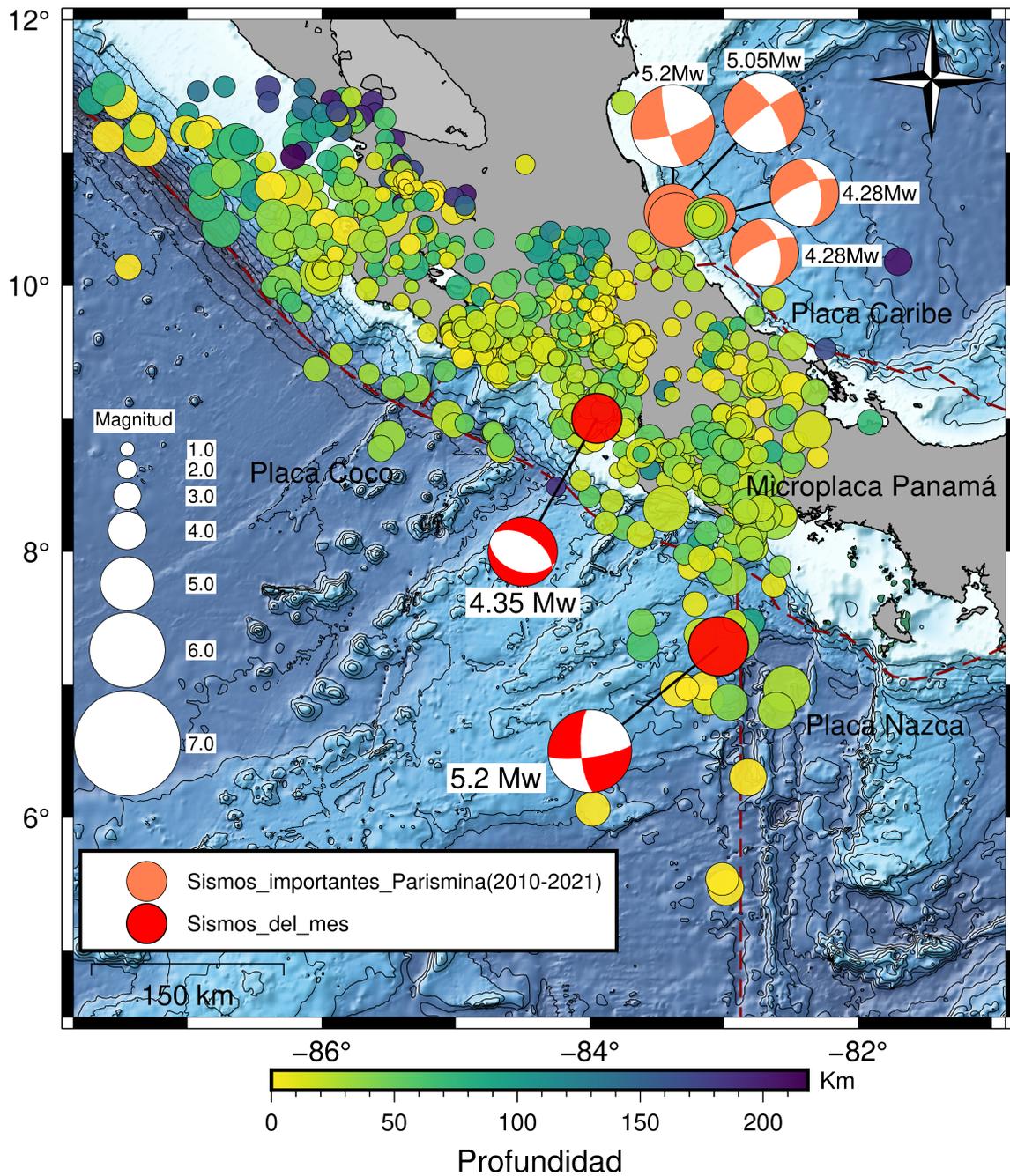


Figura 1: Mapa de distribución hipocentral de la actividad sísmica en Costa Rica durante el mes de setiembre del 2021.

La distribución hipocentral de la sismicidad en Costa Rica durante este mes se presenta en el mapa de la figura 1. En este, el color y tamaño de los círculos corresponde con la profundidad y magnitud de los temblores, respectivamente, tal y como se detalla en las leyendas ubicadas dentro del mapa. Los mecanismos focales o bolas de playa que se muestran en color rojo y/o anaranjado representan el mecanismo de ruptura o cinemática del deslizamiento co-sísmico a lo largo de la zona de falla donde se generaron estos eventos.

