

Sismotectónica

Enero, 2021

Boletín
mensual

En Costa Rica

OVSICORI, Universidad Nacional

Grupo de Sismología – OVSICORI-UNA

Resumen general

Sismicidad en Costa Rica

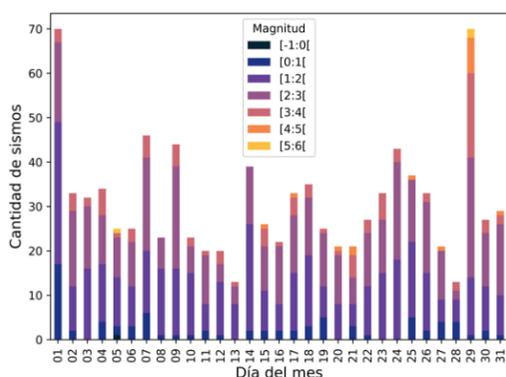
Un total de 963 sismos con un rango de magnitud local (MI) que va desde -1 hasta 6.0, fue localizado por la red sismográfica del OVSICORI-UNA durante el mes de enero de 2021. De estos, 16 fueron reportados sentidos por la población nacional a través de las redes sociales del Observatorio en Facebook y Twitter.

El listado completo que incluye la ubicación, el tiempo de origen, la magnitud y la profundidad de los sismos sentidos, puede ser revisado de manera gratuita por medio de la página web del OVSICORI-UNA:

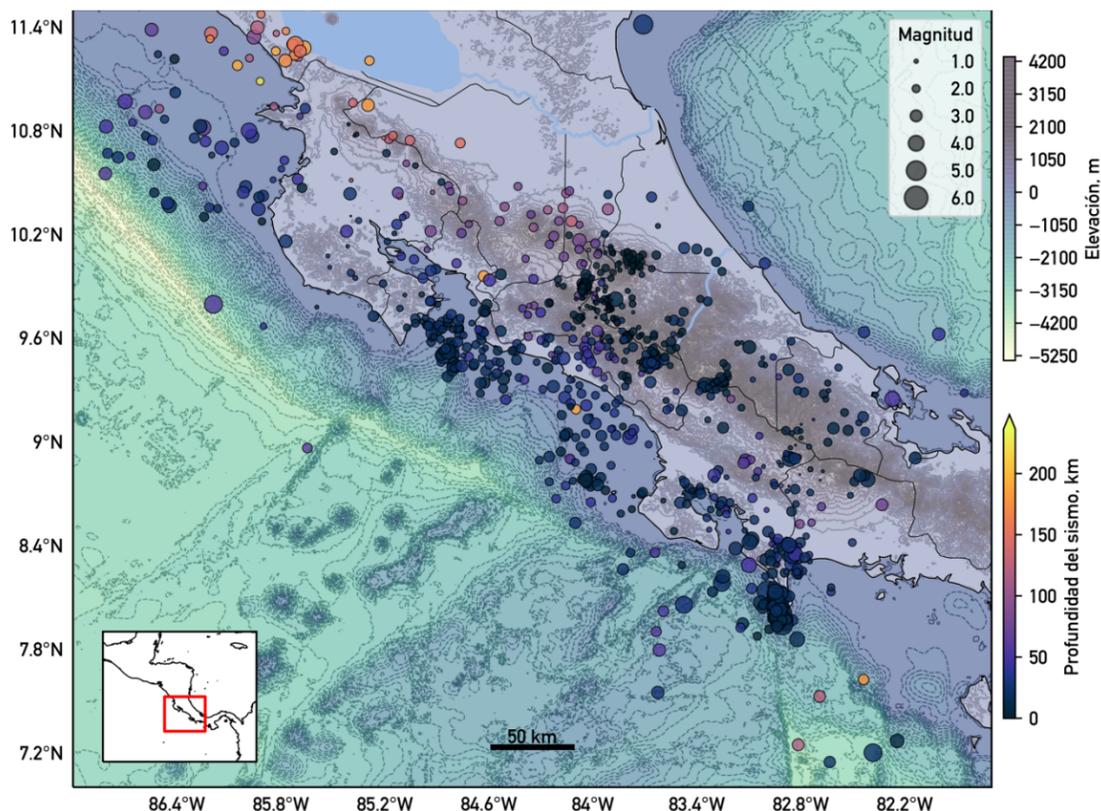
<http://www.ovsicori.una.ac.cr/index.php/sismos-sentidos>.

