

BOLETÍN DE LA RED SÍSMICA DEL NOROESTE DE MÉXICO (PERIODO JULIO A DICIEMBRE DE 2004)

GRUPO RESNOM¹

Departamento de Sismología
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Apdo. Postal No. 2732, Ensenada, B. C., México
<http://sismologia.cicese.mx/resnom>
E- mail: resnom@cicese.mx

INTRODUCCIÓN

El objetivo de la Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM) es el de registrar la actividad sísmica de la región norte de Baja California y la porción occidental del estado de Sonora, México, entre los 30° y 33° de latitud norte y 114° y 117° de longitud oeste, aproximadamente (Fig. 1). La información digital de los temblores que esta red registra es esencial para estudios sismotectónicos de la región, que incluye un segmento importante de la frontera entre las placas Norteamérica y Pacífico.

La red consiste de 12 estaciones de período corto, 3 estaciones de banda ancha y una estación de período largo. Cada estación está constituida por tres sismómetros que registran dos componentes mutuamente ortogonales de movimiento horizontal y una componente de movimiento vertical. Una descripción de las características de la instrumentación usada en las estaciones se puede ver en Grupo RESNOM (2002). Las señales digitales generadas en los sitios de ubicación de las estaciones se envían al centro de procesado en Ensenada, Baja California por medio de enlaces de radio (para estaciones de período corto) o mediante un sistema de transmisión combinado de radio enlaces e internet (para estaciones de banda ancha). La descripción de los sistemas de adquisición de las señales de período corto y de período largo se encuentra en Arregui (2004). La descripción del sistema de adquisición de las señales de banda ancha, puede consultarse en Grupo Resnom (2003).

Como resultado del funcionamiento de RESNOM se ha generado un importante banco de datos formado por sismogramas, tiempos de arribo, localizaciones hipocentrales y magnitudes de los sismos del norte de Baja California, principalmente. En este boletín se presenta una descripción breve del procesamiento de los datos sísmicos y una exposición sucinta de la sismicidad registrada por RESNOM durante el periodo de julio a diciembre de 2004.

PROCESAMIENTO Y ANALISIS PRELIMINAR DE DATOS

Procesamiento. Para un sismo dado, tanto las señales de período corto como las de banda ancha y, en algunos casos, las señales provenientes de la estación de período largo se cambian al formato SEISAN. Una vez que se tienen todas las señales en este formato, se agrupan y se genera un solo archivo con toda la información del sismo. Este archivo se registra a continuación en la base de datos de RESNOM (siguiendo la estructura de SEISAN) y se efectúa el procesamiento estándar de la información del sismo registrado. Dicho procesamiento consiste en

leer los tiempos de arribo, localizar el hipocentro y calcular la magnitud correspondiente.

Localización de hipocentros. A partir de enero de 2003, para la localización de los sismos se utiliza el programa HYPOCENTER de Lienert y Havskov (1995), el cual forma parte del paquete SEISAN. Los modelos de velocidades de la corteza usados en el proceso de localización son los propuestos por Nava y Brune (1982) para las Sierras Peninsulares de Baja California (SPBC) y Munguía (1995) para el Valle de Mexicali (VM). Este último modelo está basado en la estructura de velocidades propuesta por