Este tipo de representaciones se calcularon utilizando la Inversión del Tensor del Momento Sísmico (ITMS) para sismos con magnitud mayor o igual a 4,0 y son indispensables para comprender el régimen o regímenes de esfuerzos al que está sometida una región en particular, sus posibles estilos de fallamiento e interacciones con otras regiones o sistemas

de falla, así como para realizar un mejor análisis de riesgo sísmico en aquellas zonas más vulnerables.

Durante el mes de setiembre, las regiones sísmicamente más productivas del país fueron: el Pacífico Central desde la entrada del golfo de Nicoya hasta la región que comprende las costas frente a bahía Ballena (segmento Cóbano-Herradura), el Pacífico Sur, principalmente la Península de Osa y la Península de Burica (segmento Osa-Burica), el Caribe Norte a lo largo de la desembocadura del río Parismina y la zona del Zurquí a lo largo de la falla Hondura.

El sismo más importante del mes, corresponde al registrado el día 21 a las 19:25:06, hora local de Costa Rica, localizado en la Zona de Fracturas de Panamá (ZFP) con magnitud momento sísmico $M_w = 5,2$. Este evento fue percibido por la población tanto de Costa Rica como de Panamá que vive

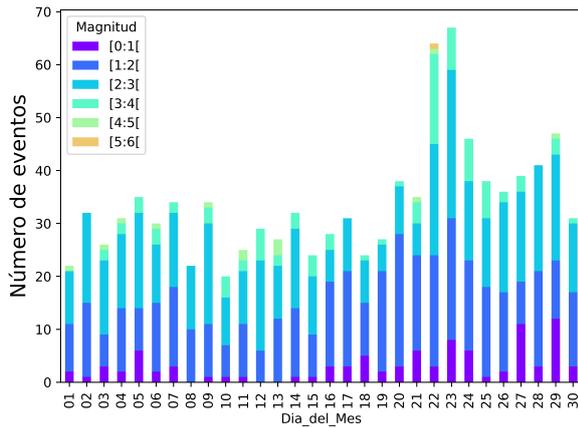


Figura 2: Histograma mostrando la cantidad de sismos generados por día durante el mes de setiembre de 2021. En la figura, el color de cada barra indica un rango de magnitud particular, tal y como se indica en la leyenda.

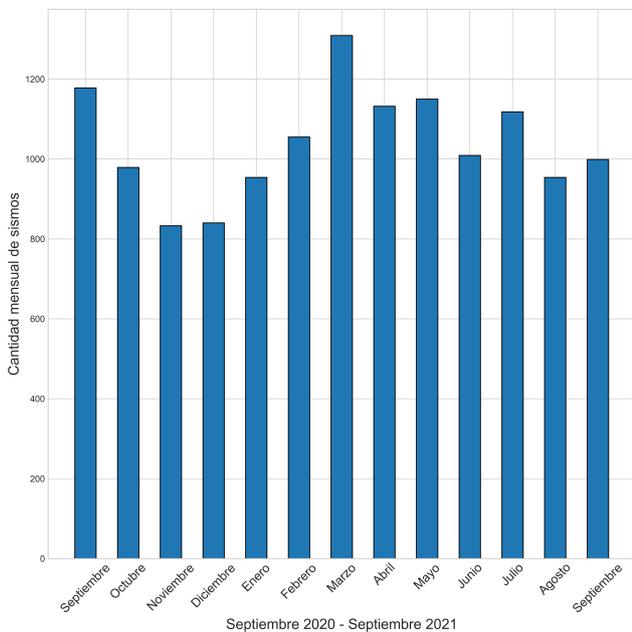


Figura 3: Cantidad mensual de sismos desde setiembre del 2020 a setiembre 2021.

en las regiones más cercanas a la zona epicentral. También destaca un temblor con magnitud $M_w = 4,4$, ocurrido a la media noche (hora de Costa Rica) del 29 de setiembre, con una profundidad de 18 km y cuyo epicentro se ubicó en Uvita de Puntarenas (figura 1).