La distribución hipocentral de la sismicidad generada en Costa Rica durante el mes de enero se puede observar en el mapa de la derecha. En este, el color y tamaño de los círculos corresponde con la profundidad y magnitud de los sismos, respectivamente.

Los días sísmicamente más activos fueron el 1 y el 29, con un total de 70 sismos cada uno, mientras que el menos activo fue el 13, con un total de 14 sismos (Ver histograma abajo). Se localizó un total de 3 temblores con una magnitud igual o mayor a 5.0, de los cuales, 2 eventos ocurrieron en la Península de Burica, mientras que el tercero ocurrió 60 km hacia el Oeste de la Península de Nicoya, en el interior de la placa del Coco (Ver mapa).



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



Mapa mostrando la distribución hipocentral de la actividad sísmica en Costa Rica durante el mes de Enero de 2021.

Regiones sísmicamente más activas del país

El Pacífico Central, El Pacífico Sur y el Valle Central

El sismo de mayor magnitud, MI=5.6, ocurrido en Costa Rica, se generó el día 29 a las 6:41 de la mañana, hora local, a una profundidad de 8 km y se ubicó 16.9 km hacia el Sur de Pavón de Puntarenas, en la Península de Burica.

De acuerdo con la inversión de formas de onda, el mecanismo de ruptura (o bola de playa) de este sismo presentó una geometría predominantemente inversa, correspondiente con el proceso de subducción de la placa del Coco por debajo de la microplaca de Panamá.

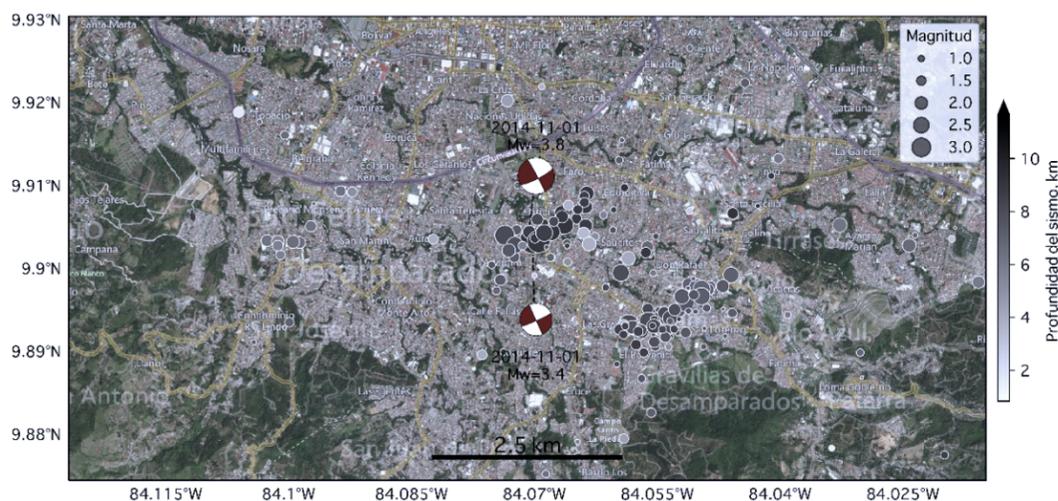
Las regiones sísmicamente más productivas durante el mes de enero fueron el *Pacífico Central*, a la entrada del Golfo de Nicoya y frente a las costas de Jacó, Esterillos y Parrita, debido a la subducción de la placa del Coco por debajo de la microplaca de Panamá. El *Pacífico Sur*, a lo largo de la Península de Burica producto del fallamiento frecuente de la Zona de Fracturas de Panamá y la subducción de la placa del Coco y por último, el *Valle Central* en el cantón de Desamparados de San José, debido un sistema de fallas locales.

