



Sismicidad superficial entre 1995 y 2010 en la zona norte de la Precordillera de San Juan

C. Rivas^{1,2}, I. Bilbao^{1,2}, G. Sánchez^{2,3}, M. Araujo^{2,3}, B. Aguil^{3,4} y P. Alvarado^{1,2}

¹ Centro de Investigaciones de la Geósfera y Biósfera (CIGEOBIO). Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Universidad Nacional de San Juan - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). carolina.rivas3@gmail.com

² Departamento de Geofísica y Astronomía. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Universidad Nacional de San Juan.

³ Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES). San Juan, Argentina.

⁴ Comprehensive Test-Ban-Treaty Organization (CTBTO).

Resumen

Los avances en el campo de la Sismología, tanto en las técnicas de procesamiento y análisis de datos como en la parte instrumental y en sistemas informáticos, han permitido extraer mayor información de los registros sísmicos y refinar los parámetros que caracterizan la fuente sísmica y la estructura del subsuelo.

Para estudiar la sismicidad cortical más cercana a la represa Cuesta del Viento situada en la zona norte de la Precordillera de San Juan, se seleccionaron sismos registrados por la Red Nacional del Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES). El criterio consistió en obtener los registros digitales, de todos los epicentros en la región comprendida entre 28° y 31,5° de latitud sur, y 68,5° y 69,5° de longitud oeste. De este modo, se compiló un total de 934 eventos sísmicos.

A partir de esta base de datos y teniendo en cuenta criterios exigentes para el control de errores en tiempo (errores residuales entre los tiempos de viaje teóricos de las ondas sísmicas con respecto a los observados) y en espacio (latitud, longitud, profundidad), como así también ponderaciones por distancia epicentral y calidad de la señal, se procedió a reprocesar la información determinando con mayor confiabilidad y precisión la localización y magnitud de 505 focos sísmicos en la región de estudio.

Para estas determinaciones se realizó el picado de fases de ondas P y S en más de 5000 trazas sísmicas digitales.

La sismicidad analizada corresponde a la actividad ocurrida en la zona de interés entre julio de 1995 y diciembre de 2010.

Palabras clave: Corteza, Sismicidad, Represa

Introducción

La convergencia entre las placas de Nazca y Sudamérica origina en el sector de subducción horizontal alrededor de 31°S, numerosos sismos de profundidad intermedia (Smalley et al., 1993). Una menor cantidad de sismos se produce dentro de la corteza continental. Sin embargo, estos eventos son más peligrosos que los profundos debido a que generan mayor destrucción y pérdidas humanas. Entre



algunos ejemplos con epicentro en la provincia de San Juan se destacan los terremotos de 1894, 1944, 1952 y 1977. Dentro de estos grandes terremotos, el más cercano a la región de estudio es aquel ocurrido el 27 de octubre de 1894 (Fig.1).

Si bien no se conoce una localización calculada con exactitud para su fuente sísmica debido a que no existen registros instrumentales para esa época, si es posible realizar un análisis sismotectónico de la región que considere la actividad sísmica moderada a pequeña más reciente ocurrida en este sector de la Precordillera sanjuanina.



Figura 1: Mapa de la zona de trabajo. El recuadro gris delimita la zona de interés y los círculos rojos representan los sismos estudiados. Se muestra la ubicación de la represa Cuesta del Viento y el epicentro del terremoto de 1894 según datos del INPRES.

Objetivo

En este trabajo se cuantifica y determina con la mejor resolución alcanzada los parámetros sísmicos que caracterizan a los sismos corticales más cercanos al embalse Cuesta del Viento, ocurridos entre julio de 1995 y diciembre de 2010.

Metodología

En primer término, se realizó una revisión de la información geológica y geofísica disponible de la zona de estudio necesaria para la interpretación de los resultados obtenidos. En segundo lugar, se seleccionaron los datos sismológicos de las fuentes sísmicas relacionados con la zona de trabajo (a partir de la base de datos del INPRES), posteriormente se procedió al reprocesamiento de los sismos. El mismo consistió en el picado de fases P y S de cada evento con ayuda de análisis de curvas camino-tiempo, gráficos Wadati y de la variación del error RMS en función de la profundidad. Así se determinaron localizaciones hipocentrales (latitud, longitud, tiempo origen y profundidad focal) y finalmente se realizó el cálculo de magnitudes coda, local y momento (M_C , M_L y M_W) para aquellos eventos sísmicos que poseían registros en estaciones con respuesta instrumental conocida.

A partir de las 934 localizaciones sísmicas calculadas se efectuó un análisis e interpretación preliminar de esta actividad sísmica, descartando aquellos que, como consecuencia de la nueva localización, se encontraban fuera del rango de coordenadas por tratarse de sismos profundos o bien de resultados poco confiables, obteniendo así un total de 505 sismos.

