

BOLETÍN DE INFORMACIÓN SÍSMICA

Febrero 2014

GRUPO RESNOM

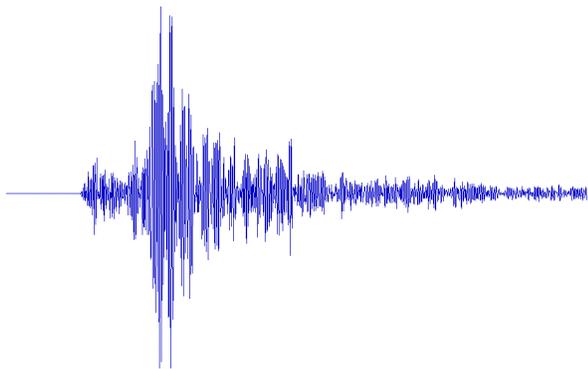
Departamento de Sismología

División de Ciencias de la Tierra

*Centro de Investigación Científica y
de Educación Superior de
Ensenada, BC.*

ÉPOCA II

Ensenada Baja - California, México



Responsables del contenido y edición

Dr. Víctor M Wong Ortega

MTIC Julia del C Sánchez R.

Téc. Ignacio Méndez Figueroa

Téc. Francisco Javier Farfán S.

LCC. Sergio M. Arregui O.

M.C. Alejandra Núñez Leal

PERSONAL DE RESNOM

Investigador

Dr. Víctor M. Wong Ortega

Grupo Técnico

Arregui Ojeda Sergio Manuel
Díaz de Cossio Batani Guillermo
Gálvez Valdez Jesús Óscar
Farfán Sánchez Francisco Javier
López Lara Alejandro
Méndez Figueroa Ignacio
Núñez Leal María Alejandra
Orozco León Luis Raúl
Sánchez Rodríguez Julia del
Carmen

1 INFORMACIÓN GENERAL

La Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM) es una red telemétrica operada desde 1980 por el Departamento de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE (Figura 1). La cual registra información digital de temblores locales y regionales del norte de Baja California y el oeste de Sonora (noroeste).

1.1 OBJETIVO DEL BOLETÍN

El Boletín de Información Sísmica tiene como objetivo difundir los resultados del procesado de las señales sísmicas registradas por RESNOM. Estas señales corresponden a temblores ocurridos en la región noroeste de México y el norte del Golfo de California.

El boletín consiste en un listado de tiempos de origen, localizaciones hipocentrales, 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 mapa que muestra la distribución epicentral de los sismos localizados.

A continuación se presenta una breve descripción acerca de:

- La instrumentación de las estaciones.
- Los sistemas de adquisición de datos.
- El procesamiento de la Información
- Cálculo de la magnitud.

1.2 INSTRUMENTACIÓN DE LAS ESTACIONES

RESNOM consiste en 1 estación de Periodo Intermedio y 15 estaciones de Banda ancha (0.01-50 Hz), ver Tabla 1.

Las estaciones de Banda Ancha equipadas con grabadoras REFTEK modelo 130-1 de 6 componentes de 24 bits y sensores: a) de Velocidad marca GURALP modelo 3ESPC, b) de Aceleración marca Kinemetrics-Episensor modelo FBA ES-T y estaciones DAS 72A y sensores triaxiales Geotech (KS-2000). Las señales sísmicas se digitalizan a razón de 100 muestras por canal y se envían al CICESE utilizando el Internet comercial y en algunos casos satelital.

La estación de periodo intermedio (TLX) está equipada con digitalizador Reftek 130S y sensor de velocidad marca Guralp CMG-40T.



Figura 1 – Localizaciones de las Estaciones RESNOM febrero 2014.

	ID	DAS	N/S	m/s	Velocidad	S/N	Aceleración	S/N	Latitud	Longitud	Elev m	TIPO ENLACE	Comunicación	Identificación	Localización	Fecha Instalación	Fecha Retiro
--	----	-----	-----	-----	-----------	-----	-------------	-----	---------	----------	-----------	-------------	--------------	----------------	--------------	----------------------	-----------------

