

**Universidad Nacional**  
**Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar**  
**Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica**

**“Reportes de actividad  
sísmica extraordinaria del año  
2025: Islas Caimán, Paso  
Canoas de Corredores, Parrita,  
San José, Volcán Platanar y  
Uvita de Osa”**



Red de control geodinámico del OVSICORI-UNA

**"Actividad Continua Red de Monitoreo Geodinámico del  
OVSICORI-UNA 2024-2028  
Código SIA 0426-24"**

**Participantes: John Bolaños, Nahomy Campos, Esteban Chaves, Christian  
Garita, Walter Jiménez, Evelyn Núñez, Marino Protti, José María Sequeira,  
Floribeth Vega**

**Responsable del Proyecto: Marino Protti**

**2026**

## **Tabla de contenido**

Presentación -----	3
Islas Caimán -----	4
Paso Canoas de Corredores, Puntarenas -----	7
Parrita, Puntarenas -----	11
San José, Costa Rica -----	18
Volcán Platanar, Parque Nacional del Agua Juan Castro Blanco -----	24
Uvita de Osa, Puntarenas -----	26
San José Centro, Costa Rica -----	30

## **Presentación**

El presente documento corresponde a uno de los productos comprometidos como parte de la Actividad Continua “Red de Monitoreo Geodinámico del OVSICORI-UNA 2024-2028” registrado con el Código SIA “0426-24”, bajo la cual se desarrollan muchas de las más importantes tareas y obligaciones del OVSICORI-UNA.

Todos los reportes incluidos en este documento se han publicado en las redes sociales del OVSICORI-UNA y representan una oportunidad no solo de mantener a la ciudadanía informada, sino también de interactuar con las personas que nos siguen en estos medios. Con el fin de cumplir con los requerimientos de los informes de avance, se han compilado los reportes de actividad sísmica extraordinaria correspondientes al año 2025.

## **ISLAS CAIMÁN**

### **Reporte preliminar de actividad sísmica:**

**Disparo dinámico de microsismicidad en Costa Rica provocado por el terremoto de magnitud 7.6 en las Islas Caimán**

**Esteban J. Chaves, Sonia Hajaji Salgado, Floribeth Vega, Marino Protti, Leonardo van der Laet y Henriette Bakkar Hindeleh**

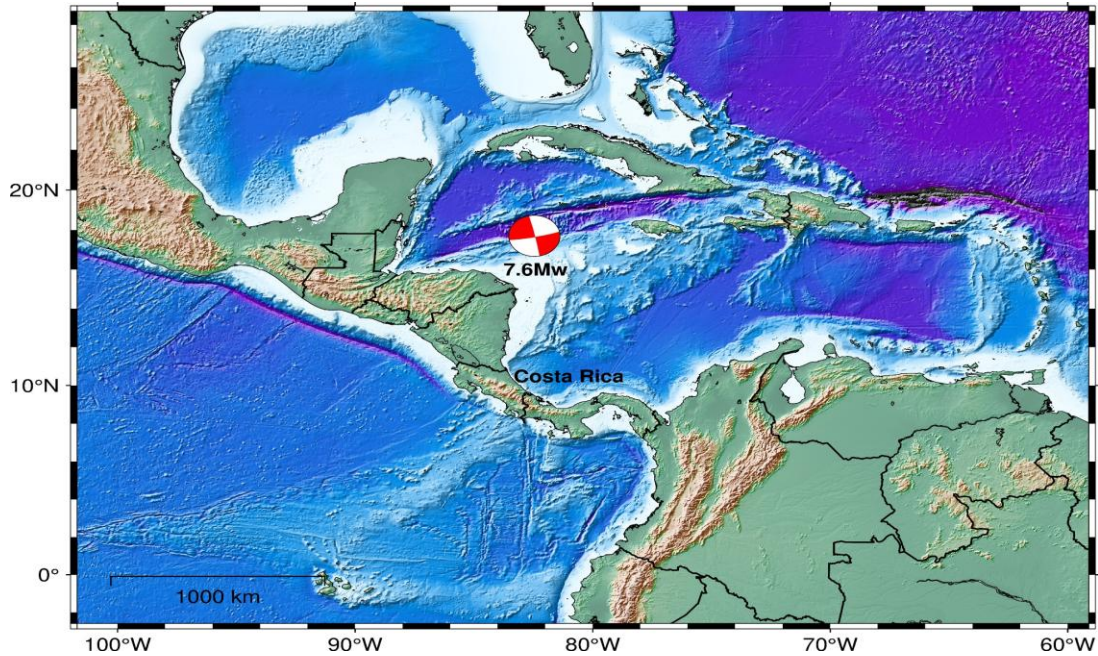
**Resumen general:** El 8 de febrero de 2025, un terremoto de magnitud 7.6 ocurrió en el Mar Caribe, cerca de las Islas Caimán a 10 km de profundidad. El paso por nuestro país de las ondas sísmicas generadas por este gran evento generó un disparo dinámico de microsismos locales. Estos pequeños sismos fueron registrados con excelente detalle por las estaciones sismológicas operadas por el OVSICORI-UNA en Costa Rica. El fenómeno observado resalta la interconexión de los sistemas sísmicos a nivel global y la importancia del monitoreo continuo para comprender mejor la física que permite la ocurrencia de este tipo de procesos.

### **INTRODUCCIÓN**

Los terremotos de gran magnitud pueden inducir actividad sísmica en regiones distantes a través de un fenómeno conocido como disparo dinámico. Este proceso ocurre cuando las ondas sísmicas superficiales, generadas por un evento principal (y de gran magnitud) viajan grandes distancias y desencadenan microsismos en zonas geológicamente susceptibles. Dicho mecanismo es común en áreas volcánicas o geotérmicas, pero también puede afectar fallas continentales.

El terremoto del 8 de febrero de 2025, con magnitud 7.6, ocurrió a las 17:23 hora de Costa Rica, en el Mar Caribe, aproximadamente a 208 kilómetros al sur-suroeste de George Town, Islas Caimán. Con una profundidad de 10 kilómetros, este sismo se originó en una falla cercana al límite entre las placas de América del Norte y el Caribe.

La energía liberada generó ondas sísmicas superficiales que se propagaron a largas distancias, alcanzando regiones como Centroamérica y activando fallas locales en Costa Rica.

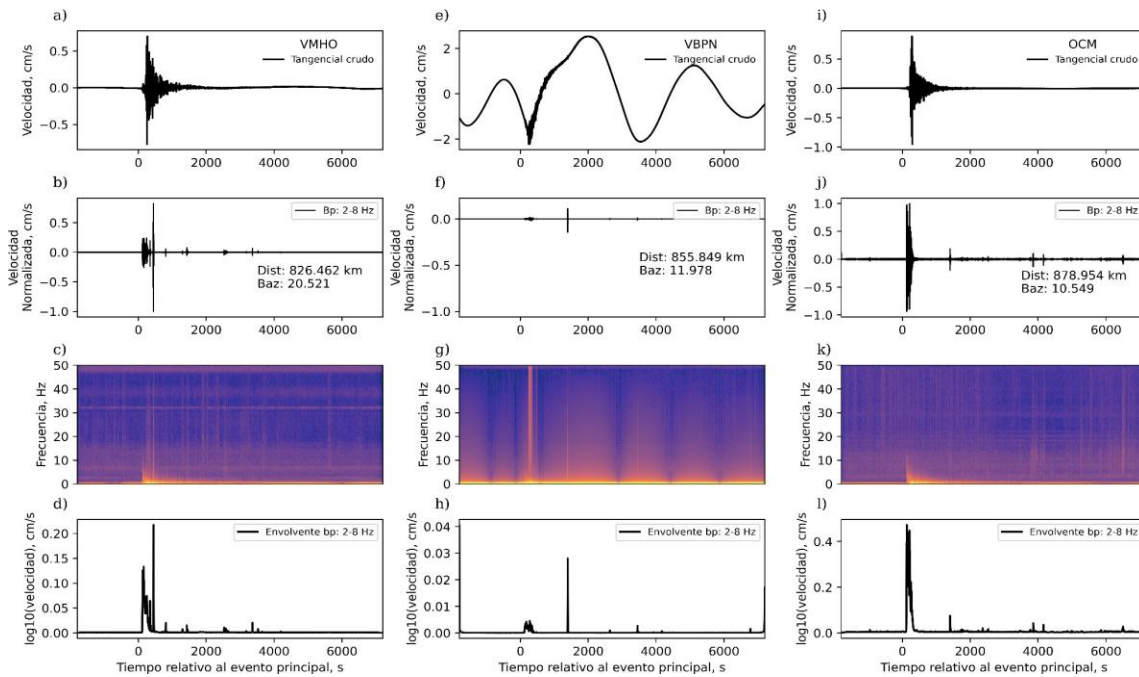


**Figura 1.** Mapa con la ubicación epicentral (con respecto a Costa Rica) del sismo de magnitud 7.6 ocurrido el 8 de febrero de 2025 en las Islas Caimán. Se muestra además el mecanismo focal o bola de playa del evento, el cual representa la cinemática de ruptura de la falla causante. Ese tipo de mecanismo es correspondiente con un deslizamiento de tipo transcurrente sinistral, con una doble cupla pura.

El disparo dinámico se produce cuando las ondas sísmicas de un evento lejano alteran la tensión en fallas cercanas, facilitando el deslizamiento de bloques tectónicos y desencadenando microsismos. Este efecto es más evidente en zonas con alta acumulación de esfuerzos tectónicos, alta presión, o bien, fallas débiles y altamente heterogéneas como en Costa Rica.

### Observaciones en Costa Rica

Tras el terremoto en las Islas Caimán, se registró un incremento en la actividad sísmica en varias estaciones de monitoreo que el OVSICORI-UNA opera en Costa Rica. En particular, las estaciones JACO (Garabito, Puntarenas), CDM (Cerro de la Muerte), OCM (Ochomogo, Cartago), PEZE (Pérez Zeledón), TSKT (Zona Sur), VMAR (Miravalles, Guanacaste), VMHO (Miravalles, Guanacaste) y VBPN (Volcán Barva) detectaron una serie de microsismos que coincidieron temporalmente con la llegada de las ondas sísmicas superficiales del evento principal generado en el Caribe. Este patrón sugiere un disparo dinámico inducido, lo que confirma la interacción entre eventos sísmicos distantes y la sismicidad local.



**Figura 2.** Registro sísmico del evento de magnitud 7.6 ocurrido en George Town, Islas Caimán, el 8 de febrero de 2025 a las 17:24 de la tarde. En la figura se muestra el registro sísmico en la componente tangencial de las estaciones VMHO, VBPN y OCM.

El disparo dinámico observado en las estaciones mencionadas demuestra la sensibilidad de ciertas regiones a la propagación de ondas sísmicas de eventos lejanos. Estos hallazgos resaltan la importancia de un monitoreo continuo para mejorar la comprensión de estos procesos y fortalecer así las estrategias de mitigación del riesgo sísmico.

### Referencias:

- USGS Earthquake Hazards Program. (2025). "M7.6 - Cayman Islands region." Recuperado de <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us7000pcdl/executive>
- Universidad Nacional de Costa Rica. (2024). "Terremotos de Honduras y Turquía dispararon sismicidad en Costa Rica." Recuperado de <https://www.unacomunica.una.ac.cr>

## PASO CANOAS DE CORREDORES, PUNTARENAS

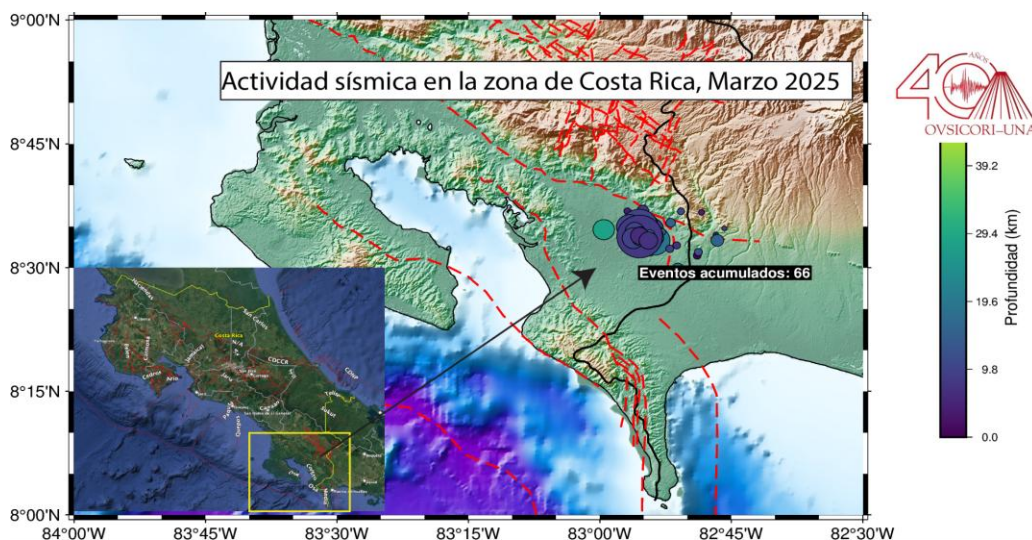
Reporte preliminar de actividad sísmica:

Sismicidad en el distrito de Paso Canoas de Corredores de Puntarenas del  
20 al 29 de marzo de 2025

Esteban J. Chaves, Walter Jiménez, Floribeth Vega, Sonia Hajaji, Evelyn Núñez, Marino Protti

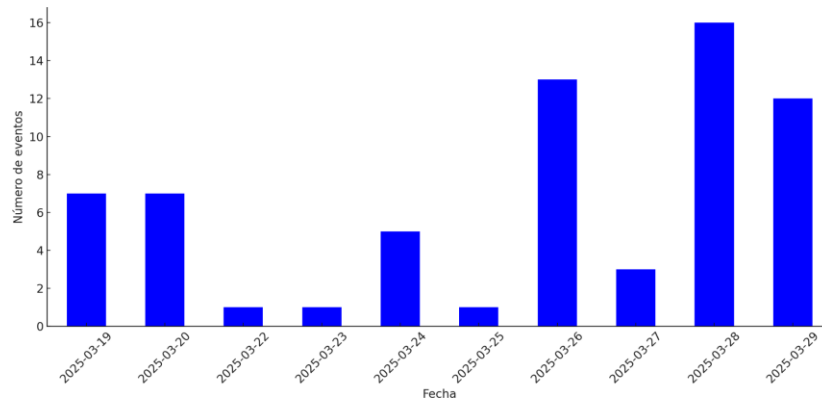
La zona sur de Costa Rica, particularmente en las cercanías de Paso Canoas y los cantones de Corredores y Coto Brus, presenta una sismicidad recurrente caracterizada por eventos de baja a moderada magnitud. Con base en el análisis del catálogo sísmico del OVSICORI-UNA, se identificaron 66 eventos sísmicos localizados de un total de 155 eventos registrados, entre las latitudes  $8.50^{\circ}$  y  $8.61^{\circ}$  N, y las longitudes  $-82.99^{\circ}$  y  $-82.76^{\circ}$  O. Esta distribución espacial refleja una concentración significativa de actividad en un área limitada, coincidente con el límite suroriental del país y en proximidad a la frontera con Panamá (Figura 1).

El histograma de la figura 2, por otro lado, muestra el número de sismos en función del tiempo, en donde se resaltan los días con mayor y menor actividad sísmica. De manera que, el día con la mayor cantidad de eventos localizados corresponde con el 28 de marzo, con un total de 16, mientras que durante los días 22, 23 y 26 ocurrieron únicamente 1 evento, por día, respectivamente.

