

## El terremoto de La Rioja, Argentina, del 28 de mayo de 2002

Mario A. Araujo\* (1,2), Marcelo H. Millán (1,2) y Ángel M. Pérez (1,2), 1- Instituto Nacional de Prevención Sísmica - INPRES - San Juan - Argentina, 2 - Universidad Nacional de San Juan - UNSJ - San Juan - Argentina

Copyright 2003, SBGF - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 8<sup>th</sup> International Congress of The Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, 14-18 September 2003.

Contents of this paper was reviewed by The Technical Committee of The 8<sup>th</sup> International Congress of The Brazilian Geophysical Society and does not necessarily represents any position of the SBGF, its officers or members. Electronic reproduction, or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of The Brazilian Geophysical Society is prohibited.

### Abstract

A destructive earthquake occurred on May, 28th, 2002 in the northeast of the La Rioja province. This event was a shallow earthquake with a moderate magnitude,  $M_w = 6.0$  and a maximum seismic intensity,  $IMM = VIII$ , near the epicenter where different levels of damage and wounded persons were produced. This earthquake generated 171 aftershocks that were located using regional and portable seismological networks in the epicentral zone. The focal mechanism shows that this earthquake is associated with reverse faulting related to the regional tectonic of the zone. The study of this earthquake and the possible seismogenic sources of the region is very important due to the lack antecedents of similar earthquakes in this zone.

### Introducción

La provincia de La Rioja está ubicada en el noroeste de la República Argentina. La sismicidad de ésta es principalmente moderada en la mayor parte de la provincia y elevada en la región oeste de la misma. Los tres principales terremotos históricos destructivos se produjeron en 1899, en 1957 y en 1977 en el oeste y en el centro-oeste de la provincia, y tuvieron una magnitud de  $M = 6.4$ ,  $M = 6.0$  y  $M = 5.1$  respectivamente, figura 1.



figura 1. Terremotos destructivos en La Rioja.

El 28 de mayo de 2002 se produjo un terremoto de magnitud  $M = 6.0$  en el noreste de la provincia, región en la cual no se tenía antecedente de sismos superficiales de este tamaño, figura 1. Este último es un evento de tipo compresional, que está de acuerdo con la orientación de los esfuerzos tectónicos principales de la región. El evento alcanzó el grado VIII de intensidad máxima en la escala Mercalli Modificada, y se obtuvo una aceleración máxima horizontal del 32.6 % de la aceleración de la gravedad, a unos 30 km del epicentro (en el contorno de la isosista VII). Este terremoto produjo daños fundamentalmente en construcciones realizadas con adobe y otras que no cuentan con prescripciones sismorresistentes, algunas de las cuales colapsaron totalmente, otras parcialmente y otras debieron ser demolidas y también produjo una veintena de heridos.

### Sismotectónica Regional

La región donde ocurrió el sismo del 28 de mayo de 2002 está ubicada en la zona en donde la placa de Nazca subduce la placa Sudamericana con una inclinación casi horizontal, de manera tal que dicha convergencia genera un régimen de esfuerzos compresivos con dirección predominante oeste-este, figura 2. Dicho régimen muestra que la sismicidad superficial de la región no presenta un modelo uniforme de liberación de energía, lo cual se observa en los mapas de sismicidad superficial de la zona. De acuerdo con lo expresado la sismicidad de la provincia de La Rioja presenta dos zonas perfectamente diferenciadas: a) Actividad sísmica superficial con profundidades comprendidas entre 3 y 50 km y b) Actividad sísmica de profundidad intermedia con eventos que tienen hipocentros ubicados entre 80 y 140 km.

Los eventos que han ocurrido en la provincia de La Rioja son en general leves a moderados y mantiene una relación regional de ocurrencia de un 70% de actividad sísmica de profundidad intermedia y un 30% de actividad sísmica superficial.

### Marco Geológico Local

El terremoto del 28 de mayo se ubicó en la provincia geológica de Sierras Pampeanas Noroccidentales. El estilo tectónico está caracterizado por la presencia de bloques fallados, los cuales están limitados por fallas de alto ángulo. La escasa cubierta sedimentaria y el alto porcentaje de rocas de basamento homogéneo ha producido en la zona deformación por ruptura, siendo la fracturación su principal resultado. Los sistemas de megafracturación ejercerían un control sobre las cuencas sedimentarias y su actividad neotectónica. En esta área se observa un comportamiento compresivo dominante de oeste a este (esfuerzos andinos) y de este a oeste (esfuerzos pampeanos). En diferentes publicaciones se

citan rasgos neotectónicos de la zona, pero se desconocen estudios de tectonismo cuaternario en la misma.

