

REDES-01

EL SISTEMA DE MONITOREO Y VIGILANCIA DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL. 6.5 AÑOS DE OPERACIÓN

Enrique Guevara O.¹, Roberto Quaas W.¹, Carlos Valdés^{1,2}, Gilberto Castelán P.¹, Alicia Martínez B.¹, Javier Ortiz C.¹, Francisco Galicia¹ y Ángel Gómez V.¹

¹ Centro Nacional de Prevención de Desastres

² Instituto de Geofísica, UNAM

La mejor manera de percibir y evaluar el estado de actividad y riesgo asociado a un volcán, es a través de la observación y vigilancia sistemática mediante diversos métodos visuales e instrumentales. Si estos se aplican en forma anticipada en las fases previas a un proceso eruptivo, es posible, en la mayoría de los casos, detectar oportunamente un cambio cualitativo y cuantitativo de la actividad que inclusive pudiese conducir a una predicción en el corto plazo de un proceso eruptivo inminente y poner en marcha, por parte de las autoridades de Protección Civil, el plan de emergencia previamente establecido.

El sistema de vigilancia y monitoreo del volcán Popocatepetl ha demostrado su utilidad en la evaluación de la actividad del volcán desde 1994. En un esfuerzo conjunto del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), de la Secretaría de Gobernación; de los Institutos de Geofísica e Ingeniería, de la Universidad Nacional Autónoma de México; y con la colaboración del Observatorio Vulcanológico de los Cascades (CVO), y del Servicio Geológico de los Estados Unidos (U.S. Geological Survey); se estableció en los últimos años un moderno y completo sistema de observación telemétrico con una central de adquisición y procesamiento de datos.

Este sistema, ha logrado en más de 6 años de funcionamiento interrumpido y gracias al enorme esfuerzo realizado por parte del personal encargado, proporcionar una extensa infraestructura para el registro y monitoreo. Esto ha permitido la vigilancia estrecha del volcán Popocatepetl así como la detección oportuna de cualquier cambio en su estado de actividad.

La red de monitoreo del Popocatepetl actualmente está compuesta por 15 estaciones localizadas en las laderas circundantes del volcán, en sitios con altitudes de hasta 4300m y a 1.5 km del cráter. La instrumentación consta de 8 sismógrafos de periodo corto y 3 de banda ancha; 4 inclinómetros biaxiales para medir deformación; una cámara de video controlada en forma remota desde el CENAPRED con enlace de microondas; 3 detectores de flujo en el costado norte del volcán; un radar doppler meteorológico (actualmente dañado); una cámara térmica y diversos equipos para mediciones geodésicas, análisis químicos, determinación de las concentraciones de gases SO₂ y CO₂.

Más de 50 señales de telemetría son transmitidas en forma continua hacia el puesto central de registro y procesamiento localizado en el CENAPRED. Allí se reciben todas las señales y mediante una extensa red de computadoras, la actividad es monitoreada y procesada las 24 horas del día.

Al detectarse cualquier incremento anormal de la actividad sísmica del volcán, se acciona una alarma acústica y a través de un sistema de marcado automático se envían mensajes a teléfonos

particulares, celulares y radio-localizadores del personal de guardia, indicando la intensidad de las señales en diferentes estaciones sísmicas.

Del análisis de la información del volcán, las recomendaciones relativas al nivel de alertamiento son tomadas por el Comité Técnico Científico Asesor, integrado por investigadores de la UNAM y del CENAPRED. Mediante reportes especiales, autoridades del gobierno y de Protección Civil son informadas periódicamente acerca del nivel de actividad del volcán. Para el público en general se dispone de un buzón telefónico, el Popotel (5205-1036 y 01-800-123-5050), con mensajes sobre su estado de actividad, así como una página en Internet actualizada diariamente (www.cenapred.unam.mx).

En este trabajo se presenta una descripción de la red sísmica del volcán Popocatepetl y del sistema de monitoreo en general, así como algunos de los resultados obtenidos en más de 6 años de operación del Sistema.

REDES-02

RED DE MONITOREO SISMICO DEL VOLCÁN PICO DE ORIZABA

Roberto Quaas W.¹, Enrique Guevara O.¹, Ignacio Mora G.², Gilberto Castelán P.¹, Carlos Valdés G.¹, Ana María Alarcón F.² y Javier Ortiz C.¹

¹ Centro Nacional de Prevención de Desastres

² Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana

El volcán Citlaltépetl (Pico de Orizaba) (19°01'N, 97°16'W, 5,675 m.) se localiza en la parte más al Este del Cinturón Volcánico Transmexicano y en la frontera entre los Estados de Puebla y Veracruz, a menos de 100 Km del Golfo de México. Este volcán se considera actualmente como un volcán activo, razón por la cual se decidió la instalación de un sistema de monitoreo y vigilancia del Citlaltépetl, que permita conocer el nivel de actividad base o de fondo y detectar oportunamente algún incremento que pudiera indicar un reactivamiento y poner en riesgo a la población. Como parte del proyecto conjunto entre el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el Centro de Ciencias de la Tierra de la Universidad Veracruzana (CCTUV) y la Subsecretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz, se inició la vigilancia de los volcanes activos en el Estado de Veracruz. Como primer paso se propuso la instalación de la red de monitoreo sísmico para el estudio del Citlaltépetl, a fin de detectar en forma oportuna cualquier señal de actividad que pudiese presentar, así como definir las características que lo distinguen de otros volcanes activos. La primera estación de esta red se instaló el 20 de marzo de 1998 en el flanco norte del volcán a una altura de 4150 msnm, asignándosele el nombre de Halcón con clave POH; el equipo de ésta estación consiste en sismómetro vertical de periodo corto, acondicionador analógico, equipo de telemetría y celdas solares con baterías en flotación. La señal telemétrica se envía directamente al CCTUV en Xalapa, Veracruz y a CENAPRED a través de una repetidora en el volcán Popocatepetl. POH ha detectado 465 microsismos pero debido a que sólo es de una componente no fue posible determinar la ubicación de los mismos. El siguiente paso se llevó a cabo el 22 de junio del 2001 con el inicio en operación de la segunda estación en el flanco sur del volcán a una altura de 4438 msnm, a la cual se le asignó con el nombre de Chipe y su clave correspondiente es POC. La instrumentación para POC consiste en un sismómetro

triaxial de periodo corto, acondicionador analógico, equipo de telemetría y celdas solares con baterías de flotación. Por no contar con línea de vista hacia la ciudad de Xalapa la señal de telemétrica sólo llega a CENAPRED y de ahí se envía al CCTUV a través de Internet. Los primeros resultados obtenidos con la nueva estación han permitido localizar ya algunos sismos volcánico-tectónicos relacionados con la actividad del Citlaltépetl. En este trabajo se presenta una descripción de las estaciones sísmicas y características del equipo, el crecimiento del proyecto a corto plazo así como un resumen de los resultados obtenidos.

REDES-03

RED SÍSMICA DEL CAMPO GEOTÉRMICO DE LOS HUMEROS, PUE.