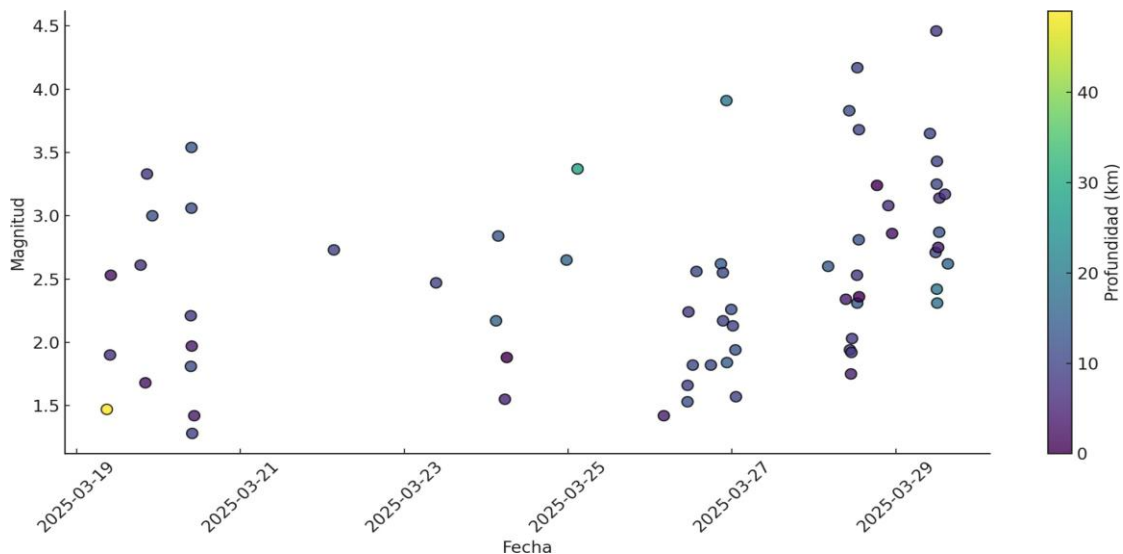


**Figura 1.** Mapa con la distribución epicentral de los sismos (círculos) localizados por el OVSICORI-UNA entre el 19 y el medio día del 29 de marzo de 2025. En la figura, el color de los círculos representa su profundidad, mientras que el tamaño su magnitud.

Las magnitudes de los eventos varían entre 1.3 y 4.5, con un valor promedio de 2.5 (Figura 3), lo que indica que se trata mayormente de microsismicidad. En cuanto a la profundidad, la mayoría de los eventos se registraron entre 0 y 20 km, con una profundidad media de 10.2 km. No obstante, se identificó un evento profundo (49 km), posiblemente relacionado con la subducción de la placa del Coco bajo la microplaca de Panamá.



**Figura 2.** Distribución diaria de eventos sísmicos en el distrito de Paso Canoas de Corredores de Puntarenas desde el 19 y hasta el mediodía del 29 de marzo de 2025.



**Figura 3.** Distribución diaria de la magnitud sísmica para cada uno de los eventos que se están generando en el distrito de Paso Canoas de Corredores de Puntarenas desde el 19 de marzo y hasta el mediodía del 29 de marzo de 2025.

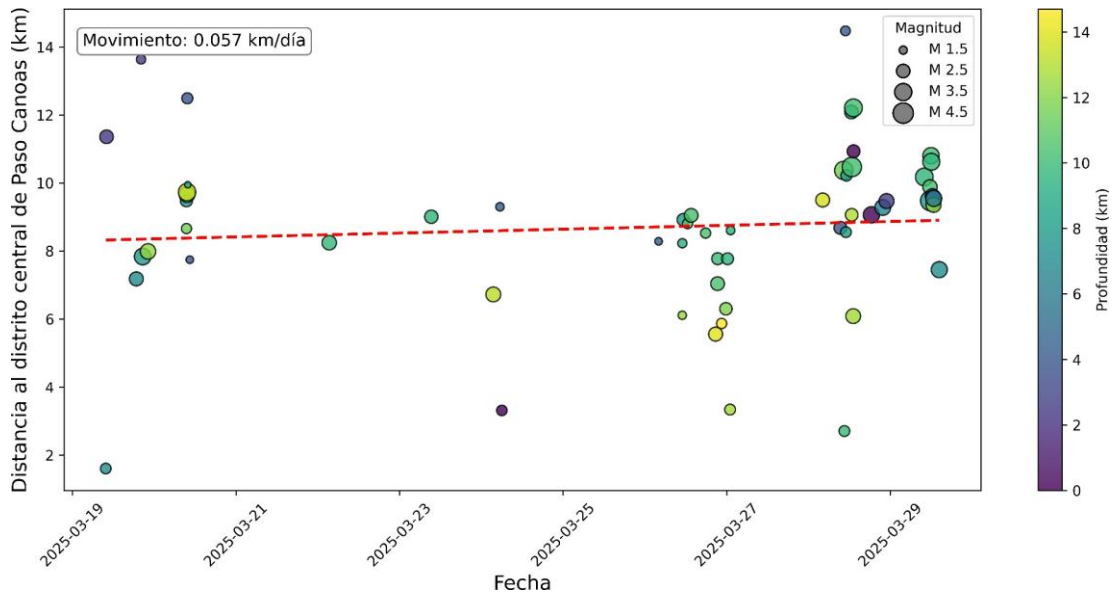
El análisis de la distribución epicentral de los 66 eventos sísmicos localizados hasta el mediodía del 29 de marzo de 2025 en la zona sur de Costa Rica revela un patrón espacial claramente alineado en dirección noroeste-sureste (NW-SE), con una dispersión lateral reducida (Figura 4) y una profundidad promedio somera ( $\leq 20$  km).

Esta alineación sugiere que la actividad sísmica está controlada por una estructura tectónica activa, cuyo rumbo coincide con el de fallas previamente mapeadas en la región.

Desde el punto de vista tectónico, esta región se encuentra en una zona de convergencia activa, donde la placa del Coco subduce en dirección noreste bajo la microplaca de Panamá, introduciendo una componente de colisión lateral que complica el régimen de esfuerzos en la región. Esta interacción ha dado lugar a la formación de un margen deformado, caracterizado por sistemas de fallas corticales activas, entre ellas las fallas de Golfito, Osa y otras estructuras orientadas en direcciones NW-SE y NE-SW.

De manera que, la alineación epicentral de los eventos analizados sugiere una fuente tectónica coherente con la tectónica local, posiblemente relacionada con la reactivación de fallas preexistentes que acomodan la deformación inducida por la interacción entre la placa del Coco, la placa Caribe y la microplaca de Panamá. La orientación dominante NW-SE de esta alineación coincide con el patrón estructural regional observado en estudios geológicos y geofísicos previos, lo que respalda la hipótesis de una sismicidad tectónica asociada a fallas superficiales activas (p.e. Figura 1).

Finalmente, estas observaciones preliminares permiten interpretar que la actividad sísmica observada responde a procesos de acomodación de esfuerzos en el contexto de una zona de convergencia compleja, donde coexisten subducción y deformación cortical activa. La identificación precisa de las estructuras responsables de esta sismicidad requiere un análisis más detallado que incluya estudios de mecanismos focales, análisis de réplicas y modelado geodinámico de la región.



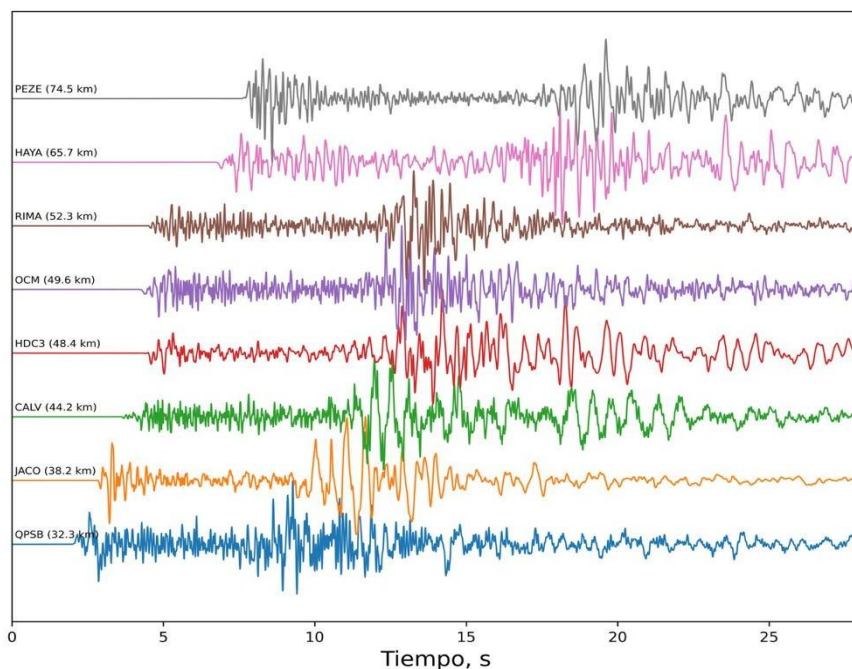
**Figura 4.** Distancia epicentral de los eventos sísmicos someros con respecto al distrito de Paso Canoas de Corredores de Puntarenas.

## PARRITA, PUNTARENAS

### Reporte de actividad sísmica entre el 6 y 7 de julio de 2025 en el cantón de Parrita, Puntarenas

Esteban J. Chaves, Sonia Hajaji, Walter Jiménez Urrutia, Floribeth Vega, Evelyn Núñez, Marino Protti

A las 13:59 horas del 6 de julio de 2025 se registró el inicio de una secuencia sísmica en el cantón de Parrita, Puntarenas. Esta secuencia fue generada por la ocurrencia de un temblor de magnitud 5,2 Mw, cuyo epicentro se ubicó 10 km hacia el norte del cantón central y fue ampliamente percibido por la población local, así como también por una gran cantidad de personas en el Valle Central del país (<https://www.ovsicori.una.ac.cr/index.php/sismos-sentidos>). Las formas de onda (registro de velocidad) registradas en la componente vertical en algunas partes del país se muestran en la figura 1.



**Figura 1.** Registro sísmico del evento principal de Parrita con magnitud momento sísmico 5,2 Mw, ocurrido el 6 de julio de 2025 a las 13:59 horas. En la figura se muestra la componente vertical de las estaciones QPSB, JACO, CALV, HDC3, OCM, RIMA, HAYA y PEZE, ordenadas de acuerdo con la distancia a la fuente.

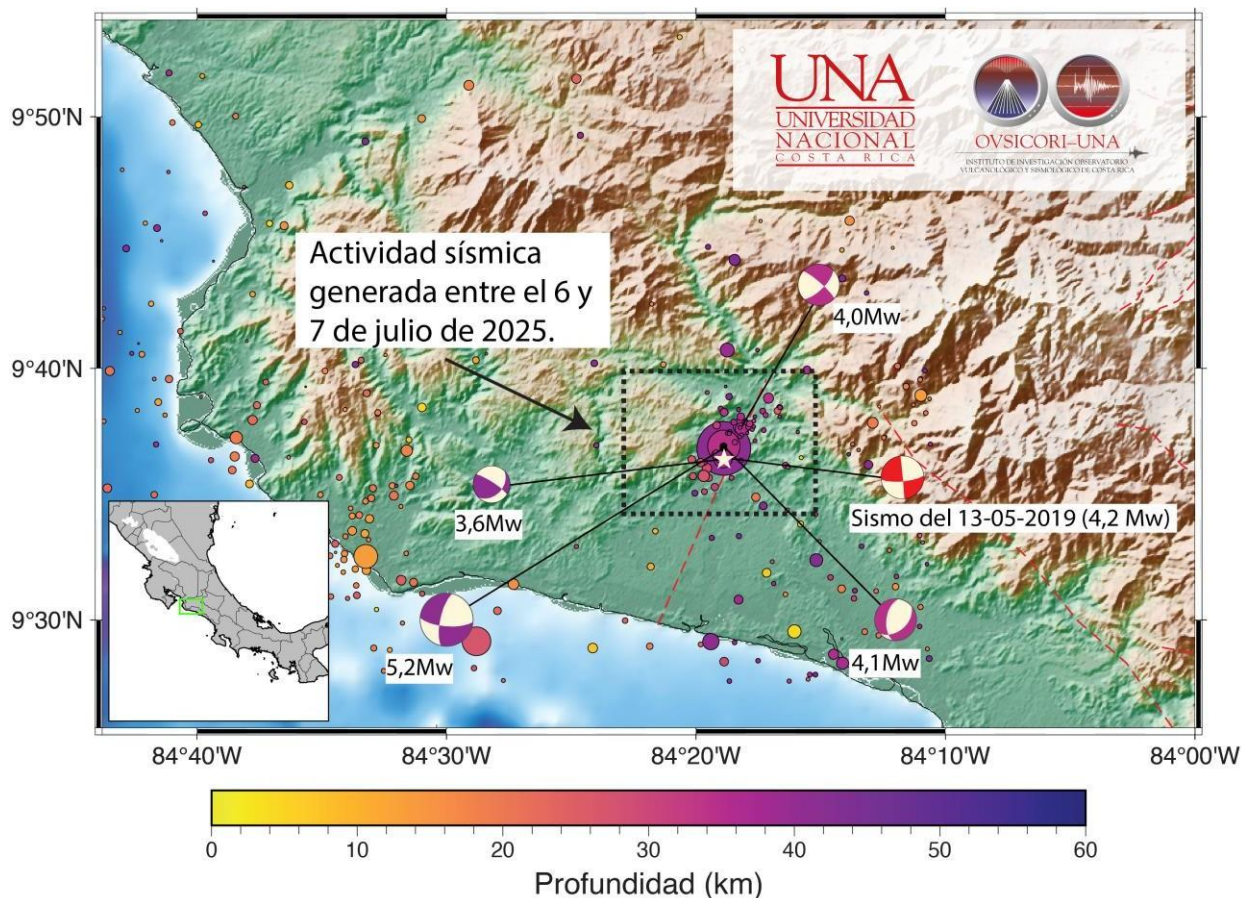
De acuerdo con la inversión del tensor de momento sísmico, se determinó que la profundidad del centroide, correspondiente con la región donde se libera la mayor cantidad de momento sísmico durante la ruptura, está ubicado a 40 km. Además, la geometría de la falla causante resultó ser de tipo normal, con una componente de desplazamiento de rumbo, en un plano de falla con orientación noreste-suroeste. De manera que, con base en la ubicación hipocentral y el mecanismo focal resultante, este sismo fue generado por la ruptura de un segmento de falla en el interior de la porción subducida de la placa de Cocos.

Al ser las 15:00 horas del 8 de julio, la red sismográfica del OVSICORI-UNA ha registrado más de 190 eventos en la estación sismográfica más cercana, de los cuales, 98 han sido localizados utilizando al menos 3 estaciones sismológicas. El mapa de la figura 2 muestra la distribución hipocentral de los sismos (círculos), los cuales están dentro del recuadro de la línea punteada de color negro.

### **Mecanismos focales**

En la figura 2 se presentan, además, los mecanismos focales correspondientes con los eventos más significativos de la secuencia sísmica ocurrida en la región de Parrita, Puntarenas. El evento principal, de magnitud momento  $M_w$  5,2, exhibe un mecanismo de ruptura de tipo normal con componente oblicua, con planos nodales inclinados y una orientación que sugiere un eje de extensión en dirección aproximada noreste-suroeste. Esta solución es consistente con un régimen extensional a profundidad intermedia (~40 km), atribuible a procesos de flexión interna en la losa oceánica de la placa de Cocos durante su subducción bajo la placa del Caribe. Mecanismos de este tipo son característicos en zonas de subducción activas como la del margen pacífico costarricense, donde se observa deformación intraplaca a medida que la losa se hunde en el manto superior.