A partir de la interpretación fotogeológica se mapearon los contactos entre las rocas precuaternarias y los sedimentos no consolidados cuaternarios, determinándose el fracturamiento y los alineamientos, figura 3.

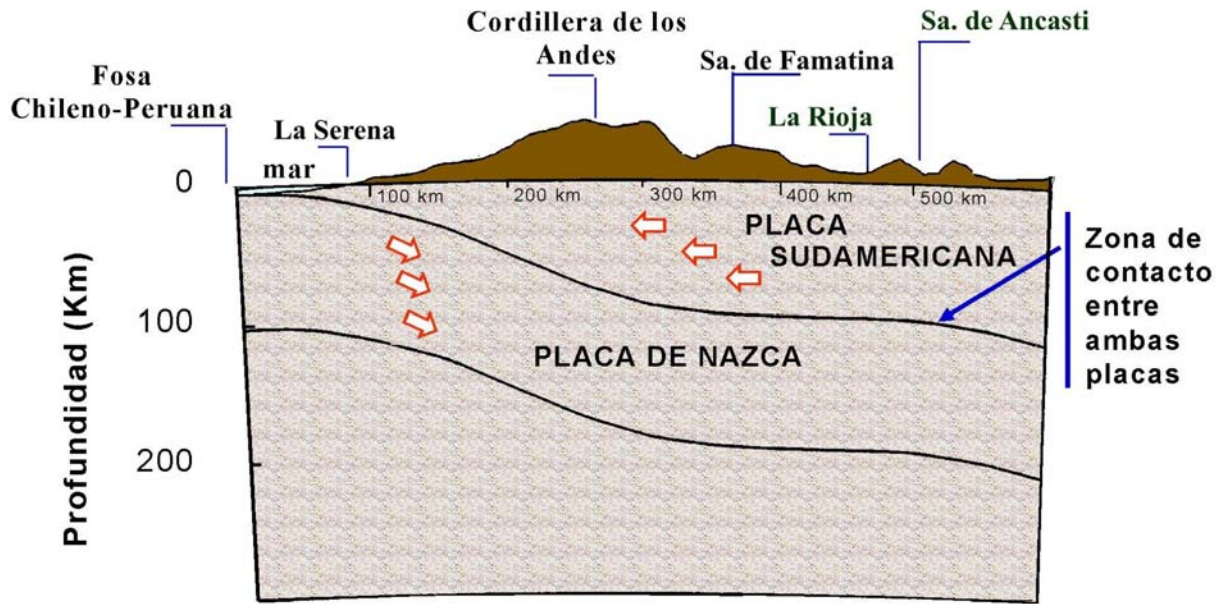


figura 2. Perfil oeste-este de la región de estudio.