La sismicidad del mes de setiembre está conformada principalmente por eventos con magnitud M_w entre 1,0 y 3,0, tal y como se muestra en la figura 2. El día sísmicamente más activo fue el 23 con un total de 67 sismos, mientras que el menos activo fue el día 10 con tan sólo 20 eventos. Con respecto al último año, setiembre 2021 registró ~ 200 sismos menos en comparación con setiembre 2020 (figura 3).

La figura 4 muestra la cantidad total acumulada de sismos durante el mes de setiembre. Los eventos con M_w mayor o igual a 4,0, están representados mediante estrellas de color oscuro, mientras que el sismo de mayor magnitud, $M_w = 5,2$,

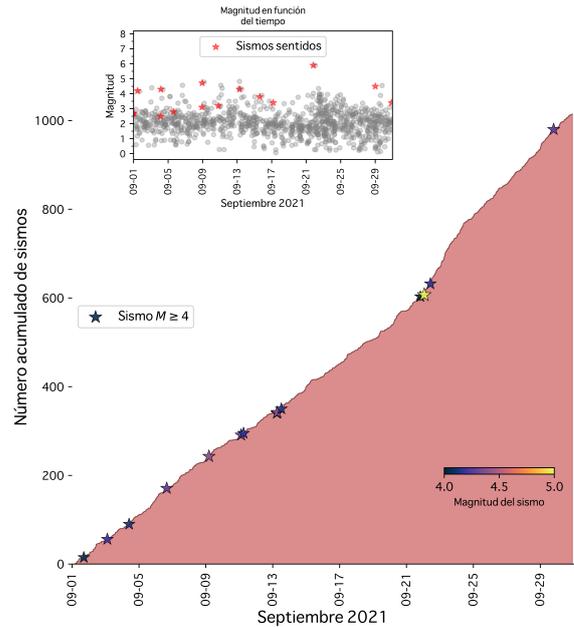


Figura 4: Cantidad acumulada de sismos (área de color rojo) en función del tiempo (963 eventos) en Costa Rica durante el mes de setiembre de 2021. Las estrellas sobre la línea de color rojo corresponden con la ocurrencia de sismos con magnitudes iguales o mayores a 4.0. En el panel superior se muestra la distribución de la magnitud de los sismos en función del tiempo. Se destacan los sismos sentidos del mes como estrellas de color rojo.

esta representado con una estrella en color amarillo. La distribución de magnitudes en función del día del mes se muestra en el panel superior de la figura 4, en donde las estrellas de color rojo resaltan los 14 sismos sentidos en Costa Rica durante este periodo.

Setiembre en conjunto con el mes de junio y agosto, representan los meses con menor tasa de ocurrencia de sismos sentidos en Costa Rica en la última década, tal y como se evidencia en la figura 5. En esta, las curvas de colores claros indican el promedio mensual de sismos sentidos en el país desde 2010 con diferentes cortes de magnitud ($M_w \geq 1,5, 2,0, 3,0$) mientras que la curva de color negro representa el promedio general de todas las tendencias. Hasta el momento, los meses donde se han registrado una mayor cantidad de sismos sentidos son enero, julio y octubre.

Además, las líneas punteadas verticales de color rojo que se observan en la figura 5, corresponden con la ocurrencia de sismos con M_w mayor o igual a 6,0, las cuales demuestran que existe una distribución temporal aleatoria de estos eventos durante todos los meses del año, en lugar de ocurrir en periodos o estaciones específicas del año.

SISMICIDAD EN EL NIDO DE PARISMINA

La cuenca del Caribe norte se caracteriza por ser una región tectónicamente compleja, donde interactúa el trasarco costarricense con el escarpe de Hess, la depresión de Nicaragua, el Cinturón Deformado del Centro de Costa