¹PERSONAL DEL GRUPO RESNOM

Investigadores responsables: *Antonio Vidal Villegas y Luis Munguía Orozco*

Técnicos en electrónica: *Luis Orozco León y Oscar Gálvez Valdéz*

Técnicos lectors: *Francisco Farfán Sánchez e Ignacio Méndez Figueroa*

Programador: *Sergio Arregui Ojeda*

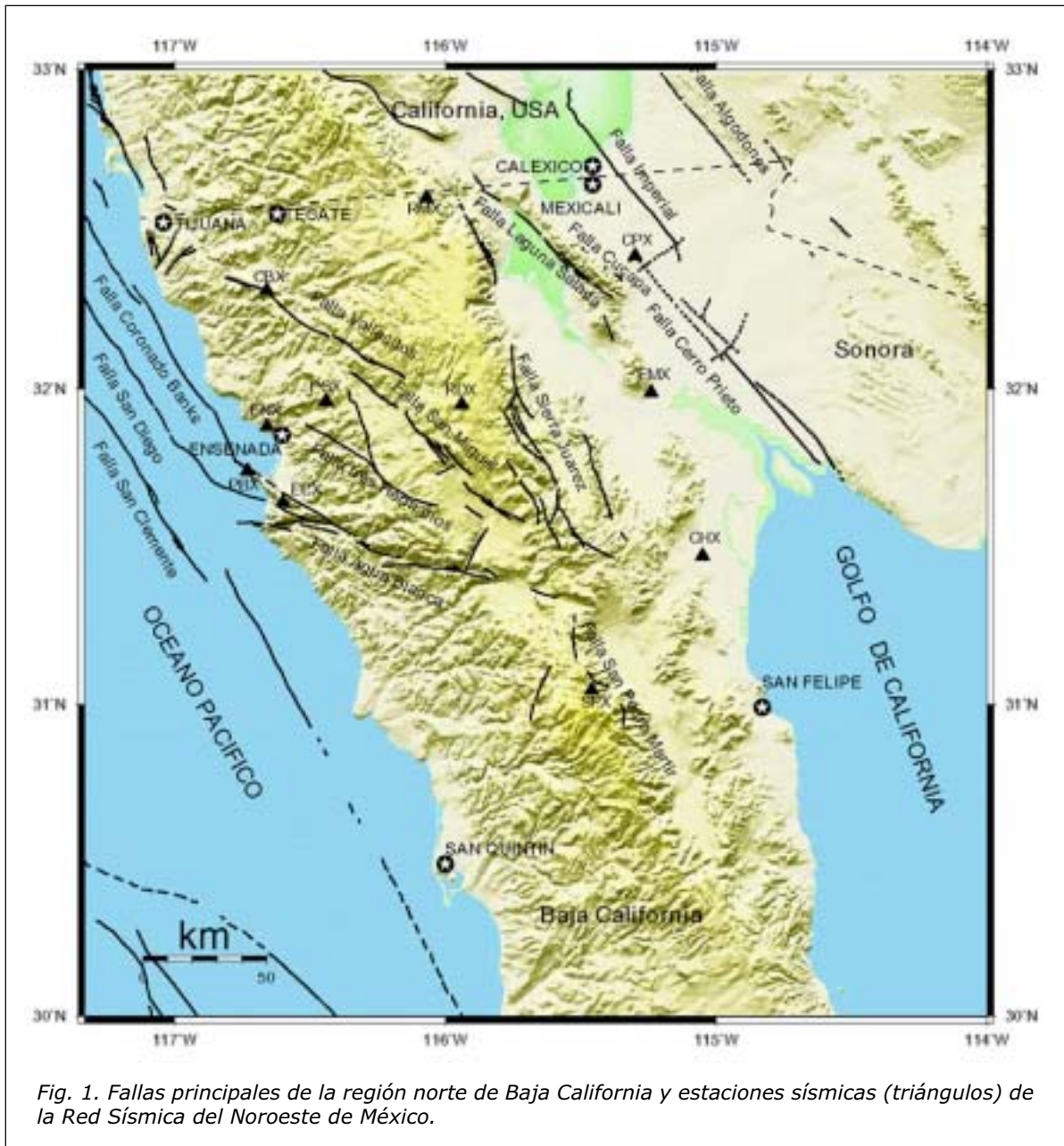


Fig. 1. Fallas principales de la región norte de Baja California y estaciones sísmicas (triángulos) de la Red Sísmica del Noroeste de México.

McMechan y Mooney (1980) para el Valle Imperial. Para sismos que ocurren en la vecindad de la frontera con el estado de California, Estados Unidos, la información de RESNOM se complementa frecuentemente con tiempos de arribo proporcionados por la Red Sísmica del Sur de California, el Servicio Geológico de Estados Unidos y por el Centro de Datos Sísmicos del Sur de California (SCEDC, por sus siglas en inglés).

