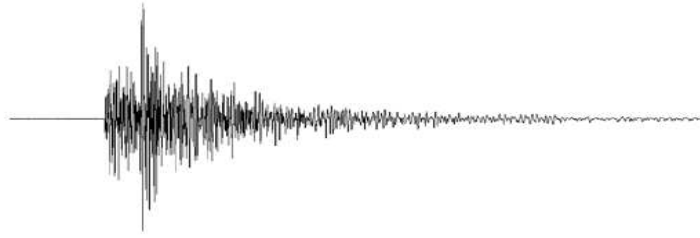

BOLETÍN DE INFORMACIÓN SÍSMICA



Enero 2008

GRUPO RESNOM

Departamento de Sismología

División de Ciencias de la Tierra

Centro de Investigación Científica y

de Educación Superior de Ensenada, B.C.


CICESE Ensenada B.C., México



BOLETÍN DE INFORMACIÓN SÍSMICA



División de Ciencias de la Tierra
Carretera Ensenada Tijuana No. 3918
Zona Playitas, C.P. 22860
Ensenada, Baja California
México

RED SÍSMICA DEL NOROESTE DE MÉXICO (R E S N O M)

Responsables del contenido y la edición:
DR. JOSÉ ANTONIO VIDAL VILLEGAS
DR. LUIS MUNGUÍA OROZCO
FRANCISCO J. FARFÁN SÁNCHEZ
IGNACIO MÉNDEZ FIGUEROA
SERGIO M. ARREGUI OJEDA

Fecha de edición: Febrero de 2008

PERSONAL DE RESNOM

INVESTIGADORES

DR. JOSÉ ANTONIO VIDAL VILLEGAS (RESPONSABLE)
DR. LUIS MUNGUÍA OROZCO

ANALISTAS

FRANCISCO JAVIER FARFÁN SÁNCHEZ
IGNACIO MÉNDEZ FIGUEROA

MANTENIMIENTO ELECTRÓNICO

LUIS RAÚL OROZCO LEÓN
JESÚS OSCAR GÁLVEZ VALDEZ

PROGRAMACIÓN

SERGIO MANUEL ARREGUI OJEDA
GULLERMO EDUARDO DÍAZ DE COSSIO BATANI

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1. OBJETIVO DEL BOLETÍN

El Boletín de Información Sísmica tiene como objetivo difundir los resultados obtenidos del procesado de las señales sísmicas registradas por la Red Sísmica del Noroeste de México. Estas señales corresponden a temblores ocurridos principalmente en la región noroeste de México: norte de Baja California y noroeste de Sonora.

El boletín consiste en un listado de tiempos de origen, localizaciones hipocentrales, valores de magnitud y algunos parámetros relativos a la localización de los sismos registrados (error cuadrático medio de los residuales de tiempo y número de lecturas utilizadas en la localización). Adicionalmente, se anexa un mapa que muestra la distribución epicentral de los sismos localizados.

A continuación se presenta una descripción breve acerca de:

- cómo está constituida la instrumentación de las estaciones,
- los sistemas de adquisición de datos y
- el procesamiento de rutina empleado para localizar y calcular la magnitud de los sismos registrados.

1.2. INSTRUMENTACIÓN DE LAS ESTACIONES

La Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM) es una red telemétrica mantenida en operación por el Departamento de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE. La red registra principalmente información digital de temblores locales y regionales del norte de Baja California y el oeste de Sonora. La red inició sus operaciones en junio de 1980.

RESNOM consiste en 9 estaciones de periodo corto (1-seg), 3 estaciones de banda ancha (0.01-50 Hz), y una estación de periodo largo (15-seg). Las señales sísmicas detectadas por los sismómetros de periodo corto, Teledyne S 500 ó Mark L4C, son digitalizadas en el sitio de registro a una razón de 40 muestras por segundo en cada canal. Las señales digitales se serializan, codifican en FSK (Frequency Shift Keying) y se transmiten en tiempo real (vía enlaces de radio VHF y UHF) al centro de procesado en Ensenada, Baja California. En algunos casos, la transmisión se hace mediante la combinación de enlaces de radio e Internet.