Estaciones de Banda Ancha																	
1.	CBX	72 A-07	8129	100	GURALP CMG-40T	T4672	--	--	32.3131	-116.6636	1250	Radio	Radio⇄CICESE	Cerro Bola	En Cerro Bola – BC	06-06-2001	
2.	CCX	REFTEK 130-1	B07E	100	GURALP	T36760	FBA ES-T	4509	31.8679	-116.6645	36	Red CICESE	Red Interna CICESE	CICESE	Sótano del edificio de Ciencias de la Tierra - CICESE	26-06-2011	
3.	CHX	DM24-3M		50	GURALP	T4034	--	--	31.4721	-115.0521	40	Radio-Internet	Radio⇄SPX⇄CICESE	Chinero	Cerro El Chinero BC	01-10-2012	
4.	CPX	REFTEK 72 A DM24-3M REFTEK 130-1	B08E	100	MARK L4C GURALP CMG40T GURALP 3ESPC	T36761	FBA ES-T	4503	32.4195	-115.3050	194	Internet-VPN de C4	CPX⇄C4⇄CICESE	Cerro Prieto	30 km al Sur de Mexicali – en el volcán de Cerro Prieto – BC	11-09-2001 29-10-2009 08-05-2012 ¹	20-10-2005 07-05-2012
5.	PIX	REFTEK 130-1	B07A	100	GURALP 3ESPC	T36757	FBA ES-T	4508	31.5629	-113.4599	77	Internet Satelital	PIX⇄C4⇄CICESE	Pinacate	Localidad del Pinacate – Sonora	15-07-2011	
6.	RHX	REFTEK 130-1	B081	100	GURALP 3ESPC	T36752	FBA ES-T	4504	32.1350	-115.2843	16	Internet Satelital	RHX⇄CICESE	Río Hardy	Río Hardy – Mexicali – BC	15-07-2013	
7.	RMX	REFTEK 130-1	B089	100	GURALP 3ESPC	T36756	FBA ES-T	4507	32.5535	-116.0288	1278	Internet	RMX⇄CICESE	Rumorosa	La Rumorosa – BC	11-11-2012	
8.	SFX	REFTEK 130-1	B089	100	GURALP 3ESPC	T36756	FBA ES-T	4507	31.0376	-114.8510	39	Internet	SFX⇄CICESE	San Felipe	San Felipe – BC	07-06-2012	
9.	SJX	REFTEK 130-1	B085	100	GURALP 3ESPC	T36755	FBA ES-T	4498	32.0048	-115.9480	1616	Internet Satelital	SJX⇄CICESE	Sierra Juárez	Sierra Juárez – BC	22-03-2012	
10.	SPX	REFTEK 72 A REFTEK 130-1	-- B083	100 100	GEOTECH KS-2000 GURALP 3ESPC	-- T36759	-- FBA ES-T	-- 4499	31.0451	-115.4660	2835	Internet	SFX⇄CICESE	San Pedro Mártir	Observatorio de San Pedro Mártir – BC (170 km al sureste de la ciudad de Ensenada – BC)	29-05-2001 26-06-2011	25-05-2011
11.	SQX	REFTEK 130-1	B08C	100	GURALP 3ESPC	T36758	FBA ES-T	4506	30.5761	-115.875	101	Internet Satelital	SQX⇄CICESE	San Quintín	San Quintín - BC	08-12-2011	

¹ Cambian los instrumentos de Banda Ancha

	ID	DAS	N/S	m/s	Velocidad	S/N	Aceleración	S/N	Latitud	Longitud	Elev m	TIPO ENLACE	Comunicación	Identificación	Localización	Fecha Instalación	Fecha Retiro
12.	TJX	REFTEK 130-1	B077	100	GURALP 3ESPC	T36750	FBA ES-T	4511	32.5102	-117.0543	210	Internet	TJX↔CICESE	Tijuana	Protección Civil en la cd. De Tijuana – BC	17-11-2011	
13.	TKX	REFTEK 130-1	B08B	100	GURALP 3ESPC	T36749	FBA ES-T	4505	32.5687	-116.6075	541	Internet	TKX↔C4↔CICESE	Tecate	Edificio C4 de la ciudad de Tecate	30-11-2011	
14.	TLX	REFTEK 130S	B912		GURALP CMG-40T	T4W97	- -	--	32.4480	-115.0587		Internet	TLX↔CICESE	Tlaxcala	Ejido Tlaxcala – Mexicali, BC	03-05-2013	
15.	UABX	REFTEK 130-1	B082	100	GURALP 3ESPC	T36753	FBA ES-T	4510	32.6316	-115.4447	44	Internet	UABX↔CICESE	UABC Mexicali	Edificio de Ingeniería – Mexicali de la UABC	06-07-2011	
16.	VTX	REFTEK 130-1	B08A	100	GURALP 3ESPC	T36705	FBA ES-T	4512	31.3914	-115.7840	746	Internet Satelital	VTX↔CICESE	Valle de la Trinidad	Valle de la Trinidad – BC	11-11-2011	

Tabla 1 – Información de las estaciones de RESNOM febrero 2014.

