

BOLETÍN DE LA RED SÍSMICA DEL NOROESTE DE MÉXICO (PERIODO JULIO A DICIEMBRE DE 2003)

GRUPO RESNOM

Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Apdo. Postal No. 2732, Ensenada, B. C., México
Correo Electrónico: 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 (Figura 1). La información digital de los temblores que esta red registra es esencial para estudios sismotectónicos de la región, por estar contenida en un segmento importante de la frontera entre las placas Norteamérica y Pacífico.

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 el presente trabajo se presenta, además de una descripción breve de los sistemas de adquisición y del procesamiento de datos, una exposición sucinta de la sismicidad registrada por RESNOM durante el periodo de julio a diciembre de 2003.

SISTEMAS DE ADQUISICIÓN

La red consiste de 12 estaciones de periodo corto, 3 estaciones de banda ancha y una estación de periodo 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 puede verse en Grupo RESNOM (2002). Las señales digitales generadas en los diferentes sitios de ubicación de las estaciones se envían por medio de enlaces de radio (para estaciones de periodo corto) o mediante un sistema de transmisión combinado de radio enlaces e internet (para estaciones de banda ancha) al centro de procesamiento en Ensenada, B. C. Una descripción breve de los sistemas de adquisición de los tres tipos de señales se presenta a continuación.

PERSONAL DEL GRUPO RESNOM

Investigadores Responsables: Antonio Vidal Villegas y Luis Munguía Orozco
Técnicos en electrónica: Luis Orozco León y Oscar Gálvez Valdez
Técnicos lecturistas: Ignacio Méndez Figueroa y Francisco Farfán Sánchez
Programador: Sergio Arregui Ojeda

PERIODO CORTO

En la computadora receptora de las señales de periodo corto, éstas se decodifican, se separan por componente y se les incluye la marca de tiempo. A continuación pasan por un algoritmo de detección basado en el cociente de promedios cortos y promedios largos (STA/LTA) de la señal entrante. Este algoritmo permite eliminar las señales correspondientes a disparos en falso (ruido) y guardar en disco duro las señales de los eventos sísmicos. Una descripción detallada del sistema de adquisición de datos de periodo corto se encuentra en Arregui (2004).

BANDA ANCHA

El sistema de adquisición de datos de banda ancha está configurado para enviar la información en dos modos: continuo y por evento. En el primer modo toda la información generada se envía y graba en la computadora anfitriona. En el segundo modo se envía sólo la información necesaria (fecha y hora) para la recuperación de un evento sísmico, el cual deberá estar contenido en el archivo de captura continua. La recuperación del evento sísmico se hace mediante el uso del algoritmo de detección STA/LTA de la señal grabada. La computadora anfitriona está conectada a la red Internet permitiendo la comunicación con el centro de procesamiento ubicado en el CICESE, en donde se realiza el procesamiento estándar de los datos.

PERIODO LARGO

Las señales de la estación de periodo largo se suministran a una computadora personal en la que se decodifican, visualizan y graban en archivos que contienen 12 horas de registro continuo. La señal sísmica de interés se extrae a continuación mediante el uso del algoritmo de detección STA/LTA y se convierte al formato SEISAN para su procesamiento posterior (Vidal *et al.*, 2003).

PROCESAMIENTO DE DATOS

Para un sismo dado, tanto las señales de periodo corto como las señales de banda ancha y, en algunos casos, las señales provenientes de la estación de periodo largo se cambian al formato SEISAN. Una vez que se tienen todas las señales en un solo formato, éstas 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) para efec-



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

tuar el procesamiento estándar del sismo registrado. Dicho procesamiento consiste en leer 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 McMechan y Mooney (1980) para el Valle Imperial. Para sismos que ocurren en la vecindad de la frontera con el estado de California se utilizan frecuentemente los tiempos de arribo proporcionados por la Red Sísmica del Sur de California (SCSN), U.S. Geological Survey (USGS) y por el Centro de Datos del Sur de California (SCEDC).

CÁLCULO DE MAGNITUDES

A partir de enero de 2003 se reportan 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 para las SPBC y otra para el 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 (1989).

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. A partir del año 2003 estos boletines se envían al International Seismological Centre y además pueden consultarse en la página electrónica de RESNOM (<http://sismologia.cicese.mx/resnom>).

