

Sismotectónica en Costa Rica



OVSICORI-UNA

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN OBSERVATORIO
VULCANOLÓGICO Y SISMOLÓGICO DE COSTA RICA

Boletín mensual

Universidad Nacional
Campus Omar Dengo

Heredia, Costa Rica

29/05/2020 M4.4 Uvita, Puntarenas

Station: RIMA

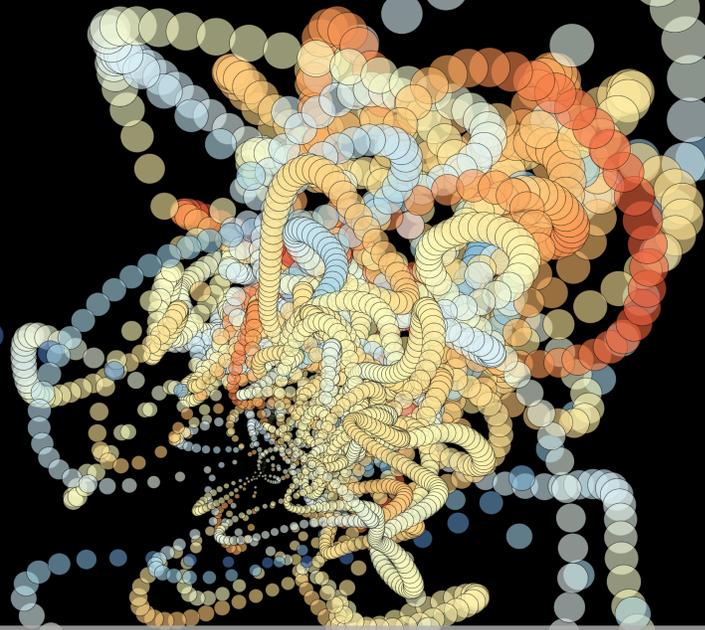


WWW.OVSICORI.UNA.AC.CR

Un total de 1009 sismos fueron generados en el territorio costarricense durante el mes de mayo de 2020, de los cuales:

- ▶ **7 sismos tienen magnitud mayor o igual a 4.0**
- ▶ **9 sismos fueron reportados como sentidos**

Los cantones de San Marcos de Tarrazú y Santa María de Dota, destacan como las regiones sísmicamente más productivas del mes



OVSICORI-UNA

Sismología | Tectónica | Vulcanología

Ciencia para la sociedad

Mayo 2020

**La actividad sísmica NO se detiene.
El OVSICORI tampoco.**

Contenido

I. RESUMEN GENERAL	1
2. ACTIVIDAD SÍSMICA EN COSTA RICA	3
2.1. SISMOS SENTIDOS.....	3
2.2. SISMICIDAD EN SAN MARCOS DE TARRAZÚ Y SANTA MARÍA DE DOTA.....	5
2.3. ACTIVIDAD SÍSMICA EN EL PACÍFICO CENTRAL Y EL PACÍFICO SUR.....	6