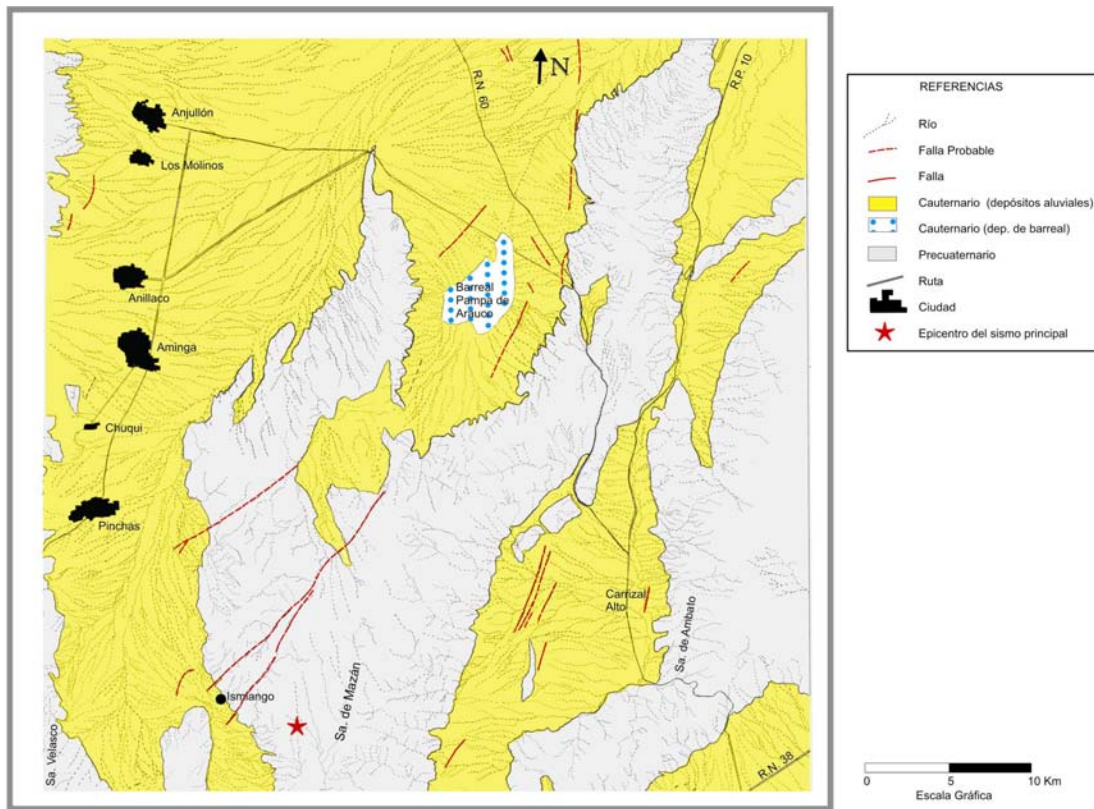


figura 3. Mapa fotogeológico de la región epicentral.

### Parámetros del Terremoto. Mecanismo Focal.

Este evento fue registrado en todas las estaciones sismológicas del Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES) y en muchas estaciones de otras redes internacionales. Los parámetros focales de este sismo son los siguientes:

Hora Origen : 04 hr 04 min 22.65 seg  
 Latitud Sur : 29.106°  
 Longitud Oeste : 66.839°  
 Profundidad : 10.9 km  
 Magnitud (Md) : 6.0  
 IMM (máxima) : VIII

El epicentro de este evento, figuras 1,3,5 y 6 se ubica en la zona de Pampa Grande, entre la Sierra de Velazco y la Sierra de Mazán, región conocida como "Zona de La Costa".

El mecanismo focal obtenido para este evento es el que se observa en la figura 4, cuyos parámetros son los siguientes:

	PHI	DIP	RAKE	TREND	PLUNGE
P1-	45	75.0	103.1	T- 332.6	58.0
P2-	183	19.8	49.7	P- 124.4	28.8

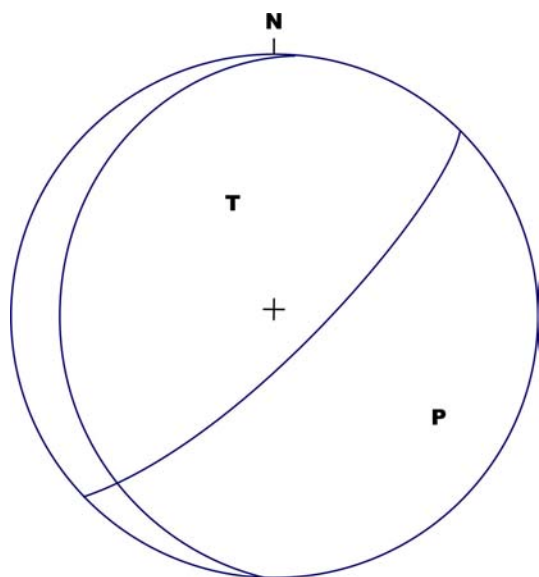


figura 4. Diagrama del mecanismo focal.

El mecanismo obtenido con los datos de las estaciones de INPRES es similar al determinado por Harvard CMT y corresponde al de una falla inversa con una pequeña componente de rumbo y cuyo plano de fallamiento es el indicado como P1, el cual coincide con la orientación del fracturamiento y los alineamientos representados en el mapa fotogeológico.

### Distribución de Réplicas e Isosistas del Terremoto de La Rioja, del 28 de mayo de 2002.

En una primera etapa, la localización de réplicas se realizó con las estaciones del centro oeste argentino, que son las estaciones más cercanas a la zona epicentral. Posteriormente se instaló una red sismológica móvil en la zona epicentral, la que operó durante diez días.

De los datos obtenidos por las redes antes mencionadas, se obtuvo un total de 171 réplicas, las que se muestran

en la figura 5. La distribución de las réplicas muestra dos concentraciones paralelas en dirección NE-SO, los cuales son coincidentes con la dirección de los alineamientos de fracturación, con la zona de mayores daños y con la distribución de isosistas que se muestra en la figura 6.