Javier Lermo Samaniego, Henry Kemper Castro y Walter Kemper Castro

Instituto de Ingeniería, UNAM
Cd. Universitaria, Apdo. Postal #70-472, Coyoacán, 04510,
México, D.F.
E-mail: lermo@inti.iingen.unam.mx

La Red Sísmica de los Humeros lo diseñó e instaló Kinematics en noviembre de 1997, en los alrededores del campo geotérmico de Los Humeros, Pue. La red consiste en un Sistema de Monitoreo Sísmico desarrollado por Kinematics, formado por 6 estaciones remotas con 3 canales de datos cada una (componentes Z, NS y EW). Estos 18 canales de datos son transmitidos a una estación central por medio de una estación repetidora, para su procesado y grabación, usando la transmisión de datos digital de espectro extendido.

El objetivo de la Comisión Federal de Electricidad es registrar la sismicidad local natural y la inducida por la explotación del campo.

En la estación central, el sistema de procesamiento en tiempo real adquiere y procesa datos sísmicos. El sistema consiste de dos ordenadores montados en un estante industrial. La primera computadora graba los eventos sísmicos. Los ficheros de datos de la forma de onda se transfieren automáticamente a la segunda computadora para el procesamiento de datos fuera de línea por medio de una Red Lantastic. Esta computadora realiza automáticamente la localización del epicentro del movimiento sísmico y determina su magnitud, así como su impresión. Luego los datos son movidos a una estación de trabajo para el procesado avanzado de datos fuera de línea, usando su disco duro movable o por medio de la Red Lantastic.

Las seis estaciones telemétricas de campo consisten de:

- Tres sismómetros de período corto SS-1 Ranger (1 segundo).
- Un registrador digital Kinematics Altus K2 de, el cual es configurado para disparo STA/LTA, sus archivos eventos son almacenados en su disco duro.
- Un Transceiver Spread Spectrum FreeWave (DGR-115H).
- La caseta, su torre y su reja para su protección.
- Antena de GPS y antena Yagi TY-900.
- Paneles solares, baterías de gel y sus circuitos de carga.

Dentro de los planes de mejoramiento se hará un rediseño que nos permita ingresar al registrador por su puerto RS-232C y no por su puerto actualmente usado Auxiliar. Este enlace nos permitirá visualizar y afinar los parámetros de disparo de cada estación, también nos permitirá la transferencia de sus archivos eventos grabados en su disco duro, y así evitar las constantes visitas a las estaciones remotas.

REDES-04

LA RED SISMICA DEL ESTADO DE PUEBLA (RESEP)

G.J. González Pomposo¹, S.G. Félix Romero¹, J. Pacheco Alvarado², A. Pérez Soto¹ y R. García García¹

¹ Facultad de Ingeniería, BUAP

² Instituto de Geofísica, UNAM

El estado de Puebla por su ubicación y a través de su historia ha mostrado su vulnerabilidad ante la ocurrencia de temblores fuertes, tales como el ocurrido en Orizaba el 28 de agosto de 1973 de magnitud 7.0, el de Huajuapán de León de magnitud 6.5 ocurrido el 24 de octubre de 1980 y el de Tehuacán ocurrido el 15 de junio de 1999 de magnitud 6.7; que ocasionaron daños estructurales importantes en edificios habitacionales, históricos y obra civil. Además es esencial señalar que estos temblores dejaron heridos y causaron la muerte de un sin número de habitantes en los estados de Puebla y Veracruz. El conocimiento y estudio de la actividad sísmica, así como la evaluación del peligro y riesgo que se genera al ocurrir fuertes temblores, constituyen una fuente de información fundamental para la prevención de desastres, asimismo genera líneas de investigación que pueden contribuir a la elaboración de planes de contingencia para desalojar zonas que se ubican en las partes de mayor riesgo sísmico en el Estado. La obtención de datos reales por una red sismológica contribuye al estudio de la fuente sísmica, esto permite conocer las regiones más susceptibles a sufrir desastres, evitando así, graves consecuencias sociales y económicas. En noviembre de 1985 se puso en funcionamiento la RESEP, con el objeto de recabar información sobre la actividad sísmica generada en el Estado y sus inmediateces. Inicialmente la red contó con tres estaciones ubicadas; en Chiautla de Tapia (CHP) al S-W del Estado; Molcaxac (MOP) al centro; y Cuyoaco (CUP) al norte. En 1986 se amplió ésta con una estación más en Coxcatlán (CXP) al S-E. En 1987 se incrementa el número de estaciones con tres, localizadas en las poblaciones de Chila de las Flores (CIP) al sur del Estado; en Ciudad Universitaria Puebla (UAP) y la de Xalitzintla (XLP), cercana al volcán Popocatepetl. Estas siete estaciones analógicas con registro en papel ahumado, trabajaron ininterrumpidamente hasta agosto de 1989. El total de eventos registrados por la RESEP fue de 580, entre las magnitudes de 2.0 a 5.3 en la escala de Richter. Actualmente la RESEP, cuenta desde 1998 con tres estaciones: UAP y SRP; ubicadas en la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, en el poblado de Santa Rosa, municipio de Tecamachalco, respectivamente y una tercera estación recién instalada en las oficinas del Sistema Estatal de Protección Civil (SEPROCI). Las estaciones son analógicas con registro en papel (tinta), la estación UAP registra las componentes vertical y horizontal en la posición N-S, para sismos de magnitudes mayores a 4.0, dependiendo de la distancia epicentral. Las estaciones SRP y SEPROCI, solamente registran la componente vertical. Los objetivos de la red son:

1. Registrar la sismicidad regional, con el propósito de conocer sus parámetros (magnitud y distancia epicentral) que pueden llegar a afectar al estado de Puebla.
2. Monitoreo continuo de la actividad sísmica registrada en el estado de Puebla, asociadas a estructuras geológicamente activas (monitoreo sísmico).
3. Determinar el grado de atenuación de las ondas sísmicas en la región.
4. Determinar el peligro y el riesgo sísmico existente en el estado de Puebla.
5. Desarrollo de un notificador sísmico de bajo costo.
6. Monitoreo continuo de la actividad sísmica de los volcanes activos de la región (monitoreo volcánico).

Por último el 4 de noviembre de 2000 se instaló una Red Temporal en el estado de Puebla con el apoyo del Servicio Sismológico Nacional, con el fin de conocer parámetros de fuente sísmica asociadas a estructuras geológicamente activas en la región de Puebla. Las estaciones se localizaron en los municipios de Cuesta Blanca (CBPU) y Guadalupe Victoria (GVPU). La Red operó hasta el 8 de diciembre de 2000 y registraron solamente 3 eventos locales.

REDES-05

LA RED SÍSMICA DEL VALLE DE MÉXICO: ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS

L. Quintanar¹, Z. Jiménez¹, J. Yamamoto¹, M. Delgadillo¹ y R. Ortega²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² University of Texas at El Paso

Creada en 1993, con el financiamiento del Departamento del Distrito Federal, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y manejada por el Instituto de Geofísica, la Red Sísmica del Valle de México (RSVM) fue originalmente planeada como una red sísmica local enfocada al registro de señales sísmicas de período corto provenientes de eventos (de cualquier tipo) originados dentro de la cuenca de México. El arreglo de estaciones ha ido paulatinamente creciendo en los últimos 5 años, contando actualmente con 9 estaciones digitales telemétricas de período corto. Las estaciones se han equipado con sensores verticales (o triaxiales) asociándose in situ un digitalizador diseñado, fabricado y calibrado en el Instituto de Geofísica de la UNAM y se han ubicado en diferentes sitios distribuidos tanto dentro de la Cuenca de México como en la periferia, complementándose con tres estaciones de banda ancha pertenecientes a la Red Nacional de Observatorios Sismológicos del Servicio Sismológico Nacional y tres estaciones de la red SISMEX del Instituto de Ingeniería. Las señales de período corto son transmitidas en tiempo real al centro de detección y manejo de datos del Servicio Sismológico Nacional, en donde, además de ser almacenadas en una base de datos propia, son utilizadas como complemento de las estaciones del SSN para su labor rutinaria de localización de eventos a nivel nacional.

