



Boletín Red Sismológica Nacional RSN: (UCR-ICE)

Informe preliminar
Sismo de Jacó
24 de agosto del 2020

1. Características del sismo

Fecha: 24 de agosto del 2020.

Hora Local: 3:51 pm.

Localización: 12 km al suroeste de Jacó de Garabito. Este es el segundo sismo de magnitud igual o mayor a 6,0 localizado en la zona sismogénica interplacas cercana a Jacó en el periodo de existencia de la RSN, desde 1973.

Coordenadas: 9,548 Norte y 84,674 Oeste

Profundidad: 23,5 km.

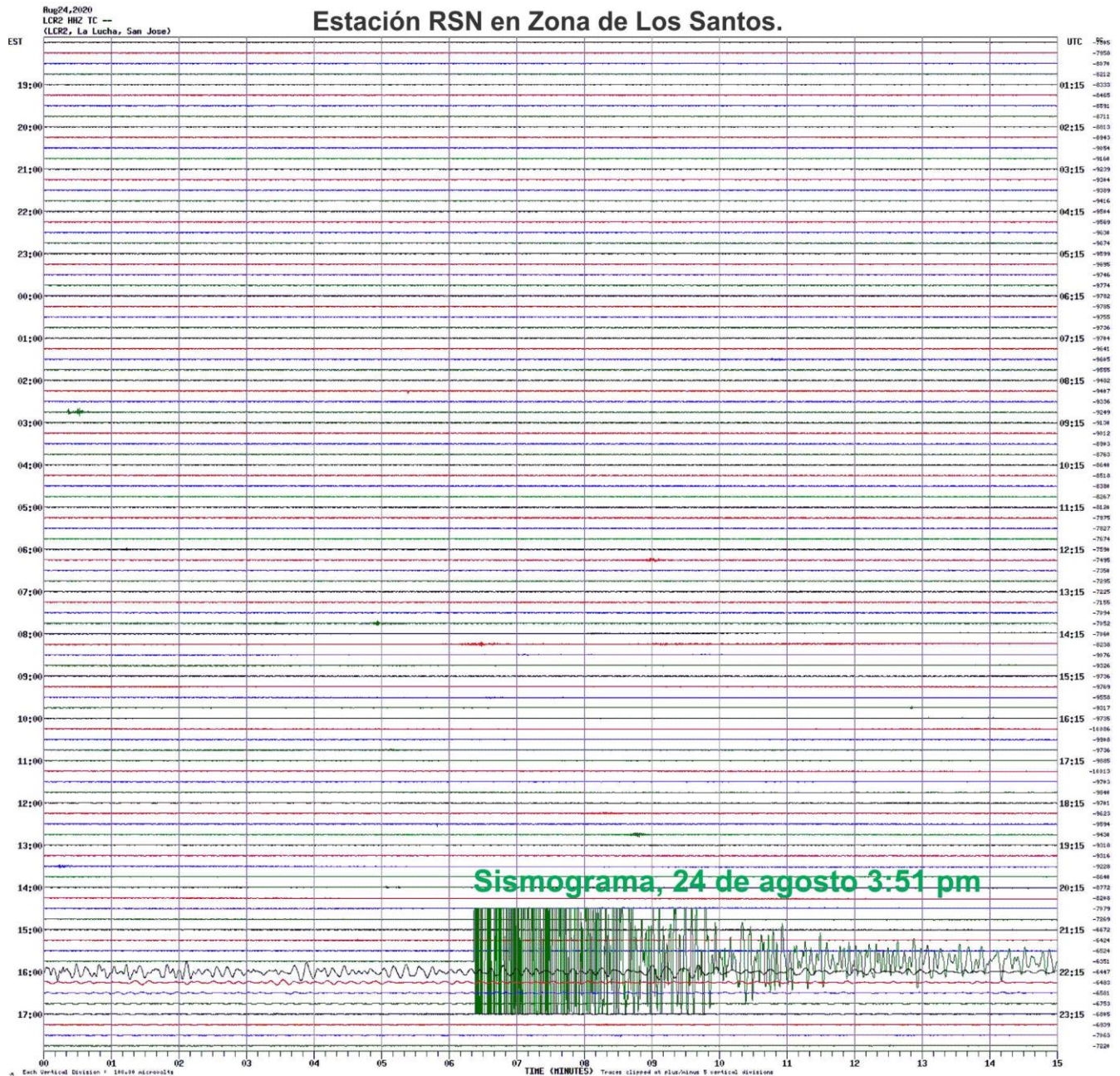
Magnitud momento (M_w): 6,0.

Intensidades: Sentido en todo Costa Rica. Sentido fuerte en el Pacífico Central (intensidades hasta VI), Valle Central y península de Nicoya.

Origen: Subducción de la placa del Coco.



La siguiente imagen muestra el sismograma del sismo principal del 24 de agosto a las 3:51 pm (Mw 6,0) en la estación de la RSN ubicada en La Lucha en la Zona de Los Santos.