Figuras

FIGURA 1. HISTOGRAMA MOSTRANDO LA CANTIDAD DE SISMOS LOCALIZADOS POR LA RED SISMOGRÁFICA DEL OVSICORI-UNA DURANTE EL MES DE MAYO DE 2020. DENTRO DE LA FIGURA SE INDICAN LOS DÍAS CON MAYOR Y MENOR PRODUCCIÓN SÍSMICA DEL MES. EL COLOR DE LAS BARRAS CORRESPONDE CON EL RANGO DE MAGNITUD DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA, INDICADO EN LA LEYENDA EN EL MARGEN SUPERIOR DERECHO.	1
FIGURA 2. DISTRIBUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA EN COSTA RICA EN MAYO DE 2020. EN LA FIGURA SE MUESTRA EL MAPA CON LA UBICACIÓN HIPOCENTRAL DE LA SISMICIDAD LOCALIZADA POR EL OVSICORI-UNA. EL COLOR Y TAMAÑO DE CADA CÍRCULO CORRESPONDE CON LA PROFUNDIDAD Y LA MAGNITUD DE LOS EVENTOS, RESPECTIVAMENTE. SE INCLUYE EL MECANISMO FOCAL O BOLA DE PLAYA DE LOS SISMOS SENTIDOS MÁS REPRESENTATIVOS QUE OCURRIERON DURANTE EL MES, CALCULADO MEDIANTE LA INVERSIÓN COMPLETA DE FORMAS DE ONDA.	2
FIGURA 3. CANTIDAD DE SISMOS REPORTADOS COMO SENTIDOS (LÍNEA DE COLOR GRIS) Y CANTIDAD DE VISITAS A LAS DIFERENTES PLATAFORMAS ELECTRÓNICAS (LÍNEA DE COLOR MORADO) DEL OVSICORI-UNA DESDE 2009 Y HASTA EL 31 DE MAYO DE 2020. DURANTE ESTE PERIODO, UN TOTAL DE 1578 SISMOS CON MAGNITUDES ENTRE M1.5 Y M7.6 HAN SIDO REPORTADOS COMO SENTIDOS POR LA POBLACIÓN COSTARRICENSE. LAS ESTRELLAS DE COLOR NEGRO MUESTRAN LA OCURRENCIA DE SISMOS CON MAGNITUDES ENTRE M5.0 Y M6.0, MIENTRAS QUE LAS FLECHAS DE COLOR NARANJA INDICAN LA OCURRENCIA DE SISMOS CON MAGNITUDES MAYORES O IGUALES A M6.0. LOS PERIODOS DE SEMANA SANTA Y VACACIONES DE MEDIO AÑO SE MUESTRAN COMO BANDAS DE COLOR CELESTRE Y NARANJA, RESPECTIVAMENTE. EL INICIO DE LA DECLARACIÓN OFICIAL DE LA PANDEMIA POR EL COVID-19 SE MUESTRA COMO UNA LÍNEA PUNTEADA DE COLOR NEGRO. SE RESALTA TAMBIÉN EL INICIO DEL PERIODO DEL TELETRABAJO Y AUMENTO DE LAS MULTAS POR RESTRICCIÓN VEHICULAR COMO BANDAS DE COLOR ROJIZO Y VERDE. NÓTESE LA GRAN CORRELACIÓN TEMPORAL DE LA CURVA GRIS Y MORADA DURANTE LA OCURRENCIA DE SISMOS CON MAGNITUD $M \geq 5.0$	4
FIGURA 4. RELACIÓN FRECUENCIA-MAGNITUD (GUTENBERG-RICHTER) PARA EL CATÁLOGO DE SISMOS REPORTADOS COMO SENTIDOS AL OVSICORI-UNA DESDE 2009 HASTA EL 31 DE MAYO DE 2020.....	5
FIGURA 5. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA SISMICIDAD EN LA REGIÓN QUE COMPRENDE LOS CANTONES DE SANTA MARÍA DE DOTA Y SAN MARCOS DE TARRAZÚ. A LA IZQUIERDA SE MUESTRA UN MAPA CON LA UBICACIÓN EPICENTRAL DE LA SISMICIDAD, RELOCALIZADA UTILIZANDO MÉTODOS DE DOBLE DIFERENCIA. MÁS DE 80 CLÚSTER O GRUPOS DE SISMOS SE IDENTIFICAN MEDIANTE LA ESCALA DE COLOR SOBREPUESTA EN EL MARGEN SUPERIOR IZQUIERDO DEL MAPA. A LA DERECHA DE LA FIGURA, SE MUESTRA LAS SECCIONES TRANSVERSALES P1-P1', P2-P2' Y P3-P3' (LÍNEAS PUNTEADAS EN EL MAPA). EN ESTAS, LOS COLORES REPRESENTAN LA DENSIDAD SÍSMICA (O NÚMERO DE EVENTOS POR UNIDAD DE ÁREA, EN DONDE LOS COLORES MÁS CLAROS INDICAN MAYOR CONCENTRACIÓN DE EVENTOS). SE MUESTRA ADEMÁS LAS CURVAS DE DENSIDAD DE EVENTOS (KDE) EN FUNCIÓN DE LA PROFUNDIDAD PARA CADA PERFIL O SECCIÓN TRANSVERSAL, RESULTANDO SER EL RANGO ENTRE 2 Y 6 KM, LA SECCIÓN DOMINANTE EN PROFUNDIDAD PARA LA GENERACIÓN DE EVENTOS EN LA ZONA.	6





Grupo de sismología:

Esteban J. Chaves, Marino Protti, Floribeth Vega, Christian Garita, Walter Jiménez, Carlos Sánchez, Evelyn Núñez y Ronnie Quintero.

I. Resumen general

Durante el mes de mayo de 2020, la red sismográfica del OVSICORI-UNA localizó un total de 1009 temblores distribuidos en el territorio costarricense. De estos, 9 fueron reportados al Observatorio a través de las distintas redes sociales y la página web. El día sísmicamente más activo fue el 9 con un total de 50 temblores (Figura. 1), en su mayoría correspondientes al enjambre sísmico ocurrido en los cantones de San Marcos de Tarrazú y Santa María de Dota, mientras que el día 10 se registra como el menos productivo del mes. El evento de mayor magnitud, $M_I=5.10$ ($M_w=4.75$), ocurrió el día 18 a las 02:01:07, hora UTC (GMT-6), a una profundidad de 28 km y se ubicó 58.5 km hacia el Sur de la Península de Burica. De acuerdo con la ubicación hipocentral y la inversión del tensor de momento sísmico (Figura 2 y Figura 3), este evento se generó a lo largo de la Zona de Fracturas de Panamá debido a la dislocación dinámica de una porción de la zona de falla.

