

Secretario de Gobernación  
Dr. Jorge Carpizo

Subsecretaria de Protección Civil, Prevención  
y Readaptación Social  
Lic. Socorro Díaz

Director General del CENAPRED  
Arq. Vicente Pérez Carabias

Jefe del Equipo Japonés en el CENAPRED  
Dr. Tatsuo Murota

Coordinador de Investigación del CENAPRED  
Dr. Roberto Meli

Coordinador de Difusión del CENAPRED  
Lic. Ricardo Cícero Betancourt

Edición a cargo de: Violeta Ramos Radilla y  
Javier Lara Espinosa

PUBLICADO POR EL CENTRO NACIONAL DE  
PREVENCIÓN DE DESASTRES DE LA  
SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN

Distribución en México: Coordinación de Enlace  
Nacional

Distribución en el Exterior: Coordinación de  
Asuntos Internacionales

EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO ES  
EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DE LOS  
AUTORES

Septiembre - 1994, No. 12

## Sistema Nacional de Protección Civil

### DIRECTORIO DEL CENAPRED

DIRECCION GENERAL Arq. Vicente Pérez Carabias, COORDINACION DE INVESTIGACION Dr. Roberto Meli Piralla, COORDINACION DE CAPACITACION Lic. Gloria Luz Ortiz Espejel, COORDINACION DE DIFUSION Lic. Ricardo Cícero Betancourt, COORDINACION DE ENLACE NACIONAL Lic. Alberto Ruiz de la Peña, COORDINACION DE ASUNTOS INTERNACIONALES Lic. Enrique Solorzano Mier, COORDINACION DE PROGRAMAS Y NORMAS Lic. Federico Miguel Vázquez Juárez, COORDINACION ADMINISTRATIVA C. P. Alfonso Macías Flores

SISTEMA NACIONAL DE PROTECCION CIVIL  
CENTRO NACIONAL DE PREVENCION DE DESASTRES

RED DE OBSERVACION SISMICA DEL CENAPRED  
REGISTROS ACELEROGRAFICOS OBTENIDOS  
DURANTE 1993

Bertha López Najera  
Roberto Quaas Weppen  
Salvador Medina Morán  
Enrique Guevara Ortiz  
Ricardo González Fragoso

COORDINACION DE INVESTIGACION  
AREA DE INSTRUMENTACION SISMICA

# CUADERNOS DE INVESTIGACION

## P R E S E N T A C I O N

---

La Coordinación de Investigación del Centro Nacional de Prevención de Desastres realiza estudios sobre las características de los fenómenos naturales y de las actividades humanas que son fuentes potenciales de desastres, así como sobre las técnicas y medidas que conducen a la reducción de las consecuencias de dichos fenómenos.

Las actividades enfocan la problemática de los Riesgos Geológicos (Sismos y Volcanes), de los Riesgos Hidrometeorológicos (Inundaciones, Huracanes, Sequías, Erosión) y de los Riesgos Químicos (Incendios, Explosiones, Contaminación por Desechos Industriales).

Los resultados de los estudios se publican en Informes Técnicos que se distribuyen a las instituciones y los especialistas relacionados con cada tema específico.

En adición a dichos informes técnicos de carácter muy especializado, el CENAPRED ha emprendido la publicación de esta serie, llamada CUADERNOS DE INVESTIGACION, con el fin de dar a conocer a un público más amplio aquellos estudios que se consideran de interés más general o que contienen información que conviene quede publicada en una edición más formal que la de los Informes Técnicos.

Los Catálogos de Informes Técnicos y de Cuadernos de Investigación, así como las publicaciones específicas pueden obtenerse solicitándolos por escrito a la Coordinación de Investigación del CENAPRED, o pueden consultarse directamente en su Unidad de Información.

## CONTENIDO

RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	9
I. INTRODUCCION.....	11
II. LA RED DE OBSERVACION SISMICA.....	11
III. REGISTROS OBTENIDOS.....	12
IV. CONCLUSIONES.....	14
V. REFERENCIAS.....	15
VI. RECONOCIMIENTOS.....	16

### INDICE DE TABLAS Y FIGURAS.

Figura 1.....	19
La Red de Observación Sísmica del CENAPRED. Localización de estaciones.	
Tabla 1.....	20
Características de las estaciones de la Red de Observación Sísmica del CENAPRED.	
Figura 2.....	23
Diagrama esquemático de los equipos instalados en las estaciones de la Red de Observación Sísmica en la ciudad de México.	
Figura 3.....	24
Diagrama esquemático de la estación No. 9 (Unidad Kennedy).	
Figura 4.....	25
Diagrama esquemático de la estación No. 15 (IMP).	
Tabla 2.....	26
Especificaciones técnicas generales de los acelerógrafos utilizados.	