La continuidad de operación de RSVM ha permitido un monitoreo eficaz de la actividad sísmica de la cuenca de México y a su vez la cobertura de la red ha permitido la determinación de

epicentros con mayor confianza permitiendo la identificación de zonas precisas de actividad sísmica dentro de dicha cuenca. Así, se ha podido distinguir franjas de sismicidad con dirección aproximada sureste-noroeste a lo largo de la parte oriental de la cuenca, sobresaliendo:

- Zona de Milpa Alta, D.F.
- Zona de Río Frío, Méx.
- Zona de Texcoco, Méx.

Gracias a la homogeneidad y calibración de los instrumentos instalados, ha sido posible hacer el análisis de mecanismos focales compuestos en las principales zonas de actividad detectadas. En particular se han obtenido fracturamientos acordes con una campo tensional de esfuerzos en dirección Norte-Sur, tal como se ha observado en otras regiones de la Faja Volcánica Mexicana.

Asimismo se han hecho estudios de propagación de ondas, estimándose relaciones empíricas de atenuación y un valor promedio del factor de calidad Q entre 0.7 y 7 Hz. De la separación de los términos fuente, sitio y propagación ha sido posible distinguir sismos tectónicos, volcánicos y explosiones.

Las perspectivas a futuro para la RSVM son el mejoramiento de la calidad de la información mediante la sustitución paulatina de mejores instrumentos en aquellos sitios ya identificados como de alta actividad. Así mismo, dada la relativamente baja magnitud de la sismicidad, es necesario contar con una mayor densidad de las estaciones.

REDES-06

REDES SÍSMICAS LOCALES EN EL NORTE DE BAJA CALIFORNIA

Arellano G., Álvarez S., Acosta J., Frez J., González J., Nava A., Carlos J., Méndez I. y Gálvez O.
Depto. de Sismología, CICESE

Se describen seis campañas de adquisición de datos de microsismicidad en las principales zonas sismogénicas del norte de Baja California, cuyo objetivo es el estudio de la sismotectónica y la respuesta sísmica de los suelos. Las zonas de fallas cubiertas son: San Miguel-Calabazas (SM), Ojos Negros (ON), Tres Hermanas (TH), Sierra Juárez (SJ), Agua Blanca (AB) y Vallecitos (VA). Esta presentación describe los procedimientos de campo, las características instrumentales y los procesos computacionales para la formación de la base de datos. La cobertura de esta región tan amplia se realizó en las siguientes etapas: SIERRA97, durante 40 días de 1997 se instalaron 29 estaciones sismológicas digitales y se registraron sismos originados en la porción norte-centro de SM, ON, TH y la porción sur-centro de SJ; SIERRA98, que duró 127 días de 1998, constó de 31 estaciones y registró sismos del extremo sur-centro de SM, SJ, ON y TH; SIERRA99, durante 40 días de 1999, con 17 estaciones, registró sismos de la porción norte de SM, sur de VA y una banda sísmica que une el extremo noroeste de SM con la costa norte de Ensenada; COSTA00, con 19 estaciones en la costa de Ensenada, durante 37 días de 2000; ABLANCA01, durante 65 días de 2001, 41 estaciones distribuidas a lo largo de 120 km de la falla AB; y VALLECITOS01, con 29 estaciones alrededor de la falla VA, durante 55 días de 2001.

En todas las etapas se utilizó equipo sismológico prestado por IRIS-PASSCAL, consistente en grabadoras digitales REFTEK 72A-07/G y sensores triaxiales MARK L28 y L22. Las distribuciones de estaciones optimizaron el control vertical de las localizaciones hipocentrales y permitieron buena cobertura acimutal. Durante dos de las etapas se puso atención a la cobertura de diferentes tipos de suelos. Se grabó en forma continua o por disparo dependiendo de las características del ruido sísmico ambiental. El intervalo de muestreo mínimo es de 0.01 s. La resolución de grabación es de 32 bits. Los datos de campo son sometidos a cambios de formatos, corrección de tiempo absoluto y a un proceso de agrupamiento por "evento". Generalmente se obtienen decenas de miles de evento por cada mes de monitoreo. Se hace una selección de "eventos locales", primero por medio de un índice de tiempos de "disparo" y estaciones registradoras y, luego, por inspección visual que toma en cuenta los tiempos S-P y el número efectivo de estaciones; esto reduce el número de eventos a unos 500 por mes. Los sismogramas seleccionados son leídos con el programa SAC. La interpretación de los datos se presenta en otros trabajos.

REDES-07

RESCO: ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS

Gabriel A. Reyes-Dávila y Carlos A. Ramírez Vázquez
RESCO, CUEIV, Universidad de Colima

La Red Sismológica Telemétrica del Estado de Colima, RESCO, surge de un convenio de colaboración específico entre el Gobierno y la Universidad del Estado de Colima para el estudio de la sismicidad en la región, especialmente la asociada al Volcán de Colima, con fines de protección civil. Desde su inicio, el proyecto ha sido apoyado por investigadores del Instituto de Geofísica de la UNAM.

La red cuenta actualmente con 10 estaciones sísmicas integradas por sensores de periodo corto y componente vertical y la electrónica necesaria para la transmisión de la señal sísmica en forma analógica a una estación central de adquisición y procesamiento de datos. En esta última, la señal es graficada a tinta sobre papel y convertida a información digital a una razón de 100 muestras por segundo y 16 bits de resolución para su procesamiento y análisis fuera de línea. Toda la información digital es respaldada en discos compactos en formato PCSUDS.

La información generada por la red ha sido de fundamental importancia para el manejo adecuado, por las autoridades de los sistemas estatales de protección civil de los estados de Colima y Jalisco, de las situaciones extraordinarias producto de la actividad del Volcán de Colima así como de la actividad sísmica de carácter tectónico de la región, principalmente en 1991, 1994, 1995 y el periodo de 1998 al presente año. Así mismo, la información generada ha sido materia prima para la generación de artículos de investigación, presentaciones a congresos, la elaboración de tesis para estudiantes de licenciatura y maestría y prácticas de campo.

Durante el presente año se ha iniciado la instalación de estaciones sísmicas de banda ancha con tres componentes y transmisión digital, estimándose que dentro del próximo año estarán en operación siete estaciones de este tipo. Así mismo, con el apoyo del Programa de Asistencia a Desastres Volcánicos del Servicio Geológico de los Estados Unidos se ha instalado el sistema earthworm para la adquisición y procesamiento de datos en tiempo

real con lo cual se reducirán los tiempos de respuesta ante eventualidades sísmicas y se facilitará el intercambio de información con otras instituciones.