Las estaciones de banda ancha empezaron a operar a fines del año 2001. Estas estaciones están equipadas con grabadoras RefTek de 24 bits (DAS 72A) y sensores triaxiales Geotech (KS-2000). Las señales sísmicas se digitalizan a razón de 100 muestras por segundo y se envían al CICESE utilizando un sistema de transmisión combinado de radio enlaces e Internet.

La única estación de periodo largo que opera como parte de RESNOM está ubicada en el sótano del edificio de Ciencias de la Tierra, en el CICESE. Esta estación opera con sismómetros Teledyne Geotech (Modelos 7505 y 8700) conectados a un sistema de registro digital diseñado en el laboratorio de RESNOM. En este caso, las señales se digitalizan a 1 muestra por segundo en cada canal. (ver Vidal et al.[2003])

1.3. ADQUISICIÓN DE DATOS

Los sistemas de adquisición de datos de periodo corto y periodo largo de RESNOM fueron actualizados. Estos sistemas funcionan con base en el sistema operativo Linux. Al presente RESNOM tiene 3 centros de recepción secundarios los que son inspeccionados por un centro de recepción principal ubicado en la ciudad de Ensenada. Las señales de periodo corto (5 en el principal y 4 en los secundarios) se reciben a través de una tarjeta multipuerto y la señal de tiempo se recibe por medio del puerto serie de la computadora. Una vez que las señales se decodifican, se separan por componente y se les incluye la marca de tiempo, pasan a continuación por un algoritmo de detección que elimina las señales correspondientes a disparos en falso (ruido) y guarda en disco duro las señales de los eventos sísmicos. Las señales registradas en los centros de recepción secundarios se transmiten al centro de recepción vía Internet. Una descripción con detalle del sistema de adquisición de datos de periodo corto y periodo largo de RESNOM se encuentra en Arregui [2004].

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 de un algoritmo de detección basado en el cociente de promedios cortos entre promedios largos (STA/LTA) de la señal grabada.

La computadora anfitriona está conectada a la red Internet permitiendo su conexión hacia el centro de procesamiento ubicado en el CICESE, en donde se realiza el procesamiento estándar de los datos de todas las estaciones.

1.4. LOCALIZACIONES HIPOCENTRALES

Los datos registrados por RESNOM se procesan con SeisAn, un paquete de programas para el análisis de datos sísmicos [Haskov y Ottemöller, 1999]. Las determinaciones preliminares de los hipocentros se obtienen con el programa HYPOCENTER [Lienert y Haskov, 1995], el cual es parte de SeisAn. Una corteza compuesta de capas planas, paralelas y con velocidades constantes se utiliza en la localización de los hipocentros de eventos locales y regionales. Dos modelos de velocidad se usan en este proceso, uno para el Valle de Mexicali y el otro para el Macizo Rocosó Penínsular de Baja California. Una versión modificada del modelo de velocidades propuesto por McMechan y Mooney [1980] para el Valle Imperial se usa para localizar los eventos del Valle de Mexicali. Para temblores del Macizo Rocosó Penínsular, el modelo de velocidades utilizado es el de Nava y Brune [1982]. Estos modelos de velocidad se presentan en las Tablas 1 y 2.

1.5. CÁLCULO DE MAGNITUDES

Las magnitudes se calculan con base en la duración de la señal (magnitud coda) o en la amplitud del movimiento del suelo (magnitud local). La magnitud coda se obtiene con la fórmula propuesta por González y García [1986]:

$$M_c = -0,85 + 2,24 * \log_{10}(T) \quad (1)$$

donde T es la longitud de la coda (en seg.). Esta relación se usa con datos de las estaciones

Cuadro 1: Modelo de velocidad para el Valle de Mexicali

Velocidad de onda P (km/seg)	Profundidad a la capa (km)
1.700	0.000
2.000	0.100
2.300	0.730
2.600	1.750
3.000	2.940
5.000	5.620
6.000	10.000
7.800	20.000

Cuadro 2: Modelo de velocidad para el Macizo Rocos Península

Velocidad de onda P (km/seg)	Profundidad a la capa (km)
5.600	0.000
6.600	5.000
7.000	20.000
8.000	42.000