Para estas determinaciones se utilizó el programa HYPOCENTER 3.2 a través de la plataforma SEISAN 10.3 (Ottewöller et al., 2015) y el modelo de velocidades de ondas sísmicas de Sánchez et al. (2013).



Resultados y discusión

El análisis de los 505 sismos superficiales determinados por este trabajo, evidencia diferentes zonas con mayor sismicidad dentro de la región de estudio. Estadísticas basadas en los datos procesados, reflejan que en las proximidades de la represa Cuesta del Viento ocurren en promedio alrededor de 90 sismos superficiales por año (considerando el período 1996-1999) (Fig.2), de los cuales aproximadamente el 90% corresponde a microsismicidad (magnitud <2,5) (Fig.3). Por otro



Figura 2: Cantidad de sismos que ocurren cada año en la zona de estudio. Se observa la ausencia de información entre 2000 y 2008. Un análisis posterior indica que la misma se debe a falta de datos que alcancen los criterios considerados en este trabajo.

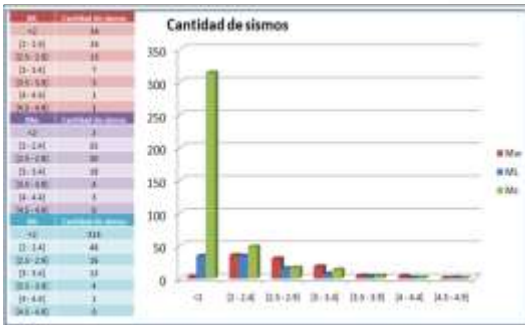


Figura 3: Distribución de la sismicidad en función de la magnitud.

elevada peligrosidad sísmica.

El análisis de profundidad focal para la distribución de sismicidad estudiada, muestra un aparente límite inferior en las profundidades de las localizaciones. Alrededor de los 40 km de profundidad, a partir del cual, no se obtuvieron localizaciones de focos sísmicos (Fig.4). Estos resultados se condicen con diferentes hipótesis que sugieren que la sismicidad superficial se concentra en la parte superior de la corteza, donde la roca tiene un comportamiento más rígido. Según las localizaciones obtenidas en este trabajo y a partir de estos estudios de la estructura de corteza (Ammirati et al., 2016),



Figura 4: Distribución de la sismicidad con la profundidad. El triángulo indica la ubicación de la represa Cuesta del Viento y la estrella simboliza el terremoto de 1894 según datos de INPRES y Giesecke et al., (2004).



se observa que a aproximadamente 40 km de profundidad podría encontrarse el límite superior de la corteza inferior; en zonas más profunda la roca tendría propiedades físicas características de un comportamiento más plástico, debido a las condiciones de presión y temperatura reinantes a mayores profundidades que inhiben la generación de sismos.

Conclusión

El reprocesamiento más detallado de la sismicidad registrada por INPRES en el Norte de la Precordillera de San Juan permitió evidenciar sectores con diferentes concentraciones de eventos, los cuales presentan magnitud moderada a pequeña y profundidades focales hasta ~40 km. La característica más destacada de la distribución de los hipocentros determinados es la intensa actividad en el centro de la zona de estudio, próximo a la represa Cuesta del Viento y en consecuencia, preocupante en el caso de ocurrir un terremoto como el de 1894.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó con una Beca Nacional “Estímulo a las Vocaciones Científicas CIN” dentro del proyecto CICITCA E931 de la UNSJ. Además, se agradece al Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES) por el aporte de la base de datos sismológicos.

Referencias

- Ammirati, J-B., S. Perez Luján, P. Alvarado, S. Beck, S. Rocher y G. Zandt, 2016. High-resolution images above the pampean flat slab of Argentina (31-32°S) from local receiver functions: Implications on regional tectonics. *Earth and Planetary Science Letters* 450: 29-39.
- Giesecke, A., A. A. Gómez Capera, I. Leschiutta, E. Migliorini y L. Rodriguez Valverde, 2004. The CERESIS earthquake catalogue and database of the Andean Region: background, characteristics and examples of use. *Annals Of Geophysics* 47 (N. 2/3): 421-435.
- Ottmøller, L., P. Voss y J. Havskov, 2015. SEISAN: The earthquake analysis software for Windows, SOLARIS, LINUX and MACKINTOSH (v.10.3). Department of Earth Science, University of Bergen, Norway.
- Sanchez, G., R. Recio, O. Marcuzzi, M. Moreno, M. Araujo, C. Navarro, J.C. Suarez, J. Havskof y L. Ottmøller, 2013. The Argentinean National Network of Seismic and Strong-Motion Stations. *Seism. Res. Letters* 84(5): 729-736.
- Smalley, R. F. (Jr), J. Pujol, M. Regnier, J. M. Chiu, J. L. Chatelain, B. L. Isacks, M. Araujo y N. Puebla, 1993. Basement seismicity beneath the Andean Precordillera thin-skinned thrust belt and implications for crustal and lithospheric behavior. *Tectonics* (12): 63-76.