Cálculo de magnitudes. A partir de enero de 2003 se reportan conjuntamente para cada evento dos tipos de magnitud: la magnitud local y la magnitud de duración. La magnitud local se calcula a partir de las amplitudes máximas medidas en sismogramas Wood-Anderson equivalentes. Estas amplitudes se utilizan en combinación con alguna de las dos relaciones empíricas propuestas por Vidal y Munguía (1999) para el cálculo de la magnitud

local: una aplicable a sismos de las SPBC y otra a sismos del VM. La magnitud de duración se calcula con base en la duración medida en los registros de periodo corto y la relación propuesta por González y García (1986).

Difusión de la información de RESNOM. Como resultado del procesamiento de los datos, se generan Boletines de Información Sísmica, los cuales contienen tiempos de arribo, localizaciones hipocentrales y valores de magnitud de los sismos registrados. Tanto los boletines como la información de la red en general pueden consultarse en la página electrónica de RESNOM: (<http://sismologia.cicese.mx/resnom>). Como parte de la divulgación, a partir del año 2003, los boletines se envían también al Centro Internacional de Sismología (con sede en Inglaterra).

BOLETÍN DE LA RED SÍSMICA DEL NOROESTE DE MÉXICO

Tabla 1. Localizaciones hipocentrales de los sismos ($M \geq 3$) registrados por RESNOM durante el segundo

J U L I O							
Fecha	Origen	Latitud	Longitud	Prof. (km)	RMS	ERH	Mag.
2004 07 01	16 24 25.0	32 19.74	-115 09.78	4.0*	0.3	1.4	3.4
2004 07 06	00 29 19.1	32 11.76	-115 19.20	4.0*	0.3	1.0	3.5
2004 07 08	09 38 31.0	32 12.60	-115 20.04	6.0*	0.2	1.2	3.0
2004 07 09	04 43 46.6	32 32.64	-115 44.70	4.8	0.3	1.6	3.7
2004 07 09	05 02 50.0	32 32.88	-115 45.00	4.4	0.3	1.5	3.5
2004 07 09	06 30 06.2	32 33.36	-115 45.78	4.0*	0.2	0.8	3.1
2004 07 09	12 11 28.3	32 33.72	-115 45.54	5.2	0.3	1.1	3.1
2004 07 11	23 48 05.3	29 52.74	-115 51.84	6.0*	0.6	5.6	3.6
2004 07 14	00 53 52.3	33 43.56	-116 03.36	13.0*	0.5	6.7	4.0
2004 07 15	12 20 54.0	33 21.72	-116 20.46	11.2	0.2	1.4	3.1
2004 07 20	05 09 38.1	32 16.62	-115 07.44	4.0*	0.3	1.4	4.1
2004 07 20	22 59 42.8	32 17.40	-115 08.16	4.0	0.3	1.4	3.4
2004 07 22	15 01 13.3	32 23.82	-115 14.34	4.0*	0.3	1.8	3.7
2004 07 22	15 07 29.5	32 20.64	-115 16.44	6.0*	0.2	1.6	3.2
2004 07 27	11 01 12.3	32 35.10	-116 10.08	2.0*	0.2	0.8	3.5
A G O S T O							
Fecha	Origen	Latitud	Longitud	Prof. (km)	RMS	ERH	Mag.
2004 08 01	18 03 40.1	32 42.78	-116 02.70	3.5	0.2	1.2	3.3
2004 08 02	16 28 45.4	32 02.88	-117 28.80	8.4	0.1	1.4	3.4
2004 08 06	03 22 26.1	30 44.46	-114 29.70	4.0*	0.3	2.0	3.5
2004 08 07	10 41 26.1	26 35.28	-111 51.42	10.0*	0.8	0.0	3.7
2004 08 12	14 44 30.0	30 32.76	-114 27.00	4.0*	0.3	2.1	3.8
2004 08 12	14 52 53.2	30 32.64	-114 29.34	2.0*	0.3	1.9	3.5
2004 08 19	01 40 20.1	30 23.70	-114 34.56	4.0*	0.3	1.8	3.6
2004 08 20	04 30 12.5	30 14.82	-114 07.38	13.7	0.2	5.0	3.2
2004 08 20	05 46 40.1	30 13.56	-114 08.46	5.1	0.2	1.6	4.3
2004 08 20	06 10 00.0	30 12.06	-114 08.46	12.0	0.3	0.0	3.1
2004 08 20	06 24 23.5	30 08.94	-114 06.24	8.3	0.2	2.7	3.5
2004 08 20	06 33 02.3	30 10.86	-114 04.44	3.4	0.2	1.4	4.7
2004 08 20	06 36 32.8	30 12.18	-114 08.64	2.8	0.3	1.8	4.0
2004 08 20	06 52 35.3	30 17.70	-114 20.16	6.0*	0.2	1.9	3.3
2004 08 20	07 05 12.2	30 20.52	-114 16.56	10.9	0.1	2.3	3.0
2004 08 20	08 06 13.9	28 30.84	-113 11.94	5.0*	0.3	1.3	4.7
2004 08 20	08 45 22.4	30 15.30	-114 10.92	6.0*	0.3	3.2	3.5
2004 08 20	09 04 40.7	30 10.26	-114 07.02	6.0*	0.2	1.5	3.7
2004 08 20	09 43 54.7	30 09.66	-114 08.34	5.0*	0.3	2.1	3.9
2004 08 20	10 04 25.1	30 12.24	-114 16.98	8.3	0.2	2.2	3.1
2004 08 21	09 11 19.9	30 14.94	-114 06.96	5.1	0.2	2.4	3.9
2004 08 22	01 25 10.5	32 22.86	-115 15.60	5.0*	0.3	1.6	4.5
2004 08 22	14 24 15.6	30 36.72	-113 56.58	3.5	0.1	1.9	3.3
2004 08 25	21 09 07.0	30 19.74	-113 58.98	8.0*	0.2	4.7	4.1
2004 08 26	00 16 14.6	30 38.76	-113 54.06	6.0*	0.2	4.2	3.9
2004 08 26	00 46 39.7	30 30.42	-114 16.50	8.0*	0.3	3.8	3.1
2004 08 26	02 17 03.1	32 03.24	-115 48.72	3.4	0.2	1.5	3.3
2004 08 26	02 58 43.1	32 20.88	-115 18.36	3.0*	0.2	1.6	3.7
2004 08 26	03 04 00.8	30 28.98	-114 03.06	8.0*	0.2	4.7	3.2
2004 08 30	05 35 16.7	29 47.82	-116 29.82	12.0	0.2	2.8	5.2
2004 08 30	10 53 26.8	32 17.28	-116 38.46	14.7	0.2	0.9	3.1