Por su parte, la réplica más grande, con magnitud momento  $M_w$  4,1, ocurrida a las 15:51 horas del 6 de julio, presenta un mecanismo normal puro, también con orientación oblicua, lo que refuerza la interpretación de un estado de esfuerzos extensional en esta porción del margen subducido de la placa de Cocos. La ocurrencia de eventos con soluciones focales similares sugiere una secuencia dominada por la deformación interna de la placa subducida, sin evidencia de fallamiento en la interfaz de contacto entre placas.



**Figura 2.** Mapa con la distribución hipocentral de los sismos (círculos) generados entre el 6 y el 7 de julio de 2025 en el cantón de Parrita, Puntarenas. En la figura, el tamaño de los círculos representa su magnitud, mientras que el color su profundidad.

### Réplicas y energía de alta frecuencia

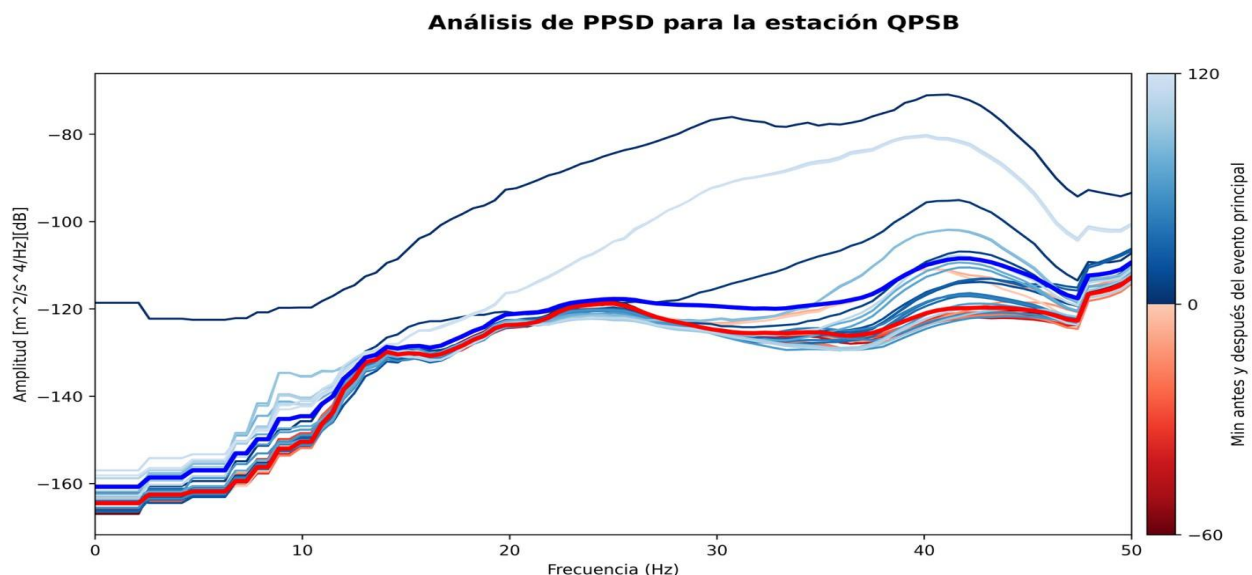
En la figura 3 se muestra un análisis conocido como densidad espectral de potencia probabilística (PPSD), una herramienta utilizada para observar cómo se distribuye la energía de las señales sísmicas en distintas frecuencias a lo largo del tiempo. En este caso, el análisis se aplicó a la estación sísmica de Quepos (QPSB), calculando datos cada cinco minutos durante una hora antes (líneas rojas) y dos horas después (líneas azules) de la llegada de la onda P (primaria) del sismo principal. El degradado de color en las líneas representa el paso del tiempo.

Antes del evento, la señal sísmica registrada por la estación se mantuvo estable, como lo reflejan las líneas rojas, que no presentan grandes variaciones. Tras la llegada de la onda P se observa un cambio evidente: las líneas azul oscuro, correspondientes a los primeros minutos posteriores al tren de ondas P, muestran un aumento significativo en la energía registrada en todo el rango de frecuencias.

Este incremento en las frecuencias bajas se asocia con el paso por debajo de la estación de las ondas del sismo principal, mientras que el aumento en las frecuencias altas puede interpretarse como un indicio de la energía radiada por la microsismicidad (eventos sísmicos de baja magnitud) que ocurre cercana a la estación.

Con el paso del tiempo, la energía en las frecuencias bajas disminuye y retorna a niveles previos al evento, lo cual indica que las ondas sísmicas se han disipado. Sin embargo, la energía en las frecuencias altas permanece elevada (líneas celestes), lo que sugiere que continuaron ocurriendo microsismos en las cercanías de la estación Quepos durante al menos dos horas después del evento principal.

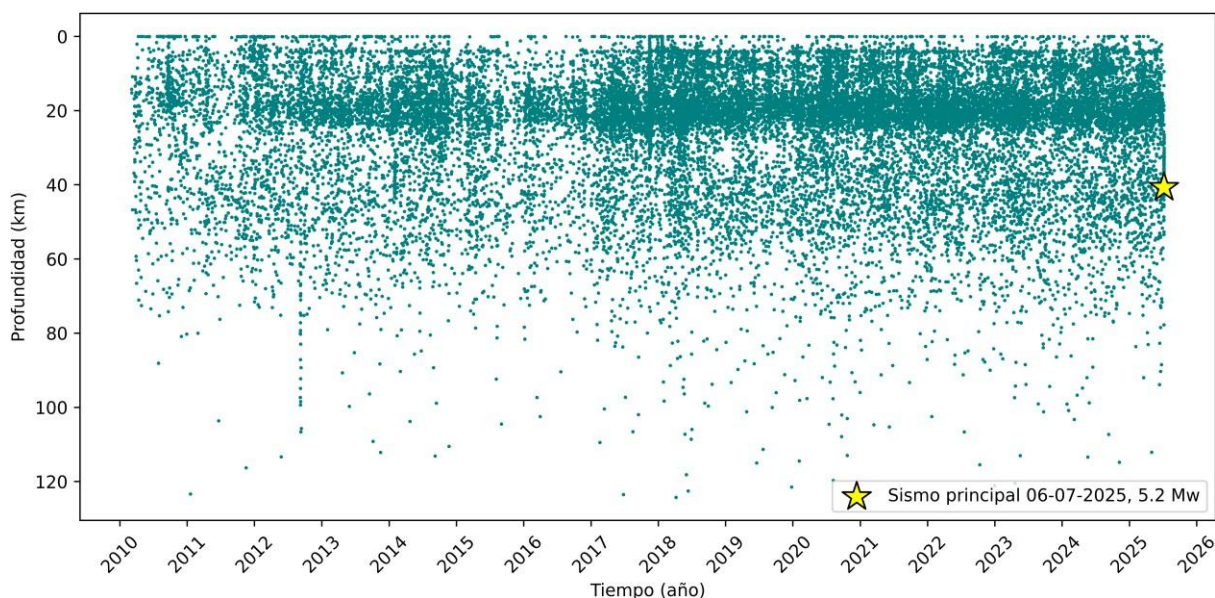
Este tipo de análisis es particularmente valioso para detectar actividad sísmica muy pequeña, que por su baja magnitud no se registra en varias estaciones de forma simultánea, y por tanto no puede ser localizada ni incluida en los catálogos sísmicos convencionales. A pesar de esto, el análisis mediante PPSD permite identificar que la secuencia de microsismos se mantuvo activa durante al menos las primeras dos horas posteriores al evento principal, en las cercanías del epicentro.



**Figura 3.** Densidad espectral de potencia probabilística (PPSD por sus siglas en inglés) calculada cada 300 segundos durante una hora antes de la llegada de la onda P (líneas rojas) y dos horas después de la misma (líneas azules).

La figura 4 presenta la profundidad de los eventos sísmicos registrados en la zona de Parrita y sus alrededores desde 2010 hasta el presente, incluyendo la secuencia estudiada. Cada punto representa un evento individual, y la estrella amarilla señala el sismo principal del 6 de julio de 2025 (Mw 5,2). En la figura, se observa una dispersión en las profundidades, evidenciando la ocurrencia de sismos tanto superficiales como a mayor profundidad, reflejando así, la complejidad tectónica de la región.

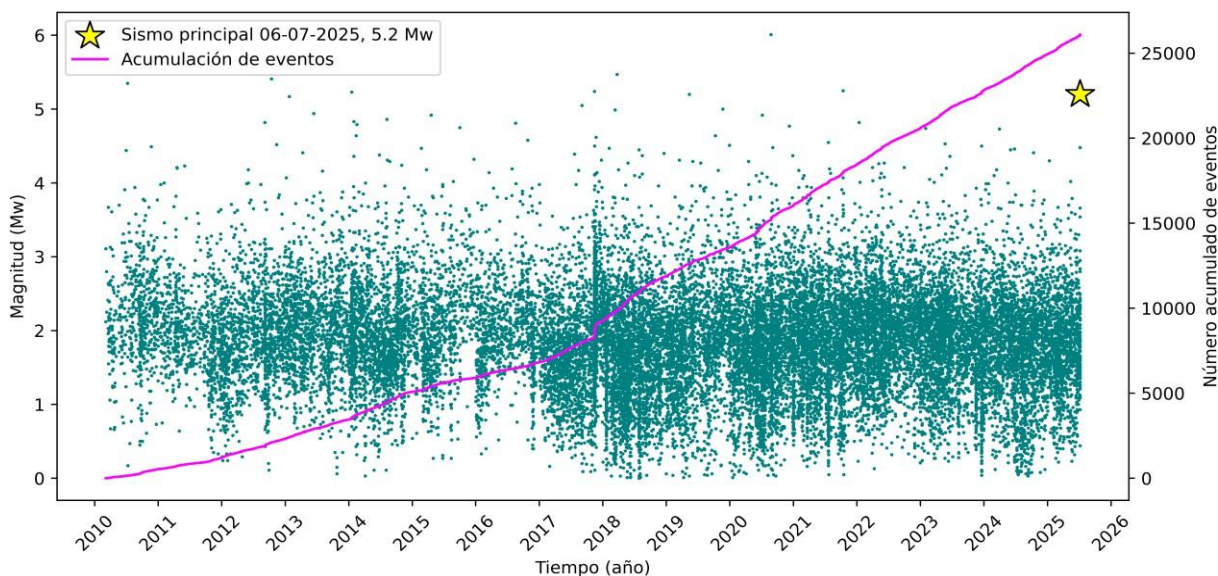
En esta figura, se permite diferenciar entre sismos corticales (ocurridos en la corteza terrestre) y sismos profundos o intraplaca, que son típicos en esta región de nuestro país. Para la población y la gestión del riesgo, esta distinción es importante, ya que la profundidad del evento influye en la percepción y los posibles efectos que pueden ser originados por este tipo de eventos.



**Figura 4.** Profundidad de los sismos en función del tiempo. Cada punto representa un evento sísmico registrado en Parrita y alrededores desde el 2010 hasta el presente. La estrella amarilla marca el sismo principal del domingo 6 de julio de 2025, con una magnitud de 5.2 Mw.

Correspondiente con la sismicidad mostrada anteriormente en la figura 4, a magnitud de dichos eventos sísmicos en función del tiempo se muestra en la figura 5. Este gráfico permite visualizar la recurrencia de eventos significativos en la región, así como identificar patrones de actividad sísmica, como posibles enjambres o secuencias activas. La agrupación de eventos es especialmente útil para reconocer períodos de mayor sismicidad, los cuales pueden estar asociados a cambios en el régimen tectónico o a procesos de acumulación y liberación de esfuerzos en la corteza o en la losa subducida.

La ausencia de eventos de magnitudes elevadas en los últimos años, seguida por el sismo de Mw 5,2, puede interpretarse como una liberación repentina de esfuerzos acumulados.



**Figura 5.** Magnitud de los sismos en función del tiempo. Cada punto representa un evento sísmico registrado en Parrita y alrededores desde el 2010 hasta el presente. La estrella amarilla marca el sismo principal del domingo 6 de julio de 2025, con una magnitud de 5.2 Mw. La línea de color magenta representa la acumulación de eventos en función del tiempo.

## Conclusiones y resumen de observaciones

1. Entre el 6 y el 7 de julio de 2025 se registró una intensa secuencia sísmica con poco más de 190 sismos en la región de Parrita, destacándose un sismo principal de magnitud Mw 5,2, ampliamente percibido en el Pacífico Central y el Valle Central de Costa Rica. Posteriormente, la red sismográfica del OVSICORI-UNA ha registrado 190 sismos.
2. El análisis del mecanismo focal y la profundidad (~40 km) indica que el sismo principal, así como sus réplicas, fueron originados por procesos de deformación interna en la Placa oceánica de Cocos durante su subducción bajo la placa del Caribe.
3. Tanto el evento principal como la réplica más importante exhibieron mecanismos de falla normal con orientación oblicua, sugiriendo un régimen extensional en la región estudiada.

4. El análisis de la densidad espectral de potencia probabilística permite confirmar la abundante generación de microsismicidad en los alrededores de la región epicentral, alcanzando desde horas hasta días posterior a la ocurrencia del evento principal. Debido a su baja magnitud, la energía sísmica de dichos eventos es atenuada rápidamente por el medio y, por lo tanto, no alcanza a viajar con alta fidelidad distancias mayores a aquellas equivalentes a una longitud de la falla, por lo que son muy bien registradas en la estación QPSB, pero no así en otras.
5. Esta actividad sísmica no es inusual para la zona de Parrita y sus alrededores. A lo largo del tiempo, la región ha registrado eventos tanto superficiales como de profundidad intermedia a profunda, lo cual es característico de zonas de subducción activas como el margen pacífico costarricense. En cuanto a las magnitudes, lo usual es la ocurrencia de sismos pequeños, mientras que los eventos de magnitud 5 o superior ocurren con menor frecuencia. La ausencia de este tipo de eventos en los últimos años puede interpretarse como una liberación repentina de esfuerzos acumulados.

## **SAN JOSÉ, COSTA RICA**

### **Reporte de actividad sísmica:**

**El sismo de San José, Costa Rica, ML=4,1 del 22 de agosto de 2025 y su secuencia de réplicas**

**Esteban J. Chaves, , Floribeth Vega, Walter Jiménez Urrutia, Sonia Hajaji, Marino Protti y Evelyn Núñez**

El Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica (OVSICORI-UNA) presenta un análisis detallado de la sismicidad en la región central de San José, destacando su relación con la compleja interacción tectónica entre las placas de Cocos y Caribe. En los últimos quince años se registraron aproximadamente 2300 microsismos con magnitudes locales entre 0 y 3,0, concentrados en fallas del Cinturón Deformado del Centro de Costa Rica (CDCCR). El 22 de agosto de 2025, a las 00:45 h, ocurrió un sismo de magnitud local 4,1 en Barrio Tournón, constituyendo el evento de mayor magnitud documentado instrumentalmente en la Gran Área Metropolitana. Su epicentro, a 4 km de profundidad, produjo fuertes aceleraciones del suelo perceptibles en todo el Valle Central. El mecanismo focal indica una falla de tipo transcurrente sinistral con orientación NE-SO, de aproximadamente 1 km de longitud, un deslizamiento máximo de 2 cm y un tiempo de ruptura de 0,3 s. Posteriormente, hasta el 23 de agosto se registraron 14 réplicas, siendo la mayor de magnitud 3,1.