1.3 ADQUISICIÓN DE DATOS

Las señales digitalizadas se transmiten de forma continua en tiempo real al CICESE utilizando Internet convencional e Internet satelital. En el centro de datos de RESNOM se reciben las señales y se procesan automáticamente en formato digital para realizar las detecciones de los eventos sísmicos, el cálculo de las localizaciones hipocentrales y las magnitudes. Ya procesadas las señales se incorporan en una base de datos de eventos y el continuo de la señal registrada.

1.4 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Tras el arribo de las señales sísmicas al centro de datos de RESNOM, se analizan y procesan a través del sistema Earthworm: la detección automática de sismos, el cálculo de tiempos de arribo, la localización de epicentros y el cálculo de las magnitudes. Además, se utilizan los registros para calcular mecanismos focales, así como el cálculo de las aceleraciones máximas para generar los mapas de intensidades. Este proceso se realiza de manera automática, sin la intervención de un técnico analista de datos. Posteriormente, esta información, en la etapa de postproceso es revisada por un analista y en caso de ser necesario, se vuelven a procesar los registros del sismo.

1.5 CÁLCULO HIPOCENTRAL AUTOMATIZADO

Estos se realizan a través de un sistema de código abierto conocido como Earthworm (EW), el que fue desarrollado por el USGS (*United States Geological Survey*) y actualmente es soportado por ISTI (*Instrumental Software Technologies, Inc.*) a través del Sistema AQM (ANSS Quake Monitoring System).

La precisión de los resultados hipocentrales depende del número de estaciones sismológicas empleadas en el análisis (mínimo 4), la disponibilidad y calidad de las señales que se registraron.

1.6 CÁLCULO DE MAGNITUD AUTOMATIZADO

El cálculo se encuentra basado en dos programas: Hypoinverse y Binder; siendo el primero el encargado además de estimar la magnitud de duración (Md) empleando el promedio de las CODAS (duración) con la ecuación de Eaton (1992).

Tras unos minutos de haber ocurrido el sismo, se cuenta con un mayor número de datos sísmicos. Un analista experimentado analiza la información recibida, para con ella obtener una nueva estimación de magnitud.

Al ya contar con la mayoría de los datos y más tiempo de procesamiento, se realiza una nueva estimación de la magnitud, y se reporta la magnitud final del evento.

1.7 CÁLCULO DE MAGNITUD MANUAL

Los cálculos manuales de los eventos sísmicos son realizados empleando el programa SEISAN paquete sismológico de código abierto escrito y desarrollado por Jens Havskov, Lars Ottemöller y Peter Voss. Debido a que el procesamiento manual (identificación de fases P y S; cálculo hipocentral y estimación de magnitud) de la señal sismológica es realizada con la mayor cantidad de estaciones disponibles, evaluando su calidad y la mejor cobertura azimutal alrededor de la fuente sísmica.

En el caso de eventos fuertes, las lecturas de tiempos de arribo de otras redes o fuentes de información, locales y regionales, se usan en conjunto con los datos de RESNOM para determinar los parámetros hipocentrales. 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 de CICESE en la región norte de Baja California, o lecturas de tiempos de la Red del Sur de California (SCSN), operada conjuntamente entre el Instituto Tecnológico de California (CALTECH) y el Servicio Geológico.

Modelo de Velocidades Sísmicas									
<u>Macizo Rocoso</u>		<u>Valle de Mexicali</u>		<u>Bahía</u>		<u>Golfo Centro</u>		<u>Golfo Sur</u>	
⁽²⁾		⁽²⁾				⁽¹⁾		⁽¹⁾	
Profundidad <i>km</i>	Velocidad <i>km/s</i>	Profundidad <i>km</i>	Velocidad <i>km/s</i>	Profundidad <i>km</i>	Velocidad <i>km/s</i>	Profundidad <i>km</i>	Velocidad <i>km/s</i>	Profundidad <i>km</i>	Velocidad <i>km/s</i>
0.0	5.6	0.0	1.7	0.0	1.96	0.0	5.0	0.0	4.0
5.0	6.6	0.10	2.0	2.0	4.60	4.0	6.0	2.0	6.0
20.0	7.0	0.73	2.3	8.0	5.52	12.0	6.4	7.0	6.40
42.0	8.0	1.75	2.6	19.0	6.66	19.0	6.6	14.0	6.90
		2.94	3.0	24.0	7.90	26.0	6.8	24.0	7.60
		5.62	5.0	55.0	8.30			80.0	8.0
		10.0	6.1						
		20.0	7.8						
		30.0	8.0						