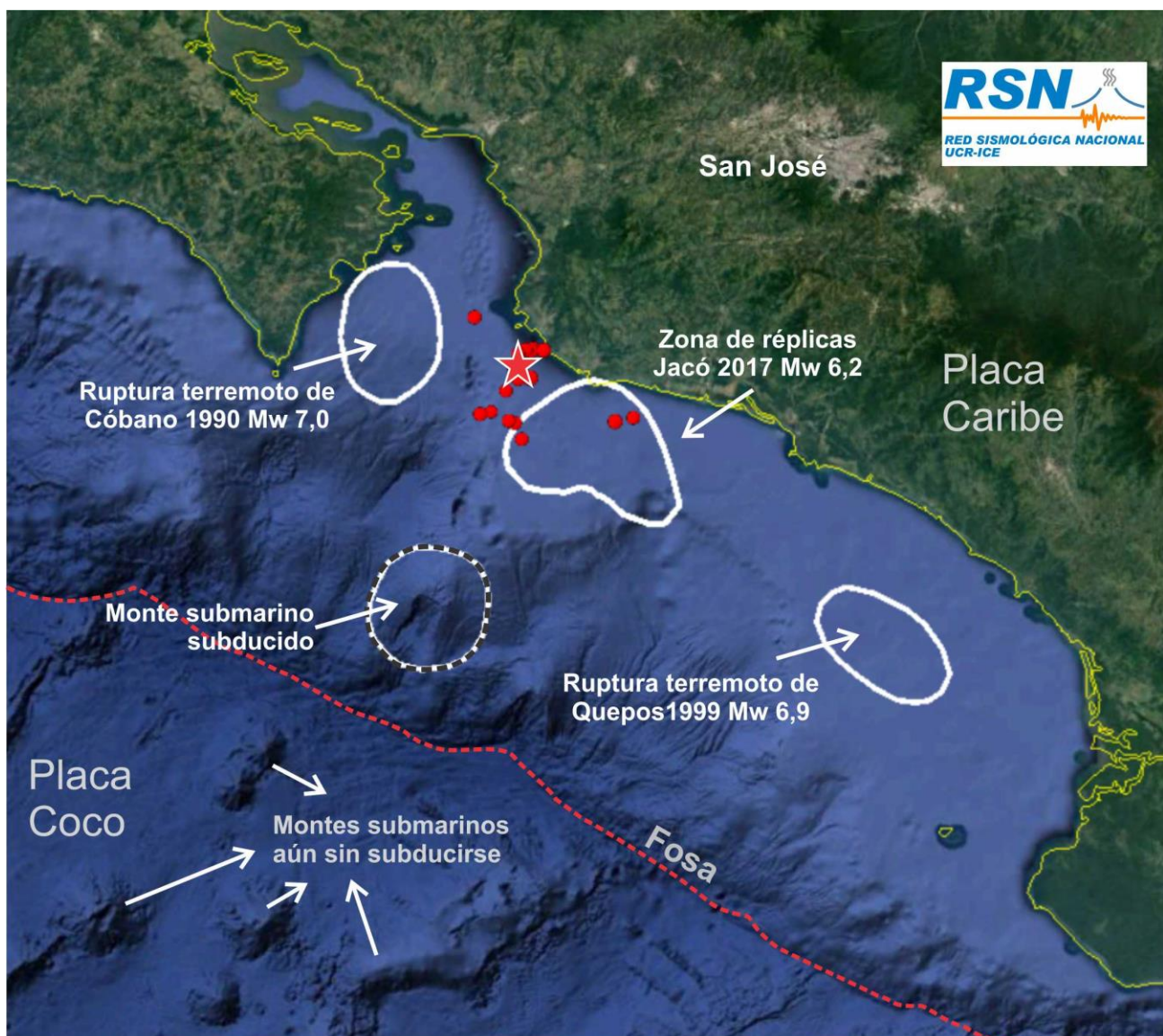
2. Origen

Según su profundidad y de acuerdo con el modelo del techo de la placa del Coco bajo Costa Rica (Lücke y Arroyo, 2015), el sismo de Mw 6,0 y sus réplicas han sido originados por el proceso de subducción de la placa del Coco bajo la placa Caribe. Frente al Pacífico Central costarricense, el relieve de la placa del Coco se caracteriza por numerosos montes submarinos. Se cree que al subducirse bajo la placa Caribe