SISMICIDAD DE JULIO A DICIEMBRE DE 2003

Durante este semestre se localizaron alrededor de 571 sismos en la región, con magnitudes comprendidas entre 0.8 y 5.0. Los epicentros de estos sismos definen varias áreas de actividad sísmica en la región (Figura 2). De la Figura 2 se aprecia que, en la región de las sierras peninsulares de Baja California, la sismicidad se concentra en la porción central de la falla Sierra Juárez y en los extremos norte y sur de la falla San Miguel. Es de resaltar la sismicidad observada entre esta última falla y la falla Tres Hermanas (alrededor de 47 eventos). Con respecto a la región del Valle de Mexicali, la sismicidad se concentra entre las fallas Imperial y Cerro Prieto y en el extremo sur de la falla Laguna Salada. En la Tabla I se presentan las localizaciones hipocentrales de 66 sismos de magnitud mayor que 3.0. De estos sismos, 9 tuvieron magnitudes comprendidas en el intervalo de 4.0 a 4.6. Sobresale por su magnitud (5.1) el sismo del 15 de agosto de 2003 localizado en el Golfo de California (el epicentro no se muestra en la Figura 2 debido a que está fuera del área de cobertura del mapa). La distancia del epicentro de este sismo a la ciudad de San Felipe B. C. es de 344 km al sureste de la misma. No se reportaron daños producidos por este temblor.

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 p.
- González, J.J. y R.A. García, 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, A. C., 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, A. C., 22-1, 43-48.
- Lienert, B.R. and J. Havskov, 1995. A computer program for locating earthquakes both locally and globally, *Seism. Res. Lett.*, 66, 5, 26-36.
- McMechan, G.A. and W.D. Mooney, 1980. Asymptotic ray theory and synthetic seismograms for laterally varying structures: theory and application to the Imperial, Valley, California. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 70, 2021-2035.
- Munguía, 1995. Estudio de microsismicidad en la zona de Riito, Sonora, México. Informe técnico final CICESE-CFE, 33 pp.
- Nava, F. A. and J.N. Brune, 1982. An earthquake-explosion reversed refraction line in the Peninsular Ranges of southern California and Baja California Norte. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 72, 4, 1195-1206.
- Vidal, A. and L. Munguía, 1999. The ML scale in northern Baja California, México. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 89, 3, 750-763.
- Vidal, A., L. Orozco, S. Arregui, J. Sánchez, O. Gálvez, I. Méndez and L. Inzunza, 2003. A note on upgrading long-period seismographs. *Geofísica Internacional*, 42, 1, 53-59.