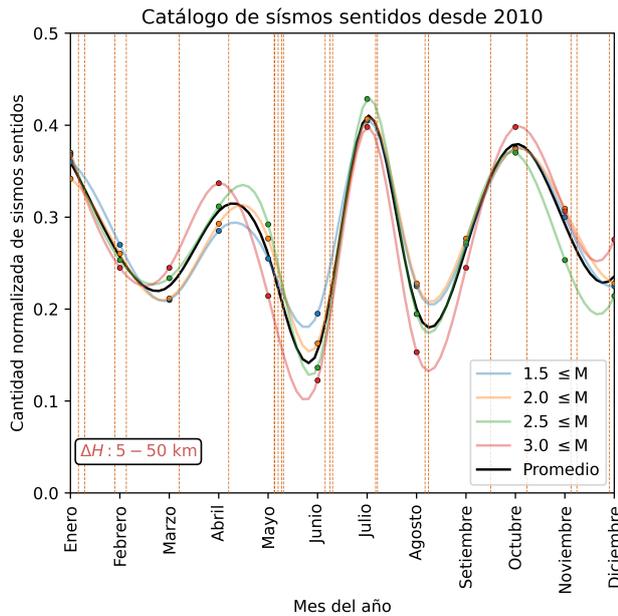


Figura 5: Conteo mensual de sismos sentidos en Costa Rica desde el año 2010.

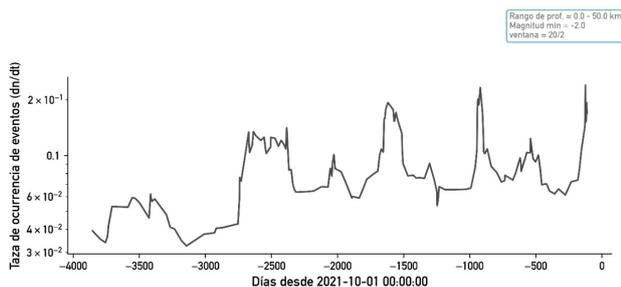


Figura 6: Tasa de ocurrencia de los sismos en el nido de parismina.

Rica (CDCC) y el Cinturón deformado del Norte de Panamá (CDNP). Hacia el sector que comprende la desembocadura del río Parismina, en la Zona Sismotectónica conocida como el Nido de Parismina (ZSNP), la actividad sísmica se caracteriza por ser de tipo enjambre, donde no existe una separación clara (de al menos un orden de magnitud) entre los eventos que componen las secuencias sísmicas que ocurren con frecuencia en esta zona.

Por ejemplo, desde inicios de 2010 y hasta finales de setiembre de 2021, un total de 404 sismos han sido localizados por el OVSICORI-UNA en la ZSNP, de los cuales, únicamente 10 ocurrieron con una magnitud mayor o igual a 4,0. Cuatro de estos eventos se representan con mecanismos focales anaranjados en la Figura 1. La sismicidad asociada a la ZSNP parece ocurrir en enjambres o pulsos cada 500 días, tal y como se observa en la figura 6, donde se muestra la tasa de ocurrencia de actividad sísmica en función del tiempo.

Esta sismicidad fue generada a profundidades que van entre los 15 y 30 km y en su mayoría, tienen mecanismos focales con geometría de tipo corrimiento de rumbo sinistral con componente normal, consecuente con observaciones previas p.e. (Brenes, 1992) y con la tectónica regional (mecanismos color anaranjado en la Figura 1). La ZSNP está caracterizada

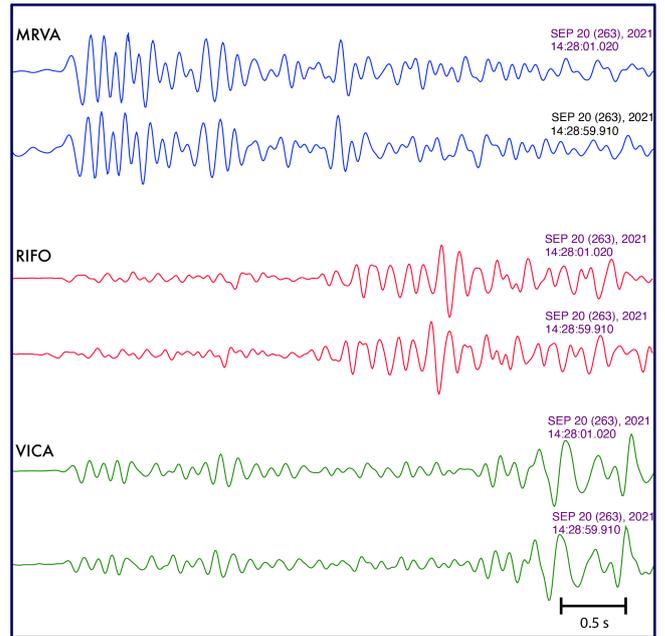


Figura 7: Formas de onda de dos sismos repetidos en el sector del Braulio Carrillo, registrados en las estaciones sísmicas del OVSICORI-UNA.

por una morfología de llanura costera, relativamente lisa y con fallas lítricas normales, activas desde el periodo cuaternario (Brandes et al., 2007). Estas fallas presentan una orientación preferencial NW-SE que producen una estructura de graben hacia el SW.