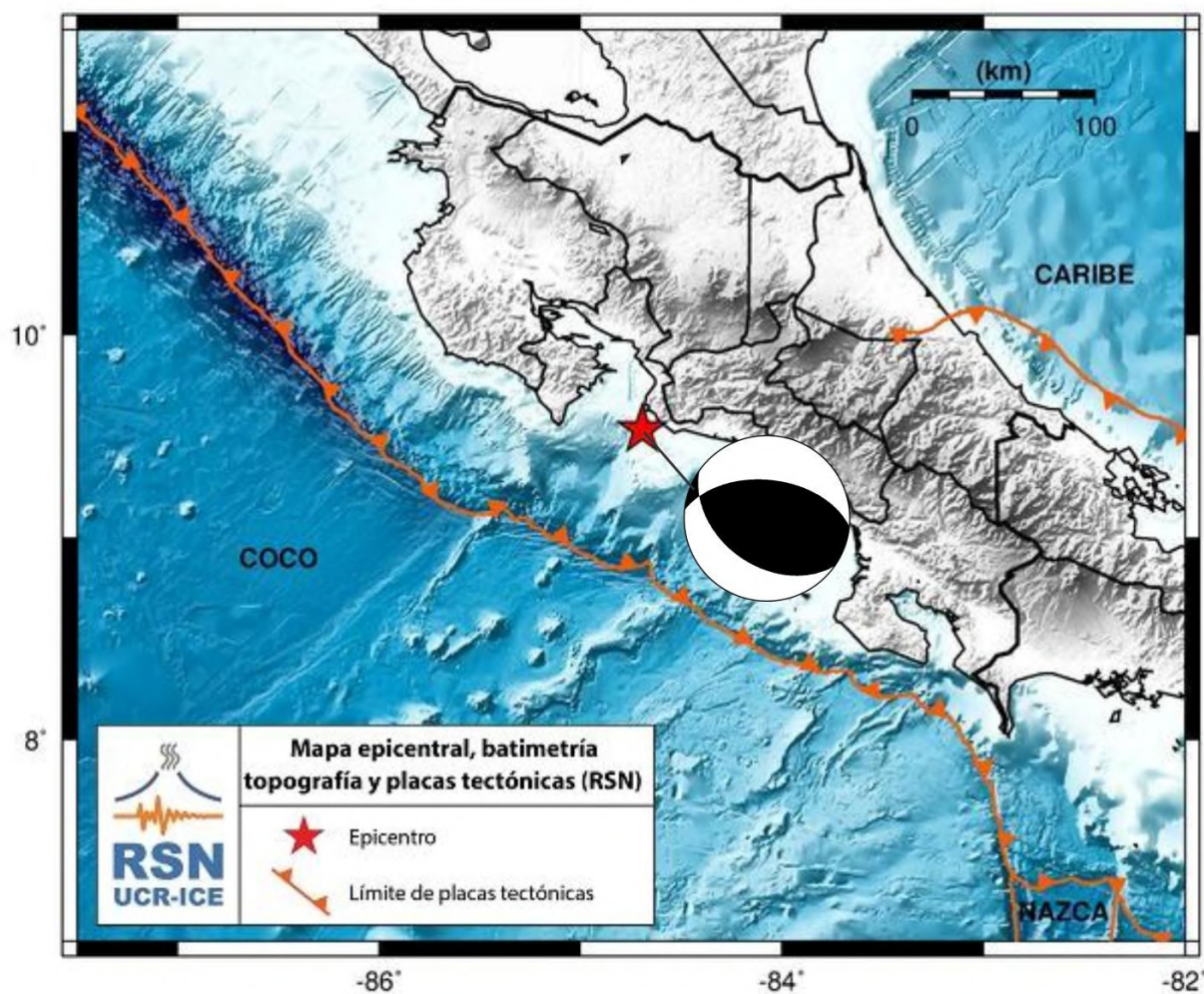
estos montes actúan como asperezas, es decir, áreas específicas donde se acumulan los esfuerzos y se generan sismos y terremotos. Esta región es una de las zonas más sísmicamente activas del país. El 12 de noviembre del 2017, un sismo de magnitud 6,2 sucedió a 18 km al sureste del sismo del 24 de agosto del 2020. Históricamente, se han generado sismos de magnitudes máximas de 7,0, como el terremoto de Cóbano del 25 de marzo de 1990. Otros sismos relevantes en las zonas cercanas fueron el terremoto de Quepos de agosto de 1999 (magnitud 6,9) y el terremoto de Osa de junio del 2002 (magnitud 6,4).

En el mapa, las líneas blancas representan las áreas de ruptura de los terremotos de Cóbano (1990, magnitud 7,0) y de Quepos (1999, magnitud 6.9), y la zona de réplicas del sismo de Jacó de noviembre del 2017. La mayoría de las réplicas hasta el momento han sucedido principalmente al noroeste de la ruptura del sismo de Jacó del 2017.

La línea punteada al sur de la zona principal de réplicas indica otra anomalía interpretada como un monte submarino subducido. Mar adentro, se pueden observar otros montes submarinos de la placa del Coco que aún no se han subducido y que se señalan con flechas.