Recepción del manuscrito: 14 de mayo, 2004

Aceptación del manuscrito: 1 de junio, 2004

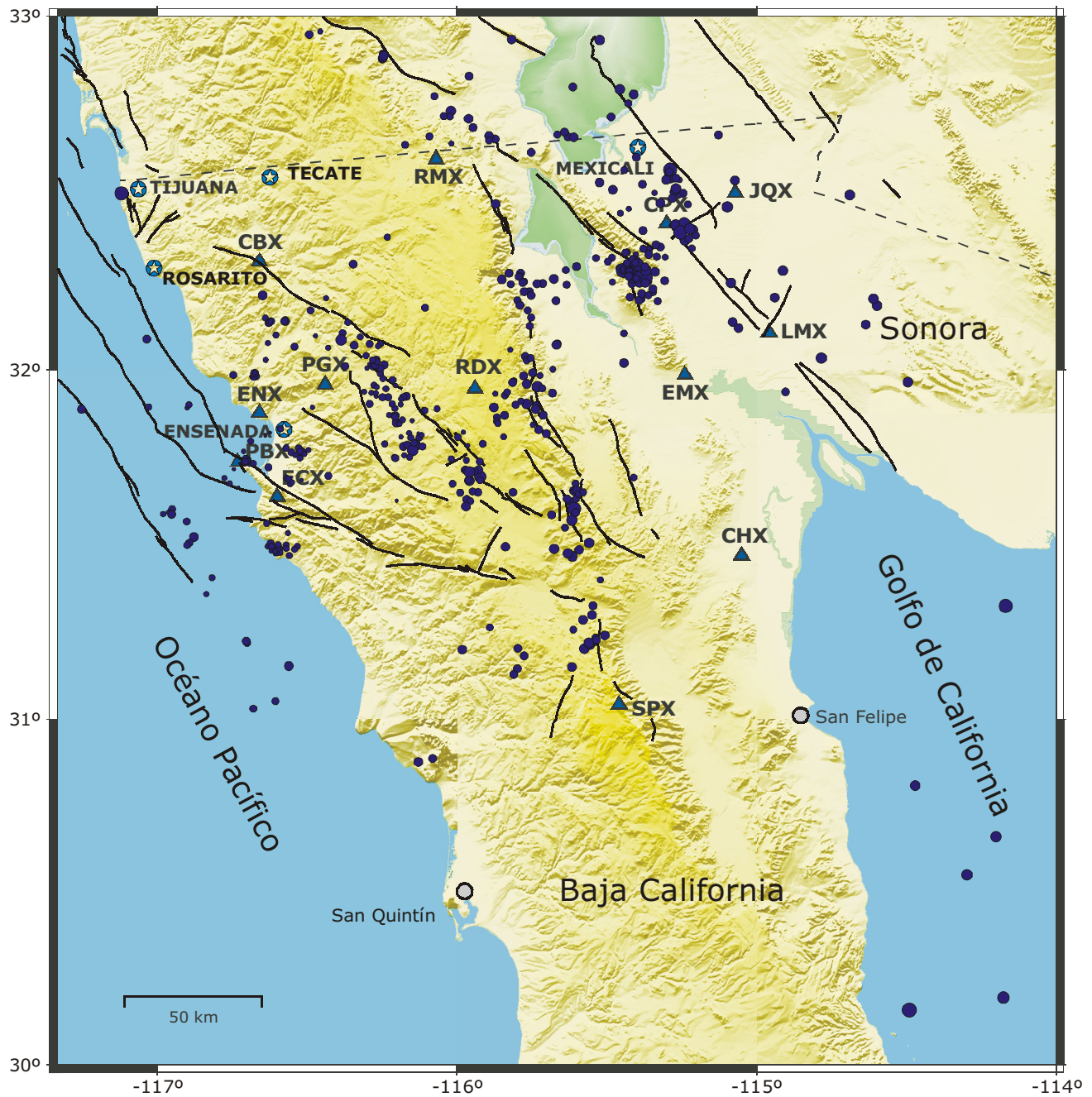


Figura 2. Epicentros de temblores (círculos) de la región registrados durante el segundo semestre de 2003.

Tabla 1. Localizaciones hipocentrales de los sismos ($M \geq 3$) registrados por RESNOM durante el segundo semestre de 2003.