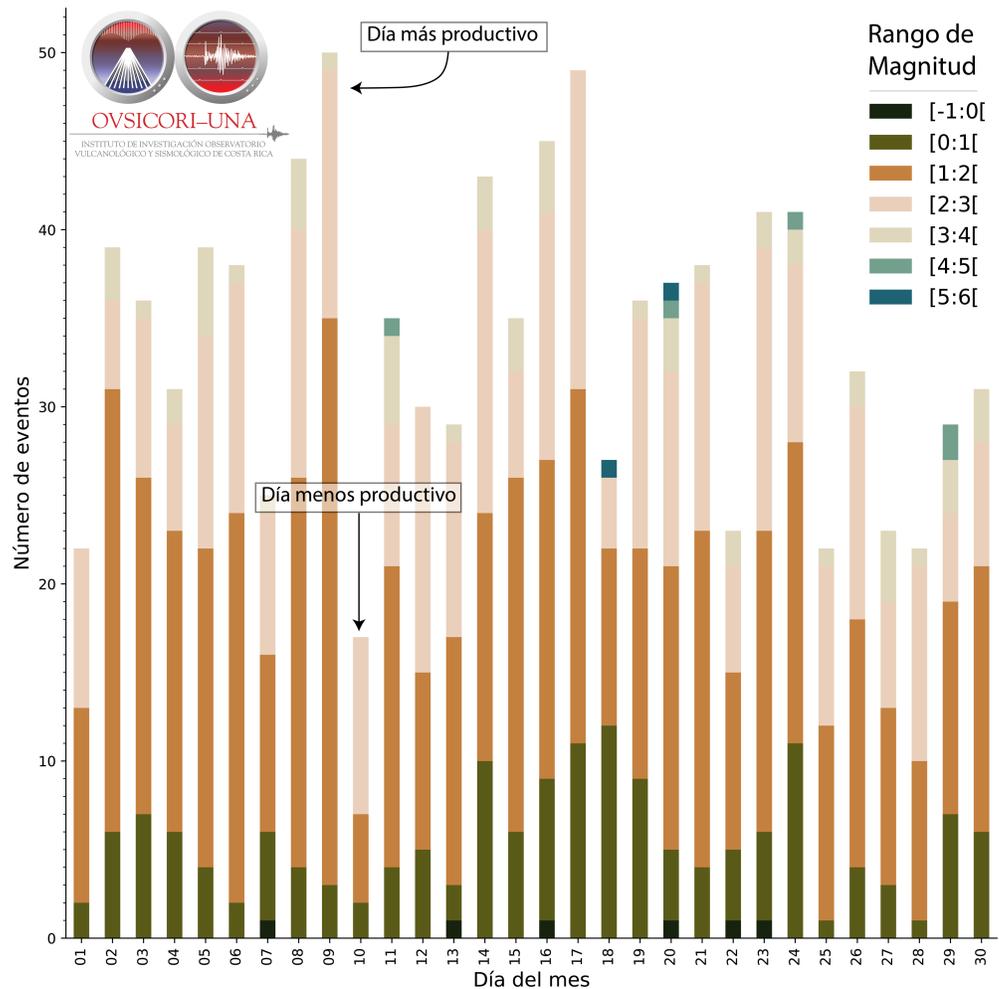


Figura 1. Histograma mostrando la cantidad de sismos localizados por la red sismográfica del OVSICORI-UNA durante el mes de mayo de 2020. Dentro de la figura se indican los días con mayor y menor producción sísmica del mes. El color de las barras corresponde con el rango de magnitud de la actividad sísmica, indicado en la leyenda en el margen superior derecho.

Un total de 7 sismos con magnitud mayor o igual a 4 ocurrieron en el territorio costarricense durante este mes, de los cuales, únicamente 2 tuvieron magnitudes mayores o iguales a 5.0 (Figura 1 y Figura 2). La provincia de San José destaca como la región sísmicamente más activa del país, específicamente los cantones de San Marcos de Tarrazú y Santa María de Dota. La productividad sísmica es dominada por microsismicidad, eventos con magnitudes entre M_0

y M3.5, que ocurre en una secuencia de tipo enjambre, donde no hay un evento principal claro con una diferencia mínima de un orden de magnitud en la dimensión de la fuente sísmica que permita diferenciar el evento principal y su correspondiente secuencia en cascada. El Pacífico Central y el Pacífico Sur del país al igual que la Península de Burica, también sobresalen como las regiones con mayor productividad sísmica durante el mes de mayo de 2020. La sismicidad originada a lo largo de la región que comprende los cantones de Santa María de Dota y San Marcos de Tarrazú, está asociada principalmente al proceso de deslizamiento dinámico de fallas locales, con profundidades no mayores a 10 km, mientras que, en el Pacífico Central y Sur costarricense, la sismicidad se originó tanto a lo largo de la interfaz en la zona de subducción, donde la placa del Coco interactúa tanto con la placa del Caribe como con la microplaca de Panamá, como por deformación interna de la placa del Coco.