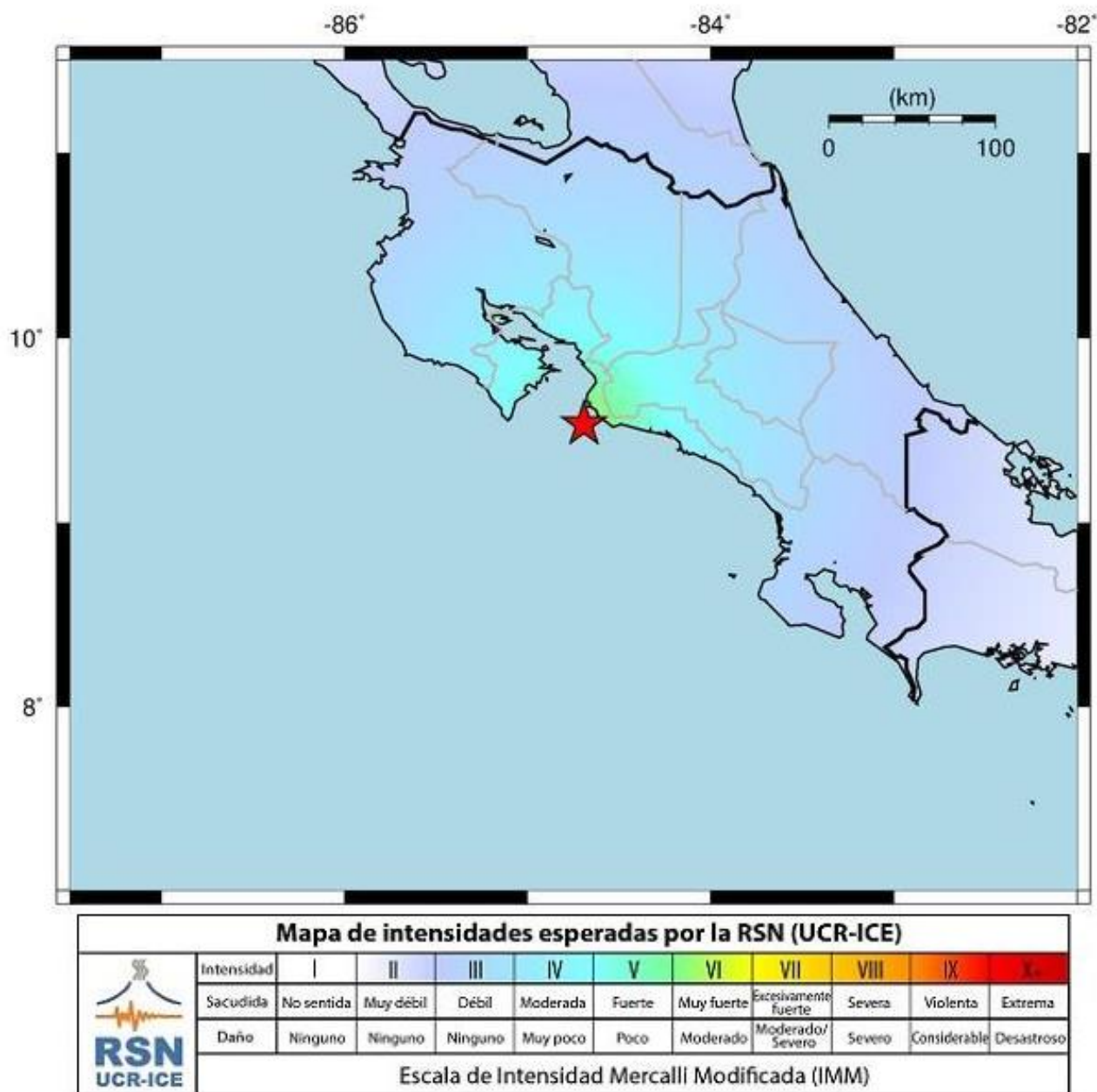


La solución del mecanismo focal realizada por la RSN indica que este sismo fue ocasionado por fallamiento inverso. La fuente sísmica analizada mediante la metodología del cálculo de mecanismo focal con primeros arribos de la onda P, indica planos nodales con un rumbo, inclinación y ángulo de rake de 276° , 52° , 71° y 125° , 42° , 113° . El mecanismo focal es consistente con el origen del sismo en la zona sismogénica interplacas.