SISMICIDAD EN EL BRAULIO CARRILLO

Un enjambre sísmico conformado por 67 eventos, ubicados en el sector del Braulio Carrillo, cerca de Sarapiquí de Heredia, fue localizado por la red sismográfica del OVSICORI-UNA durante este mes de setiembre. Estos eventos tuvieron un rango de magnitud M_w , que va entre 0,1 y 2,6, y de acuerdo con los resultados de la relocalización hypocentral por doble diferencia, su distribución en profundidad es relativamente somera, ubicándose a no más de 2,8 km. El análisis y observación correspondiente de las formas de onda de este enjambre, mediante la correlación cruzada del tren de ondas P en al menos 6 estaciones, permitió evidenciar la existencia de una familia de sismos repetidos.

En la figura 7 se muestran las formas de onda de dos sismos repetidos registrados en tres estaciones, y se puede observar como el patrón de radiación sísmica es prácticamente idéntico. El índice de correlación en estas tres estaciones para estos dos sismos es superior al 0,93, lo cual nos permite confirmar que estos dos sismos fueron generados en la misma área de ruptura o bien, en regiones aledañas separadas por unos pocos metros a lo largo de la falla.

De acuerdo con estudios regionales previos, se menciona la presencia de la falla inferida Patria, la cual sería de tipo normal. Esta zona de falla separa el área del volcán Irazú del volcán Barva, en lo que se conoce como el Bajo de la Hon-