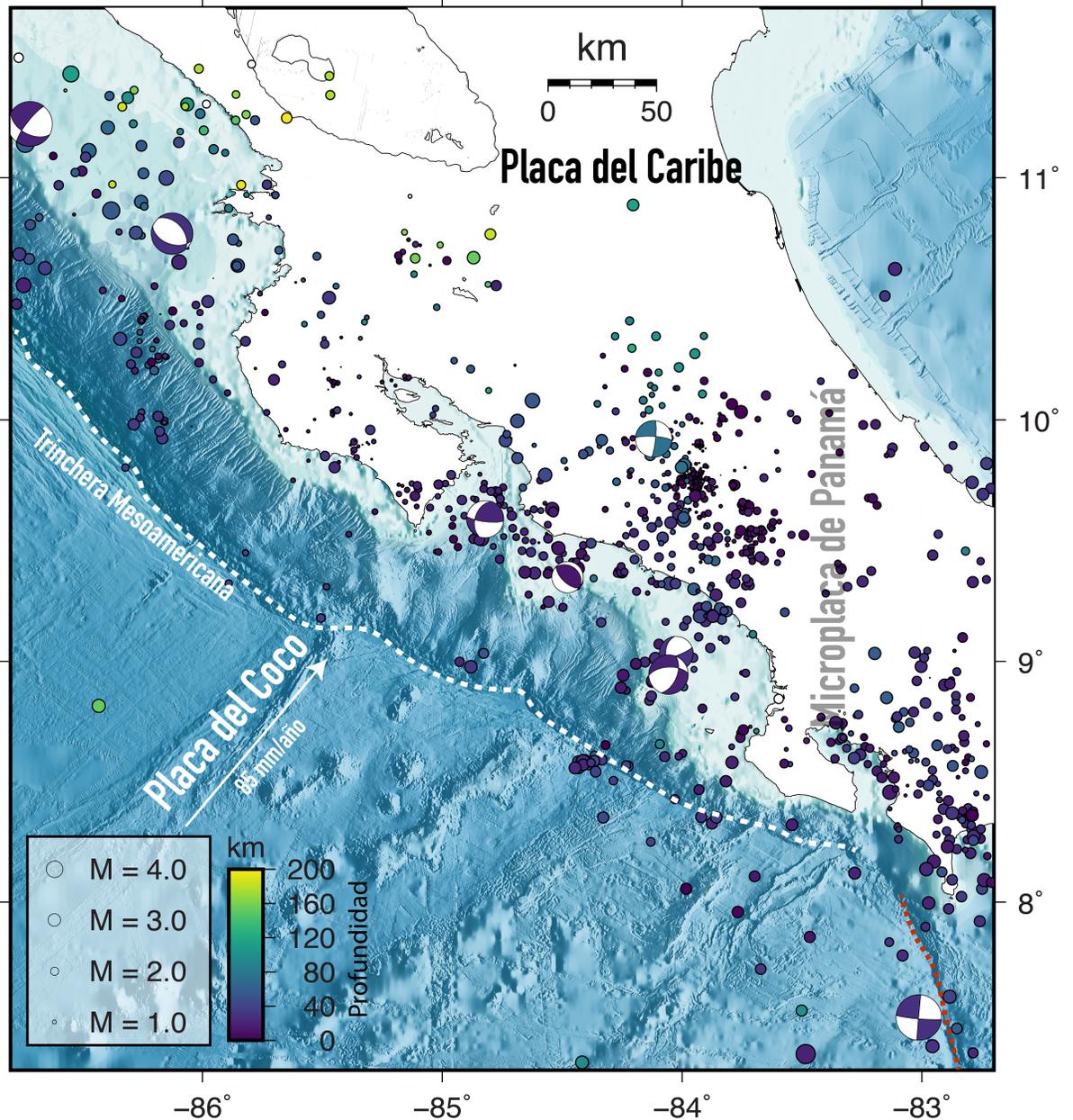


Figura 2. Distribución espacio-temporal de la actividad sísmica en Costa Rica en mayo de 2020. En la figura se muestra el mapa con la ubicación hipocentral de la sismicidad localizada por el OVSICORI-UNA. El color y tamaño de cada círculo corresponde con la profundidad y la magnitud de los eventos, respectivamente. Se incluye el mecanismo focal o bola de playa de los sismos sentidos más representativos que ocurrieron durante el mes, calculado mediante la inversión completa de formas de onda.