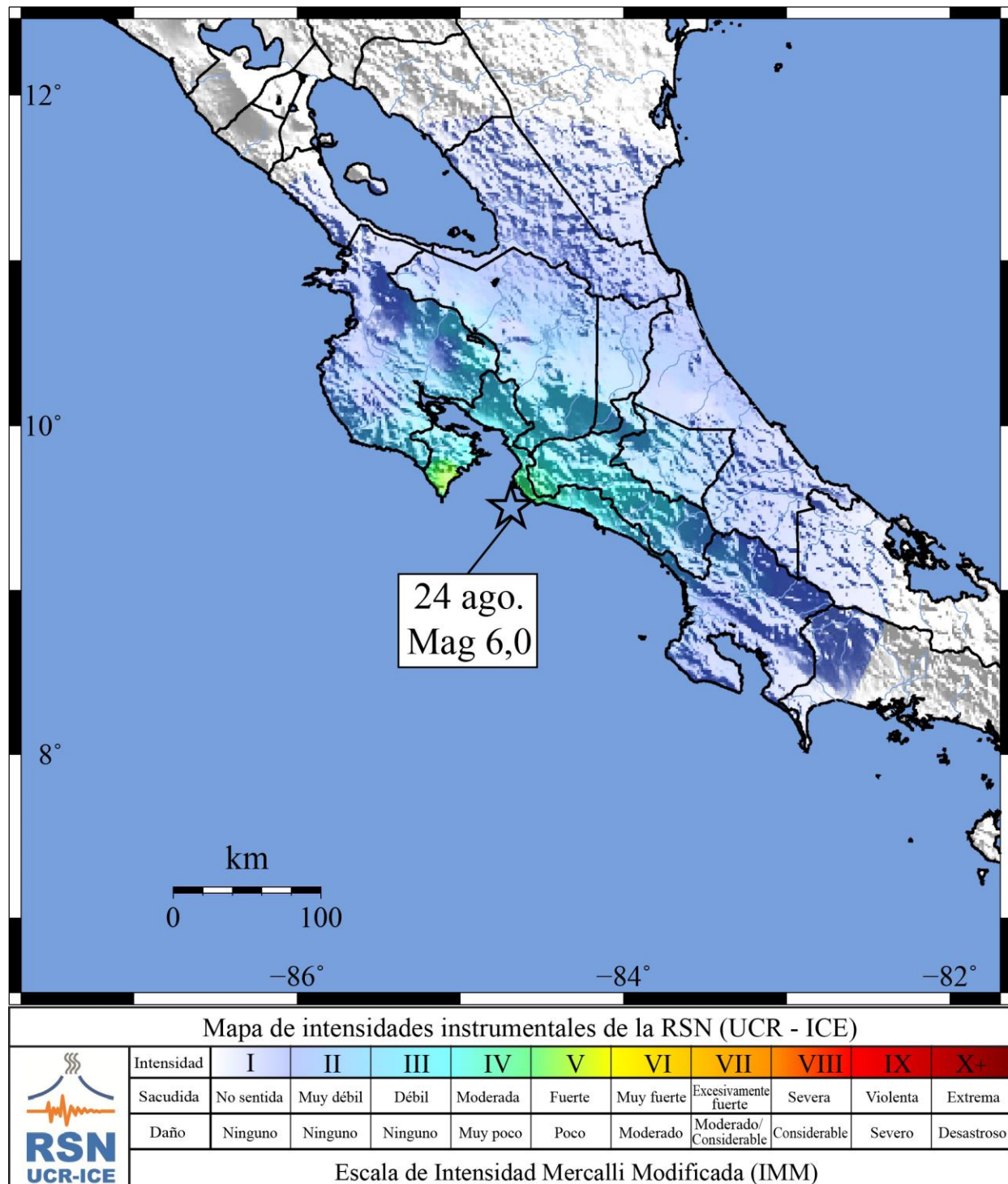


3. Intensidades

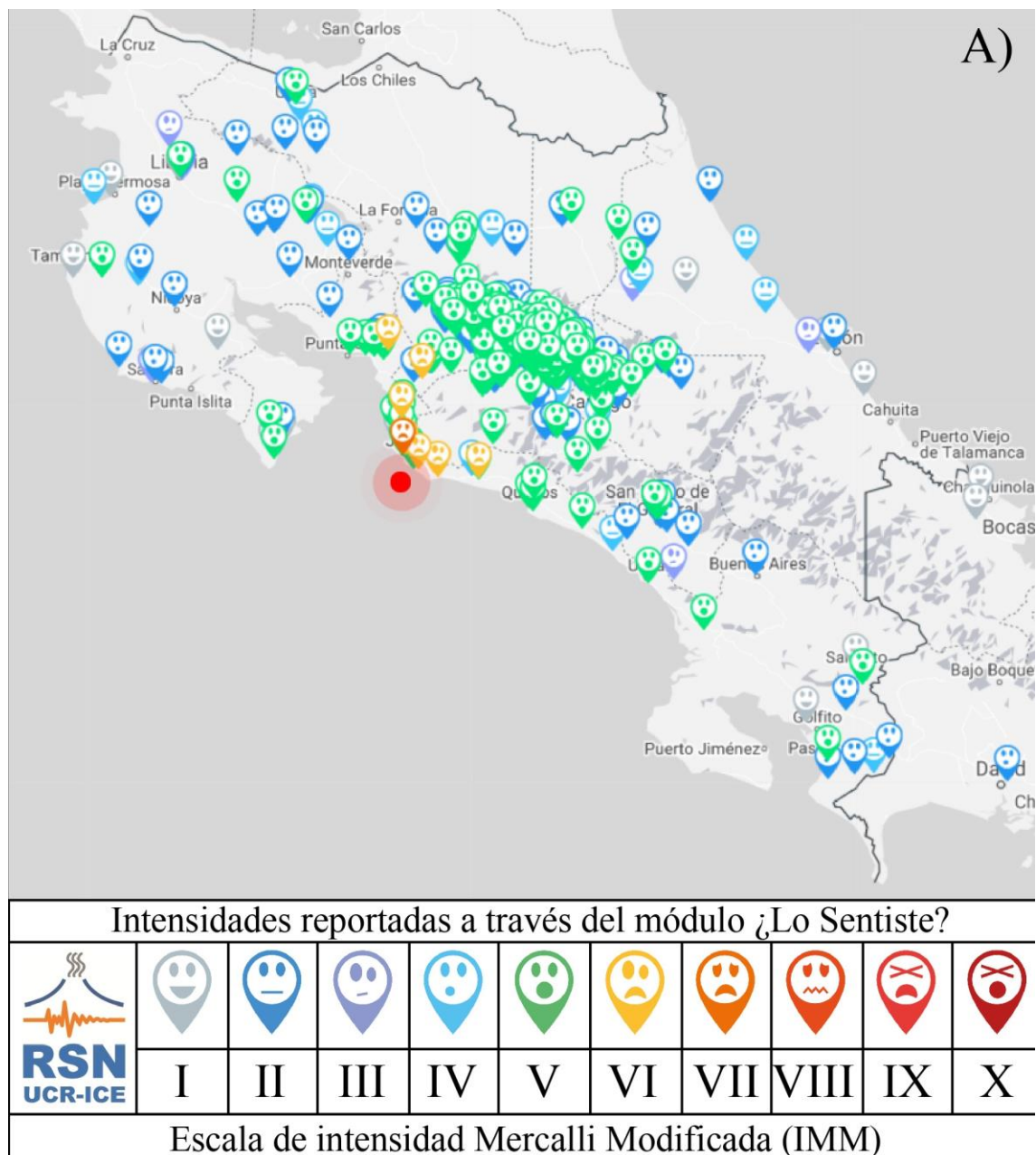
Las intensidades máximas percibidas durante este evento y reportadas a la RSN a través de redes sociales fueron de VI en la Escala de Intensidad Mercalli Modificada (IMM) en las localidades de Jacó, Esterillos y Parrita, en donde se reportó la caída de objetos y generó alarma en la población. Muchos edificios fueron evacuados en la ciudad de Jacó. En la Gran Área Metropolitana, varios edificios fueron evacuados temporalmente como precaución. El escenario preliminar de intensidades para Costa Rica se muestra en el siguiente mapa.



El mapa de la sacudida, calculado con los registros instrumentales de las estaciones de la RSN, se muestra en la siguiente figura. Las intensidades máximas de VI en la Escala Mercalli Modificada (IMM) ocurrieron cerca del epicentro en la zona de Jacó y Parrita. El Gran Área Metropolitana de San José, ubicada a 75 km del epicentro, experimentó una IMM de IV a V.