Tabla 3.....	27
Parámetros de operación de los acelerógrafos en cada estación.	
Figura 5.....	29
Localización de los epicentros de los sismos registrados por la Red de Observación Sísmica del CENAPRED durante 1993.	
Tabla 4.....	30
Catálogo-resumen de los registros acelerográficos de 1993 obtenidos por la Red de Observación Sísmica del CENAPRED.	
Tabla 5.....	37
Resumen de la actividad sísmica registrada en 1993 por la Red de Observación Sísmica del CENAPRED.	
Tabla 6.....	40
Distribución de los registros obtenidos durante 1993.	
Registros C93001 a C93003 del temblor del 11 de marzo de 1993.....	42
Registros C93004 a C93015 del temblor del 31 de marzo de 1993.....	45
Registro C93016 del temblor del 14 de abril de 1993.....	59
Registros C93017 a C93077 del temblor del 15 de mayo de 1993 (1er. y 2o. evento).....	60
Registros C93078 a C93091 del temblor del 29 de julio de 1993.....	140
Registro C93092 del temblor del 5 de agosto de 1993.....	157
Registros C93093 a C93097 del temblor del 10 de septiembre de 1993 (1er. evento).....	158
Registros C93098 a C93108 del temblor del 10 de septiembre de 1993 (2o. evento).....	164
Registros C93109 a C93136 del temblor del 24 de octubre de 1993.....	178

## RESUMEN

Se presenta la información acelerográfica registrada durante 1993 por las 16 estaciones de la Red de Observación Sísmica del CENAPRED. En total se obtuvieron 136 acelerogramas de tres componentes correspondientes a 10 temblores. Los eventos que fueron registrados al menos en una estación de la red fueron: 11 de marzo, 31 de marzo, 14 de abril, 2 eventos el 15 de mayo, 29 de julio, 5 de agosto, 2 eventos el 10 de septiembre, y 24 de octubre. Destaca el temblor del 24 de octubre con magnitud  $M=6.5$  que produjo 28 acelerogramas. Además de los acelerogramas se presentan también sus respectivos espectros de Fourier, los espectros de respuesta y los datos epicentrales de todos los temblores registrados.

## ABSTRACT

A data set of the strong motion records obtained during 1993 by the 16 accelerograph stations from the CENAPRED Seismic Observation System is presented. A total of 136 three component accelerograms from 10 earthquakes were obtained. The events which were recorded at least at one station were: March 11, March 31, April 14, two on May 15, July 29, August 5, two on September 10 and October 24. The most important earthquake was the one occurred on October 24 with magnitude  $M=6.5$  which produced 28 accelerograms. In addition to the full waveforms, Fourier and response spectra of all accelerograms are presented as well as epicentral data for the recorded earthquakes.

## **I. INTRODUCCION**

La Red de Observación Sísmica del Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED se encuentra en operación desde 1990, año en que fue inaugurado el centro. En este trabajo se presenta la información sísmica registrada por la red durante el año de 1993 la cual fue producida por el movimiento de 10 temblores. Se inicia con una breve descripción de la red y sus principales características. Posteriormente se presentan los datos de los temblores ocurridos y un resumen de los registros generados durante el año. Para finalizar se presentan las gráficas de los 136 acelerogramas junto con sus respectivos espectros de Fourier y de respuesta.

## **II. LA RED DE OBSERVACION SISMICA**

La Red de Observación Sísmica del CENAPRED se muestra en la figura 1. Está compuesta por un total de 16 estaciones autónomas de registro y un puesto centralizado de recepción y procesamiento de la información ubicado en las instalaciones del CENAPRED en Ciudad Universitaria, México D.F. La localización detallada de las estaciones de la red con las características del sitio y tipo de instrumentación se presentan en la tabla 1. La red está dividida en dos subredes, la red de atenuación y la red de la ciudad de México.

La primer subred consta de 5 estaciones acelerográficas uniformemente distribuidas a lo largo de una línea entre Acapulco y México, todas ellas instaladas en la superficie sobre roca firme. El propósito fundamental de este sistema es el registro de los temblores en la zona epicentral y el estudio de las características de propagación de las ondas sísmicas en su trayectoria hacia la ciudad de México.