REDES-08

PROYECTO PARA EL MONITOREO SISMICO DEL ESTADO DE TLAXCALA

G.J. González Pomposo, A. Pérez Soto, A.E. Posada Sánchez,
J. Jiménez Barroso, S.G. Félix Romero y F. Meneses Mena
Benemerita Universidad Autonoma de Puebla

El estado de Tlaxcala se caracteriza por un acelerado crecimiento demográfico, aunado a importantes inversiones en infraestructura tanto del orden civil como del industrial. La Ciudad de Tlaxcala ha crecido igual que el resto de las ciudades importantes del país lo que origina que se registre un incremento en las construcciones y por tanto un decremento del espacio físico, generando la necesidad de construir edificios de varios niveles, tanto para las actividades sociales como industriales. Debido a ello, es de vital importancia contar con registros de aceleraciones de terreno específicos de la ciudad para así, mediante un reglamento de Diseño Sísmico, brindar seguridad a las construcciones y a sus habitantes, además de conocer las fuentes sísmicas locales que puedan generar sismos de importancia para la entidad. Esto cobra mayor sentido cuando, revisando la historia sísmica del Estado, encontramos que en él se han producido alrededor de 40 sismos, cuyos epicentros se localizaron en las ciudades de Tlaxcala, Apizaco y Huamantla; también se debe tener en cuenta que de acuerdo a la zonificación sísmica de la República Mexicana propuesta en el Manual de Diseño Sísmico de la C.F.E. en 1993, el Estado queda situado dentro de la zona de baja sismicidad; pero no debe dejar de considerarse la cercanía del estado a la zona de subducción del país y a la región de Ciudad Serdán, en donde se han originado durante los últimos cincuenta años, movimientos tectónicos de magnitud mayor a los 6.5 grados en la Escala de Richter y de intensidad superior a los VIII grados en la Escala de Mercalli Modificada (MM), habiendo evidencia de que el ocurrido el 28 de agosto de 1973 con epicentro localizado en la región sureste del estado de Puebla con magnitud de 6.8 grados, ha sido el más destructivo del siglo pasado en el estado de Tlaxcala de acuerdo a los registros de Protección Civil. Por otra parte, el sismo que se registró el 19 de septiembre de 1985 en la Brecha de Michoacán, ocasionó en la Ciudad de Tlaxcala agrietamientos en casas habitación de hasta 1.0 cm de separación. En lo que se refiere al sismo del 14 de septiembre de 1995, cuyo epicentro estuvo a 90 km de Acapulco, provocó problemas en las estructuras de los edificios del CENDI en Tlaxcala y Apizaco donde se presentaron agrietamientos muy severos en techos y paredes, lo que obligó a inhabilitarlos hasta que se repararon los daños. En algunas casas de la colonia "La Loma" de la Ciudad de Tlaxcala se presentaron agrietamientos en las paredes hasta de 2.5 cm. de separación, adicionalmente se tuvieron fugas de gas. Finalmente es importante mencionar que el sismo del 15 de junio de 1999, provocó daños directos moderados, diversos a estructuras y fenómenos aislados de licuación. Se realizó una zonificación preliminar de los suelos de la Ciudad de Tlaxcala, con base a cortes estratigráficos obtenidos de excavaciones y perforaciones de pozos realizados por diferentes dependencias. Por esta razón se propone la instalación de dos redes de monitoreo sísmico, la primera para conocer las características sismológicas de la región y la segunda para determinar el comportamiento de los diferentes tipos de suelo de la Ciudad Capital. Los objetivos de la Red Sísmica del Estado de Tlaxcala son:

- 1.- Monitoreo continuo de la actividad sísmica registrada en el estado de Tlaxcala, asociadas a estructuras geológicamente activas.
- 2.- Determinar el grado de atenuación de las ondas sísmicas en la región.
- 3.- Determinar el peligro y el riesgo sísmico existente en el estado de Tlaxcala.
- 4.- Monitoreo sísmico del volcán La Malinche, con el propósito de determinar su grado de actividad

Dentro de los objetivos de la Red de Acelerógrafos de la Ciudad de Tlaxcala tenemos:

- 1.- Registro acelerográfico de los Temblores de intensidad moderada a fuerte, producidos local y regionalmente.
- 2.- Análisis y procesamiento de la información para obtener los Espectros de Fourier de sitio en la Cd. de Tlaxcala.

Obtención de los espectros de respuesta correspondientes al sitio de observación.

Identificación de las mayores amplificaciones sísmicas para el sitio (riesgo sísmico).

REDES-09

SISTEMA DE INFORMACION SISMOTELEMETRICA DE MÉXICO

Javier Lermo Samaniego, Henry Kemper Castro y Walter
Kemper Castro
Instituto de Ingeniería, UNAM
Cd. Universitaria, Apdo. Postal #70-472, Coyoacán, 04510,
México, D.F.
E-mail: lermo@inti.iingen.unam.mx

SISMEX es la red de telemetría analógica del Instituto de Ingeniería de la UNAM para el estudio sismológico del Valle de México. Actualmente el mantenimiento y operación de las estaciones remotas (Figura 1), está a cargo del Departamento de Ingeniería Sismológica del Instituto.

En estos últimos años se han realizado acciones para transformar SISMEX de una red analógica en una red totalmente digital. Entre los avances más significados logrados ha sido:

Instalación de Seislog para QNX. Actualización del programa de adquisición, procesamiento y almacenamiento en el puesto central de SISMEX. Este programa fue desarrollado por la Universidad de Bergen (Noruega) y corre en el sistema operativo de QNX para el análisis en tiempo real de la información transmitida por las estaciones remotas.

Implementación de una estación "piloto" telemétrica digital. Proyecto requerido por el DDF de la Ciudad de México para el monitoreo de la actividad sismológica del cerro del Chiquihuitle (Distrito Federal).

Nuestro plan a futuro para seguir mejorando su funcionamiento son:

Sensores de banda ancha. Reemplazar los sensores de 1HZ por sensores de 20Hz en las estaciones remotas.

Rediseño de la electrónica utilizada. Modernización de las tarjetas con dispositivos electrónicos actuales para mejorar la transmisión e inmunidad al ruido.

Diseño de una estación telemétrica digital. Paralelamente desarrollar una estación "piloto" de telemetría digital con el objetivo de que sea el estándar a futuro de la red telemétrica SISMEX.

REDES-10

OBSERVACIONES DE MICROTREMORES REGISTRADOS POR LA RED SISMICA RESNOM DE BAJA CALIFORNIA, MEXICO

Raúl R. Castro, Luis H. Mendoza, Luis Inzunza, Luis R.
Orozco, Cecilio J. Rebollar, Francisco J. Farfán, Jesús O.
Gálvez and Ignacio Méndez
Depto. de Sismología, División Ciencias de la Tierra, CICESE

Mediante el análisis espectral de microtemores registrados *in situ* y por la red sísmica RESNOM, evaluamos la respuesta de sitio y la instrumental de ocho estaciones de la red. La frecuencia de resonancia de las estaciones se determinó usando cocientes espectrales entre las componentes horizontal y vertical de registros obtenidos *in situ* con un sismógrafo SSR-1 y sensores de 5 segundos de periodo natural. Aunque la mayoría de las estaciones tiene una respuesta de sitio aproximadamente constante entre 0.4 y 25 Hz, una de las estaciones analizadas (PBX) muestra una clara frecuencia de resonancia en 2.5 Hz. La estación PBX esta instalada sobre roca, sin embargo, la topografía y las características superficiales cercanas al sitio pueden influenciar la respuesta sísmica de esta estación.