Tabla 2 – Modelo de Velocidades Sísmicas

² Nava, F. A. y 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, 1195-1206. (Macizo Rocoso – Valle de Mexicali -)

³ Rebecca J. Dorsey (U. Oregon), Paul J. Umhoefer (N. Arizona State U.), Michael E. Oskin (U. California, Davis) and Ramon Arrowsmith (Arizona State Univ.). Rupturing Continental Lithosphere in the Gulf of California & Salton Trough. GeoPRIMS Newsletter, Issue No. 30, Spring 2013. (Golfo Centro)

No	ID	Nombre Estación	Latitud	Longitud	Elevación m	Corrección de Magnitud	Asentamiento
----	----	-----------------	---------	----------	----------------	---------------------------	--------------

Estaciones de Banda Ancha							
1.	CBX	Cerro Bola	32.3131	-116.6636	1250	-0.17	Rocas volcánicas no diferenciadas
2.	CCX	CICESE	31.8679	-116.6645	36		Rocas volcánicas no diferenciadas Sobre base de concreto
3.	CHX	El Chinerero, BC.	31.4721	115.0521	40		Rocas volcánicas (Andesita)
4.	CPX	Cerro Prieto	32.4195	-115.3050	194	-0.42	Sedimentarias Continentales (Roca Magmática)
5.	PIX	Pinacate	31.5629	113.4599	77		Sedimentarias Marinas
6.	RHX	Río Hardy	32.1350	115.2843	16		<i>Rocas Sedimentarias (Aluvión)</i>
7.	RMX	Rumorosa, BC	32.5535	116.0288	1278		(Graníticas y Gabroides) (Tonalita)
8.	SFX	San Felipe	31.0376	-114.8510	39		Rocas Sedimentarias Continental
9.	SJX	Sierra de Juárez	32.0048	-115.9480	1616		<i>(Granodiorita)</i>
10.	SPX	San Pedro Mártir	31.0451	-115.4660	2835	+0.22	Batolíticas Roca Sedimentaria Tonalita
11.	SQX	San Quintín	30.5761	-115.875	101		Formación Alisitos Sedimentarias - volcánicas
12.	TJX	Tijuana	32.5102	-117.0543	210		Roca Sedimentaria Marina
13.	TKX	Tecate	32.5687	-116.6075	541		Roca Sedimentaria (Gabro)
14.	TLX	Tlaxcala	32.4480	-115.0587			<i>Rocas Sedimentarias (Aluvión)</i>
15.	UABX	UABC Mexicali	32.6316	-115.4447	44		Rocas Sedimentarias (Aluvión)
16.	VTX	Valle de la Trinidad	31.3914	-115.7840	746		Roca Sedimentaria (Tonalita)

Tabla 3 – Tipo de asentamiento de las estaciones de RESNOM.

Referencias

- [1] 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.
- [2] J., Havskov and L. Ottemöller. *SisAn: The earthquake Analysis Software, Versión 7.0*, Institute of Solid Earth Physics, University of Bergen, Norway, pp. 226. 1999.
- [3] 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.
- [4] 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, 2021-20135, 1980.
- [5] F.A., Nava and J. Brune. *An Earthquake-Explosion reversed refraction line in the Peninsular Ranges of southern California an Baja California Norte*, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 72, 1195-1206. 1982.
- [6] A., Vidal and L. Munguía. *The ML scale in northern Baja California, México*, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 89, 3, 750-763. 1999.
- [7] A., Vidal and L. Orozco and S. Arregui and J. Sánchez and O. Gálvez and I. Méndez and L. Insunza. *A note on upgrading long period seismographs*, *Geofísica International*, 42, 1, 53-59, 2003.

Parámetros	Descripción
Fecha / Hora	Fecha, Hora en UTC (Tiempo Universal Coordinado)
Latitud	Latitud del epicentro
Longitud	Longitud del epicentro
P	Profundidad focal en kilómetros
n.º	Número de estaciones
RMS (<i>Root-Mean-Square</i>)	Medida de ajuste de los tiempos de llegada observados a los tiempos de llegada predichos en dicha localización
GAP	Perdida de información en segmento de datos
Mag L	Magnitud Local (en color azul corresponde a Magnitud de Coda)
Ubicado	Distancia del poblado más cercano

Tabla 4 – Nomenclatura empleada en el resumen de los eventos localizados.