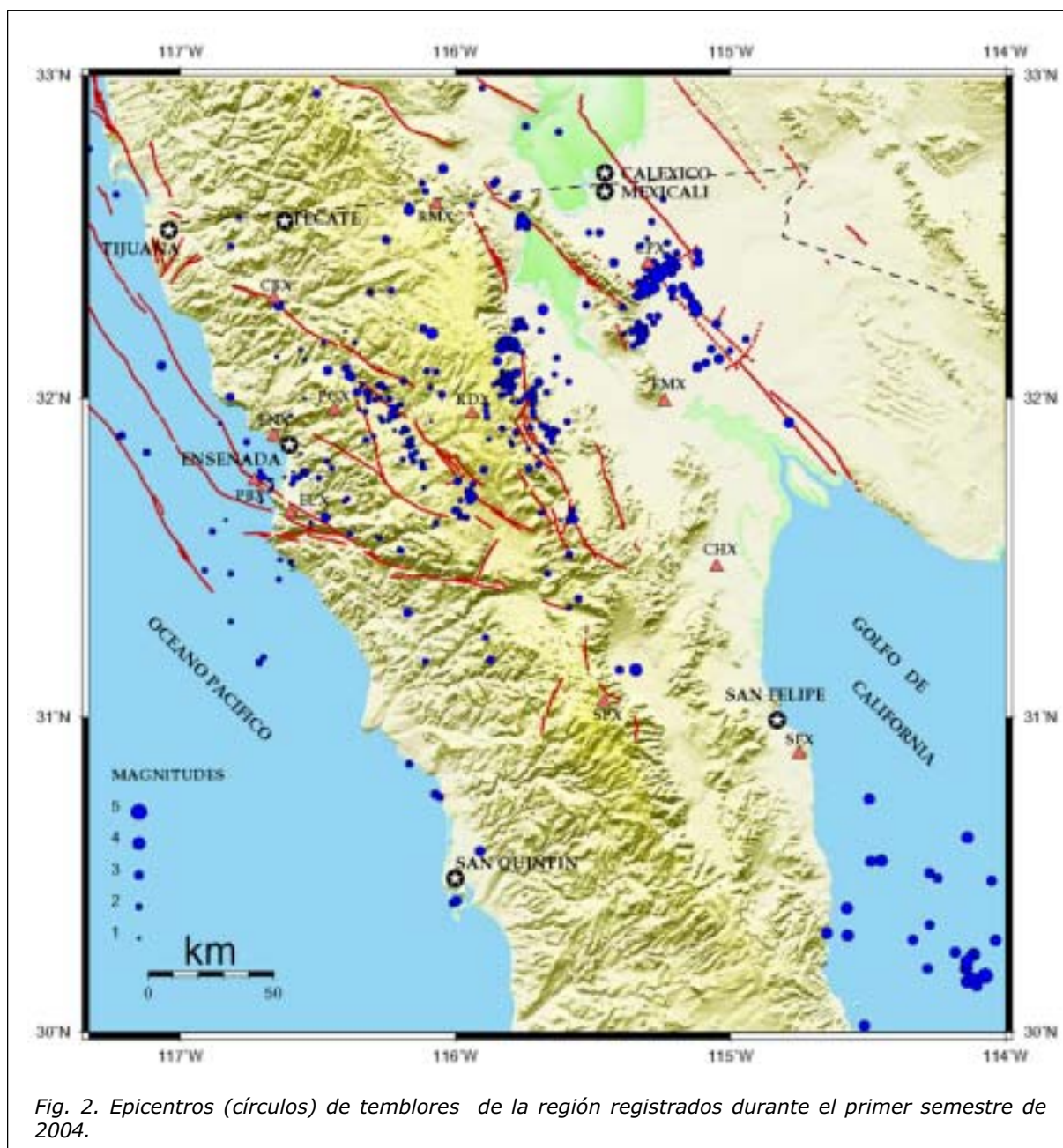
S E P T I E M B R E							
Fecha	Origen	Latitud	Longitud	Prof. (km)	RMS	ERH	Mag.
2004 09 01	15 10 29.3	30 37.14	-114 08.28	4.0*	0.2	4.5	3.6
2004 09 03	22 12 12.6	29 52.80	-116 34.02	7.0*	0.2	2.9	3.4
2004 09 04	19 09 39.3	32 23.58	-115 12.78	4.0*	0.2	1.3	3.1
2004 09 04	21 05 43.8	30 17.58	-114 02.10	6.4	0.1	5.1	3.4
2004 09 07	08 29 26.6	30 34.56	-115 54.54	6.0*	0.2	2.5	3.2
2004 09 09	02 12 12.9	32 16.56	-115 40.86	5.0*	0.3	1.2	3.4
2004 09 09	12 04 32.7	32 09.90	-115 46.80	5.2	0.3	1.2	3.1
2004 09 11	22 58 16.3	32 19.38	-115 19.44	2.0*	0.3	1.5	3.3
2004 09 12	20 28 26.2	32 19.56	-115 19.62	3.0*	0.3	1.2	3.5
2004 09 12	21 03 27.9	32 19.62	-115 18.18	2.9	0.2	1.5	3.0
2004 09 15	10 18 19.0	29 34.02	-113 16.20	1.0*	0.2	6.1	4.6
2004 09 15	16 49 46.5	29 22.50	-114 21.36	2.0*	0.1	3.9	4.2
2004 09 18	21 32 23.3	32 05.82	-115 07.20	4.0*	0.2	1.2	3.2
2004 09 22	08 15 02.1	32 25.44	-115 06.90	4.0*	0.2	0.9	3.2
2004 09 24	06 28 43.8	31 53.52	-115 38.94	2.1	0.3	1.8	3.1
2004 09 24	14 43 09.1	28 32.56	-112 39.90	3.0*	0.1	1.8	5.4
2004 09 25	08 11 50.3	30 01.32	-114 30.78	2.0*	0.1	2.8	3.4
2004 09 27	22 32 42.7	31 55.44	-114 47.22	5.0*	0.2	1.4	3.3
2004 09 28	22 07 52.1	32 10.80	-115 48.96	4.0*	0.3	1.1	3.2