Enjambre sísmico en el Cantón de Desamparados de San José

Más de 80 microsismos con un rango de magnitud local, MI, que va de 0.0 hasta 3.0 fue localizado por la red sismográfica del OVSICORI-UNA en el cantón de Desamparados de San José, entre el 30 de diciembre de 2020 y el 31 de enero de 2021.

Este enjambre sísmico ocurrió en un sistema de fallas de corrimiento de rumbo sinistral con orientación NE-SW (ver mapa abajo), el cual no había sido observado o reconocido anteriormente en el campo debido a la gran densidad poblacional y urbanismo en el cantón.

Un total de 14 familias de sismos repetidos (SRs) cuyos periodos de retorno van desde minutos hasta pocos años forman parte de este enjambre, sugiriendo la ocurrencia de deslizamiento lento y una alta heterogeneidad en las propiedades de fricción y redistribución de los esfuerzos regionales a lo largo de estos segmentos de falla.



Mapa mostrando la distribución hipocentral de los enjambres sísmicos ocurridos en 2014 y en 2020-2021 en el Cantón de Desamparados de San José. Se muestra además el mecanismo focal de los sismos de mayor magnitud, generados mediante la inversión completa de formas de onda.

Un complejo sistema de fallas en una región altamente urbanizada

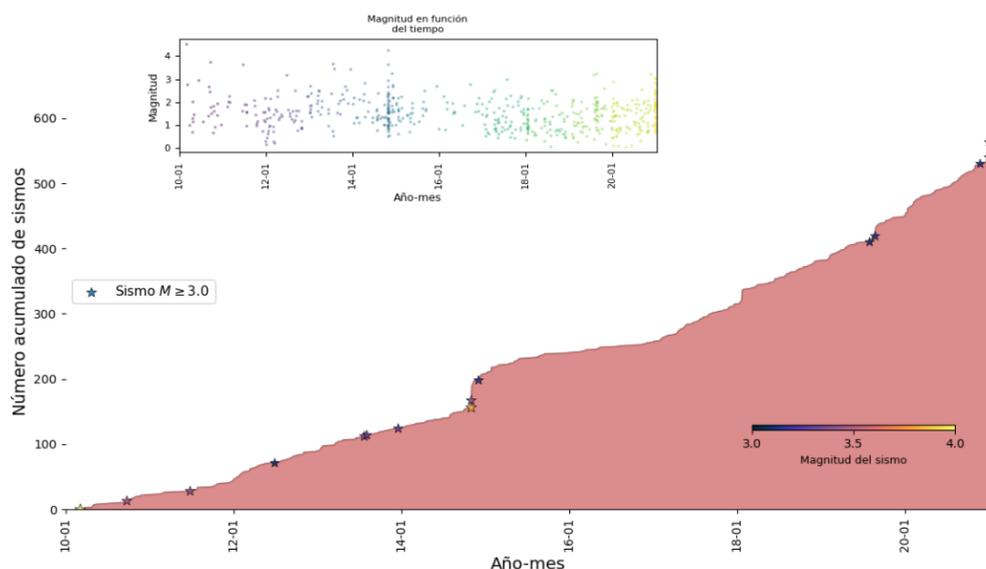


Figura mostrando la cantidad acumulada de sismos (área de color rojo) en función del tiempo (aproximadamente 600 temblores) en el cantón de Desamparados de San José. Las estrellas sobre la línea de color rojo corresponden con la ocurrencia de sismos con magnitudes iguales o mayores a 3.0. En el panel superior se muestra la distribución de magnitud en función del tiempo, donde es notable la generación de un enjambre en 2014 y a finales de diciembre de 2020.

Debido a la gran densidad urbanística en el cantón de Desamparados, el mapeo de fallas utilizando métodos de campo tradicionales es impráctico, de manera que, el estudio del potencial y riesgo sísmico de esta región en particular debe hacerse estrictamente con base en los registros sismológicos y en la distribución espacio-temporal de la microsismicidad.