La segunda subred del sistema de observación sísmica está formada por 11 estaciones instaladas en distintos puntos de la ciudad de México. La distribución de las estaciones se hizo con base en la zonificación sísmica y de acuerdo con el tipo de suelo. Los objetivos de esta subred son el estudio de las características de las ondas sísmicas incidentes en el valle de México provenientes de la costa y el comportamiento de los distintos suelos bajo excitación sísmica, tanto en superficie como a diferentes profundidades.

Un esquema de esta subred se muestra en la figura 2. Está compuesta por estaciones de superficie, de pozo y algunas en estructuras. Los sensores de pozo colocados a profundidad intermedia quedaron localizados a la mitad del primer estrato blando de arcilla y los sensores a mayor profundidad, a la mitad del estrato duro. Asimismo, con el objeto de estudiar la respuesta dinámica de edificios y su interacción con el suelo durante un movimiento fuerte, se instrumentaron dos edificios, uno en la estación No. 9 (Unidad Kennedy) y otro en la No. 15 (IMP). Un croquis de la estructura de estas estaciones junto con la localización y orientación de los sensores se muestra en las figuras 3 y 4.

Los instrumentos de medición en todas las estaciones son acelerógrafos digitales de estado sólido de alta resolución, con sensores triaxiales y registro local. Sus principales características técnicas se presentan en la tabla 2. Todas las estaciones de la red están instrumentadas con equipos de registro SMAC-MD, marca Akashi, excepto la estación en el CENAPRED que tiene un acelerógrafo ADII-4 desarrollado en el propio centro. Algunos parámetros de los acelerógrafos como son la memoria de preevento, el umbral de disparo y la velocidad de muestreo, son programados dependiendo de las características del sitio donde se encuentran las estaciones. Los valores de estos parámetros y su fecha de actualización se presentan en la tabla 3. Un cambio que debe considerarse en el análisis de los registros obtenidos durante 1993, es el incremento de la memoria de preevento de 10 a 30 segundos, efectuado en mayo de 1993 a todos los acelerógrafos con el fin de registrar las fases iniciales de los movimientos sísmicos.

Las estaciones No. 1 (Acapulco) y No. 5 (Cuernavaca) están enlazadas mediante telemetría por teléfono al puesto central de registro en el CENAPRED, mientras que los equipos en las estaciones en el D.F. están comunicadas con el centro mediante un sistema de interrogación por radio.

### III. REGISTROS OBTENIDOS

La Red de Observación Sísmica del CENAPRED registró durante 1993 los movimientos de 10 temblores produciendo un total de 136 acelerogramas de 3 componentes. La localización de los sismos y sus parámetros epicentrales se presentan en la figura 5.

El 15 de mayo a las 03:09:39 horas (GMT) ocurrió un temblor de magnitud  $M_c=5.8$  seguido dos minutos después por uno de magnitud  $M_c=6.0$ . Ambos eventos tuvieron su epicentro frente a las costas del estado de Guerrero. En esa misma región el 24 de octubre ocurrió otro temblor con magnitud  $M_w=6.5$ . Estos tres sismos fueron los eventos más importantes ocurridos en el año y fueron registrados por la mayoría de las estaciones de la red.

El 10 de septiembre a las 19:12:54 horas (GMT) ocurrió un temblor que alcanzó la magnitud  $M_w=7.1$ . Debido a que su epicentro se localizó frente a las costas del estado de Chiapas, cerca de la frontera con Guatemala, produjo movimientos muy leves en el D.F., sólo fue registrado por 5 estaciones.

En la tabla 4 se da un resumen de los datos de los 136 registros obtenidos. Cada registro se identificó con una clave de referencia que contiene el año y una numeración progresiva. La tabla incluye también la estación que registró el evento, el nombre del archivo fuente con los datos binarios, la fecha y hora del registro (GMT), la precisión del tiempo registrado, duración y finalmente los valores máximos de aceleración alcanzados.

Un resumen de la actividad sísmica registrada en 1993 se presenta en la tabla 5. Para cada temblor se indica su magnitud, localización y se señalan las estaciones que lo registraron, junto con las aceleraciones máximas alcanzadas. También se señala la página en la que se presenta la gráfica del acelerograma correspondiente.

En la tabla 6 se da esta misma información, sólo que ordenada por estación, indicando el número de registros obtenidos por cada una de ellas y las fechas de los temblores detectados. Se observa que, debido a su ubicación y al tipo de suelo, las estaciones 10, 11 y 12 (ROMA A, B, C) fueron las que más eventos registraron.