O C T U B R E							
2004 10 05	11 22 30.6	30 25.20	-115 59.76	6.0*	0.2	3.3	3.2
2004 10 17	15 55 55.8	32 07.32	-115 02.52	1.3	0.2	1.0	3.2
2004 10 18	13 04 15.9	30 19.02	-114 38.94	6.0*	0.1	3.0	3.4
2004 10 18	16 47 14.3	30 18.54	-114 34.44	6.0*	0.2	3.8	3.6
2004 10 19	02 12 09.6	33 30.00	-116 28.98	7.0*	0.4	1.2	3.4
2004 10 23	10 19 24.3	32 25.32	-115 25.44	3.7	0.3	1.5	3.0
2004 10 23	16 24 59.5	31 37.62	-116 28.26	8.6	0.1	1.1	3.0
2004 10 24	23 25 58.6	28 59.58	-113 51.78	10.0*	0.3	8.2	4.8
2004 10 29	08 14 18.1	29 16.38	-115 01.38	2.0*	0.1	4.5	3.6
N O V I E M B R E							
2004 11 09	03 34 37.5	31 08.94	-115 20.58	6.0*	0.2	1.1	3.9
2004 11 26	15 00 01.7	31 41.58	-115 56.52	6.0*	0.2	1.2	3.7
D I C I E M B R E							
2004 12 06	06 08 43.0	32 12.12	-116 05.04	5.4	0.2	0.9	3.6
2004 12 10	10 49 30.0	32 10.56	-115 48.60	1.4	0.3	1.1	3.5
2004 12 13	03 27 25.1	32 10.38	-115 49.74	2.0*	0.3	1.2	3.2
2004 12 13	11 22 19.6	30 45.36	-116 04.32	6.0*	0.3	3.5	3.0
2004 12 13	12 05 42.9	32 03.00	-115 41.82	6.0*	0.2	1.3	3.0
2004 12 20	16 51 38.3	32 11.22	-115 19.44	4.0*	0.3	1.3	3.0
2004 12 24	03 14 49.7	32 04.32	-116 23.10	6.0*	0.2	0.9	3.1
2004 12 28	14 37 41.5	32 09.18	-115 49.98	7.0*	0.3	1.6	3.1
2004 12 29	22 00 59.4	32 20.34	-115 12.66	5.0*	0.2	1.4	3.3