### **INTRODUCCION**

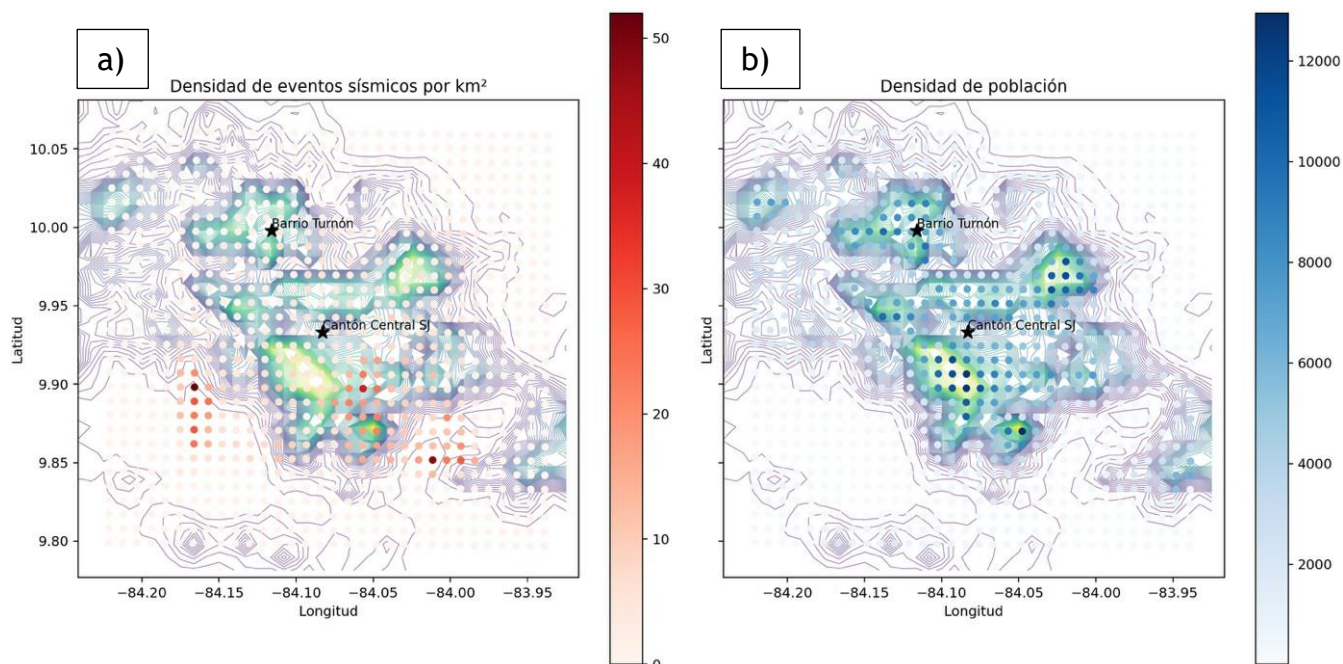
Costa Rica, en general, es un país altamente sísmico. Diariamente la red sismográfica del OVSICORI-UNA registra un promedio de 35  $\pm$  5 sismos, pero de estos, tan sólo el  $\sim$  3% es percibido por la población nacional. Después de 15 años de haber iniciado con el registro instrumental digital, el catálogo del OVSICORI-UNA exhibe claramente aquellas zonas de nuestro país que tienen una alta producción sísmica. Dentro de estas, la región central. Esta zona se caracteriza por generar una tasa muy alta de microsismicidad de fondo, eventos que tienden a distribuirse en las decenas de fallas tectónicas locales que forman parte de una gran zona de corte.

La presencia de una zona o volumen de corte en el centro de Costa Rica responde a la compleja interacción tectónica entre la placa de Cocos y la placa del Caribe. La subducción oblicua, junto con la incorporación de montes submarinos, genera una deformación intensa en la corteza superior, caracterizada por sismicidad abundante y reactivación de fallas preexistentes (Peacock et al., 2005; Montero et al., 2017). Estos procesos no se concentran en una única falla, sino que se distribuyen en el denominado Cinturón Deformado del Centro de Costa Rica (CDCCR), una franja difusa de deformación activa donde coexisten fallas normales, inversas y de deslizamiento lateral (strike-slip) (Fisher et al., 1994; Marshall et al., 2000).

Además, el desplazamiento lateral del antearco costarricense, que se mueve hacia el noroeste, contribuye a la generación de esfuerzos transcurrentes en la región central del país. En conjunto, estos factores dan origen a la zona de corte donde se encuentra el Valle Central y por tanto la provincia de San José. Durante los últimos quince años, en la región central de San José, han ocurrido un total de 2300 microsismos con un rango de magnitud local, MI, entre 0 y 3,0.

Es hasta las 00:45 horas del 22 de agosto de 2025 que se registra por primera vez en nuestra era instrumental moderna, un sismo con magnitud 4,1, con epicentro en las cercanías de Barrio Tourmón en el centro de San José (<https://www.ovsicori.una.ac.cr/index.php/sismos-sentidos>), una de las zonas más densamente urbanizadas de nuestro país.

La figura 1, presentada a continuación, pretende comparar la densidad sísmica con respecto a la densidad poblacional en esta región de nuestro país.



**Figura 1.** a) Densidad de eventos sísmicos (sismos por kilómetro cuadrado) y b) densidad poblacional en la región central de la provincia de San José desde 2010 hasta el 22 de agosto de 2025.

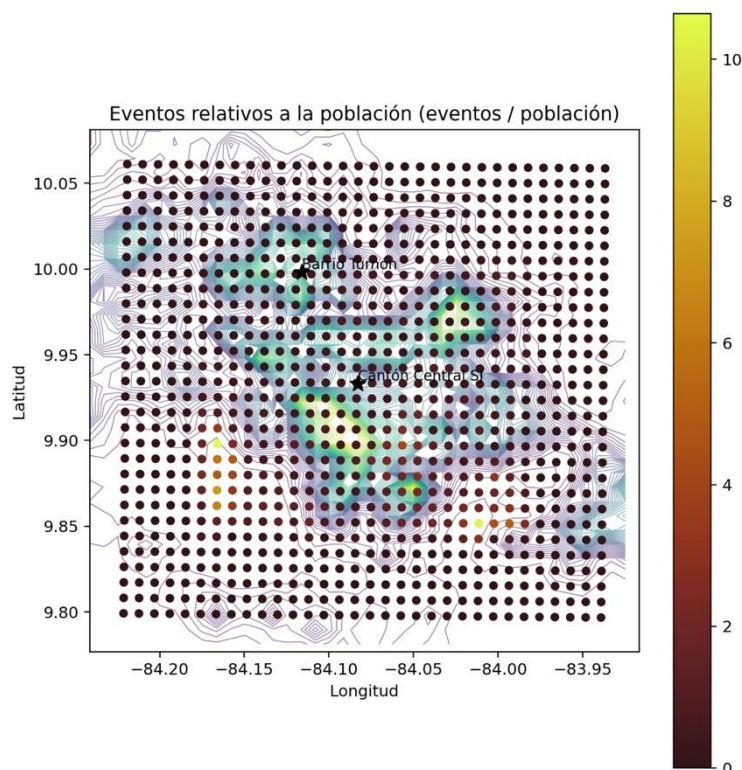
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La comparación entre la distribución de la sismicidad y la densidad poblacional en el Valle Central de Costa Rica revela una superposición espacial significativa en el área metropolitana de San José. El mapa de densidad sísmica muestra un aumento en la recurrencia de eventos hacia el sector sur y sureste de la ciudad, donde la actividad se asocia a sistemas de fallas activas vinculadas al CDCCR.

Esta deformación difusa incluye fallas con diferentes tamaños y geometrías, lo que genera un entramado complejo de estructuras activas. Al mismo tiempo, el mapa de densidad poblacional evidencia que los sectores con mayor concentración urbana, como el Cantón Central de San José y sus alrededores, coinciden con estas zonas de alta sismicidad, incrementando de manera sustancial la exposición de la población a procesos sísmicos recurrentes.

De acuerdo con estas observaciones, en el área mostrada en el mapa de la figura 1 existe en promedio por kilómetro cuadrado, un total de 2114 personas y un total de ~2,39 sismos. Esto significa que, por cada sismo por kilómetro cuadrado hay un total de 884 personas. Esta comparación se muestra en la Figura 2.

**Figura 2.** Relación espacial entre la densidad de eventos sísmicos y la densidad poblacional en el Valle Central de Costa Rica. El mapa muestra el cociente entre el número de eventos sísmicos y la población (eventos/población) por kilómetro cuadrado. Los valores más altos indican áreas donde la actividad sísmica relativa a la población es mayor, mientras que los valores bajos corresponden a zonas densamente habitadas con menor número relativo de eventos. Se destacan como referencia geográfica el Cantón Central de San José y Barrio Tuomón. El fondo topográfico permite apreciar la relación entre la distribución de la sismicidad relativa y la morfología del terreno.



## **Evento principal, MI, 4,1 del 22 de agosto**

El 22 de agosto, a las 00:45 horas, un sismo con una magnitud local, MI, 4,1 y con epicentro en las cercanías de barrio Tournón en San José, sacudió prácticamente todo el Valle Central del país. Al ocurrir a tan solo 4 km de profundidad, la radiación de alta frecuencia emitida por la fuente sísmica generó una fuerte aceleración del suelo que fue percibida y reportada por la población a través de las redes sociales del OVSICORI-UNA. Incluso, el paso de las ondas sísmicas fue registrado, como nunca, por un gran número de cámaras de vigilancia distribuidas en diferentes partes del Valle Central.

Este evento, representa el sismo más grande que se haya registrado en la gran área metropolitana en la era instrumental sismológica moderna, permitiendo así, descubrir la existencia de una falla tectónica por debajo de una de las zonas más densamente pobladas de nuestro país. De acuerdo con la inversión de los registros sísmicos y la distribución epicentral de las réplicas, la geometría de la falla causante es del tipo corrimiento de rumbo sinestral (Figura 3), con un plano de falla que tiene orientación Noreste-Suroeste. El tiempo de ruptura (tiempo que le tomó a la falla deslizarse) fue de 0,3 s, y la cantidad de deslizamiento máximo fue de 2 cm. De acuerdo con nuestras estimaciones, la longitud de falla es de ~1 km.

## **Réplicas del sismo principal del 22 de agosto**

Al ser las 11:00 horas del 23 de agosto, se registran un total de 14 réplicas, cuya distribución epicentral se muestra en la figura 3. Hasta el momento la réplica de mayor magnitud ocurrió el 22 de agosto a las 16:55 horas, con una magnitud de 3,1.

## **Momento sísmico acumulado**

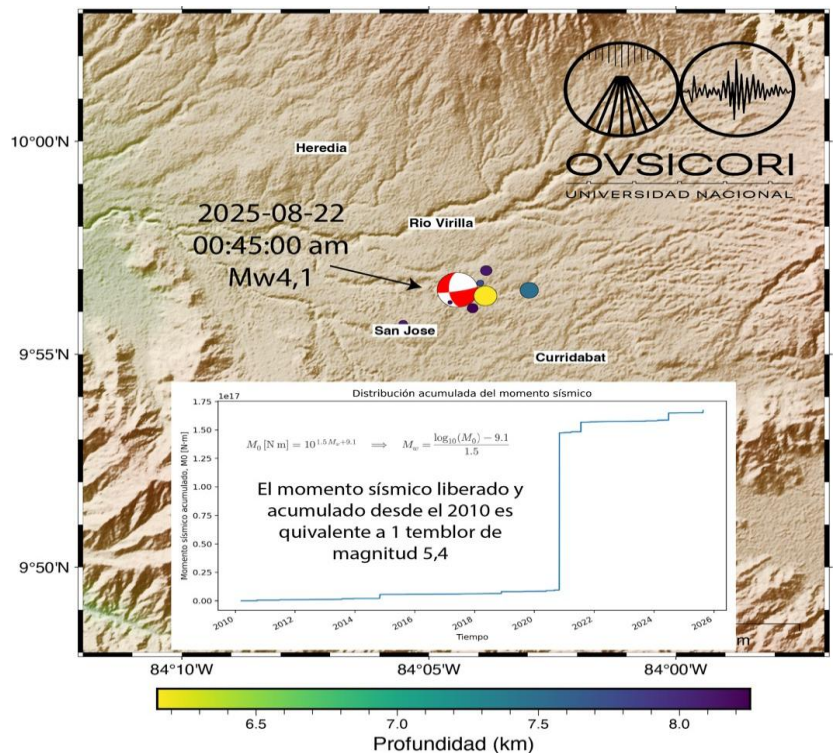
El análisis del momento sísmico acumulado en los últimos quince años para el área de estudio (Figura 3) indica un valor total de  $1,75 \times 10^{17}$  N·m, equivalente a la liberación de energía de un único sismo de magnitud  $M_w=5,4$ . Esta cifra revela que, pese a la ocurrencia de numerosos eventos durante el periodo considerado, la sismicidad registrada se ha caracterizado por la ocurrencia de temblores de baja magnitud cuya suma energética corresponde apenas a un sismo moderado. En consecuencia, la tasa anual promedio de liberación de momento sísmico en la región es reducida si se compara con el potencial de las fallas corticales activas que atraviesan el Valle Central.

Este resultado es consistente con un régimen sísmico dominado por la ocurrencia frecuente de eventos pequeños, sin que se hayan registrado rupturas superficiales de magnitud intermedia a grande en la zona durante el intervalo analizado. Sin embargo, el bajo valor acumulado no debería interpretarse como una disminución de la amenaza sísmica.

Estudios previos han documentado que sistemas de fallas como Agua Caliente y Río Azul–Cipreses han generado en el pasado sismos de magnitudes entre 5,5 y 6,1 (Montero et al., 2005), lo cual implica tiempos de retorno superiores a la ventana de quince años aquí considerada. Así, el “déficit” aparente de liberación de momento sísmico podría reflejar la acumulación de esfuerzos elásticos en segmentos de falla que no han roto recientemente.

En este contexto, los resultados observados por el OVSICORI refuerzan la necesidad de mantener un monitoreo continuo y de actualizar las relaciones de recurrencia sísmica para la región, dado que la coincidencia de estas estructuras activas con áreas densamente pobladas representa un factor crítico en la evaluación de la amenaza y la gestión del riesgo en el Valle Central de Costa Rica.

**Figura 3.** Mapa con la distribución epicentral de la actividad sísmica (círculos) generada en la región Central de la Provincia de San José el 22 de agosto de 2025. Se muestra el mecanismo focal (o bola de playa) que representa la geometría de ruptura del evento principal. Además, se muestra la distribución de las 9 réplicas ocurridas posterior a este sismo y hasta las 16:16 horas del 22 de agosto. En el panel ubicado al inferior del mapa se muestra el momento sísmico acumulado en los últimos 15 años, el cual es equivalente a un sismo de magnitud 5,4.



## CONCLUSIONES

1. La región central de San José presenta una microsismicidad persistente asociada al Cinturón Deformado del Centro de Costa Rica, lo que confirma su carácter como zona de deformación activa.
2. El sismo del 22 de agosto de 2025 (MI 4,1) constituye el evento de mayor magnitud registrado instrumentalmente en el área metropolitana, revelando la existencia de fallas activas bajo sectores densamente poblados.
3. La coincidencia entre alta densidad poblacional y elevada recurrencia sísmica incrementa significativamente la exposición al riesgo en el Valle Central.
4. El bajo momento sísmico acumulado en los últimos quince años sugiere la ausencia de rupturas mayores recientes, pero no descarta la posibilidad de futuros sismos moderados a fuertes en la región.
5. Estos resultados enfatizan la necesidad de mantener un monitoreo continuo y de fortalecer la evaluación de la amenaza sísmica para la gestión del riesgo urbano en Costa Rica.

