



Informe técnico sobre el sismo de Changuinola, Panamá Mw=5.7, del 27 de Mayo del 2013

Esteban Chaves*, Floribeth Vega y Walter Jimenez

Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica OVSICORI-UNA Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica <u>www.ovsicori.una.ac.cr</u> / <u>*echfisica@gmail.com</u>

I. INTRODUCCION

El 27 de Mayo del 2013, a las 03:41:00 hora local, la red sísmica del OVSICORI-UNA localizó un sismo de 5.7 grados magnitud de momento (Mw), a 20 km al SO de la ciudad de Changuinola, Panamá, con coordenadas epicentrales de 9.328N y 82.742W y una profundidad del centroide de 11 km (Figura 1). Este sismo fue sentido por los pobladores del oeste de Panamá y del sur y parte central de Costa Rica, presentándose como efectos directos producto del paso de las ondas sísmicas, únicamente la caída de objetos en casas y establecimientos comerciales cercanos a la zona del epicentro.



Figura 1. Mapa con la ubicación epicentral (estrella roja) del sismo ocurrido el 27 de Mayo del 2013 a las 03:41:00 hora local, 23 km al SO de la ciudad de Changuinola, Panamá.

Posterior al evento principal y hasta el día 28 de Mayo se han presentado más de 200 réplicas, de las cuales el OVSICORI-UNA ha localizado un total de 88 eventos cuyas magnitudes oscilan entre 2.0 < Ml < 4.3. Tanto el evento principal como sus réplicas son el resultado de la colisión entre la placa de Panamá o bloque de Panamá y la placa del Caribe. Producto de esta colisión la placa del Caribe comienza a introducirse (subducirse) bajo el bloque de Panamá. Aún cuando la ruptura principal ocurrió a lo largo del contacto entre estas dos placas, la mayor parte de las réplicas, están localizadas en la placa superior (bloque de Panamá), a no más de 20 km de profundidad. En la figura 2 se puede observar la ubicación epicentral de las réplicas así como también el número de sismos en función de la magnitud y la profundidad.



Figura 2. Distribución epicentral de las réplicas localizadas por la red sísmica del OVSICORI-UNA posterior al evento principal y hasta el día 28 de Mayo del 2013. Nótese en la escala de colores, como para la mayor cantidad de eventos su profundidad no sobre pasa los 20 km, de manera que estos se encuentran en la placa superior o microplaca de Panamá.

II. MARCO TECTÓNICO LOCAL Y SISMICIDAD HISTÓRICA

La tectónica regional de América Central está controlada principalmente por el choque de las Placas del Coco y del Caribe (Fig. 3). Como consecuencia de esta colisión la placa oceánica del Coco se subduce por debajo de la Placa del Caribe, a lo largo de la Fosa Mesoamericana, a velocidades que van desde 70 mm por año frente a Guatemala hasta poco más de 90 mm por año frente a la Península de Osa [Protti-Quesada, 1994, calculado a partir de De Mets et al., 1990] (Fig. 4).



Figura 3. Marco tectónico de América central.

En el extremo suroeste de la Placa del Caribe las condiciones locales de esfuerzos tectónicos han provocado la fracturación de la misma y la creación de una microplaca, denominada bloque de Panamá, con límites que aún no están muy bien desarrollados ni definidos. El límite norte del Bloque de Panamá con la Placa del Caribe es un margen convergente, conocido como el "Cinturón Deformado del Norte de Panamá" [Silver et al., 1990], el cual se extiende desde las costas del Caribe de Colombia hasta Limón, Costa Rica (Fig. 4). Fue en el extremo oeste de este límite de placas donde ocurrieron los terremotos de Changuinola del 24 y 26 de Abril de 1916 (Güendel 1986), con magnitud Ms de 7.4 y 7.1 respectivamente [Abe, 1981], el del Valle de la Estrella, Limón, del 22 de abril de 1991 [Protti y Schwartz, 1995] y el sismo de Changuinola del 27 de mayo del 2013.