Abreviaturas y símbolos usados:

RMS = Error cuadrático medio de los residuales de tiempo.

ERH = Error estándar del epicentro, calculado a partir de los errores en latitud y longitud.

* Profundidad restringida por el lectorista.



SISMICIDAD DE JULIO A DICIEMBRE DE 2004

En este período se localizaron alrededor de 462 sismos en el norte de Baja California, con magnitudes comprendidas entre 0.8 y 5.4. En la región del Valle de Mexicali, la actividad sísmica se concentró principalmente entre los extremos sur de la falla Imperial y norte de la falla Cerro Prieto y entre el extremo norte de esta última y el sur de la falla Cucapá. Los sismos comprendidos en estas zonas presentan una orientación NE - SW (Fig. 2). En la porción central de la falla Cerro Prieto y al sur de la falla Laguna Salada, también se produjo actividad sísmica con eventos de magnitudes de hasta 3.2 y 3.5, respectivamente. Asimismo, en la Fig. 2 se aprecia que en las Sierras Peninsulares la sismicidad se concentró principalmente al norte y en la porción central de la falla

San Miguel, así como al centro de la falla Sierra Juárez. Finalmente, es de resaltar la actividad sísmica del Golfo de California, representada por 35 sismos con magnitudes de hasta 4.7, ocurridos el 20 de agosto de 2004 al SE de la ciudad de San Felipe, B. C. (ver Fig. 3).