ENX, RDX, PBX, ECX y RMX, todas ellas localizadas en el Macizo Rocos Península. Cuando se dispone de amplitudes corregidas por la respuesta instrumental (amplitudes Wood-Anderson sintéticas, en nm), se calculan las magnitudes locales usando las fórmulas de Vidal y Munguía, [1999]:

$$M_L = \log(A) + 1,0134 * \log_{10}(r/100) + 0,0025 * (r - 100) + 3,0 \quad (2)$$

para temblores del ambiente sedimentario del Valle de Mexicali, y

$$M_L = \log(A) + 1,1319 * \log_{10}(r/100) + 0,0017 * (r - 100) + 3,0 \quad (3)$$

para eventos registrados en el Macizo Rocos Península. En estas relaciones empíricas, r es la distancia hipocentral (en km).

Para corregir por los efectos del sitio de registro, a las estimaciones de magnitud se les aplica una corrección de estación (Vidal y Munguía, 1999). Las correcciones de magnitud disponibles al presente se incluyen en la Tabla 3, la cual además contiene la información de las estaciones de RESNOM. Las abreviaturas usadas en esta tabla son: PC, periodo corto; PL, periodo largo y BA, banda ancha.

En el caso de eventos fuertes, las lecturas de tiempos de arribo de otras redes o fuentes de información se usan conjuntamente con los datos de RESNOM para determinar los parámetros epicentrales. Por lo tanto, es común la integración de datos de estaciones de la Red de acelerógrafos del Noroeste de México (RANM), una red de movimientos fuertes que opera el Departamento de Sismología en la región, o lecturas de tiempos de la Red del Sur de California, operada conjuntamente entre el Instituto Tecnológico de California y el Servicio Geológico de Estados Unidos.

Cuadro 3: Estaciones de RESNOM

Código de la estación	Latitud (Grad N)	Longitud (Grad W)	Elevación (m)	Tipo	Corr de Mag	Nombre de la estación
CBX	32.3131	116.6636	1250	BA	-0.17	CERRO BOLA
SPX	31.0451	115.4636	2835	BA	+0.22	SAN PEDRO MÁRTIR
RMX	32.6025	116.0786	1420	PC		RUMOROSA
CPX	32.4178	115.3040	180	PC	-0.42	CERRO PRIETO
CHX	31.4720	115.0513	40	PC	+0.15	EL CHINERO
EMX	31.9881	115.2416	10	PC	+0.26	EL MAYOR
RDX	31.9455	115.9431	1708	PC	+0.18	RANCHO DAWLING
SLX	32.4560	114.7048	43	PC		SAN LUIS RC
ECX	31.6570	116.5978	1040	PC	-0.09	ESTEBAN CANTÚ
PBX	31.7420	116.7255	400	PC	-0.04	PUNTA BANDA
CCX	31.8683	116.6633	30	PL		CICESE

Referencias

- [1] S., Arregui. *Adquisición y visualización de datos de la Red Sísmica del Noroeste de México*, Tesis de Licenciatura, UABC, Ensenada Baja California, 93 p., 2004.
- [2] J. J., González and A. R. García. *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, pp. 399-406. 1986.
- [3] J., Havskov and L. Ottemöller. *SeisAn: The earthquake Analysis Software, Version 7.0*, Institute of Solid Earth Physics, University of Bergen, Norway, pp. 226. 1999
- [4] B. R. E., Lienert and J. Havskov. *A computer program for locating earthquakes both locally and globally*, Seism. Res. Lett., 66, 19, 26-36. 1995
- [5] G. A., McMechan and W. D. Mooney. *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, 1980
- [6] F. A., Nava and J. Brune. *An Earthquake-Explosion reversed refraction line in the Peninsular Ranges of southern California and Baja California Norte*, Bull. Seism. Soc. Am., 72, 1195-1206. 1982
- [7] A., Vidal and L. Munguía. *The ML scale in northern Baja California, Mexico*, Bull. Seism. Soc. Am., 89, 3, 750-763. 1999
- [8] A., Vidal and L. Orozco and S. Arregui and J. Sánchez and O. Gálvez and I. Méndez and L. Inzunza. *A note on upgrading long period seismographs*, Geofísica Internacional, 42, 1, 53-59, 2003