## REFERENCIAS

- Marshall, J. S., D. M. Fisher, and T. W. Gardner (2000), Central Costa Rica deformed belt: Kinematics of diffuse faulting across the western Panama block, *Tectonics*, 19(3), 468–492, doi:[10.1029/1999TC001136](https://doi.org/10.1029/1999TC001136).
- Montero, W., Lewis, J.C. & Araya, M.C. The Guanacaste Volcanic Arc Sliver of Northwestern Costa Rica. *Sci Rep* 7, 1797 (2017). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-01593-8>.
- Peacock, S. M., van Keken, P. E., Holloway, S. D., Hacker, B. R., Abers, G. A., & Ferguson, R. L. (2005). Thermal structure of the Costa Rica–Nicaragua subduction zone. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 149(1–2), 187–200. <https://doi.org/10.1016/j.pepi.2004.08.030>.
- Fisher, D, Gardner, T, Marshall, J, & Montero, W. Kinematics associated with late Cenozoic deformation in central Costa Rica: Western boundary of the Panama microplate. *Geology*, 22, 3: 263-266, (1994).

## **VOLCÁN PLATANAR, PARQUE NACIONAL DEL AGUA JUAN CASTRO BLANCO**

### **Reporte preliminar de actividad sísmica:**

#### **Actividad Sísmica en el Sector del Volcán Platanar, Parque Nacional del Agua Juan Castro Blanco (3 de noviembre de 2025)**

**Esteban J. Chaves Sibaja, Leonardo van der Lat, Floribeth Vega, Walter Urrutia, Marino Protti, Evelyn Núñez, Jose María Sequeira, Sonia Hajaji & Nahomy Campos.**

Durante las últimas semanas, la Red sismográfica del OVSICORI-UNA ha registrado un aumento sostenido de la sismicidad en el sector norte del Volcán Platanar, dentro del Parque Nacional del Agua Juan Castro Blanco (JCBNP), en el cantón de San Carlos, provincia de Alajuela. Entre el 13 de octubre y el 3 de noviembre de 2025 se contabilizan 210 eventos locales, mayoritariamente someros (<10 km de profundidad), con magnitudes menores a 3.0. Los hipocentros se concentran entre las localidades de Florencia, Aguas Zarcas y Venecia, delineando una franja de actividad que coincide con la traza de un sistema de fallamiento oblicuo asociado al borde oriental del macizo Platanar-Porvenir.

La sismicidad muestra un patrón de tipo enjambre sísmico, con secuencias de pequeños eventos repetitivos y sin un sismo principal destacado. Este comportamiento sugiere un proceso de reajuste cortical asociado a fracturamiento progresivo en un entorno volcánico-tectónico activo. En particular, el área forma parte del complejo volcánico Platanar-Porvenir-Volcán Viejo, cuya historia geológica incluye episodios cuaternarios de volcanismo explosivo y una intensa alteración hidrotermal que ha transformado extensas zonas del sustrato volcánico en arcillas expansivas y materiales de baja resistencia mecánica.

Este enjambre sísmico está ocurriendo inmediatamente al sur del gran deslizamiento documentado en julio de 2023 en la cabecera del río Aguas Zarcas, dentro del mismo parque. Estudios recientes del OVSICORI-UNA demostraron que dicha zona presenta debilitamiento progresivo del macizo y una reducción del 14% en la velocidad sísmica de las ondas superficiales, asociada a infiltración de agua meteórica, incremento de la presión de poros y pérdida de rigidez del material. Esta condición, sumada a la presencia de fallas activas de orientación NE-SW y E-W, podría estar controlando la actual liberación sísmica observada en las laderas del Platanar.

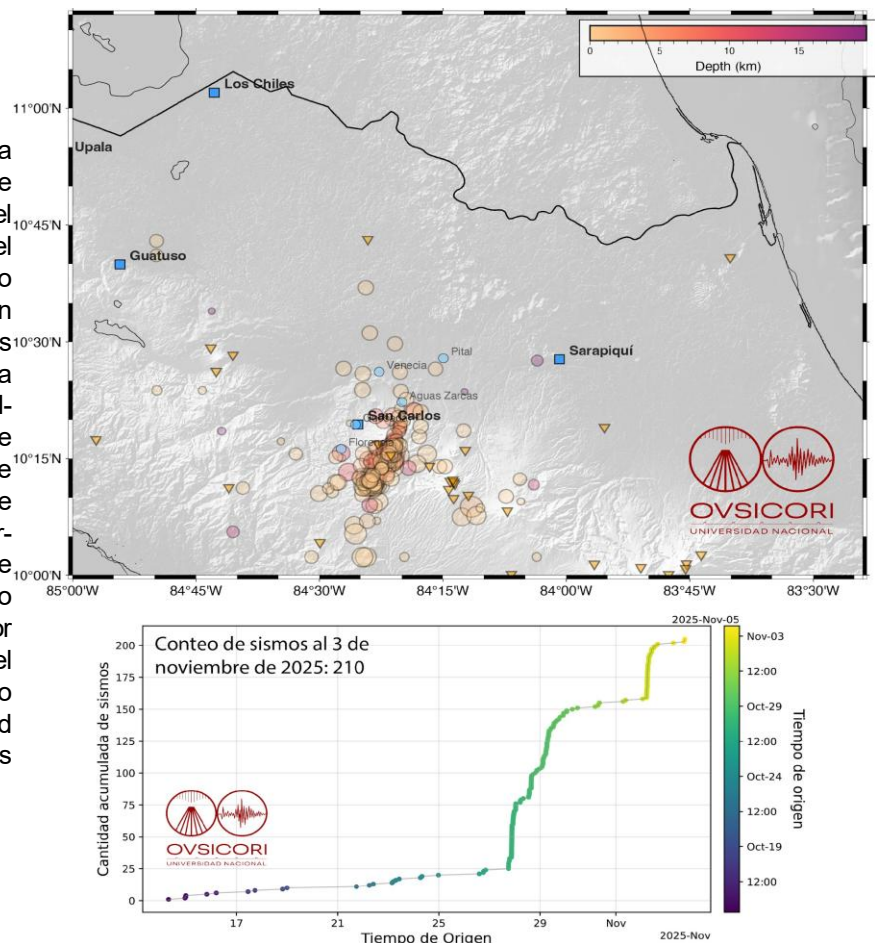
La progresión temporal del enjambre revela tres etapas claras: una fase inicial de baja tasa sísmica entre el 13 y el 25 de octubre, un aumento abrupto del conteo acumulado a partir del 28 de octubre y una aparente estabilidad después del 2 de noviembre. Este patrón escalonado puede reflejar secuencias de ruptura y reacomodo dentro de un mismo volumen fracturado, posiblemente influido por la recarga hídrica superficial tras las lluvias de octubre.

A la fecha, no se han detectado señales de tremor volcánico continuo, lo que sugiere que la fuente es predominantemente tectónica y no magmática. Sin embargo, dada la cercanía de la zona a centros volcánicos inactivos y a depósitos hidrotermalizados, el OVSICORI mantiene vigilancia estrecha mediante el análisis en tiempo real de los datos sísmicos.

Desde una perspectiva geodinámica, la región del Platanar-Porvenir representa el límite entre el bloque volcánico de la Cordillera Central y el frente flexural de la Llanura de San Carlos, donde la interacción entre fallamiento cortical, procesos hidrotermales y lluvias extremas promueve una evolución sísmico-gravitacional compleja. Esta coexistencia de sismicidad y deformación lenta, documentada desde 2023, constituye un laboratorio natural para estudiar los mecanismos de transición entre fragilización transitoria y ruptura acelerada en medios volcánicos alterados.

El OVSICORI-UNA continuará el seguimiento instrumental de esta actividad, priorizando la detección de posibles migraciones de hipocentros o cambios en la frecuencia de eventos que puedan anticipar modificaciones estructurales mayores. Se recomienda mantener informadas a las autoridades locales y a los administradores del Parque Nacional del Agua Juan Castro Blanco, dado el antecedente de inestabilidad documentado en la cuenca del río Aguas Zarcas.

**Figura 1.** Distribución espacial de la sismicidad reciente registrada entre el 13 de octubre y el 3 de noviembre de 2025 en el sector norte del Volcán Platanar, dentro del Parque Nacional del Agua Juan Castro Blanco (JCBNP). Los círculos representan hipocentros locales con magnitudes menores a 3.0 y profundidades inferiores a 10 km, detectados por la red del OVSICORI-UNA. Se observa la concentración de eventos en una franja NE-SW, coincidente con fallas corticales asociadas al borde oriental del complejo volcánico Platanar-Porvenir-Volcán Viejo. En tonos grises se muestra la topografía derivada del modelo digital del terreno, y los eventos en color naranja denotan el área afectada por el deslizamiento del río Aguas Zarcas ocurrido en julio de 2023, destacando la continuidad estructural y geodinámica entre ambas zonas.



## **UVITA DE OSA, PUNTARENAS**

### Reporte de actividad sísmica

**El sismo de magnitud 5,5 del 18 de noviembre de 2025 y la actividad sísmica al Suroeste de Uvita de Osa, Puntarenas**

**Esteban J. Chaves, Walter Urrutia, Floribeth Vega, Evelyn Núñez, Nahomy Campos, José María Sequeira y Marino Protti**

Desde el lunes 17 de noviembre de 2025, se viene presentando una intensa actividad sísmica entre 60 y 40 km frente a las costas de Uvita, en el Pacífico Central de Costa Rica. Esta actividad inició con un evento de magnitud 5,0 el 17 de noviembre a las 12:20 pm, al cual siguió una secuencia de más de 20 réplicas. A las 16:36 horas del 18 de noviembre de 2025 se registró otro sismo importante, con una magnitud (MI, magnitud local) de 5,6 y una nueva secuencia de réplicas que continúa hasta la mañana del miércoles 19 de noviembre, cuando se escribe este informe.

Tanto los dos eventos de mayor magnitud, como sus secuencias de réplicas tienen profundidades entre 5 y 15 km, y ocurren como deformación interna de la placa del Coco, al doblarse para introducirse por debajo de Costa Rica. Las primeras horas posteriores al evento del 18 de noviembre, mostraron una respuesta sísmica sostenida. El sistema de monitoreo ha logrado localizar un total de 165 réplicas hasta las 11:00 am del día miércoles 19, delineando una secuencia activa y de especial interés científico. La distribución espacial de las réplicas se muestra en el mapa de la figura 1.

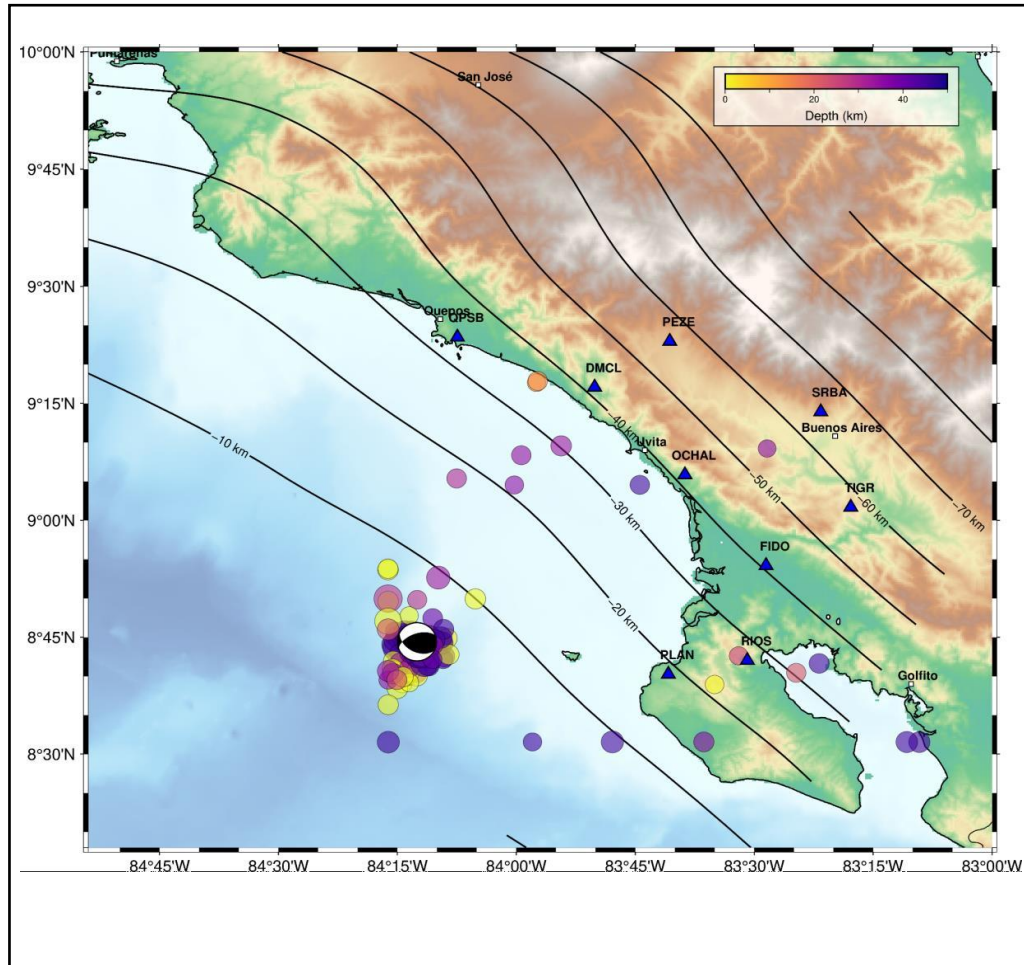
Tanto el sismo del lunes como el del martes, fueron ampliamente percibidos en varias regiones del país. Estos eventos se sintieron con mayor intensidad en el Pacífico Sur, especialmente en Uvita, Ojochal, Palmar, Ciudad Cortés y Buenos Aires. En el Pacífico Central también fue notable en Quepos, Jacó y Parrita, mientras que en el Valle Central se percibieron de forma leve a moderada en San José, Heredia, Alajuela y Cartago.

Además, hubo reportes, sobre todo para el sismo de MI=5,6 del martes, desde el Pacífico Norte, incluyendo Puntarenas, Cóbano y Paquera, y percepciones más tenues en la Zona Norte y el Caribe, donde habitantes de San Carlos, Sarapiquí, Guápiles y Turrialba informaron un movimiento ligero.

### **Fuente sísmica**

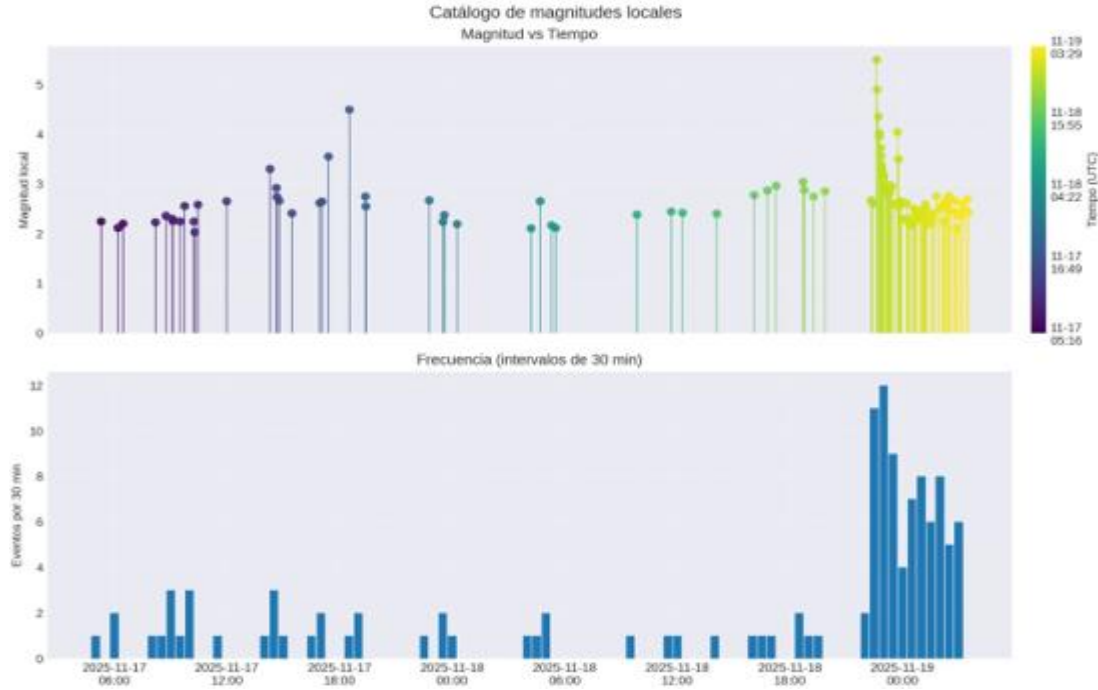
El hipocentro del sismo de las 16:36 horas, tuvo una profundidad de alrededor de 15 km, siendo generado en un sistema de fallas que se ubica en el interior de la Placa del Coco. Este evento presenta una solución de tensor de momento consistente con un mecanismo de fallamiento predominantemente de rumbo (el fallamiento dominante ahí está orientado E-W) con un componente menor de movimiento inverso.