Por lo que toca a sismos de magnitud igual o mayor que 3.0, en la Tabla 1 se presentan las localizaciones hipocentrales de 85 eventos. Treinta de ellos se localizaron en el Golfo de California ($3.0 \leq M \leq 5.4$), 4 en la Costa del Pacífico ($3.0 \leq M \leq 5.2$) y 20 en el área comprendida entre los extremos sur y norte de las fallas Cucapá y Cerro Prieto ($3.0 \leq M \leq 4.5$). De los sismos restantes, 27 de ellos ocurrieron en la región de las Sierras Peninsulares de Baja California ($3.1 \leq M \leq 4.8$) y 4 en el sur de California ($3.1 \leq M \leq 4.0$).

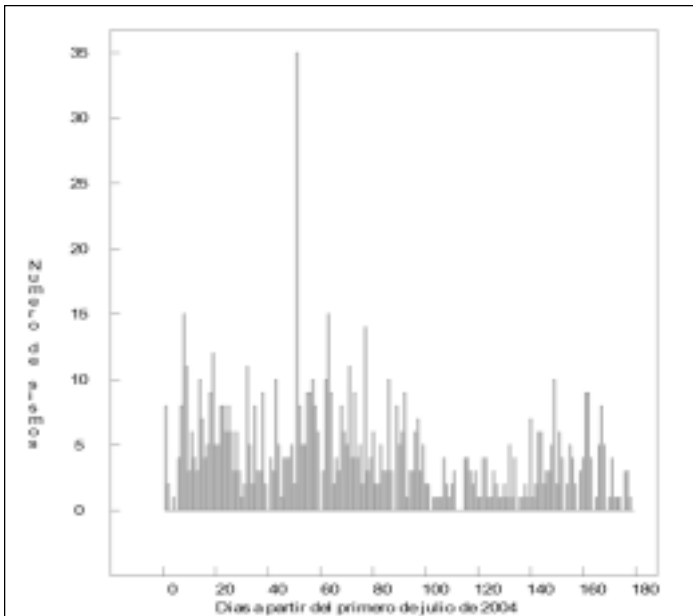


Fig. 3. Actividad sísmica diaria registrada por RESNOM durante el segundo semestre de 2004.