Este complejo sistema de fallas locales en el cantón de Desamparados ha tenido actividad recientemente. Por ejemplo, desde 2010 hasta la fecha, se han acumulado poco más de 560 sismos. En 2014, un enjambre similar al actual generó una secuencia de 58 temblores, cuya magnitud, M_L , máxima fue de 3.8.

El 25 de agosto de 2019, un sismo con magnitud 3.2 ocurrió en este mismo sistema de fallas a una profundidad de 9 km y fue ampliamente percibido por la población del Valle Central.

A pesar de ser un evento de baja magnitud, generó una caída de esfuerzos de 11 MPa.

La interacción física entre los procesos sísmicos y asísmicos, así como una alta variabilidad geométrica y de fricción a lo largo de sistemas de fallas previamente no conocidos, incrementa el potencial y el riesgo de ocurrencia de un evento de mayor magnitud en el Valle Central, en donde, debido a la gran densidad urbanística y de infraestructura pública, un evento de magnitud intermedia ($5.0 \leq M \leq 6.0$) que es perfectamente posible, podría tener consecuencias realmente significativas para las poblaciones más cercanas a la región epicentral.

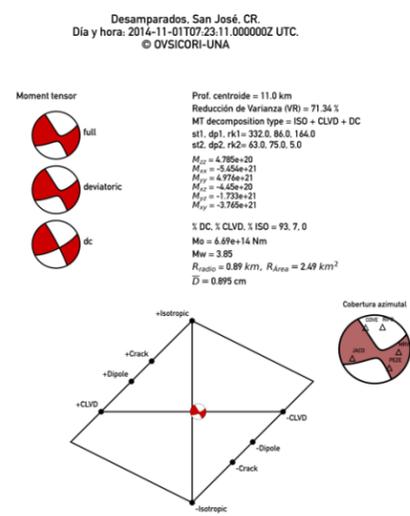
Desamparados se encuentra ubicado al Sur de la provincia de San José y es el tercer cantón más poblado de toda Costa Rica.

Mecanismos focales (MF)

(bolas de playa)

El MF, como los mostrados en el mapa de la figura de la izquierda, permite hacer una evaluación de primer orden sobre la geometría y cinemática de ruptura de una falla, además permite estudiar el estado o distribución de esfuerzos local y regional en la corteza.

El cálculo de MFs, mediante la inversión de formas de onda, es esencial para poder hacer una caracterización completa de la fuente sísmica y generar más y mejores protocolos de riesgo y amenaza sísmica.



Inversión de tensor de momento sísmico para el sismo de Desamparados de San José que ocurrió el 1 de noviembre de 2014 a las 1:23 de la mañana, hora local. Este evento tuvo una magnitud de 3.85 y una profundidad de 11 km. En la figura se muestran los parámetros de fuente sísmica y geometría de ruptura del evento.

Sismos Repetidos (SRs) en enjambres sísmicos

Los SRs son sismos que ocurren en el mismo parche o sección de falla en tiempos distintos. Sus periodos de retorno pueden variar desde unos minutos hasta pocos años. Dado que el área de ruptura de los SRs es aproximadamente la misma con cada ruptura, su patrón de radiación sísmica, el cual es registrado con excelente detalle por las estaciones sismológicas más cercanas, es aproximadamente idéntico.

La ocurrencia de los SRs en una zona de falla sugiere la existencia de una alta heterogeneidad tanto en las propiedades de fricción como en la composición mecánica y la presencia de fluidos en la falla.

Este tipo de temblores es ideal para poder hacer estudios sobre la evolución espacio-temporal y comportamiento de una falla durante su ciclo sísmico, así como para entender la relación existente entre los procesos sísmicos y asísmicos y su efecto directo en las comunidades vulnerables.

Es justamente en esta parte del Valle Central dónde en los últimos años se ha logrado registrar una cantidad importante de microsismicidad debido al incremento en la densificación instrumental del OVSICORI-UNA en el Valle Central (Ver figura superior).