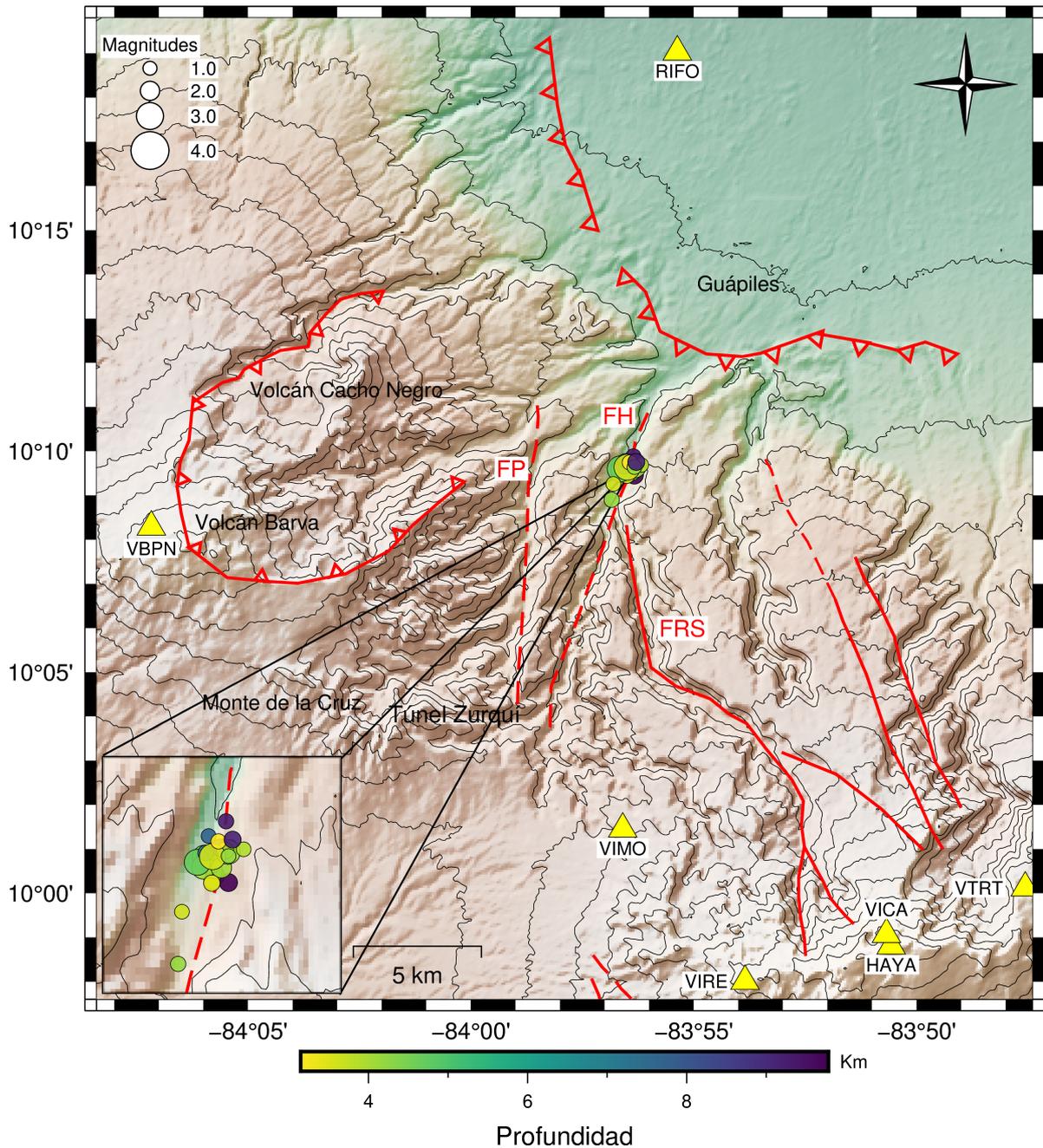


Figura 8: Sismicidad en el sector del Braulio Carrillo. Las líneas rojas corresponden a fallas, incluyendo la falla Río Sucio (FRS), mientras que las líneas rojas punteadas corresponden a fallas inferidas, incluidas las fallas inferidas Patria (FP) y Hondura (FH). Basado en (Denyer et al., 2013; Montero, 2003; ?).

dura (Denyer et al., 2013; Montero, 2003). Estudios similares realizados por (Fernandez and Pacheco, 1998; Fernandez, 2013) mencionan, además, una falla paralela hacia el este de la falla Patria, a la cual se le asigna el nombre de falla Hondura.

La ubicación propuesta para la falla Hondura coincide con la de la localización y orientación del enjambre, por lo que, en el presente trabajo se atribuye la sismogeneración de este enjambre al deslizamiento sísmico de esta falla inferida (figura 8). Sin embargo, es necesario desarrollar más estudios comprensivos sobre la sismotectónica del Bajo de la Hondura para poder confirmar la traza de ambas fallas, su geometría de ruptura e interacción con otros segmentos de falla, pues hasta el día de hoy, la mayor cantidad de estudios se han en-

focado en la tectónica del sector correspondiente al Volcán Irazú.

Anteriormente se han registrado enjambres similares en el bajo de la Hondura, como por ejemplo, el ocurrido en octubre de 2015, cuando se registró un sismo con magnitud, $M_w = 4,4$ y su secuencia de réplicas. En dicha ocasión, se atribuyó a la falla Patria como la responsable de la generación de esta actividad. Además, una gran cantidad de temblores fueron disparados en esta zona justo después de la ocurrencia del terremoto del Valle de la Estrella en Limón, del 22 de abril de 1991.

REFERENCIAS

- Brandes, C., Astorga, A., Littke, R., and Back, S. (2007). Fault controls on sediment distribution patterns, limon basin, costa rica. *Revista Geológica de América Central*, 30(1):25–40.
- Brenes, J. (1992). Estudios preliminares de la sismicidad de la costa del caribe de costa rica, con énfasis en la fuente sísmica parísmica. *Revista Geológica de América Central*, 25:247–264.
- Denyer, P., Montero, W., and Alvarado, G. (2013). Atlas tectónico de costa rica 2ª edición. *Editorial Universidad de Costa Rica*.
- Fernandez, M. (2013). Seismotectonic and the hypothetical strike-slip tectonic boundary of central costa rica - en libro d'amico, s. *Earthquake Research and Analysis-New Advances in Seismology*.
- Fernandez, M. and Pacheco, J. (1998). Sismotectónica de la región central de costa rica. *Revista Geológica de América Central*, 21:05–23.
- Montero, W. (2003). El sistema de falla atirro -río sucio y la cuenca de tracción de turrialba - irazú: Identación tectónica relacionada con la colisión del levantamiento del coco. *Revista Geológica de América Central*, 28:05–29.