Figura 4. Mapa con una descripción detallada del marco tectónico del NW, centro y SE de Costa Rica, además de las zonas adyacentes de Nicaragua y Panamá. Los puntos color negro sobre el mapa resaltan la sismicidad histórica de Costa Rica.

Hacia el noroeste, el contacto entre el Bloque de Panamá y la Placa del Caribe consiste en una zona difusa de fallamiento de corrimiento lateral izquierdo, que corre desde Limón hasta la Fosa Mesoamericana a través de la parte central de Costa Rica [Ponce y Case 1987, Jacob y Pacheco 1991, Güendel y Pacheco 1992, Goes et al., 1993, Fan et al., 1993, Marshall et al., 1993, Fisher et al., 1994, Protti y Schwartz 1994]. El Bloque de Panamá comprende la parte sur de Costa Rica y todo Panamá. En la Figura 5 se presenta un diagrama con la manera en que el límite entre las placas de Panamá y Caribe, de este a oeste, se transforma de una zona de colisión con subducción insipiente, en el Caribe de Panamá y Caribe sur de Costa Rica, a una zona de transformación al oeste de Limón. Los mecanismos de ruptura de sismos tanto de baja magnitud (Figura 6) como los de mayor magnitud (Figura 7) reflejan claramente esa transformación. Tanto los terremotos de Changuinola del 24 y 26 de abril de 1916, el terremoto del Valle de la Estrella, Limón, del 22 de abril de 1991, como el

sismo de Changuinola del 27 de Mayo del 2013, ocurrieron todos en la zona de fallamiento inverso.



Figura 5. Diagrama esquemático donde se muestra la interpretación de la deformación tectónica que ocurre en el arco externo de Costa Rica, descrito tras la secuencia sísmica del terremoto de Limón del 22 de Abril de 1991. Tomado de Protti y Schwartz (1994).



Figura 6. Mecanismos de ruptura para los sismos de baja magnitud generados posterior a la secuencia sísmica del terremoto de Limón del 22 de Abril de 1991.



Figura 7. Mecanismos focales históricos para los sismos de mayor magnitud en Costa Rica y porciones adyacentes de Nicaragua y Panamá. Los mecanismos focales están identificados con la fecha, la magnitud del sismo y el número correspondiente ubicado dentro del mapa. Tomado de Jacob *et al.*, (1992).

III. TENSOR DE MOMENTO SÍSMICO

Desarrollamos la inversión del tensor de momento sísmico deviatórico para el sismo de Changuinola del 27 de mayo, utilizando estaciones sismológicas tanto locales, como regionales de banda ancha y tres componentes disponibles en la base de datos del Consorcio IRIS (Data Management Center (DMC)), utilizando únicamente aquellas estaciones que estuvieran a una distancia no mayor a 30°, buscando una buena cobertura azimutal y con una excelente relación señal/ruido. En la figura 8 se observa la mejor solución obtenida de doble cupla de esfuerzos en nuestra inversión del tensor de momento sísmico deviatórico.

Los parámetros de fuente sísmica, strike, dip y rake obtenidos son, respectivamente: 303;111, 66;24, 95;80. Asumiendo el plano nodal que buza hacia el SW como la superfície de falla, nuestra solución corresponde con una falla de tipo inversa de bajo

ángulo, concordante con la tectónica local y los trabajos de Jacob *et al.*, (1992) y Protti and Schwartz (1994).

Para determinar la profundidad del centroide se corrió la inversión desde 10 hasta 20 km a razón de 1km con el propósito de obtener el porcentaje más alto de reducción de varianza (VR), de manera que, la mejor solución VR=92.5%, se obtuvo a los 11.0 km de profundidad, solución congruente con la publicada por el servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS <u>www.usgs.gov</u>), y el catálogo global de tensor de momento sísmico (GCMT <u>http://www.globalcmt.org</u>).