En general, los cocientes espectrales calculados separadamente para las componentes norte-sur y este-oeste tienen la misma forma espectral y el nivel de amplificación esta dentro del rango de incertidumbre de las estimaciones.

También usamos registros de microtemores obtenidos por las estaciones permanentes, en combinación con registros *in situ*, para verificar la respuesta instrumental de las estaciones del sistema RESNOM. Encontramos que los microtemores registrados son aproximadamente invariantes en el tiempo. Esta característica nos permitió usar ruido ambiental registrado por una estación portátil bien calibrada para verificar la respuesta instrumental de las estaciones permanentes.

REDES-11

USO DE SISMÓGRAFOS DE VELOCIDAD GBV EN LA DETECCIÓN SÍSMICA EN HUIMILPAN, QUERÉTARO

J.M. Gómez, E. Nava, A. Nieto, S. Alaniz, M. Guzmán, y R.
Zúñiga
Unidad de Investigación en Ciencias de la Tierra, UNAM

La Faja Neovolcánica es una zona poco estudiada desde el punto de vista sismológico. Esto se debe principalmente al bajo índice de recurrencia de eventos "destructivos", así como a que el cúmulo de esfuerzos de investigación se ha enfocado a los sismos

de subducción o a los que ocurren en otros límites de placas, como es el caso del Noroeste de México. Recientemente se han hecho algunas campañas de detección de sismicidad en el centro de México por investigadores del Instituto de Geofísica y de Ingeniería de la UNAM, así como por algunas otras instituciones del país. Sin embargo, tanto los esfuerzos aplicados como los resultados obtenidos son aún precarios. Una de las razones es el bajo nivel de sismicidad regional. Pese a ello, algunos eventos recientes son una alerta para no disminuir el interés. Tal es el caso de la secuencia sísmica de Sanfandila (Mmax 3.5), Querétaro, de Mayo de 1998 o del evento reciente ocurrido en la Sierra Gorda de Querétaro (22/05/2001, Mmax 4.1). La UNICIT esta comenzando una labor de monitoreo con instrumentos REFTEK y GBV. Estos últimos aún son una incógnita en cuanto a su capacidad y calidad de registro. Recientemente instalamos 4 GBV en Querétaro, 3 en los alrededores de Huimilpan, a una distancia aproximada de 5 km entre ellos y otro en la UNICIT a 40 km de los anteriores. Los primeros están muy cerca de la falla de Sanfandila. Los instrumentos parecen trabajar bien, sin embargo, aún no se ha detectado ninguna actividad local de interés, o un evento regional que haya sido registrado propiamente en todos los instrumentos. Continuamos trabajando para determinar los parámetros óptimos de registro y los valores adecuados de amplificación para tener una señal clara de la actividad sísmica. Todo esto es un trabajo que podría coordinarse con otras Instituciones nacionales. Algunas de ellas ya han mostrado interés por adquirir equipos similares, como la Universidad de Querétaro y la de Aguascalientes. El éxito del empleo de estos instrumentos descansa en su bajo costo y facilidad de operación, por lo que el sumar esfuerzos con otras Instituciones puede redundar en contar con una cobertura regional adecuada, la cual es actualmente inexistente. Otro beneficio sería la posibilidad de almacenar y compartir datos, como ocurre con algunos consorcios compuestos por Universidades en países más desarrollados.

REDES-12

LA RED SÍSMICA DE BANDA ANCHA DEL SERVICIO SISMOLÓGICO NACIONAL

Javier Francisco Pacheco
Instituto de Geofísica, UNAM

El Servicio Sismológico Nacional de México inició el reemplazo de su red telemétrica de período corto por una red sísmica de banda ancha a inicios de la década de 1990. La primera estación se instaló en 1993 en la ciudad de México, dentro del campus universitario. Hoy la red cuenta con 20 estaciones instaladas en el sur de México, cubriendo más territorio que la antigua red telemétrica. Este año se instalarán otras 2 estaciones también en el sur de México para un total de 22 estaciones.

Los equipos instalados constan de un digitizador de 24 bits marca Quanterra, el cual registra el movimiento del terreno en tres canales de velocidad y tres de aceleración. El sensor de velocidad es un sensor de banda ancha marca Strekeisen, modelo STS-2, que posee un rango dinámico de 140 db, con respuesta plana a velocidad entre 50 Hz y 120 segundos. El sensor de aceleración es de balance de fuerzas, marca Kinometrics, modelo FBA-23, con respuesta plana desde DC hasta la frecuencia de muestreo. Estos equipos se instalan en casetas especiales con alto aislamiento y protección contra picos de voltaje y tormentas atmosféricas.

Los nuevos equipos han permitido al SSN no solo brindar la información tradicional de localización del sismo y su magnitud, sino también ha permitido proporcionar una magnitud sin saturación calibrada con la magnitud Mw de momento sísmico. La distribución de las estaciones también ha permitido realizar inversiones en tiempo casi real del tensor de momento sísmico para sismos con magnitudes mayores a 4.5 que se encuentren dentro de la red. Estas soluciones de tensor de momento sísmico proporcionan no solo el tamaño del temblor, a través de su magnitud de momento sísmico, sino también el mecanismo de falla del temblor. Los datos obtenidos por el SSN de los grandes temblores ocurridos en el sur de México se han utilizado con gran éxito en la determinación de la distribución de deslizamiento en el plano de falla.

Recientemente se aprobó un proyecto con la Secretaría de Gobernación para expandir la red de banda ancha con otras 9 estaciones. Con estas nuevas estaciones se espera cubrir los vacíos en el sur y expandir la red hacia el centro y el norte del país, permitiendo una cobertura de todo el territorio afectado por sismos.

Las metas para este nuevo milenio son las de contar con un sistema en tiempo real que permita determinar con precisión, y en pocos minutos después de ocurrido un sismo, su magnitud, localización y distribución de intensidades instrumentales, que permita a las autoridades de Protección Civil, en cualquier parte del país, contar con datos precisos, confiables y a tiempo en caso de un gran sismo.

REDES-13

RESBAN: RED SISMOLÓGICA DE BANDA ANCHA DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Cecilio J. Rebollar, Arturo Pérez-Vertti y Juan A. Mendoza
CICESE

RESBAN es una red sismológica de estaciones de banda ancha permanentes y portátiles que están instaladas en las márgenes del Golfo de California. Las estaciones constan de los siguientes instrumentos: Procesadores de 24 bits Quanterra acoplados a un sismómetro Streckeisen de banda ancha STS2 con un periodo natural de 100 segundos y a un acelerógrafo Kinometrics FBA23. Este sistema es similar a los que constituyen la Red Sismológica Nacional del Instituto de Geofísica de la UNAM y registran en forma continua a 20 muestras por segundo. Las estaciones que tienen este sistema son las estaciones de Bahía de los Angeles y Guaymas. Las estaciones portátiles constan de un digitalizador Guralp de 24 bits CMG-DM24 acoplado a sismómetros Guralp CMG-40T y CMG3ESP con periodos naturales de 30 y 100 segundos, que registran en forma continua a 20 muestras por segundo en un módulo de adquisición de datos Guralp CMG-SAM2. Las estaciones que tienen este sistema son: El Chinero (31.472N, 115.051W), Puerto Peñasco (31.335N, 113.632W), Puerto Libertad (29.916N, 112.695W), Hermosillo (29.018N, 110.949W) y Topolobampo (25.609N, 109.535W). Los objetivos de esta red son: localizar la actividad sísmica generada en el Golfo de California y en sus márgenes, formas de ruptura, cálculo de estructura y atenuación sísmica. En la presentación se presentarán resultados y ejemplos de sismogramas de la actividad registrada.