2. Actividad sísmica en Costa Rica

2.1. Sismos sentidos

Un total de 1009 temblores fueron localizados por la red sismográfica del OVSICORI-UNA durante el mes de mayo de 2020. De estos, únicamente 9 fueron reportados como sentidos por la población costarricense a través de las diferentes redes sociales del Observatorio. Tan sólo en lo que va del año, un total de 69 sismos con magnitudes locales, MI, entre 1.5 y 5.1 han sido percibidos y reportados al OVSICORI-UNA y desde el 2009 hasta el día de hoy, los temblores que han sido sentidos suman 1578. La figura 3 muestra la serie de tiempo con la cantidad de sismos sentidos (línea de color gris) reportados al OVSICORI-UNA desde 2009 y hasta el 31 de mayo de 2020. Se muestra también, en color morado claro, la serie de tiempo con la cantidad de búsquedas en internet y accesos a las distintas plataformas electrónicas del Instituto (Facebook, Twitter, Instagram y página web).

Existe una clara correlación temporal entre los picos de actividad sísmica percibida por la población y la búsqueda electrónica de las plataformas del OVSICORI-UNA. Los periodos de máxima correlación temporal entre ambas curvas se dan durante la ocurrencia de eventos con magnitudes mayores o iguales a 5.0. Por ejemplo, alrededor de 20 sismos fueron percibidos durante la semana del 5 de setiembre de 2012, cuando ocurrió el terremoto de Nicoya, Mw=7.6, generando una cantidad de más de 1000 visitas al ciber sitio del Observatorio. Similarmente, durante la semana del 26 de junio de 2019, con la ocurrencia del sismo de magnitud M6.5 en Corredores de Puntarenas, las visitas a las redes sociales del Observatorio sobrepasaron en más de un 30% a la cantidad de sismos reportados como sentidos durante esa misma semana.

Con el inicio de la Pandemia por el COVID-19 (línea punteada en la figura 3) y la instauración de medidas sanitarias y de restricción vehicular en el mes de enero, disminuye la movilidad social, más personas realizan teletrabajo y en general, aumenta el tráfico en internet. Podría esperarse entonces, aumentos transitorios en la percepción y reporte de sismos (principalmente eventos de baja magnitud), sin embargo, este no es el caso observado. Por ejemplo, mayo de 2020 es uno de los meses con menor número de reportes de sismos sentidos en lo que va del año, mientras que los picos en el número de visitas a las redes sociales del Observatorio durante este mes responden a la publicación de charlas virtuales, videos con actividad volcánica, entre otros.

Similarmente, los periodos de Semana Santa y vacaciones de medio periodo, indicados en la figura 3 con barras de color celeste y naranja, respectivamente, no exhiben una correlación positiva sistemática con la cantidad de sismos sentidos ni tampoco con la cantidad de visitas a las redes sociales y página web del OVSICORI-UNA, a pesar de ser periodos de baja movilidad social y alto tránsito de internet.

Es a partir del año 2016 cuando se da un incremento significativo en el número de visitas a las plataformas electrónicas del Observatorio, justamente, durante la crisis eruptiva del Volcán Turrialba. El rápido acceso, la facilidad de uso y comunicación a través de las redes sociales como Facebook y Twitter ha permitido al observatorio recuperar información importante con respecto a la percepción de sismos, especialmente los eventos de baja magnitud (M1-M3), que de otra forma hubiesen sido percibidos en regiones muy localizadas, pero no reportados. La magnitud de completitud (Mc) actual, del catálogo de sismos sentidos es de MI=3.0 (Figura 4.0). Esto quiere decir, que la magnitud mínima que conforma la gran mayoría de temblores que son reportados como sentidos al OVSICORI-UNA es de M=3.0. Aunque actualmente el

OVSICORI-UNA también recibe el reporte de sismos con magnitudes menores a M3.0, estos eventos no conforman la mayoría de los reportes que las personas hacen a través de las diferentes plataformas virtuales del OVSICORI-UNA. El movimiento acelerado hacia la virtualización o “nueva normalidad”, así como también el aumento en la densificación instrumental sísmica en Costa Rica, permitirá disminuir significativamente la magnitud de completitud del catálogo de sismos sentidos, lo cual trae consigo beneficios extraordinarios para el estudio y conocimiento sobre las propiedades mecánicas del medio por el cual se propagan las ondas sísmicas, así como la respuesta de edificaciones, cuencas, represas hidroeléctricas, carreteras, entre otros.