Aunque los temblores ocurridos en 1993 tuvieron magnitudes bastante altas, debido a las distancias epicentrales a las estaciones de observación, produjeron movimientos relativamente leves. De todos los registros en superficie, el que mayor aceleración produjo fue el de la estación de Acapulco, el cual alcanzó un nivel de 28.56 gals durante el temblor del 24 de octubre (registro C93109, tabla 4). Para este mismo evento en la estación No. 6 de Coyoacán se obtuvieron registros con una duración de 268 segundos, la mayor duración de un registro en este año.

Finalmente se presentan los acelerogramas de los 136 registros. Para cada uno se muestran las gráficas de sus 3 componentes y también los correspondientes espectros de Fourier y de respuesta para amortiguamientos de 2,5,10 y 20%. Las gráficas se dan en el mismo orden cronológico de la tabla 4, agrupadas por estación y evento. Para las estaciones con más de un sensor se presentan también las gráficas compuestas de todas las componentes referidas a una misma escala de amplitud y tiempo. Gráficas similares, agrupadas por componente, se dan también para aquellos eventos que se registraron en la línea de atenuación en más de cuatro estaciones; este fue el caso para los temblores del 15 de mayo y 24 de octubre.

De toda esta información puede apreciarse que la mayoría de los registros son de alta calidad; algunos acelerogramas inclusive muestran una gran definición aún a niveles de aceleración de fracciones de gals. Del catálogo destacan los acelerogramas del temblor del 24 de octubre, los cuales, debido a que se había incrementado la memoria de preevento de 10 a 30 segundos de los instrumentos, contienen en su mayoría las fases iniciales de arribo de las señales sísmicas.

#### **IV. CONCLUSIONES**

Comparado con años anteriores, 1993 fue el año en que más registros se obtuvieron por la Red de Observación Sísmica del CENAPRED. Esto se debió principalmente a la magnitud de los temblores ocurridos y la localización de sus epicentros. Destacando los sismos del 15 de mayo y 24 de octubre que fueron registrados por el 98% de las estaciones. La cantidad y la calidad de los registros refleja también el buen funcionamiento de los instrumentos de la red.

## V. REFERENCIAS

1. Guevara, E., López, B., Medina, S., Quaas, R., González, R., Almora, D., Vázquez, R., "Registros de los temblores del 14 de mayo de 1993 obtenidos por la red de observación sísmica del CENAPRED (1a. Parte)", Centro Nacional de Prevención de Desastres, IE/01/93.
2. Guevara, E., López, B., Medina, S., Quaas, R., González, R., Almora, D., Vázquez, R., "Registros de los temblores del 14 de mayo de 1993 obtenidos por la red de observación sísmica del CENAPRED (2a. Parte)", Centro Nacional de Prevención de Desastres, IE/02/93.
3. González, R., Guevara, E., Medina, S., Quaas, R., Vázquez, R., Almora, D., López, B., "Reporte preliminar de los registros del temblor del 24 de octubre de 1993 ( $M=6.7$ ) obtenidos por la Red de Observación Sísmica del CENAPRED", Centro Nacional de Prevención de Desastres, IE/03/93.
4. Guevara, E., Medina, S., González, R., Quaas, R., Vázquez, R., López, B., Almora, D., "Registros del Temblor del 24 de octubre de 1993 obtenidos por la Red de Observación Sísmica del CENAPRED (2a. Parte)", Centro Nacional de Prevención de Desastres, IE/04/93.

## **VI. RECONOCIMIENTOS**

El sistema de observación sísmica del CENAPRED fue una donación del gobierno del Japón a México en el marco de un convenio de cooperación técnica entre ambos países.

Se agradece el sólido apoyo recibido por la contraparte japonesa y autoridades de JICA, en particular de T. Mikumo, T. Murota, M. Yoshida y H. Taniguchi.

Se desea reconocer la destacada labor de operación y mantenimiento de los equipos de registro de la red sísmica realizada por D. Almora y R. Vázquez, así como también el apoyo recibido por L. Fierro, M. A. Franco y M. Ortega en el procesamiento de los datos.

Asimismo se agradece a la Coordinación de Sismología e Instrumentación Sísmica del Instituto de Ingeniería, UNAM, y al Servicio Sismológico Nacional, la oportuna información recibida relativa a la determinación de epicentros.