REDES-14

NARS-BAJA: RED DE SISMOGRAFOS DE REGISTRO AUTONOMO DE BANDA ANCHA DE BAJA CALIFORNIA, MEXICO

Cecilio J. Rebollar¹, Raul R. Castro¹, Jeannot Trampert², Jeroen Ritsema³ y Robert W. Clayton³

¹ CICESE

² Department of Geophysics, Utrecht University, The Netherlands

³ California Institute of Technology, Pasadena, USA

El proyecto NARS-Baja consiste en la instalación de 14 estaciones de banda ancha alrededor del Golfo de California, México por un periodo de cinco años. Este es un proyecto de colaboración entre investigadores de la Universidad de Utrecht, Holanda, el Instituto Tecnológico de California (CALTECH), USA, y el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), México. Los sismógrafos consisten de digitalizadores de 24 bits, diseñados por la Universidad de Utrecht, acoplados a sismómetros Streickesen STS-2. Esta red se complementará con las estaciones de la red sismológica de banda ancha del Golfo de California (RESBAN). El propósito de esta red es localizar y calcular parámetros de fuente de temblores de magnitud moderada, determinar la estructura de la corteza con ondas de cuerpo de telesismos, y determinar la estructura del manto superior en la región del Golfo de California y de sus alrededores con ondas superficiales. En la presentación se darán a conocer los avances de este proyecto, que inició en abril del 2001 con la construcción de casetas en diferentes sitios localizados a lo largo de la península de Baja California.

REDES-15

10 AÑOS DE OPERACIÓN DE LA RED DE OBSERVACIÓN SÍSMICA DEL CENAPRED

Enrique Guevara O.¹, Roberto Quaas W.¹, César Morquecho Z.¹, Germán Espitia S.¹, Jazmín Vázquez, David Almora M.² y Ricardo Vázquez L.²

¹ Centro Nacional de Prevención de Desastres

² Instituto de Ingeniería, UNAM

La Red de Observación Sísmica del Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED, entró en operación en 1990, año en que fue inaugurado en centro. Esta red está compuesta por un total de 16 estaciones autónomas de registro y un puesto central de recepción y procesamiento de la información ubicado en las instalaciones del CENAPRED.

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 distribuidas uniformemente a lo largo de una línea entre Acapulco y México, todas instaladas en la superficie sobre roca firme. El propósito 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 está formada por 11 estaciones instaladas en distintos puntos de la ciudad de México, distribuidas en base a 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 en el valle de México y el comportamiento de los distintos suelos bajo excitación sísmica, tanto en superficie, de pozo y algunas estructuras.

En este trabajo se presenta una descripción de la red, la información sísmica registrada durante 10 años de operación interrumpida, así como los proyectos de modernización y actualización de la red.

REDES-16

SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE ACELEROGRAMAS MEXICANOS

Alcántara Leonardo¹⁻⁸, Quaas Roberto¹⁻², Pérez Citlali¹, Javier Clara³, Alonso José², Mena Enrique³, Espinosa J. Manuel⁴, López Bertha², Cuellar Armando⁴, Camarillo Lucio⁴, González Francisco³, Guevara Enrique²⁻⁷, Ramírez Mario⁶, Vidal Antonio⁵, Ayala Mauricio¹, Ramos Sandra⁴, Macías Marco¹ y Ruiz A Laura¹

¹ Instituto de Ingeniería, UNAM, México

E-mail: leonardo@pumas.iingen.unam.mx

² CENAPRED, Secretaría de Gobernación, México

³ Comisión Federal de Electricidad, México

⁴ CIRES, Fundación Javier Barros Sierra, México

⁵ CICESE, Ensenada, B.C., México

⁶ Red Interuniversitaria de Instrumentación Sísmica, UAM, México

⁷ Instituto de Geofísica, UNAM, México

⁸ Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, A.C.

Después del terremoto del 28 de julio de 1957 (M=7.5), conocido como el temblor de San Marcos, se reconoció la necesidad de contar con instrumentos para el registro de movimientos sísmicos de gran amplitud y por consiguiente se instalan, en 1960, dos acelerógrafos en la ciudad de México. No obstante, la instrumentación para el registro de sismos intensos no tuvo el crecimiento requerido dado el potencial sísmico del país. Por lo que, durante la ocurrencia del terremoto del 19 de septiembre de 1985 se obtuvieron únicamente 41 registros: 28 en los estados de Guerrero y Michoacán, 1 en Puebla y 10 en el valle de México. Posterior a estos eventos y considerando las fatales consecuencias, tanto en los seres humanos como en las estructuras, se inicia un importante crecimiento de la red acelerográfica con la finalidad de tener un mejor monitoreo en regiones que pueden dar origen a sismos o en aquellas que pueden verse seriamente afectadas. Lo anterior, más los avances en las tecnologías de registro y la experiencia acumulada por los grupos e instituciones que operan redes sísmicas, han contribuido a incrementar de manera importante el número de registros. Sin embargo, también surgió la problemática de no contar con un medio eficiente de distribución de los datos, por una parte debido a que cada institución realiza el proceso de su información en forma independiente, y por otra al mejoramiento de las técnicas de registro que propiciaron la existencia de diversos formatos.

Considerando la situación expuesta, el Grupo de la Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes se propuso hacer un inventario de la información que sobre registro acelerográfico se ha generado en México, así como divulgar y distribuir esta por diferentes medios. Hoy en día, se han editado 3 catálogos impresos y dos discos compactos, el último de estos denominado Acelerogramas 2000 es el motivo del presente trabajo. En este se

hace un compendio de la infraestructura sísmica existente en el país con relación a estaciones, instrumentos y sismos registrados. Por otra parte, contiene las series de tiempo de 13,545 acelerogramas con registro en tres componentes, los cuales se presentan en un formato común denominado Archivo Estándar de Aceleración en su versión 2.0 (ASA2.0). Adicionalmente, cuenta con un sistema de acceso a los datos mediante el cual el usuario, puede establecer diferentes criterios de búsqueda y obtención de información de acuerdo a sus necesidades.