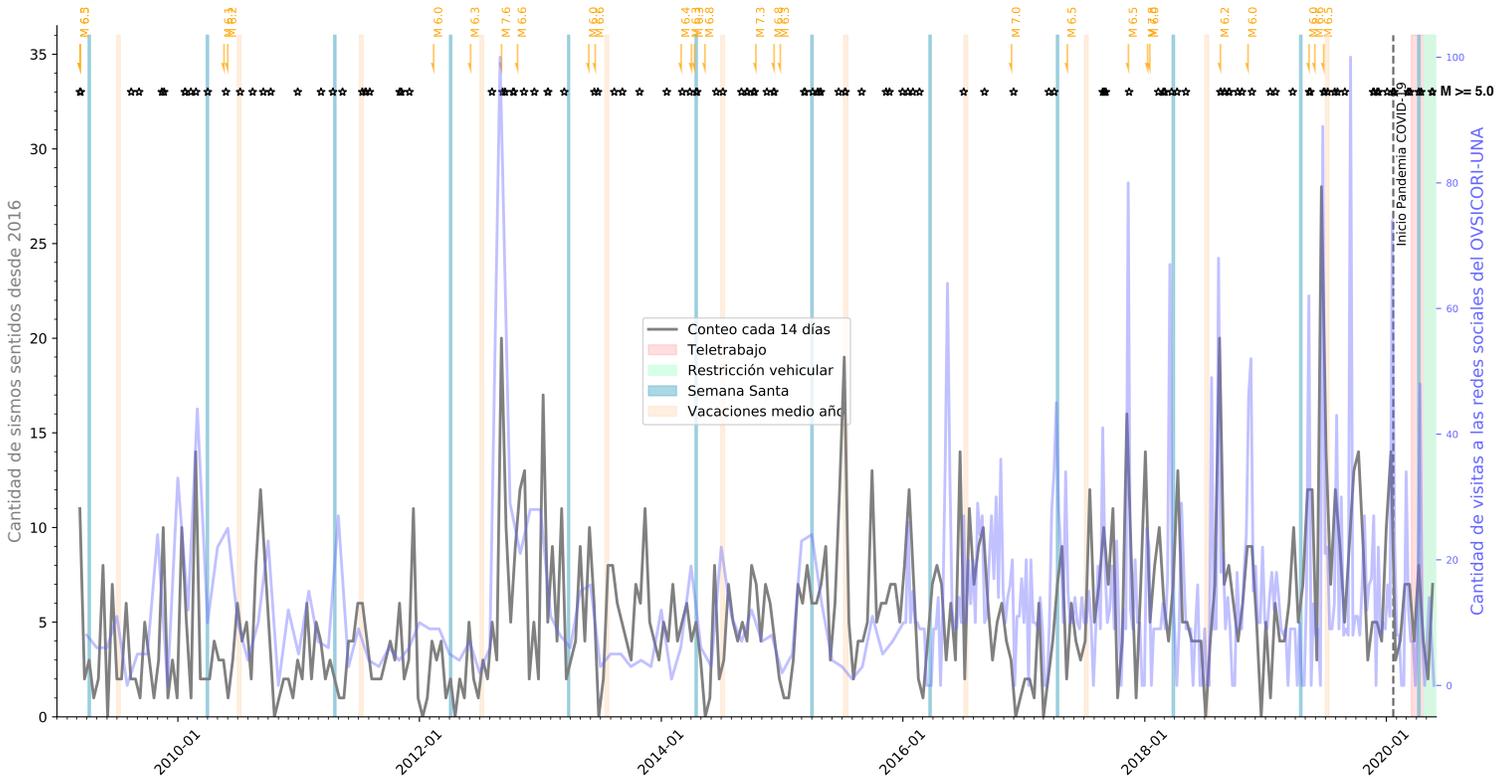


Figura 3. Cantidad de sismos reportados como sentidos (línea de color gris) y cantidad de visitas a las diferentes plataformas electrónicas (línea de color morado) del OVSICORI-UNA desde 2009 y hasta el 31 de mayo de 2020. Durante este periodo, un total de 1578 sismos con magnitudes entre M1.5 y M7.6 han sido reportados como sentidos por la población costarricense. Las estrellas de color negro muestran la ocurrencia de sismos con magnitudes entre M5.0 y M6.0, mientras que las flechas de color naranja indican la ocurrencia de sismos con magnitudes mayores o iguales a M6.0. Los periodos de Semana Santa y Vacaciones de medio año se muestran como bandas de color celeste y naranja, respectivamente. El inicio de la declaración oficial de la Pandemia por el COVID-19 se muestra como una línea punteada de color negro. Se resalta también el inicio del periodo del Teletrabajo y aumento de las multas por restricción vehicular como bandas de color rojo y verde. Nótese la gran correlación temporal de la curva gris y morada durante la ocurrencia de sismos con magnitud $M \geq 5.0$.