Dicha densificación instrumental, ha permitido registrar con excelente detalle la distribución espacio-temporal de la microsismicidad en la zona, que ilustra aquellas regiones que están acopladas elásticamente, como también los trazos o segmentos de falla cuya variabilidad geométrica y de fricción permite la liberación de esfuerzos ya sea de manera sísmica y/o asísmica.

Sismicidad en la Península de Burica

Un total de 119 temblores con un rango de magnitud local que va desde 1.50 hasta 5.6, sacudieron la Península de Burica durante el mes de enero en una secuencia de tipo cascada, cuyo evento principal ocurrió el día 29 a las 6:41 de la mañana, hora de Costa Rica. La relocalización hipocentral de esta secuencia sísmica sugiere un alineamiento N-S, casi paralelo a la Península de Burica (ver mapa abajo).

En general los sismos están localizados a profundidades que van desde los 0 hasta los 25 km, tal y como lo demuestra las líneas transversales A-A', B-B' y C-C' en la figura de abajo. Las secciones transversales B-B' y C-C' (con dirección casi E-W), sugieren un alineamiento de sismos que demarca el buzamiento del plano de falla formado por la subducción de la placa del Coco por debajo de la microplaca de Panamá,

consistente, además, con el mecanismo focal generado a partir de la inversión del tensor de momento sísmico regional.

El Pacífico Sur de Costa Rica es una de las regiones tectónicamente más complejas del país, donde interactúan múltiples tipos de fallamiento, que incluye la subducción de la Placa del Coco por debajo de la microplaca de Panamá y el sistema de fallas de transformación conocido como la Zona de Fracturas de Panamá. Además, es hacia el Sur de la Península de Burica donde se encuentra un punto triple, formado por el choque de la Placa del Coco, la microplaca de Panamá y la placa de Nazca.

La gran heterogeneidad tectónica que domina la región Sur de Costa Rica es fuente tanto de procesos sísmicos (p.ej. grandes terremotos) como asísmicos (p.ej. sismos lentos) que imponen la constante necesidad de monitorear y analizar con detalle el amplio espectro de procesos que ocurren diariamente y sus interacciones. El OVSICORI-UNA se mantiene vigilante de la geodinámica de la región.

Trabajo de campo

Una visita a las estaciones de monitoreo geodinámico del OVSICORI-UNA

Dr. Alejandro Rodríguez y Dr. Maarten de Moor (últimos dos de la derecha).



Realizando trabajo de campo para tomar muestras de gases y aguas en fuentes hidrotermales a lo largo de la Península de Nicoya.

Dr. Marino Protti. Sismólogo y director del OVSICORI-UNA.



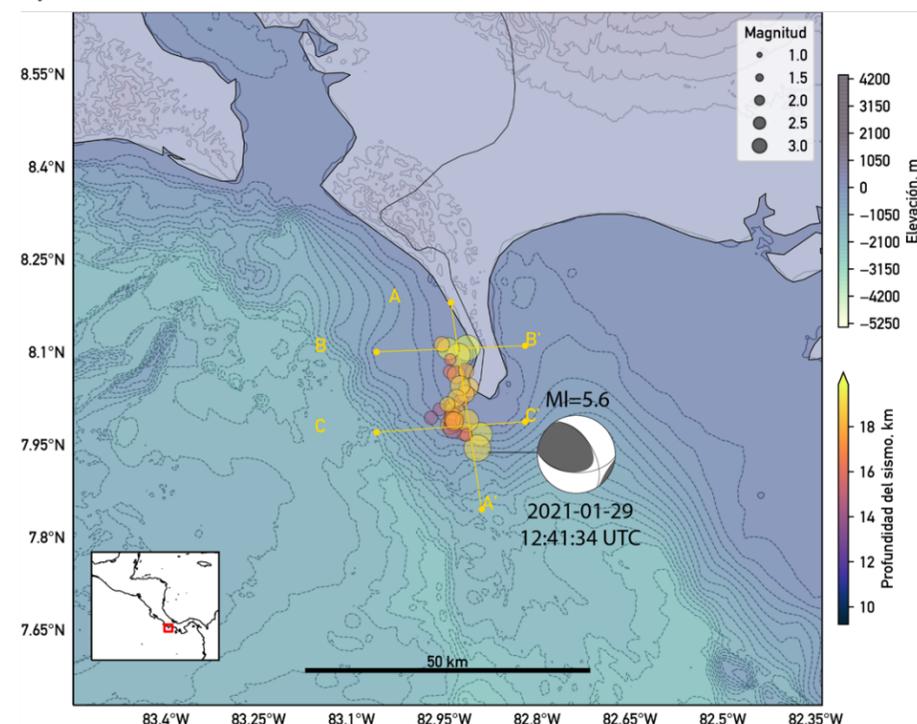
Trabajando con estaciones sismológicas y de GPS instaladas a lo largo de la Península de Nicoya para monitorear el proceso de subducción de la placa del Coco y la deformación cortical de la placa superior.