Figura 8. Inversión de tensor de momento sísmico deviatórico para el evento del 27 de Mayo de 2013, Mw 5.7 generado mediante estaciones de banda ancha incorporadas a la red global de IRIS DMC.

IV. REFERENCIAS

- Abe, K. 1981 Magnitudes of large shallow earthquakes from 1904 to 1980, Phys. Earth Planet. Inter., 27: 72-92.
- De Mets, C., R.G. Gordon, D.F. Argus y S. Stein 1990 Current plate motions, Geophys. J. Int., 101:425-478.
- Fan, G.W., S.L. Beck y T.C. Wallace 1993 The seismic source parameters of the 1991 Costa Rica aftershock sequence: evidence for a transcurrent plate boundary; Jour._Geophys. Res., 98: 15,759-15,778.
- Fisher, D.M., T.W. Gardner, J.S. Marshall y W. Montero 1994 Kinematics Associated With Late Tertiary and Quaternary Deformation in Central Costa Rica: Western Boundary of the Panamá Microplate; Geology, 22: 263-266.

- Goes, S.D.B., A A. Velasco, S. Schwartz y T. Lay 1993 The April 22, 1991, Valle de la Estrella, Costa Rica (Mw=7.7) earthquake and its tectonic implications: a broadband seismic study, J. Geophys. Res., 98: 8127-8142.
- Güendel, F. y J. Pacheco 1992 The 1990-1991 seismic sequence across central Costa Rica: evidence for the existence of a micro-plate boundary connecting the Panama deformed belt and the Middle America trench, Eos Trans., Am. Geophys. Un., 73: 399.
- Güendel, F. 1986 Seismotectonics of Costa Rica: an analytical view of the southern terminus of the Middle American Trench, doctoral dissertation, University of California, Santa Cruz, 1986.
- Jacob H. Klaus, Pacheco J, Santana G, and Arscott E., (1991) SEISMOLOGY AND TECTONICS. Earthquake Spectra: October 1991, Vol. 7, No. S2, pp. 15-33.
- Lundgren, P. R., S. Kornreich Wolf, M. Protti, and K. J. Hurst, "GPS measurements of crustal deformation associated with the 22 April 1991, Valle de la Estrella, Costa Rica Earthquake," *Geophys. Res. Lett.*, 20, 407-410 (1993)
- Marshall, J. S., D. M. Fisher y T.W. Gardner 1993 Western margin of the Panama microplate, Costa Rica: kinematics of faulting along a diffuse plate boundary, Geol. Soc. Am. Abstracts with programs 25- 6: A-284.
- Ponce, D.A. y J.E. Case 1987 Geophysical interpretation of Costa Rica, in: Mineral Resources Assessment of the Republic of Costa Rica, U.S. Geol. Surv., Misc. Invest. I-1865: 8-17.
- Protti, M. and Schwartz, S.Y. (1994). Mechanics of back arc deformation in Costa Rica: Evidence from an aftershock study of the April 22, 1991, Valle de la Estrella, Costa Rica, earthquake (M_w =7.7). *Tectonics 13: doi:* 10.1029/94TC01319. issn: 0278-7407.
- Protti-Quesada, J. M. 1994 The Most Recent Large Earthquakes in Costa Rica (1990 Mw 7.0 and 1991 Mw 7.6) and Three-dimensional Crustal and Upper Mantle P-wave Velocity Structure of Central Costa Rica, Ph.D. dissertation, University of California, Santa Cruz, 116 p.
- Silver, E. A., D.L. Reed, J.E. Tagudin y D.J. Heil 1990 Implications of the north and south Panama thrust belt for the origin of the Panama orocline. Tectonics, 9: 261-281.

Los reportes sobre sismos sentidos están disponibles en la página del OVSICORI-UNA en:

http://www.ovsicori.una.ac.cr/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=31

Los sismogramas en línea pueden ser vistos en la en la página del OVSICORI-UNA en:

http://www.ovsicori.una.ac.cr/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=78

Fuente:

Área de Sismología Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica Universidad Nacional OVSICORI-UNA