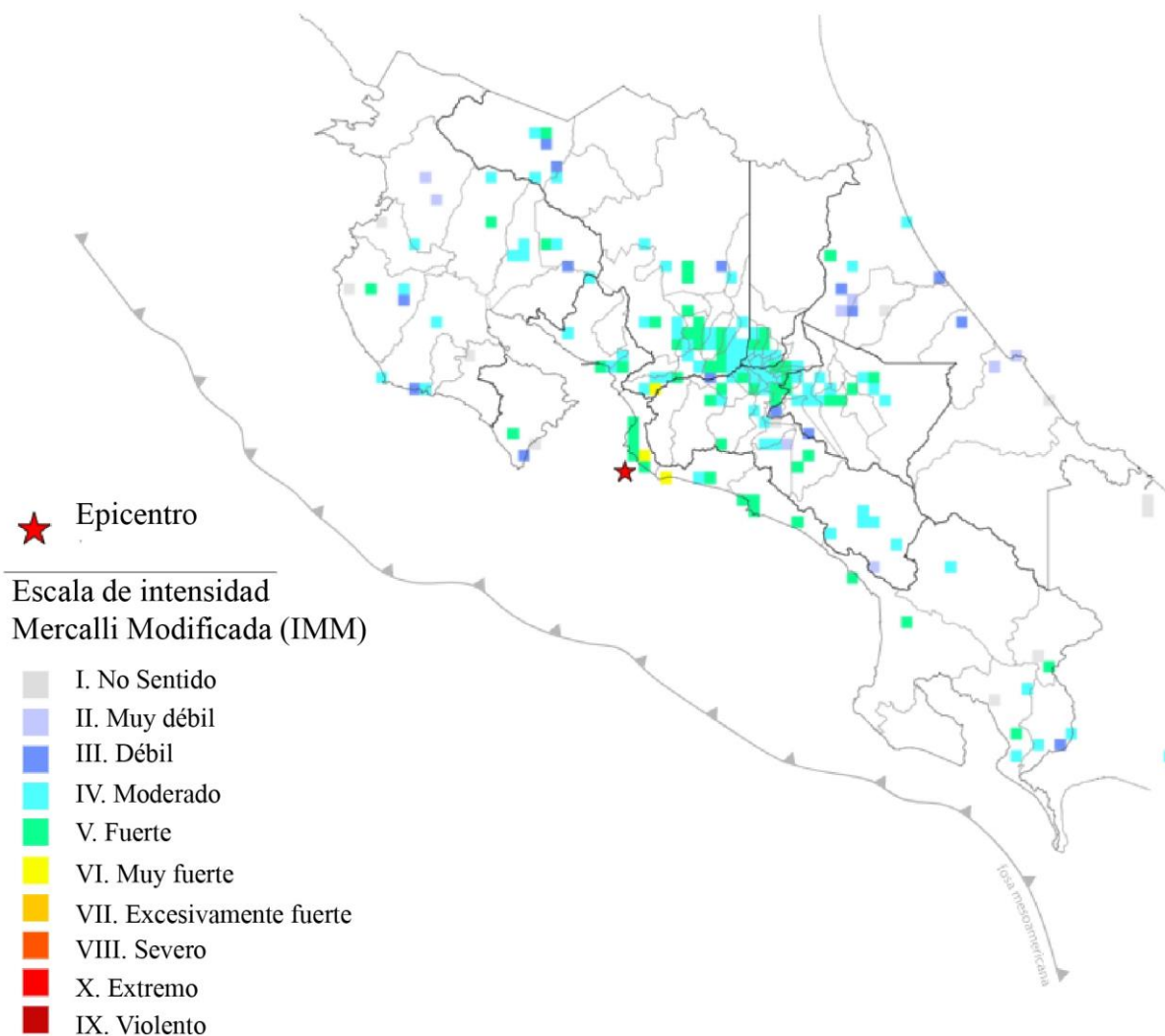
El sismo se sintió en gran parte del territorio costarricense, con intensidades de hasta VI en la escala Mercalli Modificada (MM) en Jacó y alrededores y Parrita. En el Valle Central y en el resto del Pacífico Central se sintió con intensidades de IV a V, mientras que en Guanacaste, Limón, el Pacífico Sur y la Zona Norte tuvo intensidades de I a III. La siguiente figura muestra el mapa de 952 reportes de usuarios realizados durante las primeras 12 horas después del evento a través del módulo ¿Lo sentiste? (<http://rsn.ucr.ac.cr/losentiste/>).



El mapa promediado de intensidades para el evento, generado a partir de los 952 reportes se muestra en la siguiente figura.



B)



4. Réplicas

Al mediodía del 25 de agosto del 2020, la RSN ha localizado con precisión 19 réplicas (pines en mapa). No obstante, se puede observar en las estaciones cercanas al epicentro que hay decenas de microsismos más (magnitudes inferiores a 2,5). La sismicidad sigue concentrada entre Jacó y Parrita, en el Pacífico Central.

Las siguientes seis réplicas han tenido una magnitud superior a 3,0:

24 de agosto, 3:55 pm, Mw 3,1

24 de agosto, 3:58 pm, Mw 3,3

24 de agosto, 5:05 pm, Mw 3,1

24 de agosto, 8:54 pm, Mw 3,6

24 de agosto, 9:44 pm, Mw 3,0

25 de agosto, 4:11 am, Mw 3,2

La RSN permanece al tanto de la actividad sísmica y se le puede darle seguimiento a las réplicas accediendo a nuestro mapa de eventos revisados en: <http://www.rsn.ucr.ac.cr/map/>