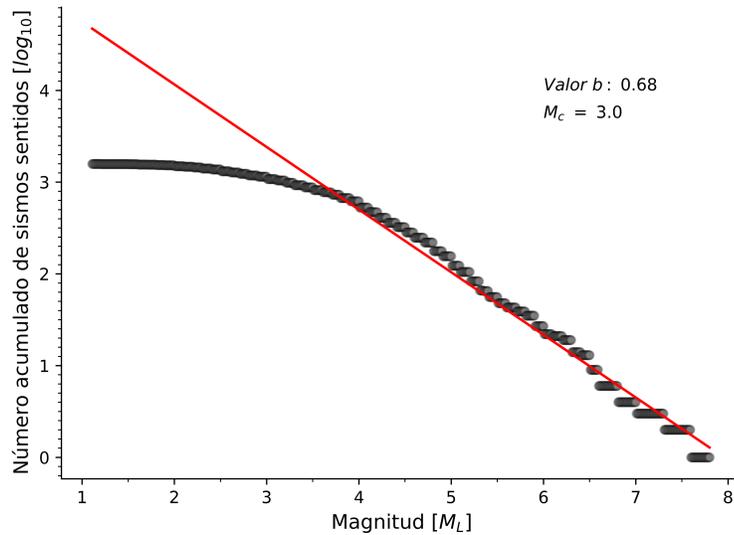


Figura 4. Relación frecuencia-magnitud (Gutenberg-Richter) para el catálogo de sismos reportados como sentidos al OVSICORI-UNA desde 2009 hasta el 31 de mayo de 2020

2.2. Sismicidad en San Marcos de Tarrazú y Santa María de Dota

Más de 80 cúmulos o grupos de sismos se ubican en esta región desde enero de 2020 hasta la fecha, siendo mayo, el mes que exhibe mayor productividad sísmica hasta finales de mayo de 2020. La figura 5 muestra la distribución hipocentral de los diferentes clústeres, relocalizados mediante algoritmos de doble diferencia y cuyo color representa su número de identificación, de acuerdo con la escala de colores sobrepuesta en el mapa. Múltiples alineamientos de sismos, tanto en planta como en profundidad, demuestran la existencia de la complejidad y heterogeneidad de la zona de corte en la que se encuentra inmersa esta zona. Fallas y/o secciones de falla con variabilidad geométrica y de orientación, son las responsables de la generación de sismos a profundidades tan someras como varios cientos de metros hasta no más de 12 km.

Las curvas de densidad de sismos que se observan a la derecha de la figura 5, demuestran que la mayor concentración de temblores está ubicada a profundidades entre 2 y 7 km. La microsismicidad localizada en esta región ($M_L < 3.5$) puede ser percibida por la población cercana cuando la profundidad de la fuente es relativamente somera y la liberación de esfuerzos acumulados durante el periodo intersísmico es completa o importante. Generalmente, aunque este tipo de sismos ocurre con mucha frecuencia, no ocasionan algún tipo de daño (material y/o humano), pero pueden alarmar y generar preocupación. La respuesta de las diferentes estructuras o edificaciones ante la ocurrencia de un sismo depende, además de la geología característica de la zona, de la aceleración del suelo.

La aceleración de la corteza es excitada principalmente por la radiación de alta frecuencia que es emitida por la fuente sísmica, la cual, a su vez, depende de la energía potencial elástica almacenada y eventualmente liberada con la ocurrencia del terremoto. El monitoreo continuo de la distribución hipocentral de la actividad sísmica, utilizando métodos de relocalización por doble diferencia, es esencial para determinar el potencial sísmico en la zona. La magnitud máxima de un posible temblor dependerá (entre otros factores) de la dimensión máxima de las fallas activas y de la acumulación de esfuerzos estáticos a lo largo de las regiones de acoplamiento elástico en la zona sismogénica.

2.3. Actividad sísmica en el Pacífico Central y el Pacífico Sur

La entrada al golfo de Nicoya y las costas frente a Jaco, Cambutal y Uvita de Puntarenas destacan también como las regiones sismotectónicas más productivas del país durante mayo (Figura 2). Generalmente, en estas regiones la actividad sísmica tiene un comportamiento heterogéneo. Ocurren con frecuencia secuencias de tipo enjambre (donde no hay un sismo principal claro que haya desencadenado una secuencia sísmica en cascada) dominadas por micro-sismicidad, eventos con magnitudes locales entre $M_L=0$ y $M_L=3.5$, localizadas tanto a lo largo de la interfaz, donde la placa del Coco se subduce por debajo de la placa del Caribe y la microplaca de Panamá, como a lo largo de múltiples fallas activas localizadas en el interior de las montañas submarinas y rugosidades que se distribuyen en la placa superior y la interfaz, a profundidades de entre 15 a 35 km (tal y como lo demuestran varios de los mecanismos focales mostrados en la figura 2).