Fecha	Origen	Latitud	Longitud	Prof	Mag	RMS	No	Comentario
2008 01 02	21 24 41.1	32 31.62	-116 07.32	08.0	2.3	0.30	008	a 46 km al Este de la ciudad de Tecate, B.C.
2008 01 02	07 45 54.7	32 39.54	-115 53.16	04.0	1.9	0.20	005	a 36 km al Oeste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 02	10 19 49.0	31 46.20	-116 03.48	05.0	1.2	0.20	003	a 49 km al Este de la ciudad de Ensenada, B.C.
2008 01 03	18 25 52.1	32 03.42	-116 09.60	06.0	1.5	0.10	003	a 49 km al Noreste de la ciudad de Ensenada, B.C.
2008 01 04	12 09 37.3	32 14.64	-115 16.68	03.0	2.9	0.10	004	a 47 km al Sur-Sureste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 08	18 05 08.2	32 05.58	-115 47.22	05.0	2.2	0.10	003	a 65 km al Sur-Suroeste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 08	23 50 54.3	32 17.64	-115 17.58	02.0	2.5	0.20	009	a 42 km al Sur-Sureste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 08	20 51 01.5	32 05.40	-115 46.56	05.0	2.0	0.10	003	a 65 km al Sur-Suroeste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 08	14 03 44.4	32 05.82	-115 46.08	06.0	2.4	0.10	003	a 64 km al Sur-Suroeste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 08	12 17 21.0	32 02.94	-116 10.38	08.0	1.4	0.10	003	a 47 km al Noreste de la ciudad de Ensenada, B.C.
2008 01 09	04 57 40.5	32 16.92	-116 19.02	06.0	1.7	0.10	003	a 41 km al Sureste de la ciudad de Tecate, B.C.
2008 01 09	04 49 35.0	32 06.54	-115 45.12	06.0	2.1	0.10	003	a 62 km al Sur-Suroeste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 09	05 27 04.7	32 06.30	-115 45.78	06.0	1.6	0.10	003	a 63 km al Sur-Suroeste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 10	20 51 47.0	32 07.68	-115 46.74	05.0	1.9	0.10	003	a 61 km al Sur-Suroeste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 10	05 42 25.8	32 09.66	-115 48.96	04.0	2.4	0.20	011	a 59 km al Sur-Suroeste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 10	04 46 41.1	31 56.22	-117 15.36	12.0	2.2	0.10	003	a 65 km al Oeste-Noroeste de la ciudad de Ensenada, B.C.
2008 01 10	01 08 29.5	32 06.00	-115 46.08	06.0	2.2	0.10	003	a 64 km al Sur-Suroeste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 11	14 46 42.1	31 57.12	-116 09.48	04.0	1.7	0.10	003	a 43 km al Este-Noreste de la ciudad de Ensenada, B.C.
2008 01 13	03 00 16.6	32 37.14	-115 45.00	04.0	2.2	0.20	008	a 23 km al Oeste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 16	22 07 16.8	32 07.56	-115 47.82	04.0	1.3	0.10	003	a 62 km al Sur-Suroeste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 16	01 05 58.3	31 04.38	-116 36.78	04.0	2.5	0.20	004	a 80 km al Sur de la ciudad de Ensenada, B.C.
2008 01 17	13 03 20.7	32 07.50	-115 47.34	05.0	2.1	0.20	004	a 62 km al Sur-Suroeste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 17	22 10 41.6	31 46.44	-116 06.36	04.0	1.8	0.10	004	a 44 km al Este de la ciudad de Ensenada, B.C.
2008 01 17	23 52 00.6	32 04.74	-115 53.64	05.0	2.1	0.10	003	a 71 km al Sur-Suroeste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 18	09 08 02.7	32 40.68	-115 23.88	10.0	2.6	0.30	011	a 10 km al Este-Noreste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 18	09 52 27.3	32 40.68	-115 23.46	12.0	2.9	0.30	012	a 11 km al Este-Noreste de la ciudad de Mexicali, B.C.