REDES-17

LA RED DE ACELEROGRAFOS DE LA CIUDAD DE PUEBLA

G.J. González Pomposo¹, L. Alcántara Nolasco², J. Jiménez Barroso¹, A.E. Posada Sánchez¹ y M. Bravo Martínez¹

¹ Facultad de Ingeniería, BUAP

² Instituto de Ingeniería, UNAM

La localización geográfica de Puebla, aunada a la planeación y ejecución de obras, ha permitido dar a la entidad una infraestructura de progreso, generando un incremento en las construcciones y una disminución de su espacio físico, por lo que es indispensable contar con herramientas de medición y procesamiento de información sísmica. Durante 1972 en el edificio central de las oficinas de la Comisión Federal de Electricidad de la ciudad de Puebla se estableció por parte del Instituto de Ingeniería, UNAM la estación SXPU que formaba parte de la red de telemetría SISMEC. Al ocurrir los temblores de septiembre de 1985, en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de Puebla se inicia el proyecto de crear la Red de Acelerógrafos de la Ciudad de Puebla (RACP). El 5 de noviembre de 1987 se instalan los tres primeros equipos acelerográficos que conformarían la red. Estas estaciones se situaron en Ciudad Universitaria (UAPP), Paseo Nicolás Bravo (PBPP) y en la Central de Abastos (CAPP). En 1993 la entonces Facultad de Ingeniería Civil y Tecnológica, BUAP y el Instituto de Ingeniería, UNAM inician un convenio de colaboración para la operación conjunta de la RACP, por lo que la estación SXPU se integra a la red y el mantenimiento, operación y recolección de datos se realiza de forma conjunta. Para 1995 se instalan por parte del Instituto de Ingeniería dos estaciones más: SRPU en el municipio de San Ramón Castillotla y PZPU en el cerro de la Paz. Las estaciones de Parque Habana (PHPU) y Barranca Honda (BHPP) entran en operación en 1996. En el año de 1999 se lleva a cabo la instalación de dos nuevas estaciones ubicada en el antiguo lecho del Río de San Francisco (RFPP) y en el Hospital San Alejandro del IMSS (SAPP). Con estas 10 estaciones la Ciudad de Puebla se ubica como la mejor instrumentada de provincia del país, desde el punto de vista de la Ingeniería Sísmica. Actualmente se encuentra en proyecto la instalación de la 11 estación, que se ubicará al pie del cerro de la Calera con el propósito de monitorear el comportamiento del basamento que subyace a la ciudad. Las estaciones se encuentran distribuidas en puntos estratégicos de la ciudad de tal forma que pueda llevarse a cabo una evaluación sobre el comportamiento sísmico de los suelos presentes en ella. La instrumentación de la red se basa en acelerógrafos digitales de alta resolución aunque de distinta marca y tipo (DCA-333, IDS-360^a, Etna, GSR-12 y GSR-16), todos operan de manera similar, cabe destacar que las estaciones BHPP y PHPU están configuradas para ser interrogadas por medio de línea telefónica

La finalidad de la RACP es obtener información relacionada con los eventos que se registran para evaluar los efectos directos e indirectos que se producen en el comportamiento de los suelos, debido a la acción sísmica. Además de dar una mayor seguridad en las construcciones dentro de la mancha urbana y comunidades aledañas a la ciudad de Puebla. Dentro de los objetivos más relevantes están:

1. Análisis y procesamiento de la información para la obtención de los Espectros de Fourier.
2. Comparación del comportamiento sísmico de los distintos suelos de la Ciudad de Puebla
3. Obtención de los espectros de respuesta correspondientes a los sitios de observación.
4. Identificación de los sitios de mayores amplificaciones sísmicas.
5. Propuesta de Espectros de Diseño para la Ciudad de Puebla.

El logro más importante es la aportación de la información empleada para la Propuesta de Normas Técnicas para el diseño por sismo en el Reglamento de construcciones del Municipio de Puebla, que fue aprobado en noviembre de 1999, por el H. Ayuntamiento de la Ciudad.

REDES-18

EL SISTEMA DE ALERTA SÍSMICA MEXICANO A 10 AÑOS DE HABER INICIADO SU SERVICIO

Cuéllar Martínez Armando, Ramos Pérez Sandra, Espinosa Aranda J. Manuel

Centro de Instrumentación y Registro Sísmico, A.C.

El Sistema Mexicano de Alerta Sísmica (SAS) en 10 años de operación continua, ha generado 52 disparos de alerta y presentado únicamente dos fallas desde hace 8 años: un aviso falso y una omisión de aviso de alerta. El sistema ha obtenido más de 1,428 registros correspondientes a efectos de más de 892 sismos observados. El SAS, desarrollado en el Centro de Instrumentación y Registro Sísmico, A.C. (CIRES) de la Fundación Javier Barros Sierra, (FJBS) genera avisos de alerta sísmica automáticos a los habitantes de la ciudad de México con una oportunidad de más de 60 segundos ante el inminente arribo de un sismo fuerte proveniente de las costas de Guerrero. Para mantener la confiabilidad del sistema, el CIRES ha desarrollado tecnología de vanguardia para llevar a cabo la actualización constante, uno de sus desarrollos es la tarjeta de adquisición y control de datos RADES que actualmente se encuentra en todas las estaciones sensoras ubicadas a lo largo de las costas de Guerrero. Asimismo, el CIRES explora nuevas formas para lograr una respuesta más rápida en la detección que permita optimizar el tiempo necesario para pronosticar la magnitud de un sismo en desarrollo, este pronóstico permitirá dar aviso a regiones habitadas que se encuentren cerca del foco sísmico.

REDES-19

THE PCC'S BUILDING STRONG MOTION VIRTUAL INSTRUMENTATION ARRAY. REMOTE ACCESS AND MONITORING SYSTEM FOR IN-SITU DATA PROCESSING AND DATA BASE TRANSMISSION TO AUTHORIZED USERS

Alfonso Reyes, Julia Sanchez and Diana Fong
Depto. de Sismología, CICESE

Since 1993 an array of twelve state of art strong motion tri-axial accelerometers have been in operation to monitor the earthquake structural response of the PCC's building, which is located in the soft soils of Mexico City. It is a critical facility housing the control panel and power generators for the city subway system (METRO). Nine accelerographs are installed in the building and three in a vertical sub-soil array. The twelve accelerometers are interconnected for the simultaneous recording of the sub-soil and building response to the earthquake ground motion. The building instrumentation is designed to record the its deformations associated with: the lateral and torsional framing stiffness of the building, the rocking of the foundation, and the shear deformations of the interstory slab. The instrumentation provides optimum data to make accurate measurements of the rigid base structural dynamic properties of the building. The array has generated a unique data base consisting of 17 sets of records of earthquakes located along the Middle America Trench with magnitudes in the range $4.6 < M_w < 7.6$. The maximum peak ground accelerations recorded at 20 m depth (upper clay formation) ranges from 2 cm/sec² to 26.2 cm/sec² and in the top floor of the building from 4.1 cm/sec² to 45.6 cm/sec². The data base also includes the records of the $M_w = 7.5$ "Copala - Guerrero" earthquake of September 14, 1995. Thus important data are available to improve the numerical modeling of buildings founded on soft soils where the effects of the local soil conditions on the amplification of the seismic waves and the soil - pile- structure interaction effects are accounted for.

The remote access system provides a powerful tool for the analysis of the building performance based on the in-line processed data under a collaborative environment session with the participation of the local structural engineer visiting the building, the remote earthquake engineer and building's authorities. The system provides the tools for in-situ data processing, data base transmission to authorized users and early visual information on the structural response of the building. The system was developed under a virtual instrument environment created by using PC operated state of the art interconnected accelerographs, a local PC, a remote PC, a modem and commercially available communications software and signal processing programming tools based on MATLAB. Within the first hour of occurrence of an earthquake. The system allows the remote user to: Transfer the recorded data files from the instrument solid state memory to the local PC. Process locally the data to create a fax-file report with the time series and spectral magnitude plots and transmit it to a remote fax machine or to a remote PC for visual analysis. Compress and transmit the data files to the remote PC. From the remote PC the system allows the network's operator to maintain a on-schedule routine for monitoring and instrument control; thus improving the network performance in terms of first quality records. The remote - local PC telephone communication time is limited to the activation of command batch files to run programs in the local PC; for data transmission; data analysis; and data visualization. In most cases the time does not exceeds more

than ten minutes. The use of the remote access system has minimized the number of visits per-year of a qualified technician to the PCC's array for a routinely instrument supervision and the over all cost to operate the array.