La inversión obtenida (strike =  $250^\circ$ , dip =  $55^\circ$ , rake =  $58^\circ$ ) define un plano nodal con geometría compatible con la orientación del campo de esfuerzos regional dominado por la convergencia oblicua entre la placa del Coco y la microplaca de Panamá. El ajuste entre las formas de onda observadas y las sintéticas es alto, con misfits bajos y residuales simétricos, o cual sugiere estabilidad en el tensor calculado.



**Figura 1.** Mapa con la distribución espacial de la actividad sísmica en la Zona Sur de Costa Rica. Los círculos representan hipocentros, los colores representan la profundidad y los tamaños la magnitud. Los triángulos azules representan la red del OVSICORI-UNA. El mecanismo focal corresponde con la geometría de ruptura de la falla causante del evento del 18 de Noviembre de 2025.

## Actividad premonitora



**Figura 2.** Catálogo sísmico en la zona de estudio desde el 17 de Noviembre hasta las 11 pm del 18 de Noviembre de 2025. En el panel superior se muestra la distribución de magnitud en función del tiempo, horas antes y posteriores a la ocurrencia del sismo de magnitud  $M_l=5,6$  del 18 de noviembre a las 22:36 hora UTC. En el panel inferior se muestra la cantidad de eventos agrupados cada 30 minutos en función del tiempo.

En la figura 2 se puede observar la evolución temporal de la sismicidad local registrada entre el 17 y 18 de noviembre de 2025, la cual muestra un patrón claro de actividad premonitora antes del sismo principal. Durante las 34 horas previas al evento de  $M_l = 5,6$ , se identifica un incremento progresivo tanto en la frecuencia de los sismos, con la mayoría de los eventos precursoras presentando magnitudes superiores a 2. Esta tendencia se refleja en el panel superior, donde la distribución temporal de magnitudes evidencia una fase inicial dominada por sismicidad moderada, seguida de un aumento sostenido en las horas que anteceden al evento principal.

El sismo de mayor magnitud previo al del 18 de noviembre ocurrió el 17 de noviembre a las 12:30:17 (hora local), con una magnitud  $M_l = 5,0$  y una profundidad somera. Este evento marca un punto de inflexión en la secuencia, ya que le sigue un periodo de actividad elevada con múltiples réplicas y eventos de magnitud intermedia que delimitan un proceso de acomodación de esfuerzos dentro de la placa del Coco.

El panel inferior de la figura 2, que muestra el número de eventos agrupados cada 30 minutos, refleja este comportamiento al exhibir un incremento marcado en la tasa de ocurrencia, particularmente en las horas finales antes del sismo principal, indicando un sistema en aceleración. Esta aceleración en la tasa sísmica es consistente con un proceso de deformación interna en curso, posiblemente asociado con el reajuste del estado de esfuerzos en un régimen de flexión de placa.

## SAN JOSÉ CENTRO, COSTA RICA

### Reporte de actividad sísmica

Estudio preliminar de la actividad sísmica en el Centro de San José entre agosto de 2025 y enero de 2026

Walter Jiménez, Floribeth Vega, Nahomy Campos, José María Sequeira, Evelyn Núñez, Marino Protti y Esteban J. Chaves



Fotografía original de Manuel Gómez Miralles (1922) cortesía del Museo Nacional. Dominio público

### Resumen ejecutivo

Este informe presenta un análisis sismológico de la actividad sísmica reciente ocurrida en el centro de San José, con énfasis en dos eventos corticales someros ampliamente percibidos por la población: el sismo del 22 de agosto de 2025 (MI 4,1) y el del 19 de enero de 2026 (MI 4,4). Ambos eventos se originaron a profundidades entre 3 y 4 kilómetros, lo que favoreció una radiación eficiente de energía sísmica de alta frecuencia hacia la superficie y explica su fuerte percepción, pese a tratarse de sismos de baja magnitud.

En ambos casos, la actividad posterior fue limitada, con la ocurrencia de muy pocas réplicas, en todos los casos por debajo de diez eventos detectados, lo que sugiere una liberación de esfuerzo relativamente localizada y sin una secuencia de reajuste prolongada.

El sismo del 19 de enero de 2026 tuvo su epicentro bajo el sector del Museo Nacional y fue sentido en gran parte del Valle Central. Su carácter somero permitió que la energía sísmica alcanzara rápidamente la superficie, produciendo sacudidas intensas y de corta duración, dominadas por altas frecuencias, comúnmente descritas por la población como un “golpe” brusco. Este tipo de respuesta es característico de sismos urbanos cercanos, donde la combinación de baja profundidad y corta distancia fuente–receptor controla de manera decisiva la forma de onda observada y la percepción del movimiento.

Una interpretación preliminar de este estudio es que ambos sismos están asociados a un mismo sistema de fallas corticales poco profundas, localizado directamente bajo el centro de San José. Se interpreta que estos eventos y sus réplicas podrían estar asociados a una falla antes descrita por el geólogo Roberto Protti (Proamsa. 2009) denominada como la falla Otoya.

La identificación de sismicidad en esta falla constituye un avance significativo en la comprensión de la amenaza sísmica local. La ocurrencia de dos eventos de características similares en un intervalo temporal corto, junto con secuencias de réplicas muy reducidas, confirma que se trata de un sistema activo capaz de generar sismos perceptibles aunque sin desarrollar enjambres o secuencias prolongadas.

El análisis de los registros sísmicos muestra que la duración efectiva del movimiento varía sistemáticamente con la distancia epicentral. En estaciones cercanas al epicentro, el movimiento fue intenso pero concentrado en pocos segundos, mientras que a mayores distancias las amplitudes disminuyen y la duración aumenta debido a la contribución de ondas dispersadas y fases tardías.

Asimismo, se identifican contrastes claros en la respuesta del suelo asociados a efectos de sitio, donde unidades sedimentarias y depósitos volcánicos poco consolidados amplifican el movimiento sísmico respecto a sectores asentados sobre basamento más competente.

Desde el punto de vista de la fuente sísmica, ambos eventos muestran diferencias relevantes en su proceso de ruptura. El análisis espectral indica que, a pesar de su menor magnitud, el evento de 2025 presenta un radio efectivo de fuente mayor y una frecuencia de esquina más baja, lo que sugiere una ruptura más extensa pero con menor deslizamiento promedio y, por ende, una menor caída de esfuerzo.

En contraste, el sismo de 2026 exhibe una frecuencia de esquina más alta y un radio de fuente menor, consistente con una ruptura más concentrada espacialmente y una mayor liberación de momento por unidad de área, es decir, una caída de esfuerzo más elevada.

Estas diferencias explican por qué el evento de 2026 fue percibido como más intenso, aun cuando ambos sismos ocurrieron en el mismo sistema de fallas, y ponen de manifiesto que sismos de magnitud similar pueden generar efectos significativamente distintos dependiendo de la dinámica de ruptura y de cómo se libera la energía sísmica en la fuente.

### **Actividad sísmica importantes en la región Central de San José durante 2025 y 2026**

El 19 de enero de 2026, a las 17:06 horas (hora local), se registró un sismo de magnitud local (MI) 4,4, cuyo epicentro se ubicó en el sector central de la ciudad de San José, específicamente bajo el área del Museo Nacional (ver el mapa de la Figura 1).

En la Figura 2 se presentan los registros sísmicos del evento obtenidos en varias estaciones de la red del OVSICORI-UNA, donde se distinguen con claridad las formas de onda asociadas al arribo de las principales fases sísmicas.

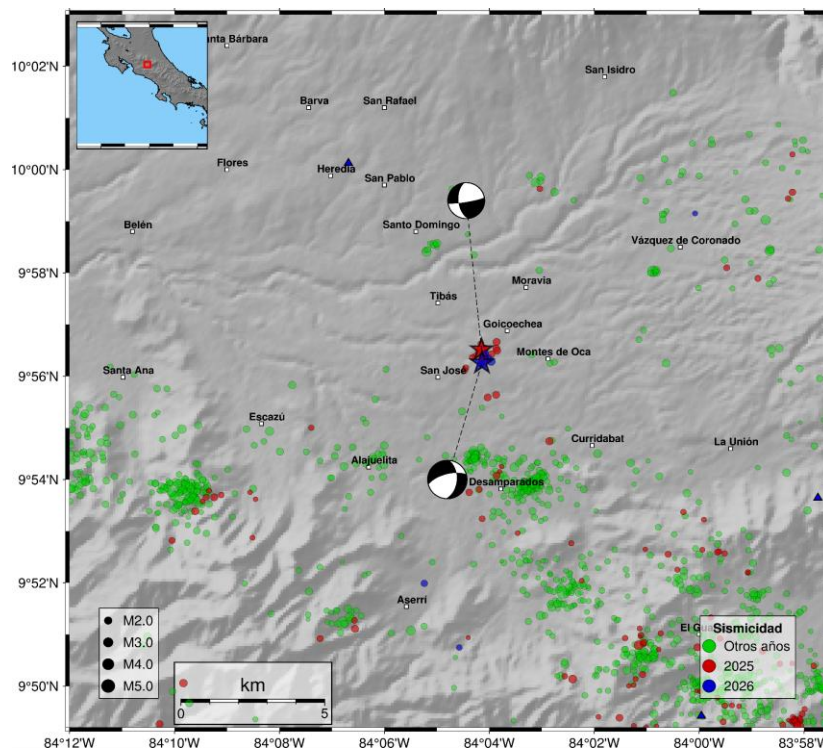
El sismo fue percibido de manera generalizada en el Valle Central de Costa Rica. La localización somera del hipocentro, estimada en aproximadamente 3 km de profundidad, favoreció una radiación eficiente de energía sísmica de alta frecuencia hacia la superficie, lo que se reflejó en aceleraciones del suelo relativamente elevadas en la zona epicentral y en sus alrededores inmediatos.

Este sismo se asocia al mismo sistema de fallas que generó el evento de magnitud local (MI) 4,1 ocurrido el 22 de agosto de 2025 en el centro de San José. Dicho sistema corresponde a fallas corticales de tipo corrimiento de rumbo de tipo sinistral. La ocurrencia de ambos eventos, separados por pocos meses y con características sismológicas similares, confirma la persistencia de actividad sísmica en este sistema de fallas someras y resalta su relevancia dentro del marco tectónico del Valle Central.

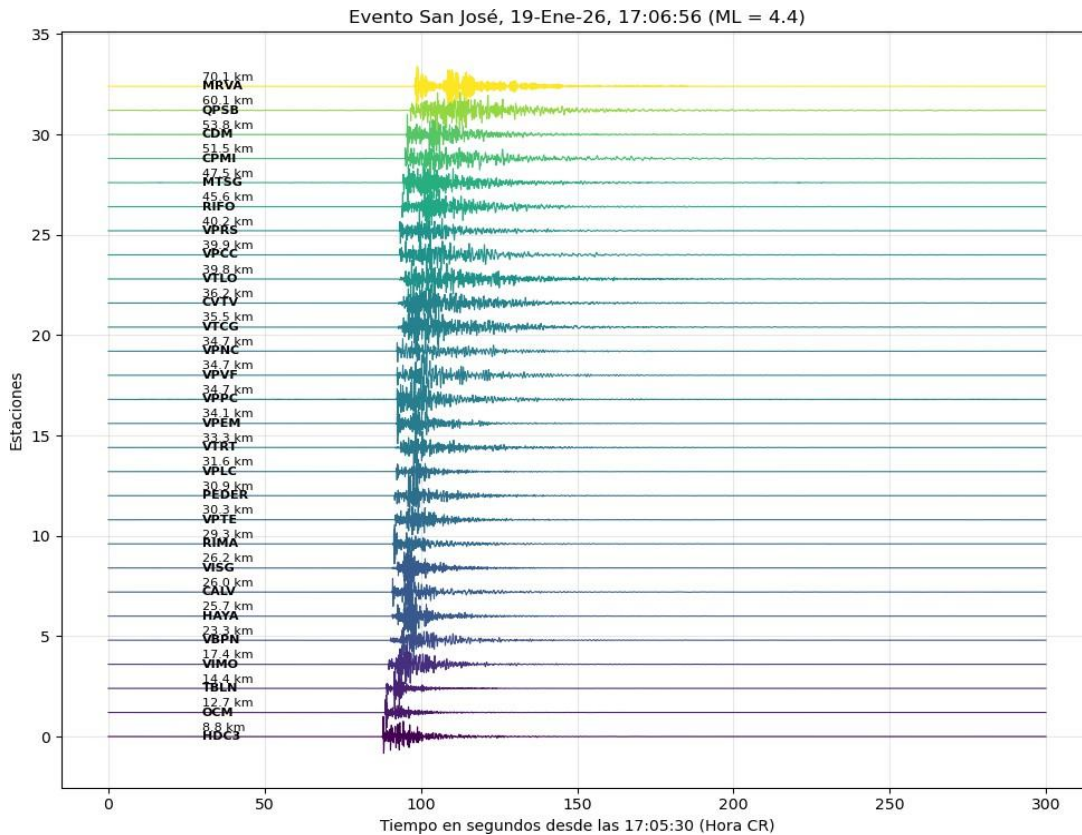
Las características observadas son consistentes con la activación de fallas corticales superficiales en un entorno urbano densamente poblado, donde la combinación de baja profundidad, proximidad a la superficie y condiciones geológicas locales amplifica la percepción del movimiento sísmico, aún para magnitudes moderadas. Numerosos reportes macrosísmicos fueron recopilados casi de forma inmediata, principalmente a través de las plataformas digitales y redes sociales del OVSICORI-UNA, describiendo sacudidas breves, intensas y dominadas por componentes de alta frecuencia.

Desde una perspectiva sismológica y de gestión del riesgo, este evento pone de manifiesto la necesidad de fortalecer y densificar la cobertura instrumental en la región central de la capital.

Una red sismológica más densa permitiría mejorar la resolución en la localización de eventos, la caracterización de las fuentes sísmicas activas y la evaluación de los efectos locales de sitio, aspectos fundamentales para comprender la amenaza sísmica asociada a sistemas de fallas corticales previamente no reconocidos en el área metropolitana de San José.



**Figura 1.** Mapa de la distribución epicentral de la actividad sísmica registrada durante los años 2025 (círculos rojos), 2026 (círculos azules) y años anteriores (círculos verdes) en el centro de San José. Las estrellas indican los eventos principales del 22 de agosto de 2025 y del 19 de enero de 2026, respectivamente, manteniendo la misma codificación de color. Los triángulos azules representan las estaciones sismológicas de la red del OVSICORI-UNA, mientras que los polígonos blancos delimitan los cantones del país para referencia administrativa. Los mecanismos focales asociados a los eventos principales se muestran mediante diagramas tipo “beach ball” e indican un régimen predominantemente de fallamiento de rumbo, consistente con la activación de fallas corticales someras en el sector central del Valle Central. Las orientaciones de los planos nodales sugieren una cinemática compatible con esfuerzos tectónicos locales y explican la fuerte radiación de alta frecuencia observada, así como la distribución espacial de las réplicas alrededor del epicentro principal.