5. Sismicidad Histórica

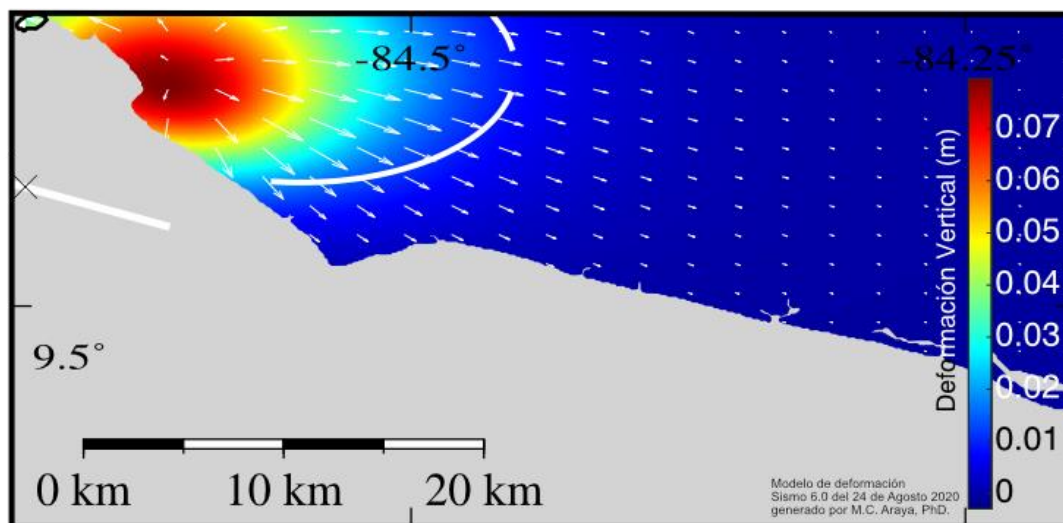
Históricamente, se han generado sismos de magnitudes máximas de 7,0, como el terremoto de Cóbano del 25 de marzo de 1990. Otros sismos relevantes en las zonas cercanas fueron el terremoto de Quepos de agosto de 1999 (magnitud 6,9), el terremoto de Osa de junio del 2002 (magnitud 6,4) y el de Jacó de noviembre de 2017 (magnitud 6,2). Otro sismo importante, cercano al epicentro, es el terremoto de Damas de Parrita, de noviembre del 2004 (magnitud 6,4), no obstante, este evento tuvo un origen distinto a los otros sismos mencionados, pues ocurrió en una falla local en la corteza.

6. Deformación costera esperada

Según la información registrada por las estaciones sísmicas de la RSN, se ha modelado la deformación esperada a partir de las características del sismo (localización, profundidad, tipo y dirección del movimiento). Esas características se utilizan para estimar un área de ruptura, la cantidad de desplazamiento entre las placas, utilizando las ecuaciones empíricas de Leonard (2010). Conociendo el desplazamiento y asumiendo que el movimiento ocurre en un medio homogéneo, se modela según Okada (1985) la deformación que se podría generar en la superficie.

El modelo del sismo de subducción del 24 de agosto, con epicentro cerca de la costa de Jacó y Mw 6,0, a ~23 km de profundidad, permite esperar un desplazamiento en la zona de subducción de 0,38 m, en una ruptura de un área ~102 km², generando una deformación en superficie de hasta 7 cm de levantamiento de la costa, como se observa en la figura abajo. La figura muestra la deformación esperada en 3 dimensiones. La X representa la ubicación epicentral obtenida con los datos sismológicos, la línea recta blanca gruesa representa la posición del plano de subducción, las flechas delgadas blancas indican la dirección de la deformación en la horizontal, y la línea blanca semicircular representa un contorno de deformación de 1 cm.

Este modelo podrá ser comparado luego con imágenes satelitales de la zona disponibles a partir del 28 de agosto. Es importante considerar que la observación de esta deformación está sujeta a los efectos atmosféricos a la hora de la toma de las imágenes.



7. Pronóstico de réplicas

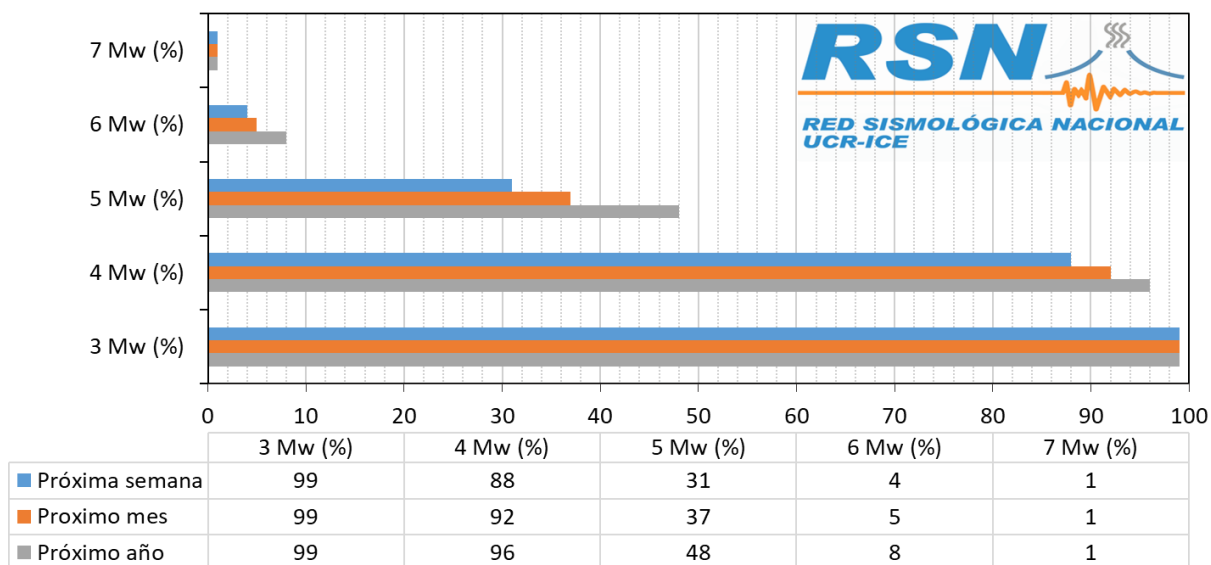
Para el sismo del 24 de agosto de 2020 a las 3:51 pm, con base en una M_w de 6,0, una profundidad de 23,5 km y una ubicación 12 km al suroeste de Jacó de Garabito, se ha estimado el pronóstico de réplicas tomando en cuenta los conceptos y relaciones de Ogata (1983), Field et al. (2003) y Omi et al. (2015). En el área aledaña a la zona epicentral se pronostica que ocurrirán más sismos de lo habitual. Para la próxima semana es probable que haya entre 5 y 180 réplicas lo suficientemente grandes como para sentirse localmente. También en la siguiente semana, hay un 88% de probabilidad de que ocurra un sismo de magnitud $\geq 4,0$, un 31% de que ocurra un sismo de magnitud $\geq 5,0$, y un 4% de probabilidad de ocurrencia de un sismo de magnitud $\geq 6,0$ M_w . La tasa de terremotos que se vayan presentando en la zona podría revitalizarse en respuesta a otros sismos o las mismas réplicas, en caso de que ocurran.