Fecha	Origen	Latitud	Longitud	Prof	Mag	RMS	No	Comentario
2008 01 19	05 38 03.9	32 33.78	-115 38.16	06.0	2.0	0.20	012	a 14 km al Oeste-Suroeste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 21	04 34 55.8	30 43.62	-116 03.90	08.0	2.6	0.20	004	a 27 km al Nor-Noroeste de la ciudad de San Quintin,
2008 01 21	07 14 33.1	32 48.48	-115 42.12	16.5	2.3	0.20	014	a 27 km al Noroeste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 22	20 54 50.6	31 28.74	-116 37.86	02.0	1.0	0.20	003	a 35 km al Sur de la ciudad de Ensenada, B.C.
2008 01 22	21 00 57.5	31 31.62	-116 29.22	10.0	1.1	0.10	003	a 31 km al Sur-Sureste de la ciudad de Ensenada, B.C.
2008 01 22	15 44 16.6	32 00.60	-115 44.52	06.0	2.0	0.10	004	a 72 km al Sur-Suroeste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 22	12 27 09.6	32 01.50	-115 44.88	09.4	1.8	0.10	004	a 71 km al Sur-Suroeste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 23	00 30 31.2	31 59.46	-115 49.56	03.0	2.0	0.20	006	a 74 km al Este-Noreste de la ciudad de Ensenada, B.C.
2008 01 23	04 57 32.5	32 17.10	-115 19.26	05.0	2.3	0.30	006	a 41 km al Sur-Sureste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 23	05 16 45.5	32 00.06	-115 46.92	01.5	2.1	0.10	007	a 74 km al Sur-Suroeste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 24	01 01 38.2	32 41.04	-115 56.34	05.8	3.5	0.30	019	a 41 km al Oeste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 24	01 44 46.5	31 46.68	-116 15.36	05.0	2.4	0.20	006	a 30 km al Este de la ciudad de Ensenada, B.C.
2008 01 25	01 57 37.1	31 39.42	-115 53.22	05.0	1.8	0.20	005	a 67 km al Este-Sureste de la ciudad de Ensenada, B.C.
2008 01 25	01 41 17.3	31 39.42	-115 52.80	05.0	2.6	0.20	005	a 67 km al Este-Sureste de la ciudad de Ensenada, B.C.
2008 01 25	15 16 49.6	32 49.62	-116 08.70	04.0	2.4	0.30	020	a 54 km al Noreste de la ciudad de Tecate, B.C.
2008 01 26	02 38 19.4	31 40.86	-115 55.44	05.7	2.4	0.10	005	a 63 km al Este-Sureste de la ciudad de Ensenada, B.C.
2008 01 26	09 37 20.2	32 21.96	-115 18.54	07.0	2.6	0.30	010	a 34 km al Sur-Sureste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 26	04 31 52.9	31 41.70	-115 52.56	05.5	2.5	0.10	005	a 67 km al Este de la ciudad de Ensenada, B.C.
2008 01 26	16 54 55.2	31 47.82	-116 17.76	08.0	2.8	0.10	005	a 26 km al Este de la ciudad de Ensenada, B.C.
2008 01 26	11 16 40.5	32 20.40	-115 12.18	06.0	2.6	0.00	006	a 42 km al Sureste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 27	00 58 37.7	32 34.98	-115 49.50	04.0	1.5	0.30	009	a 30 km al Oeste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 29	14 46 06.3	31 20.34	-114 26.94	09.0	3.9	0.30	008	a 53 km al Noreste de la ciudad de San Felipe,
2008 01 29	08 59 24.0	31 31.80	-115 30.36	06.0	2.7	0.20	007	a 87 km al Noroeste de la ciudad de San Felipe,
2008 01 30	16 13 17.3	32 43.86	-115 57.00	02.0	2.4	0.10	014	a 43 km al Oeste-Noroeste de la ciudad de Mexicali, B.C.
2008 01 30	03 12 38.1	31 20.70	-114 26.52	06.0	3.4	0.40	008	a 54 km al Noreste de la ciudad de San Felipe,
2008 01 30	22 50 25.4	32 14.82	-116 23.64	06.0	2.2	0.10	005	a 39 km al Sur-Sureste de la ciudad de Tecate, B.C.

Fecha	Origen	Latitud	Longitud	Prof	Mag	RMS	No	Comentario
-------	--------	---------	----------	------	-----	-----	----	------------

Enero 2008