**Figura 2.** Registro sísmico del sismo ocurrido el 19 de enero de 2026 a las 17:06 pm, hora de Costa Rica. El epicentro del sismo se ubicó en la proximidad del Museo Nacional, en el centro de la provincia de San José, y su profundidad fue de 3 km. En la figura se muestra la componente vertical de varias estaciones ubicadas a diferentes distancias con respecto al epicentro del sismo dentro de los 70 km más cercanos al epicentro. El color del sismograma está en función de la distancia epicentral.

### Duración del registro sísmico para el sismo del 19 de enero de 2026 en diferentes partes del país

Con base en la Figura 3, se observa una relación clara y sistemática entre la duración efectiva del registro sísmico y la distancia epicentral. En las estaciones ubicadas a distancias cortas, particularmente en el Valle Central y en las inmediaciones del epicentro (distancias del orden de 5–15 km), el movimiento sísmico presenta duraciones efectivas típicamente entre 3 s y 14 s con un promedio de 4 s.

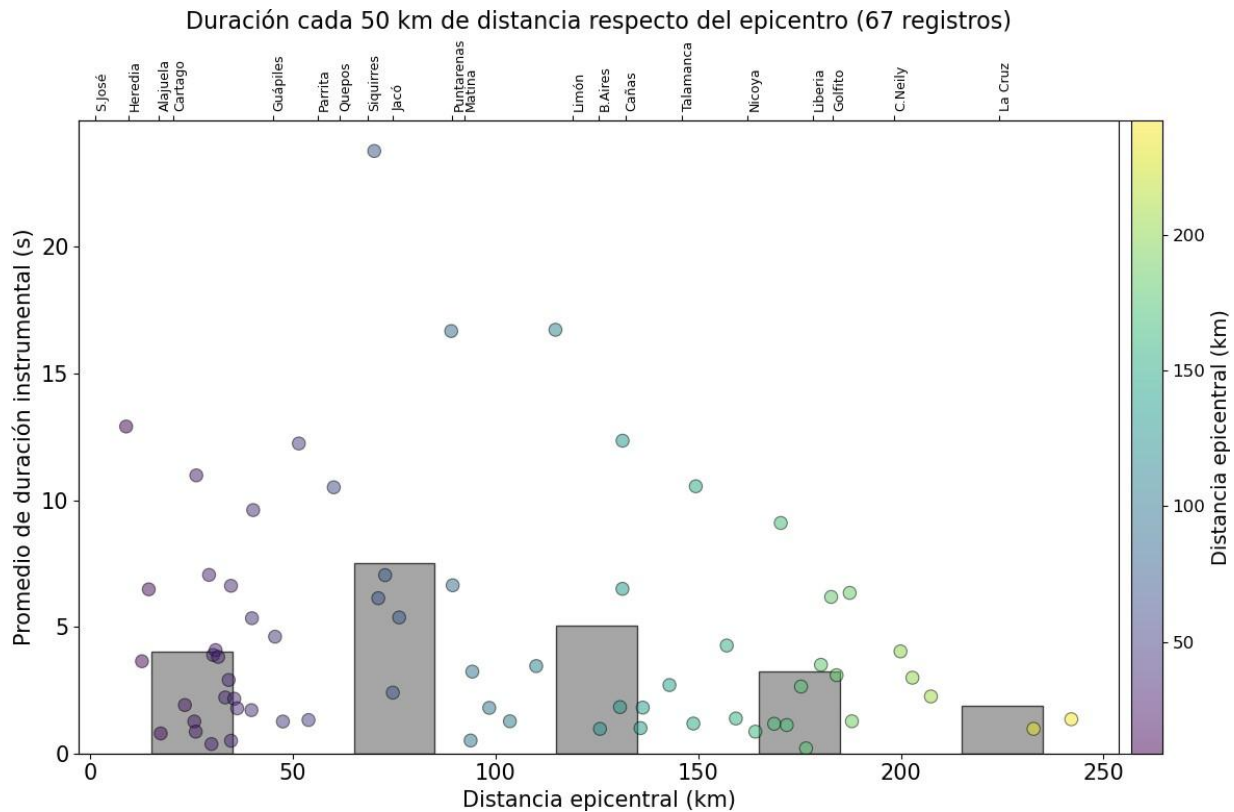
En estos registros, el movimiento está dominado por el arribo de las fases directas (P y S) y por una concentración de energía en altas frecuencias, lo que se traduce en sacudidas intensas pero de corta duración. Por ejemplo, en estaciones del centro de San José y sectores aledaños de Heredia y Cartago, la mayor parte de la energía sísmica se concentra en los primeros pocos segundos tras el arribo de la onda S, con una atenuación rápida del movimiento.

A distancias intermedias, correspondientes a regiones como el Pacífico Central, el Caribe central, la duración del registro aumenta de manera apreciable, alcanzando valores del orden de entre 4 s y 25 s, con un promedio de 8 s. En estos casos, además de las fases directas, se observa una contribución significativa de ondas reflejadas y dispersadas, así como de fases tardías asociadas a trayectorias múltiples en la corteza, lo que prolonga el movimiento sísmico aun cuando las amplitudes máximas son menores que en la zona epicentral.

Finalmente, en estaciones ubicadas a mayores distancias epicentrales, como la zona Norte, Guanacaste o el Pacífico Sur (distancias mayores a ~100 km), la duración efectiva del registro sísmico se reduce con el cuadrado de la distancia debido al factor de atenuación de la corteza superior. En estas regiones, el movimiento está dominado por componentes de menor frecuencia y por una coda sísmica que tiene duraciones promedio por debajo de los 5 segundos, controlada por la heterogeneidad cortical y la estructura regional del país.

Aunque las aceleraciones registradas son bajas, la prolongación del movimiento genera una sensación de sacudida más sostenida, lo que explica que el evento haya sido percibido durante varios segundos en zonas alejadas del epicentro, a pesar de su magnitud moderada. Este aumento en la duración del movimiento con la distancia tiene implicaciones directas en la percepción del sismo por parte de la población.

En las zonas cercanas al epicentro, la corta duración combinada con amplitudes relativamente altas favorece una percepción abrupta y sorpresiva del movimiento, comúnmente descrita como un “golpe” fuerte y rápido. A mayores distancias, aunque las amplitudes del movimiento disminuyen debido a la atenuación, la prolongación del registro sísmico puede generar una sensación de sacudida más sostenida, con oscilaciones perceptibles durante varios segundos, lo que incrementa la probabilidad de que el evento sea sentido incluso en regiones alejadas del área epicentral.



**Figura 3.** Duración del registro sísmico asociado al evento del 19 de enero de 2026, observada en estaciones distribuidas en distintas regiones del país. Las barras grises representan la duración promedio instrumental para cada 50 km de distancia. Los círculos representan la duración individual registrada en cada estación, con su color variando según la distancia al epicentro. La figura evidencia cómo la duración efectiva del movimiento sísmico aumenta con la distancia epicentral y luego disminuye, reflejando los efectos combinados de la propagación de ondas, la dispersión y la atenuación en la corteza, así como la contribución de fases tardías y de la estructura geológica regional.

### Desplazamiento máximo registrado

Las Figuras 4 y 5 amplían el análisis presentado hasta ahora y permiten examinar de forma cuantitativa la variación del desplazamiento máximo del suelo en función de la distancia epicentral, así como la marcada heterogeneidad espacial de la respuesta sísmica asociada a las condiciones locales del subsuelo.

En la Figura 4 se observa una disminución sistemática del desplazamiento máximo con el incremento de la distancia, coherente con los procesos de atenuación geométrica y anelástica durante la propagación de las ondas sísmicas.

Para el evento del 19 de enero de 2026, los desplazamientos máximos registrados a distancias menores a ~10 km alcanzan valores del orden de entre 0.001 y 0.01 cm, mientras que entre ~10 y 30 km se concentran mayoritariamente en el rango de 0.0001cm a 0.001 cm. A distancias mayores a ~50–60 km, los valores disminuyen típicamente por debajo de 0.0001 cm, aunque con una dispersión apreciable.

No obstante, esta tendencia promedio presenta una dispersión significativa, especialmente a distancias cortas e intermedias, donde para una misma distancia epicentral pueden observarse variaciones de hasta un orden de magnitud en el desplazamiento máximo. Esta dispersión evidencia que la amplitud del movimiento del suelo no depende únicamente de la distancia al epicentro, sino que está fuertemente modulada por las propiedades mecánicas y estructurales locales del subsuelo, comúnmente conocido como efectos de sitio.

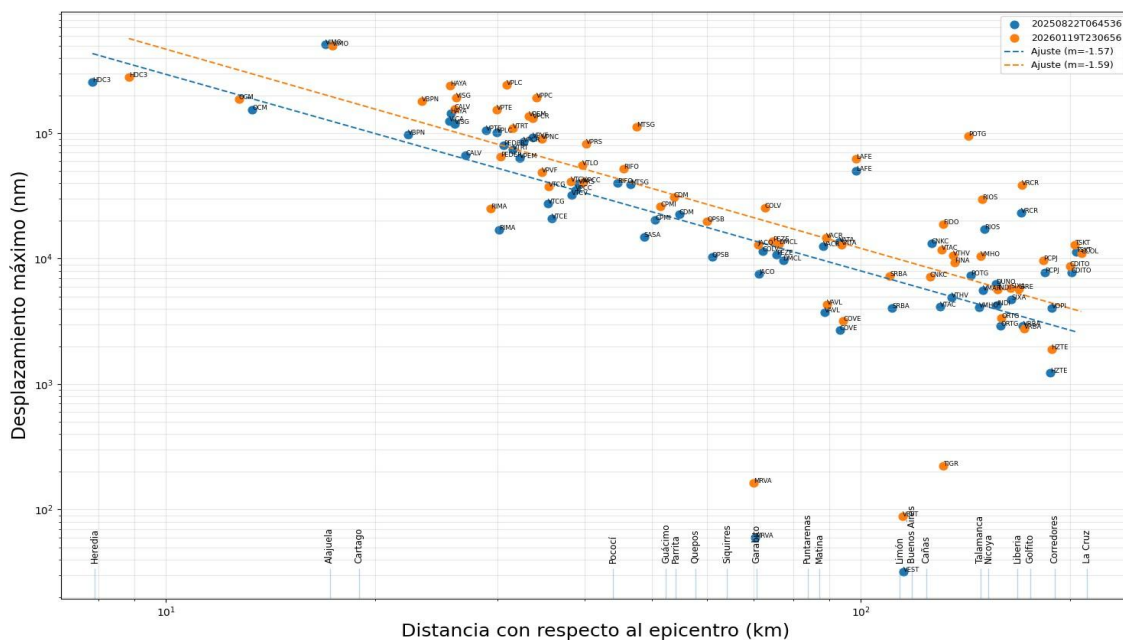
En particular, el evento del 19 de enero de 2026 muestra desplazamientos máximos sistemáticamente mayores que el evento del 22 de agosto de 2025 en el rango de distancias menores a ~20–30 km. En este intervalo, los valores medios del desplazamiento máximo son aproximadamente entre 2 y 4 veces superiores, lo que es consistente con su carácter más somero, magnitud ligeramente mayor y con una transferencia más eficiente de energía hacia la superficie, especialmente en el área urbana del Valle Central.

Esta heterogeneidad espacial se aprecia con mayor claridad en los mapas de calor de la **Figura 5**, donde la distribución espacial de las amplitudes máximas de desplazamiento revela zonas bien definidas de mayor respuesta del suelo. Los máximos desplazamientos, con valores del orden de entre 0.0001 cm a 0.001 cm, se concentran no solo en el entorno inmediato del epicentro, sino también en sectores específicos del Valle Central.

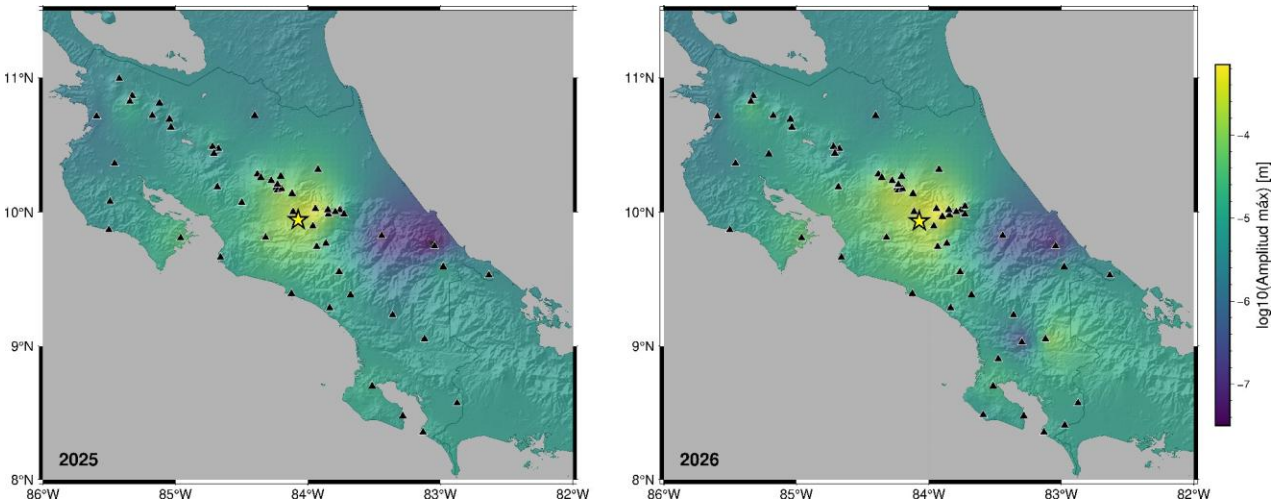
Estas zonas coinciden con cuencas sedimentarias y depósitos de lahares volcánicos poco consolidados, mientras que áreas asentadas sobre un basamento más competente muestran amplitudes significativamente menores.

Estos patrones cuantitativos sugieren un marcado efecto de sitio, en el cual la amplificación de la energía sísmica está controlada por contrastes de impedancia sísmica y por la geometría de las unidades geológicas superficiales.

De manera relevante, los mapas también muestran que estaciones ubicadas a distancias relativamente grandes del epicentro (del orden de ~40–70 km) pueden registrar desplazamientos comparables o incluso superiores a los esperados para su posición. Esto indica que la energía sísmica puede amplificarse localmente aun en regiones alejadas de la fuente.



**Figura 4.** Comparación del desplazamiento máximo del suelo registrado por la red sismográfica del OVSICORI-UNA en función de la distancia epicentral para el sismo del 22 de agosto de 2025 (línea y símbolos en azul) y el evento del 19 de enero de 2026 (línea y símbolos en anaranjado), ambos ocurridos en el sector central del Valle Central. Se observa que el evento del 19 de enero de 2026 presenta desplazamientos máximos sistemáticamente mayores a distancias cortas, consistentes con su carácter somero y su localización directamente bajo el centro de San José. En la parte inferior de la figura se indica la posición de algunos cantones del país, utilizada como referencia geográfica para visualizar la relación entre la ubicación de las estaciones sísmicas y su distancia relativa al epicentro.



**Figura 5.** Mapas de calor de las amplitudes máximas de desplazamiento del suelo (m) para los eventos del 22 de agosto de 2025 (panel izquierdo) y del 19 de enero de 2026 (panel derecho). Las estrellas amarillas indican la localización epicentral de cada sismo, mientras que los triángulos corresponden a las estaciones sísmicas de la red del OVSICORI-UNA. La escala cromática resalta la distribución espacial de la respuesta del suelo: los tonos amarillos representan mayores amplitudes de desplazamiento registradas, en contraste con los tonos morados, que indican amplitudes menores. Esta representación permite comparar de forma directa el patrón de radiación y la intensidad relativa del movimiento del suelo entre ambos eventos.