Fecha	Origen	Lat.	Long.	Prof.	RMS	ERH	Mag.
JULIO							
20030703	10:17:15.7	31°41.70	115°55.38	5.3	0.2	1.5	3.8
20030710	02:26:05.3	33°13.98	116°23.88	6.0*	0.2	2.2	3.0
20030713	17:39:23.1	32°16.92	114°54.78	7.0*	0.3	3.3	3.0
20030715	06:15:50.7	34°37.30	116°40.03	7.6	0.2		4.2
20030715	21:08:29.2	31°54.18	115°46.02	6.0*	0.3	1.5	3.0
20030716	15:42:49.3	33°07.08	115°43.50	8.0*	0.2	0.0	3.0
20030716	15:55:57.6	32°27.72	115°05.88	7.0*	0.1	2.9	3.1
20030721	19:22:02.1	32°24.72	115°16.14	5.0*	0.2	1.3	3.1
20030724	21:15:33.2	31°12.12	115°34.50	5.0*	0.2	2.0	3.0
20030728	20:08:29.0	33°01.08	116°01.32	2.8	0.2	2.1	3.1
20030730	14:37:47.5	28°36.42	116°25.44	7.0*	0.1	12.1	3.6
AGOSTO							
20030801	19:06:49.8	33°18.72	115°44.34	6.0*	0.3	2.2	3.0
20030813	07:40:07.0	32°47.70	115°27.42	9.7	0.2	1.6	3.0
20030815	09:44:38.6	28°40.04	112°28.20	8.0*	0.2	14.4	5.1
20030819	20:07:58.0	32°44.04	116°01.20	7.9	0.2	1.8	3.2
20030820	17:18:02.5	31°34.26	115°36.96	5.2	0.1	1.0	3.3
20030825	13:31:27.4	31°46.14	116°08.88	8.0	0.3	1.7	3.3
20030827	06:02:19.0	33°43.44	119°20.52	4.0*	2.1	0.0	3.8
SEPTIEMBRE							
20030907	20:19:27.9	32°25.02	115°14.52	3.7	0.2	2.2	3.0
20030908	18:13:24.7	31°19.44	114°10.14	6.0*	0.1	2.8	3.8
20030909	23:07:14.2	28°59.46	115°26.76	10.0*	0.2	4.7	4.5
20030909	23:41:52.8	30°09.54	114°29.40	10.0*	0.1	7.9	4.2
20030910	11:26:31.7	29°20.52	114°18.72	7.0*	0.1	7.4	4.4
20030910	15:27:40.4	33°19.20	116°22.14	12.8	0.2	2.1	3.2
20030910	16:21:03.3	30°11.64	114°10.62	6.0*	0.1	11.4	3.4
20030911	17:03:41.0	32°34.02	115°17.34	6.0*	0.1	1.8	4.2
20030911	18:23:55.1	32°32.64	115°17.28	5.0*	0.2	1.2	3.0
20030914	02:32:31.1	33°36.72	115°46.50	7.0*	0	4.6	3.0
20030915	00:20:48.7	33°10.38	115°36.18	1.0*	0.2	1.5	3.1
20030916	04:41:24.0	31°57.12	115°43.92	1.0*	0.2	2.0	3.1
OCTUBRE							
20031004	00:43:23.2	32°16.56	115°25.26	6.0*	0.3	1.8	3.0
20031004	15:56:34.6	32°16.80	115°25.50	7.0*	0.3	1.9	3.0
20031004	19:26:23.7	33°11.22	116°10.32	4.0*	0.3	1.8	3.0
20031007	17:35:50.7	32°30.06	117°07.20	13.0	0.2	1.0	3.9
20031008	11:26:24.4	32°17.28	115°26.34	3.0*	0.3	2.8	4.6
20031009	07:33:55.5	33°24.60	116°23.40	8.0	0.3	1.7	3.3
20031009	09:28:59.6	32°17.76	115°24.78	5.0*	0.3	1.5	3.0
20031010	02:27:35.3	34°16.62	116°34.62	7.0*	0.2	3.1	3.5
20031018	15:42:42.2	32°16.98	115°25.86	5.0*	0.3	1.8	3.1
20031020	20:53:53.3	32°17.10	115°25.08	5.0*	0.2	1.3	3.5
20031022	00:04:04.6	32°23.40	115°15.30	4.0*	0.2	1.0	4.1
20031024	10:11:05.3	33°02.52	115°54.30	1.3	0.2	1.7	3.4
20031025	05:49:53.7	32°16.86	115°24.18	5.0*	0.2	1.2	3.8
20031030	16:14:28.6	31°36.24	115°36.54	8.0	0.3	1.6	4.0
NOVIEMBRE							
20031101	02:43:29.3	30°39.66	114°12.06	7.0*	0.2	7.9	3.3
20031104	06:22:15.6	32°16.98	115°22.32	5.0*	0.2	1.4	3.6
20031106	03:18:32.7	30°33.06	114°17.88	9.0*	0	5.6	3.3
20031106	17:49:00.3	32°14.82	115°05.16	5.0*	0.2	1.5	3.0
20031112	04:47:45.8	27°43.86	114°44.16	6.0*	0	0.0	4.0
20031113	05:17:57.3	33°21.00	116°25.14	12.4	0.2	1.6	3.2
20031115	12:54:11.3	32°29.76	114°41.34	6.0*	0.1	5.4	3.0
20031116	00:36:35.5	32°15.72	115°22.14	5.0*	0.2	1.7	3.9
20031118	03:44:42.6	32°01.98	114°47.04	6.1	0.3	2.5	3.2
20031118	19:35:45.0	32°10.98	114°35.88	13.0*	0.2	5.3	3.0
20031119	18:39:32.7	32°10.08	117°40.02	8.0*	0.2	1.0	3.0
20031122	05:35:45.5	29°25.86	114°07.32	9.0*	0.1	9.4	3.0
20031127	14:38:16.2	33°46.02	116°05.58	4.0*	0.3	0.0	3.6
20031127	21:46:25.8	32°24.00	115°13.38	3.6	0.2	0.0	3.1
DICIEMBRE							
20031205	19:01:14.0	33°26.04	116°23.10	8.0*	0.2	2.6	3.0
20031206	13:50:27.1	33°55.20	117°53.64	6.0*	0.1	5.2	3.5
20031211	17:33:58.3	32°15.84	115°24.84	5.0*	0.3	1.2	3.8
20031212	02:55:18.1	30°48.48	114°28.26	5.0*	0	6.3	3.0
20031217	22:06:39.8	31°42.54	115°57.54	5.0*	0.2	1.3	3.3
20031219	11:04:19.5	34°10.14	117°14.34	7.0*	0.2	3.8	3.1
20031225	05:47:52.9	32°05.04	116°23.16	5.2	0.2	0.9	3.2
20031229	00:49:11.2	33°56.88	117°50.40	10.0*	0.7	0.0	3.8

Abreviaturas usadas:

RMS = Error cuadrático medio de los residuales de tiempo.**ERH** = Error estándar del epicentro calculado a partir de los errores en latitud y longitud.

* Sismo localizado a profundidad fija.