### Conclusiones y Recomendaciones

El terremoto de La Rioja del 28 de mayo de 2002 es el sismo destructivo más importante de los últimos 17 años en Argentina. Es importante resaltar que al tratarse de un evento, principalmente compresional, que se ubica en una zona de basamento cristalino precámbrico de carácter heterogéneo, es probable que no se haya producido ruptura superficial. Lo anterior indica que se deben hacer estudios más completos de neotectónica de esta zona, a fin de poder tener un conocimiento más acabado de las fuentes sismogénicas superficiales de las Sierras Pampeanas Noroccidentales. La orientación del fracturamiento y los alineamientos representados en el mapa fotogeológico coinciden con el plano de fallamiento obtenido a partir del mecanismo focal. Además también coinciden los patrones de esfuerzos regionales y locales existentes en el área epicentral con los ejes de presión y de tensión obtenidos en el mecanismo focal.

Por otra parte, es muy importante la profundidad del foco, ya que representa un típico evento intraplaca, de tamaño moderado, que se ubica en la parte más superficial de la corteza, características que están de acuerdo con el valor máximo de aceleración obtenido a más de 30 km del epicentro y con la intensidad máxima reportada.

### Referencias

- Araujo M., Castano J., 1997, Major Crustal Structures, Geometry of the Nazca Plate, Intraplate Stress and Main Earthquakes in Argentina. Abstracts "The 29<sup>th</sup> General Assembly of the International Association of Seismology and Physics of the Earths Interior", IASPEI 1997, Thessaloniki, Greece, 51 N° 2506.
- Assumpcao M. and Araujo M., 1993, Effect of the Altiplano-Puna Plateau, South America on the Regional Intraplate Stresses. *Tectonophysics*, 221:475-496.
- Baldis B., Viramonte J., Salfity J., 1975, Geotectónica de la comarca Cratón Central Argentino y el Borde Austral de la Puna. II Congreso Ibero-Americano de Geología Económica. Buenos Aires.
- Braccacini O., 1960, Lineamientos principales de la evolución estructural argentina. *Prototecnia*, X: VI. Buenos Aires.
- Caminos R., 1979, Sierras Pampeanas Noroccidentales de Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan. Segundo Simposio de Geología Regional Argentina. Vol. I. Córdoba.
- Castano J., Araujo M., Millán M., Navarro C. y Castano M., 1996, Epicentros de los terremotos destructivos ocurridos en la República Argentina. Instituto Nacional de Prevención Sísmica -INPRES-.
- Castano J., Araujo M., Puigdomenech C., Pontoriero H., Escudero O., 1996, Sísmicidad de la República Argentina. Instituto Nacional de Prevención Sísmica -INPRES-.



Instituto Nacional de Prevención Sísmica-INPRES-, 2002, El Terremoto de La Rioja, Argentina, del 28 de mayo de 2002, Informe General, pags. 49.

Salfity J., 1998, Las cuencas sedimentarias y las discordancias fanerozoicas en el norte argentino. VII Reunión Argentina de Sedimentología. Salta.