Eventos febrero 2014

Fecha/Hora	Latitud	Longitud	P	n.º	RMS	GAP	Mag L	Ubicado
02/03/2014 06:59:12	31.22	-115.9	9	11	0.3	112	2.8	a 22.75 km al suroeste del poblado de Valle de la Trinidad
02/03/2014 10:46:10	31.216	-115.902	10	10	0.2	112	2.2	a 23.2 km al suroeste del poblado de Valle de la Trinidad
02/03/2014 13:12:06	32.566	-115.712	4	26	0.3	53	3.2	a 12.09 km al oeste del poblado de Progreso
02/03/2014 18:24:34	32.179	-115.255	6	12	0.3	134	2.4	a 9.65 km al suroeste del poblado de Alberto Oviedo Mota
02/04/2014 13:21:48	32.145	-115.211	3	12	0.4	145	3.1	a 9.95 km al sur del poblado de Alberto Oviedo Mota
02/05/2014 00:12:27	31.193	-115.913	9	6	0.2	118	2	a 25.79 km al suroeste del poblado de Valle de la Trinidad
02/05/2014 12:51:20	31.167	-115.897	5	13	0.4	120	3.2	a 27.12 km al suroeste del poblado de Valle de la Trinidad
02/05/2014 13:02:31	31.174	-115.875	5	7	0.2	115	2.7	a 25.31 km al suroeste del poblado de Valle de la Trinidad
02/05/2014 14:03:51	31.491	-115.514	19	6	0.1	233	2.8	a 24.96 km al noreste del poblado de Valle de la Trinidad
02/11/2014 10:58:53	32.2	-115.285	7	20	0.17	142	2.7	a 11.24 km al oeste del poblado de Alberto Oviedo Mota
02/11/2014 17:19:01	32.622	-116.097	10	16	0.15	98	2.4	a 48.28 km al oeste del poblado de Progreso
02/14/2014 11:21:58	32.849	-116.151	5	19	0.22	96	2.4	a 55.95 km al noreste de la ciudad de Tecate
02/14/2014 11:44:53	32.235	-115.304	7	15	0.21	126	2	a 12.63 km al oeste del poblado de Alberto Oviedo Mota
02/16/2014 15:56:12	32.043	-115.14	14	9	0.17	157	2.6	a 20.69 km al sur del poblado de Alberto Oviedo Mota
02/17/2014 16:23:26	31.584	-115.59	5	16	0.11	119	2.4	a 27.7 km al noreste del poblado de Valle de la Trinidad
02/18/2014 17:26:14	31.594	-115.494	6	6	0.16	150	2.1	a 33.98 km al noreste del poblado de Valle de la Trinidad
02/18/2014 20:04:57	32.161	-115.253	10	18	0.17	137	2.8	a 10.72 km al suroeste del poblado de Alberto Oviedo Mota
02/19/2014 04:00:03	31.562	-115.481	5	24	0.08	81	3.6	a 32.28 km al noreste del poblado de Valle de la Trinidad
02/19/2014 04:09:15	31.564	-115.484	6	24	0.11	133	3.4	a 32.22 km al noreste del poblado de Valle de la Trinidad

Eventos febrero 2014

Fecha/Hora	Latitud	Longitud	P	n.º	RMS	GAP	Mag L	Ubicado
02/19/2014 04:12:50	31.534	-115.48	6	22	0.12	133	3.3	<i>a 30.36 km al noreste del poblado de Valle de la Trinidad</i>
02/19/2014 05:12:07	31.562	-115.488	5	7	0.1	139	2.3	<i>a 31.8 km al noreste del poblado de Valle de la Trinidad</i>
02/20/2014 04:32:02	31.197	-115.616	5	5	0.19	124	2.1	<i>a 21.92 km al sureste del poblado de Valle de la Trinidad</i>
02/22/2014 05:52:08	31.564	-115.482	6	7	0.17	139	2.3	<i>a 32.36 km al noreste del poblado de Valle de la Trinidad</i>
02/24/2014 08:23:44	31.227	-115.944	3	21	0.07	143	3.1	<i>a 25.35 km al suroeste del poblado de Valle de la Trinidad</i>
02/24/2014 09:33:25	31.561	-115.485	6	9	0.04	88	2.3	<i>a 31.93 km al noreste del poblado de Valle de la Trinidad</i>
02/26/2014 00:19:34	31.09	-115.223	15	5	0.1	129	2.8	<i>a 35.34 km al oeste del poblado de San Felipe</i>
02/26/2014 01:43:46	30.199	-114.817	3	4	0.21	294	2.9	<i>a 89.22 km al sur del poblado de San Felipe</i>

Mapa eventos febrero 2014