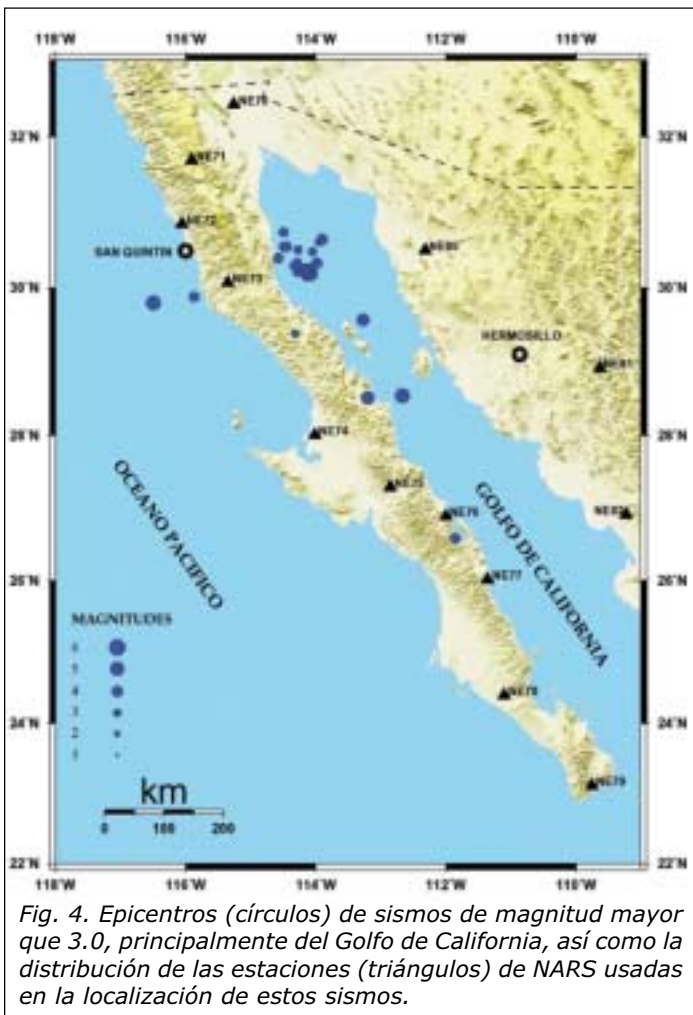


Fig. 4. Epicentros (círculos) de sismos de magnitud mayor que 3.0, principalmente del Golfo de California, así como la distribución de las estaciones (triángulos) de NARS usadas en la localización de estos sismos.

Para este semestre sobresalen dos sismos de magnitud mayor que 5. El primero ocurrió el 30 de agosto de 2004 a las 5:35 (M 5.2) en el Océano Pacífico, a 100

km al suroeste de San Quintín, Baja California. El segundo ocurrió el 24 de septiembre de 2004 a las 14:43 (M 5.4) en el Golfo de California, a 177 km al oeste-suroeste de la ciudad de Hermosillo, Sonora. Aunque este sismo fue sentido por la población de esta ciudad, no se reportaron daños. La localización de este último sismo, y otros ocurridos también en el Golfo de California durante los meses de julio a septiembre, fue posible gracias a la disponibilidad de sismogramas registrados por la Red de Sismógrafos de Registro Autónomo (NARS, por sus siglas en inglés). La combinación de los tiempos de arribo leídos en los sismogramas de NARS (obtenidos vía Internet del SCEDC) con los tiempos leídos en los sismogramas de RESNOM, permitió obtener una buena localización de los sismos del Golfo de California. Los epicentros de estos temblores se presentan en la Fig. 4.

AGRADECIMIENTOS

El financiamiento de RESNOM es posible gracias al apoyo proporcionado por el CICESE a través del proyecto no. 5152. Es de apreciar el apoyo secretarial de Enid A. Morán en las actividades diarias de la red.

REFERENCIAS

- Arregui, S., 2004. Adquisición y visualización de datos de la Red Sísmica del Noroeste de México. Tesis de licenciatura, UABC, Ensenada, Baja California, 93 pp.
- González, J. J. y García, R. A., 1986. Escala de magnitud-coda para estaciones sismográficas en el norte de Baja California, Resumen extenso en Memorias de la Reunión 1986 de la Unión Geofísica Mexicana, 399-406.
- Grupo RESNOM, 2002. Estado actual de RESNOM y sismicidad de la región noroeste de México en el periodo septiembre-diciembre de 2001. GEOS, Unión Geofísica Mexicana, 22-1, 43-48.
- Grupo RESNOM, 2003. Procesamiento de datos y sismicidad registrada por RESNOM durante el periodo enero a junio de 2003. GEOS, Unión Geofísica Mexicana, 23-1, 37-41.
- Lienert, B. R. y Havskov, J., 1995. A computer program for locating earthquakes both locally and globally. Seismological Research Letters, 66-5, 26-36.
- McMechan, G. A. and Mooney, W. D., 1980. Asymptotic ray theory and synthetic seismograms for laterally varying structures: theory and application to the Imperial, Valley, California. Bulletin of the Seismological Society of America, 70, 2021-2035.
- Munguía, L., 1995. Estudio de microsismicidad en la zona de Riito, Sonora, México. Informe técnico final CICESE-CFE, 33 pp.
- Nava, F. A. and Brune, J. N., 1982. An earthquake-explosion reversed refraction line in the Peninsular Ranges of southern California and Baja California Norte. Bulletin of the Seismological Society of America, 72, 4, 1195-1206.
- Vidal, A. and Munguía, L., 1999. The ML scale in northern Baja California, México. Bulletin of the Seismological Society of America, 89, 3, 750-763.

Recepción del manuscrito: 4 de Marzo, 2005
Aceptación del manuscrito: 7 de Marzo, 2005