También, secuencias de tipo “cascada” son frecuentes y su origen está asociada con el proceso de subducción de la placa del Coco por debajo de la placa del Caribe y la microplaca de Panamá. El proceso de subducción en esta zona es dominado por la inmersión de dichas montañas submarinas y rugosidades en la placa del Coco, las cuales contribuyen con la variabilidad en las propiedades mecánicas de la zona sismogénica y la distribución de las áreas efectivas de contacto elástico, donde los terremotos son generados.

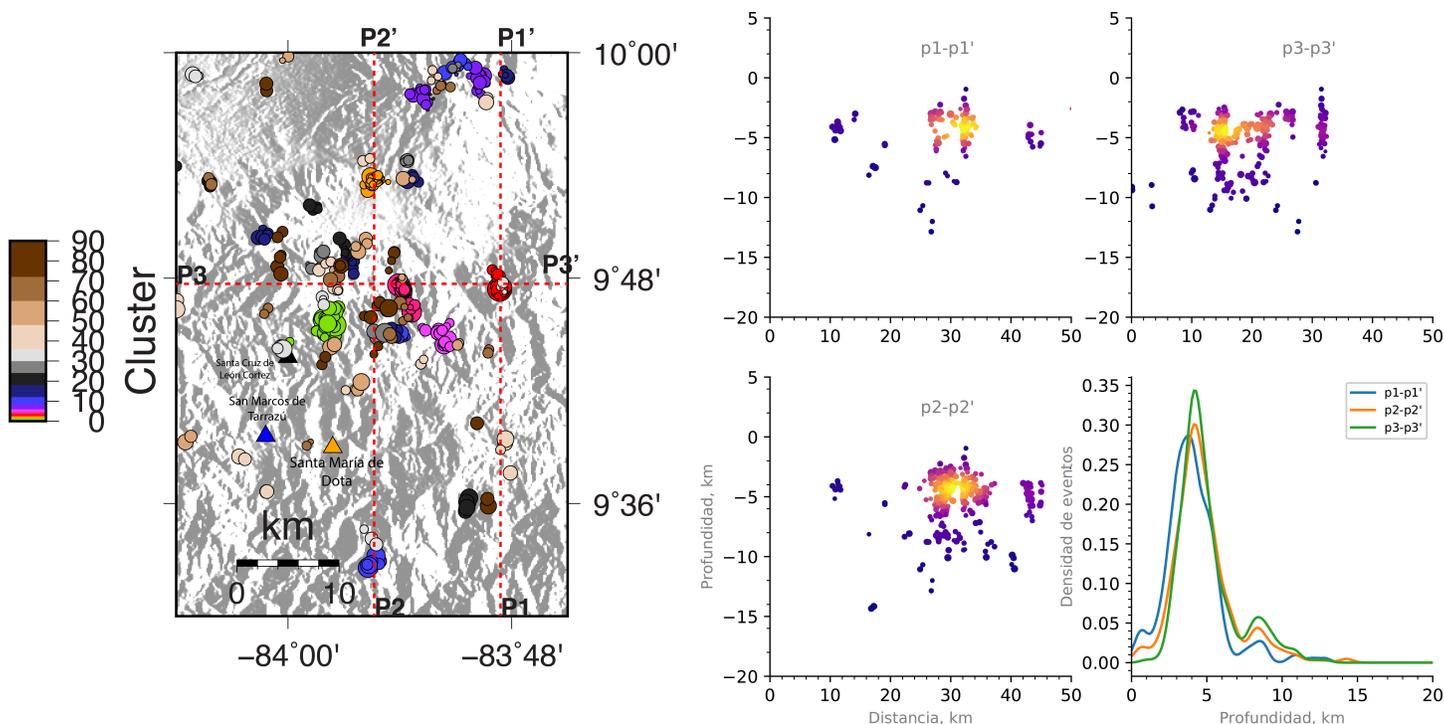


Figura 5. Distribución espacial de la sismicidad en la región que comprende los cantones de Santa María de Dota y San Marcos de Tarrazú. A la izquierda se muestra un mapa con la ubicación epicentral de la sismicidad, relocada utilizando métodos de doble diferencia. Más de 80 clúster o grupos de sismos se identifican mediante la escala de color sobrepuesta en el margen superior izquierdo del mapa. A la derecha de la figura, se muestra las secciones transversales P1-P1', P2-P2' y P3-P3' (líneas punteadas en el mapa). En estas, los colores representan la densidad sísmica (o número de eventos por unidad de área, en donde los colores más claros indican mayor concentración de eventos). Se muestra además las curvas de densidad de eventos (KDE) en función de la profundidad para cada perfil o sección transversal, resultando ser el rango entre 2 y 6 km, la sección dominante en profundidad para la generación de eventos en la zona.