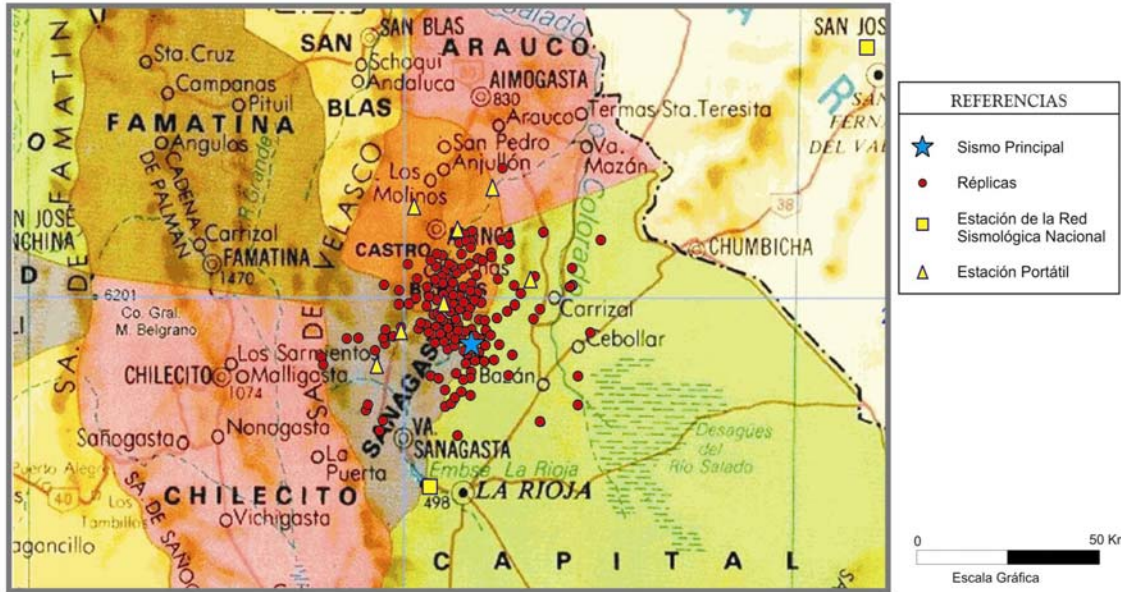


figura 5. Epicentro del sismo principal, réplicas y estaciones sísmológicas

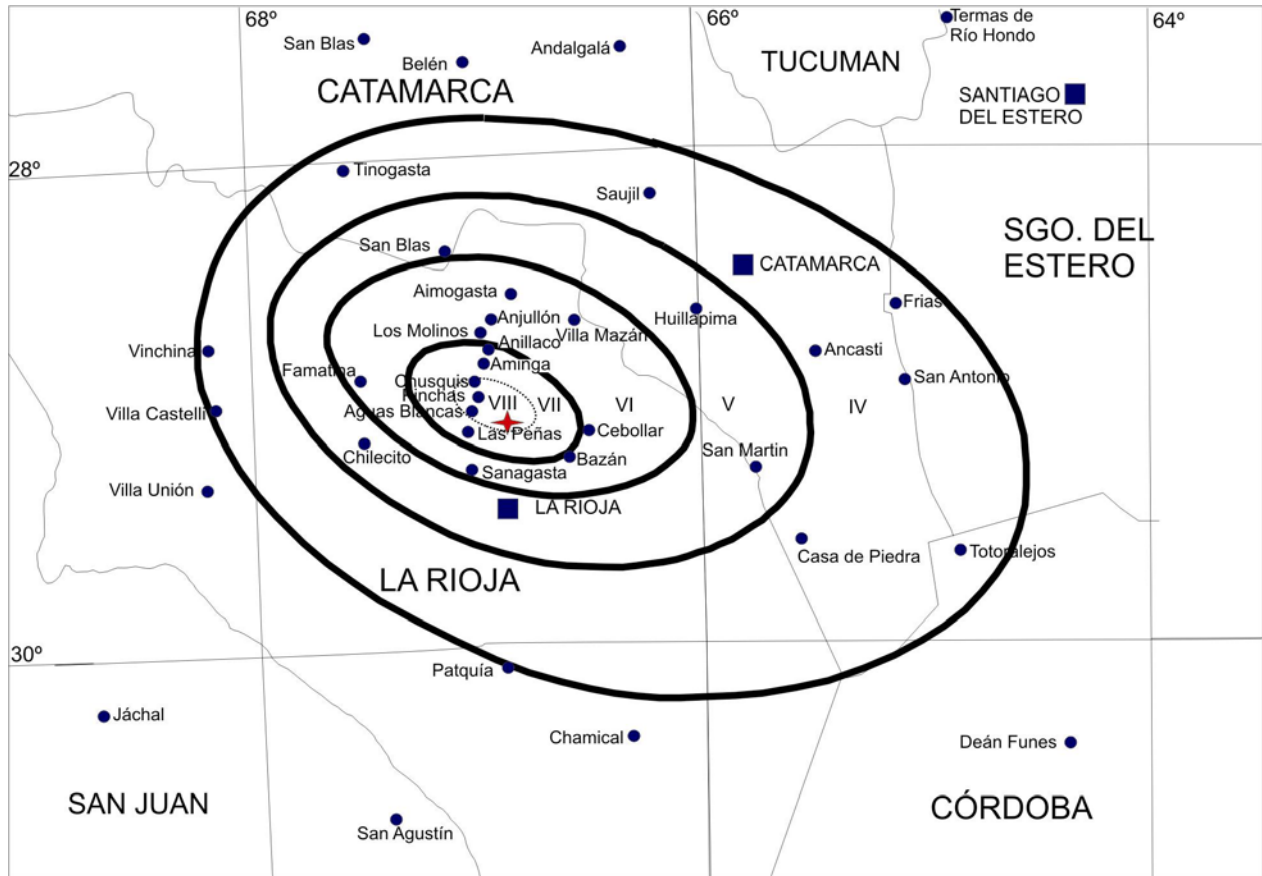


figura 6. Isosistas del terremoto de La Rioja del 28 de mayo de 2002.