## Fuente sísmica

El análisis desarrollado ha permitido caracterizar de manera detallada la distribución espacial del movimiento del suelo, su duración y la variabilidad de las amplitudes registradas en función de la distancia y de las condiciones locales. No obstante, una comprensión integral del proceso sísmico requiere examinar directamente las propiedades de la fuente sísmica.

El estudio de la fuente permite inferir cómo se liberó la energía durante la ruptura, cuál fue el tamaño efectivo del área involucrada, el nivel de esfuerzo asociado y el contenido de altas frecuencias radiado, aspectos fundamentales para interpretar tanto la intensidad del movimiento observado cómo las diferencias entre eventos que ocurren dentro de un mismo sistema de fallas.

En este contexto, las **Figuras 6 y 7** presentan los espectros de fuente y los parámetros derivados para los sismos del 22 de agosto de 2025 y del 19 de enero de 2026, estimados a partir del ajuste de un modelo de fuente circular tipo Brune. Estos resultados permiten comparar de forma directa las características dinámicas de ambos eventos y evaluar si las similitudes observadas a nivel macrosísmico y de amplitudes del suelo responden a procesos de ruptura equivalentes o, por el contrario, a diferencias en las propiedades de la fuente.

El análisis espectral de la fuente revela que a pesar de que el sismo del 19 de enero de 2026 presenta una magnitud local mayor ( $M_L 4,4$ ) y un momento sísmico más alto que el evento del 22 de agosto de 2025 ( $M_L 4,1$ ), el radio efectivo de la fuente estimado para el evento de 2025 es mayor que el correspondiente al evento de 2026.

Esta observación implica que el incremento de magnitud entre ambos sismos no se traduce en una expansión proporcional del área de ruptura, sino que responde principalmente a diferencias en la forma en que se liberó la energía sísmica durante el proceso de ruptura: una mayor cantidad de deslizamiento promedio.

En términos espectrales, el evento de 2026 se caracteriza por una frecuencia de esquina más alta que la del evento de 2025, lo que indica una dimensión efectiva de la fuente menor y una concentración de la liberación de momento en una región más compacta de la falla. En contraste, el evento de 2025 presenta una frecuencia de esquina más baja, consistente con un radio de ruptura mayor, aun cuando el momento sísmico total liberado fue inferior.

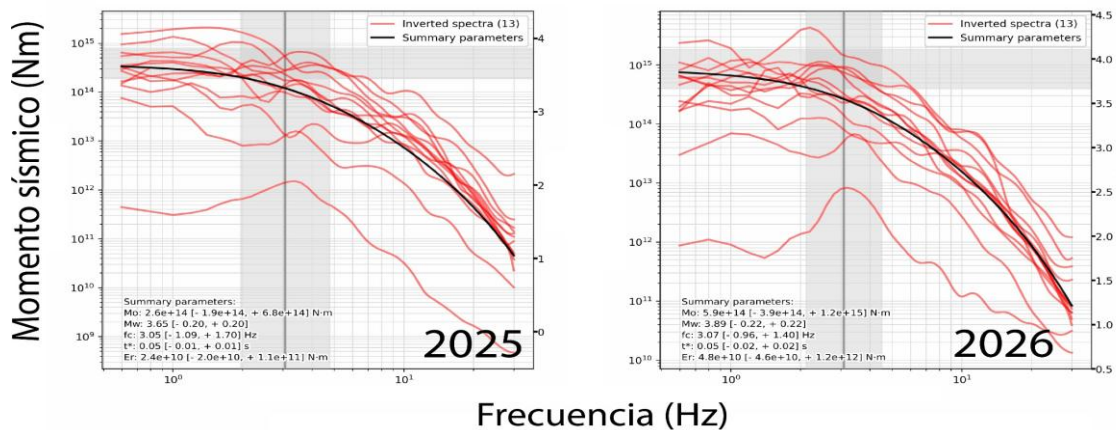
Este comportamiento sugiere que el sismo de 2025 involucró una ruptura más extensa pero menos eficiente en términos de acumulación de deslizamiento promedio, mientras que el evento de 2026 concentró un mayor deslizamiento o una mayor caída de esfuerzo en un área más reducida.

Esta diferencia puede interpretarse como un cambio en el régimen de ruptura dentro del mismo sistema de fallas. El evento de 2025 habría involucrado un proceso de ruptura más distribuido espacialmente, posiblemente controlado por heterogeneidades estructurales del plano de falla o por una geometría segmentada, lo que favoreció una propagación de la ruptura sobre un área relativamente amplia pero con un deslizamiento medio limitado.

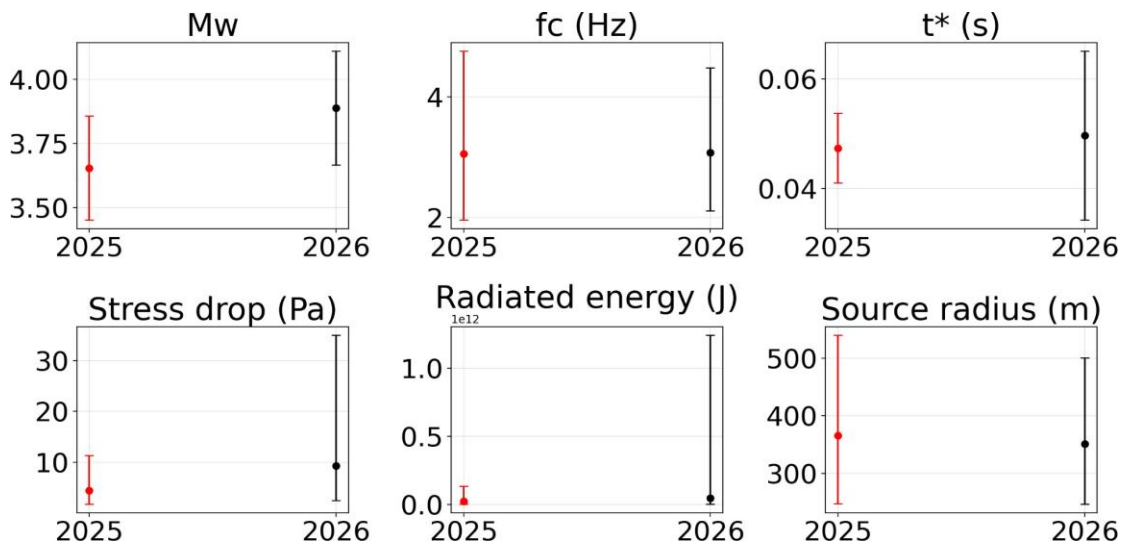
Por el contrario, el sismo de 2026 parece corresponder a una ruptura más localizada, con un acoplamiento más eficiente y una mayor concentración de deslizamiento, lo que explica su mayor momento sísmico pese a un radio efectivo de fuente menor.

Aunque el evento de 2026 produjo amplitudes máximas del movimiento claramente mayores a distancias cortas e intermedias, coherentes con su mayor magnitud y su carácter somero, la extensión espacial de la fuente no fue necesariamente mayor que la del evento de 2025. En este sentido, las mayores amplitudes observadas para el evento de 2026 no deben interpretarse como evidencia de una ruptura más extensa, sino como el resultado de una liberación de energía más concentrada y, por ende, de una radiación sísmica más eficiente hacia la superficie en el rango de frecuencias dominantes para la percepción humana y la respuesta estructural.

Adicionalmente, ambos eventos muestran valores comparables de la caída espectral a altas frecuencias, lo que sugiere niveles de esfuerzo dinámico y condiciones friccionales similares en el proceso de ruptura. Sin embargo, la combinación de un radio de fuente mayor y un momento sísmico menor en el evento de 2025 apunta a un escenario de menor caída de esfuerzo promedio, mientras que el evento de 2026 sería consistente con una caída de esfuerzo más elevada concentrada en un parche de falla más pequeño. Esta diferencia en la distribución espacial y dinámica del deslizamiento permite explicar el por qué el sismo de 2026 fue percibido como más intenso y generalizado en el Valle Central, aun cuando el evento de 2025 involucró una ruptura de mayor extensión.



**Figura 6.** Espectros de fuente sísmica estimados para el evento del 22 de agosto de 2025 (panel izquierdo) y el evento del 19 de enero de 2026 (panel derecho). Las curvas rojas corresponden a los espectros de fuente individuales obtenidos para cada estación sísmica, mientras que las curvas negras representan el ajuste promedio mediante un modelo de fuente circular tipo Brune (1970). La comparación entre ambos eventos permite evaluar diferencias en el contenido espectral, la frecuencia de esquina y la caída espectral a altas frecuencias, proporcionando información sobre el tamaño efectivo de la fuente, el nivel de esfuerzo liberado y las características dinámicas de la ruptura sísmica.



**Figura 7.** Comparación de los principales parámetros de la fuente sísmica estimados para el sismo del 22 de agosto de 2025 (MI 4,1; valores en rojo) y el sismo del 19 de enero de 2026 (MI 4,4). La figura resume las diferencias y similitudes en términos de momento sísmico, frecuencia de esquina, radio efectivo de la fuente y caída espectral a altas frecuencias, permitiendo evaluar contrastes en el tamaño de la fuente, el nivel de esfuerzo liberado y las características dinámicas de la ruptura entre ambos eventos.

Siguiendo el marco conceptual propuesto por Ide y Yoshida (2014, 2026), la **Figura 8** permite explorar de manera directa la relación entre las propiedades iniciales de la ruptura sísmica y los efectos de propagación de las ondas, a partir del análisis de la pendiente inicial de la aceleración del arribo de la onda P (parámetro B) en función del tiempo de viaje  $T_P$ .

Para los sismos principales ocurridos en el cantón central de San José durante 2025 y 2026, se observa una clara tendencia decreciente de  $\log_{10}(B)$  conforme aumenta  $T_P$ , consistente con lo esperado para un campo de ondas dominado por la atenuación geométrica y anelástica durante la propagación.

En tiempos de viaje cortos, correspondientes a estaciones cercanas a la fuente, los valores elevados de B indican un incremento muy rápido de la aceleración en el arribo de la onda P. Este comportamiento corresponde con una expresión directa de las propiedades dinámicas de la fuente, en particular de la tasa inicial de liberación de momento sísmico y del contenido de altas frecuencias radiadas en las primeras fracciones de segundo de la ruptura.

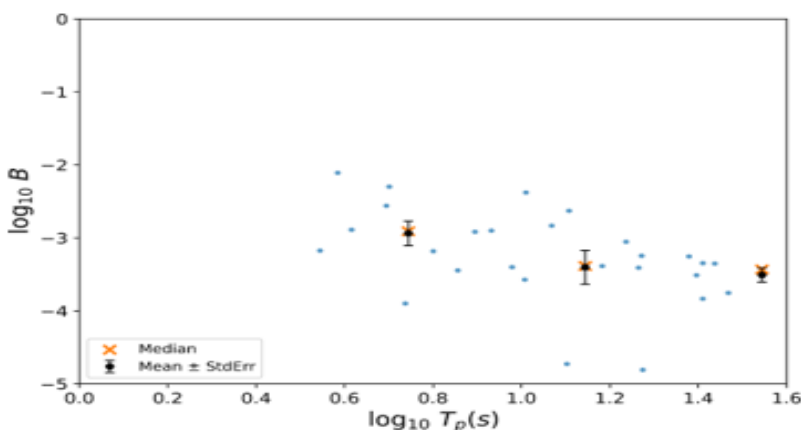
En este régimen cercano, la señal registrada conserva en mayor medida la “firma” de la fuente, tal como lo plantean Ide y Yoshida (2014; 2026), donde el parámetro B refleja aspectos potencialmente predecibles del proceso de ruptura temprana.

A medida que aumenta el tiempo de viaje, y por ende la distancia a la fuente, los valores de B disminuyen de forma sistemática y muestran una dispersión menor alrededor de la tendencia central. Este comportamiento indica que el incremento inicial de la aceleración se vuelve progresivamente más suave, dominado por los efectos de atenuación, dispersión y filtrado de altas frecuencias en la corteza.

En este dominio, la influencia de la fuente queda parcialmente enmascarada por los procesos de propagación, y el parámetro B pasa a estar controlado principalmente por las propiedades del medio, reduciendo su capacidad para discriminar diferencias sutiles en la dinámica de ruptura entre eventos individuales.

La coherencia de la tendencia observada en ambos años sugiere que, para este sistema de fallas corticales someras bajo el centro de San José, el decaimiento de B con TP responde a un comportamiento robusto y reproducible, similar al documentado en otros contextos tectónicos. No obstante, la dispersión observada a tiempos de viaje cortos es particularmente relevante, ya que apunta a una variabilidad intrínseca en las condiciones iniciales de la ruptura entre eventos, incluso dentro de un mismo sistema de fallas.

Esta variabilidad es consistente con la coexistencia de aspectos predecibles e impredecibles de los sismos, donde la fase inicial puede contener información diagnóstica de la fuente, pero sólo es accesible de manera confiable en registros cercanos.



representan la media y el error estándar dentro de cada intervalo.]

**Figura 8.** Relación entre la pendiente de la aceleración absoluta en el arribo de la onda P (parámetro B) y el tiempo de viaje de la onda P ( $T_p$ ) en escala logarítmica de dos eventos. Los círculos azules corresponden a cada valor de  $\log_{10}(B)$  estimado para una estación para un evento específico. Las cruces anaranjadas representan la mediana de  $\log_{10}(B)$  en intervalos de 0.4 de  $\log_{10}(T_p)$ . Los puntos y barras negras

## Mecanismos focales y geometría de ruptura

Con el fin de caracterizar la cinemática de la fuente sísmica, se realizó una inversión del tensor de momento sísmico para los dos eventos principales ocurridos en el centro de San José. Los mecanismos focales obtenidos, mostrados en la **Figura 1**, indican un régimen dominante de fallamiento de rumbo, con planos nodales subverticales y componentes de deslizamiento lateral bien definidas.

En ambos casos, la solución del tensor de momento revela una contribución despreciable de componentes volumétricas, lo que confirma que se trata de procesos puramente tectónicos asociados a la ruptura frágil de fallas corticales someras. La orientación de los ejes principales de esfuerzo muestra un eje de compresión máxima ( $\sigma_1$ ) aproximadamente horizontal y un eje de extensión mínima ( $\sigma_3$ ) también subhorizontal, consistente con un régimen de esfuerzos transcurrente sinistral.

Las pequeñas diferencias en la orientación exacta de los planos nodales entre ambos eventos pueden interpretarse como la activación de segmentos ligeramente distintos dentro de un mismo sistema de fallas, o bien como variaciones locales en la geometría de la falla y en la distribución heterogénea del esfuerzo a escala hectométrica a kilométrica.

Estos mecanismos focales son coherentes con el marco tectónico del Valle Central de Costa Rica, donde la deformación cortical está dominada por un campo de esfuerzos regional controlado por la interacción entre las placas del Caribe y de Panamá, a lo largo de una zona de deformación en la parte central de Costa Rica. Diversos estudios geológicos y sismotectónicos han documentado que, en el Valle Central, este contexto se traduce en un régimen de esfuerzos predominantemente transcurrente, con fallas de rumbo activas que acomodan deformación lateral y, de forma secundaria, componentes locales de compresión o extensión.

En este sentido, los mecanismos de rumbo inferidos para los sismos del 22 de agosto de 2025 y del 19 de enero de 2026 son plenamente consistentes con la reactivación de fallas corticales preexistentes orientadas de manera favorable respecto al campo de esfuerzos regional.

## Referencias

- Proamsa (2009). *Informe Técnico: Estudio de Impacto Ambiental. Ampliación del del Hospital Calderón Guardia*. SETENA.