Tabla pronóstico: Números y probabilidades de ocurrencia de sismos

Intervalo del pronóstico	Magnitud (M_w)	Número acumulado de eventos esperados	Rango posible de la cantidad de eventos acumulados	Probabilidad de ocurrencia acumulada
1 día	≥ 3.0	21	2 – 120	> 99%
24/08/2020	≥ 4.0	2	0 – 13	79%
03:51pm	≥ 5.0	0	0 – 2	22%
hasta	≥ 6.0	0	0 - 1	3%
25/08/2020	≥ 7.0	0	0*	< 1%
03:51pm				
1 semana	≥ 3.0	33	5 - 180	> 99%
24/08/2020	≥ 4.0	3	0 – 19	88%
03:51pm	≥ 5.0	0	0 - 3	31%
hasta	≥ 6.0	0	0 - 1	4%
31/08/2020	≥ 7.0	0	0*	< 1%
03:51pm				
1 mes	≥ 3.0	44	8 – 250	> 99%
24/08/2020	≥ 4.0	4	0 – 25	92%
03:51pm	≥ 5.0	0	0 – 4	37%
hasta	≥ 6.0	0	0 - 1	5%
24/09/2020	≥ 7.0	0	0*	< 1%
03:51pm				
1 año	≥ 3.0	69	12 – 450	> 99%
24/08/2020	≥ 4.0	7	0 - 50	96%
03:51pm	≥ 5.0	0	0 – 6	48%
hasta	≥ 6.0	0	0 - 1	8%
25/08/2021	≥ 7.0	0	0*	1%
03:51pm				

* Sismo posible, pero con muy baja probabilidad

Probabilidad de ocurrencia de al menos un sismo de magnitud mayor o igual a:
(Basado en: Ogata et al., 1983; Field et al., 2003; Omi et al., 2015)



Resumen de la probabilidad de ocurrencia de sismos en la próxima semana, mes y año para la zona epicentral del evento del 24 de agosto de 2020 a las 3:51 pm (Mw 6,0).

8. Más sobre la RSN

La RSN es un programa de investigación de la UCR y es uno de los entes dedicados a la vigilancia sísmica del país. Tiene su sede en la Escuela Centroamericana de Geología de la UCR desde 1982 y sus raíces se encuentran en los estudios sismológicos llevados a cabo por la UCR y el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) desde los años 70s. La estrecha colaboración entre los investigadores del ICE y la UCR ha promovido el intercambio de datos entre ambas instituciones y ha permitido la formalización de convenios de cooperación científica y técnica vigentes hasta la actualidad. Como resultado, la RSN opera en el 2020 una red de 158 estaciones sismológicas transmitiendo en tiempo real, de las cuales 114 son administradas por la UCR y el resto (44) por el ICE (Linkimer et al., 2018). Esta red de instrumentos permite generar gran parte de la información sismológica que se difunde con los mecanismos descritos en este artículo. El objetivo de la RSN es desarrollar conocimiento científico sobre la geodinámica interna de la Tierra, para transferirlo a la sociedad costarricense a través de la docencia y la acción social.

También se puede obtener información a través de los siguientes medios:

- WEBSITE: <http://www.rsn.ucr.ac.cr/>
- FACEBOOK: <http://www.facebook.com/RSN.CR>
- TWITTER: <https://twitter.com/RSNcostarica>

- INSTAGRAM: www.instagram.com/rsn.cr
- YOUTUBE: <https://www.youtube.com/user/RSNCostaRica>
- CORREO: redsismologica.ecg@ucr.ac.cr
- Aplicación móvil gratuita “RSN” disponible en: App Store y Play Store.

La Red Sismológica Nacional recuerda la importancia de la preparación para enfrentar los sismos en todas las zonas del país y se mantendrá al tanto de la actividad sísmica.

9. Referencias

- Field, E.H., T.H. Jordan, and C.A. Cornell (2003), OpenSHA: A Developing Community-Modeling Environment for Seismic Hazard Analysis, *Seismological Research Letters*, 74, no. 4, p. 406-419.
- Leonard, M. (2010), Earthquake fault scaling: Self-consistent relating of rupture length, width, average displacement, and moment release. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 100(5A):1971–1988.
- Linkimer, L., Arroyo, I. G., Alvarado, G., Arroyo, M. y Bakkar, H. (2018). The National Seismological Network of Costa Rica (RSN): An Overview and Recent Developments. *Seismological Research Letters*, 89 (2A), 392-398.
- Lücke, O.H. & Arroyo, I.G., 2015: Density Structure and Geometry of the Costa Rican Subduction Zone from 3-D Gravity Modeling and Local Earthquake Data, *Solid Earth*, 6, 1169-1183, doi: 10.5194/se-6-1169-2015.
- Ogata, Y. (1983), Estimation of the parameters in the modified Omori formula for aftershock frequencies by the maximum likelihood procedure. *J. Phys. Earth* 31, 115 – 124
- Okada, Y. (1985), Surface deformation due to shear and tensile faults in a half-space. *Bulletin of the seismological society of America*, 75(4):1135–1154.
- Omi, T., Y. Ogata, Y. Hirata, and K. Aihara (2015), Intermediate-term forecasting of aftershocks from an early aftershock sequence: Bayesian and ensemble forecasting approaches, *J. Geophys. Res. Solid Earth*, 120, 2561–2578, doi: 10.1002/2014JB011456.