Dr. Esteban J. Chaves. Sismólogo.



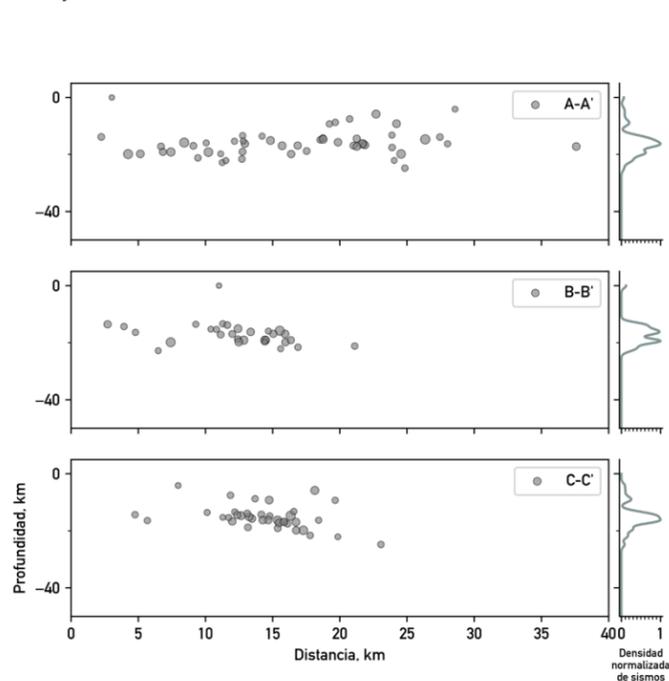
Trabajando con estaciones sismológicas instaladas a lo largo de la Península de Nicoya.

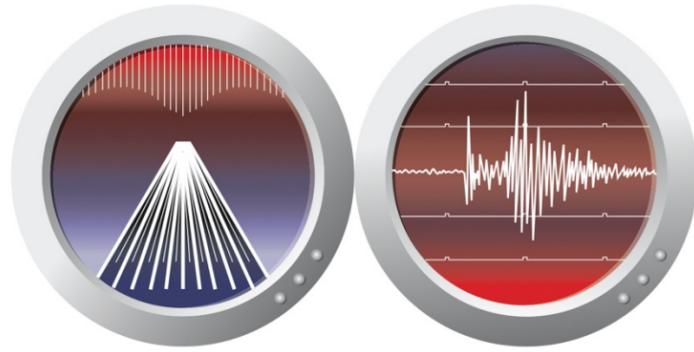
A)



A) Relocalización hipocentral de la sismicidad generada en la Península de Burica durante el mes de enero de 2021. Se incluye el mecanismo focal del sismo principal ocurrido el 29 de Enero a las 06:41:34, hora local. B) Secciones transversales a lo largo de las líneas A-A', B-B' y C-C'. Puede observarse como la distribución de la sismicidad en profundidad es consistente con el plano de subducción de la Placa del Coco por debajo de la microplaca de Panamá.

B)





OVSICORI-UNA

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN OBSERVATORIO
VULCANOLÓGICO Y SISMOLÓGICO DE COSTA RICA

Ciencia para la sociedad...