REDES-20 CARTEL

PERSPECTIVAS DE LA RED SISMICA DEL ESTADO DE CHIAPAS

Ramos Hernandez, Silvia
Coordinación de Monitoreo Volcanológico-Sismológico, Subsria.
de Protección Civil

La región chiapaneca, al sureste de México, por su conformación geológica, es afectada por la actividad de desplazamiento de tres Placas tectónicas: la de Cocos, la del Caribe y la Americana.

Esta situación coloca a Chiapas dentro de los tres Estados de mayor actividad sísmica, y potencial para sufrir daños por sismos, al igual que los Estados de Oaxaca y Guerrero.

Durante el siglo pasado, al menos quince sismos sucedieron con magnitudes mayores de 6. Uno de ellos, el de 1902, con magnitud de 7.3 se caracterizó por provocar enormes daños en ciudades del Centro del Estado, siendo el poblado de Bartolomé de los Llanos, hoy cabecera municipal de Venustiano Carranza uno de los mas dañados.

Lo anterior hace que sea impostergable el establecimiento de una Red Sismológica y Acelerográfica que permita el seguimiento, observación, estudio e investigación, tanto de los sismos tectónicos como de los volcánicos del Tacaná y Chichón, así como el potencial que pueden provocar sobre las poblaciones tanto urbanas como rurales en las regiones del Estado.

En este trabajo se describen los logros en las acciones gubernamentales de cooperación con el Servicio Sismológico Nacional y con el CENAPRED, para el establecimiento de las Estaciones de Banda Ancha y las perspectivas de trabajos coordinados en el corto, mediano y largo plazo, en materia del monitoreo sísmico.

Finalmente se da cuenta del impulso y actividades para el fomento a la Cultura de la Prevención de Riesgo Sísmico en la Entidad.

REDES-21 CARTEL

RED ACELEROGRÁFICA DE LA CIUDAD DE MÉXICO CON TECNOLOGÍA RAD-851

Camarillo Barranco Lucio, Espinosa Aranda J. Manuel y
Armando Cuéllar Martínez
Centro de Instrumentación y Registro Sísmico, A.C.

La Red Acelerográfica de la Ciudad de México (RACM), a cargo del Centro de Instrumentación y Registro Sísmico, A.C. (CIRES) de la fundación Javier Barros Sierra (FJBS), desde 1987 al 2001 ha obtenido un total de 2,853 registros captados durante la ocurrencia de 103 sismos que afectaron a la ciudad de México. Este acervo acumula más de 100 horas de información acelerométrica obtenidos con la RACM la cual cuenta con más de 74 acelerógrafos digitales distribuidos en todas las zonas de suelo característico que

comprende el valle de México. De acuerdo con uno de los objetivos principales, el CIRES divulga esta información de los investigadores y especialistas en ingeniería sísmica de México y del extranjero a través de publicaciones en la Base Nacional de Datos de Sismos Fuertes que cuenta con un catálogo de más de 20,000 registros. El CIRES ha desarrollado tecnología de vanguardia como la tarjeta de adquisición de datos RAD-851, la cual opera desde 1997 en 50 acelerógrafos de la RACM para asegurar y mejorar su servicio continuo.

REDES-22 CARTEL

RED SISMICA DEL NOROESTE DE MEXICO (RESNOM)

Grupo de trabajo RESNOM

Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

RESNOM es una red mantenida en funcionamiento por personal del Departamento de Sismología del CICESE. Esta red se diseñó para registrar la actividad sísmica del noroeste de México, entre 30° y 33° de latitud y -114° y -117° de longitud, aproximadamente. Aún cuando su diseño e instalación se iniciaron en 1977, el registro efectivo de temblores comenzó en 1980. Actualmente la red consiste en 12 estaciones de periodo corto (1 s), 3 de banda ancha (0.01 a 50 Hz) y 1 de periodo largo (15 s). Las estaciones de periodo corto están equipadas con instrumentación electrónica de 12 bits de resolución, diseñada y construida en el CICESE. Estos sistemas reciben las señales de sismómetros Teledyne Geotech o Mark L4C y las digitalizan a 40 mps en cada componente. Las señales digitales se serializan y codifican (FSK) para su transmisión por radio (VHF y UHF) al centro de procesamiento en el CICESE. Respecto a las estaciones de banda ancha, éstas se instalaron en el presente año para iniciar la modernización de RESNOM. Cada estación funciona con una grabadora digital REFTEK (DAS 72A), sensores tri-axiales Geotech (KS 2000) y un sistema GPS que suministra tiempo (UTC) a los registros. Las grabadoras almacenan las señales con una resolución 24 bits, a razón de 100 mps en cada canal. La transmisión de la información digital al CICESE se efectúa usando radio enlaces e Internet. Finalmente, la estación de periodo largo, ubicada en el CICESE, consiste en tres sismómetros Teledyne Geotech conectados a un sistema propio de registro digital. Este sistema digitaliza las señales a razón de 1 mps por canal utilizando un convertidor A/D de 12 bits. La información resultante se serializa y convierte a formato RS-232 para suministrarla a una computadora PC, en donde se decodifica, visualiza y se le incluye marcas de tiempo.

REDES-23 CARTEL

REGISTRO SISMICO EN BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO

M. González, L. Munguía, S. Mayer, M. Navarro, A. Aguirre,
T. Valdez y H. Torres

Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

Una red sísmica compuesta por 10 estaciones digitales (24 bits de resolución) y 5 analógicas ha sido mantenida en funcionamiento desde octubre de 1998 a la fecha en el estado de Baja California Sur, México, por personal del Departamento de Sismología del CICESE. El objetivo de la red es registrar información que permita definir patrones espaciales de sismicidad en las regiones de La Paz-Los Cabos y el Puerto de San Carlos. La red ha funcionado en

diversas áreas y a distintos periodos de tiempo. Para la región de La Paz-Los Cabos, un análisis de la información registrada a la fecha indica que la mayoría de los sismos se ubican al este de las Islas Espíritu Santo y La Partida. Parte de esta actividad se ha presentado en forma de enjambres sísmicos. En la vecindad de la ciudad de La Paz, se observó un lineamiento de eventos con dirección NW-SE que atraviesa la ciudad sin que éste se correlacione con alguna falla conocida. Por otro lado, en la región de San Carlos la actividad detectada fue mínima en comparación a lo que se ha registrado en la región de La Paz-Los Cabos. Durante 8 meses de operación, la red registró solamente 21 eventos con magnitudes menores o iguales a 2.0. Los epicentros de estos eventos no muestran una tendencia definida que sugiera alguna estructura como responsable de ellos. Los sismos de esta región, aún y cuando son de baja magnitud, generan alarma en la población debido a la proximidad de sus epicentros y a las características geológicas de la región (suelos blandos).