

Figura 6.5 Gráficas que muestran diversos parámetros de monitoreo: a) promedio de amplitudes sísmicas (RSAM), número de eventos registrados, energía acumulada, inclinación, mediciones de bióxido de azufre. b) detección de flujos: datos del pluviómetro, datos de flujos en diferentes bandas y voltaje de la baterías

Durante el episodio eruptivo de diciembre de 2000, el comportamiento de la actividad sísmica del volcán, consistió en episodios de quietud alternados con episodios de gran actividad que alcanzaban importantes amplitudes en las señales sísmicas, de tal manera que fue posible describirlo como un modelo de carga y descarga. Este comportamiento permitió utilizar el modelo de tiempo predecible de Shimazaki y Nagata (1980), y de esta forma estimar el inicio del siguiente episodio eruptivo ocurrido el 18 de diciembre el cual fue pronosticado con un día de anticipación (figura 6.6).

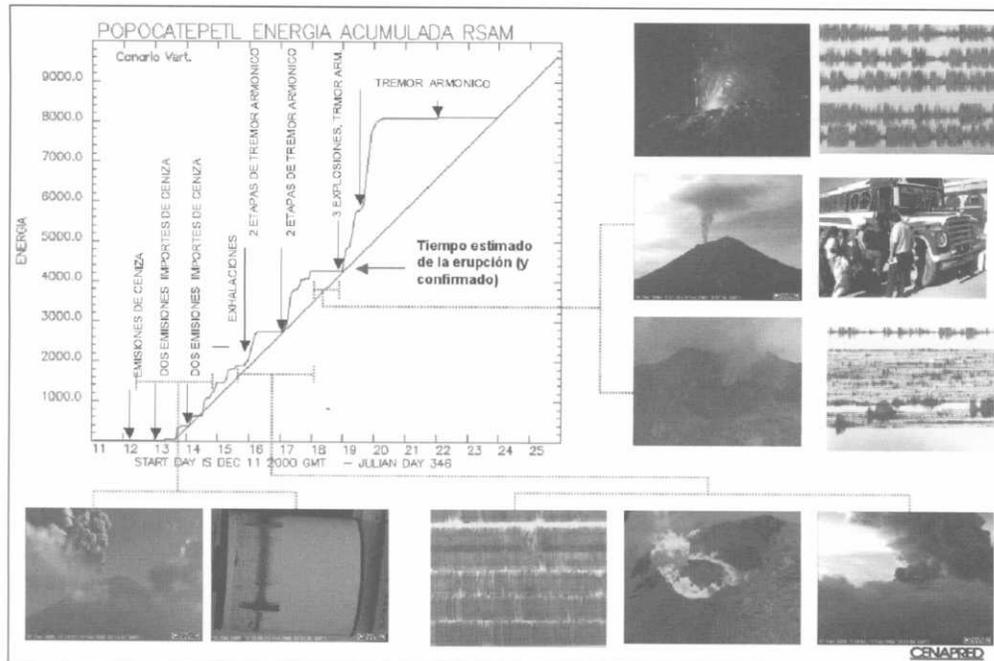


Figura 6.6 Pronóstico de la actividad de energía basado en un modelo de liberación y acumulación de energía

CONCLUSIONES

Con la participación y el apoyo de diversas instituciones y de un entusiasta y comprometido grupo de personas, se ha logrado poner en operación y mantener a lo largo de casi ya 10 años, una importante infraestructura de registro y monitoreo que permite la vigilancia continua del volcán Popocatepetl, así como la detección oportuna de cualquier cambio en su estado de actividad. El sistema de monitoreo y vigilancia del volcán Popocatepetl es sin duda uno de los observatorios más completos. Este sistema ya ha comprobado ser de gran eficacia y utilidad como sucedió durante la crisis de diciembre del 2000, la mayor en los últimos 70 años. La información que ha generado a la fecha y que seguirá proporcionando en el futuro será de muy valiosa para la investigación y seguramente permitirá entender cada vez mejor el fenómeno volcánico a fin de prevenir futuros desastres que este volcán pudiese provocar.

La experiencia adquirida con la instrumentación y el monitoreo del volcán Popocatepetl, han motivado realizar trabajos similares en otros volcanes activos del país, entre ellos, en el Tacaná, el Citlaltépetl, los cuales ya cuentan con 3 y 2 estaciones sísmicas, respectivamente. Además se está trabajando en la instrumentación del volcán Chichonal. Todo esto con la finalidad de estar preparados ante la posibilidad, aunque remota de que estos volcanes nuevamente se reactiven.

RECONOCIMIENTOS

Sin lugar a duda el sistema de monitoreo del volcán Popocatépetl y los exitosos resultados obtenidos se deben gracias al esfuerzo de numeras personas, organizaciones e instituciones. A todos ellos se les hace un reconocimiento y un agradecimiento por contribuir a la prevención, en este caso, de alguna situación de riesgo del volcán Popocatépetl.

• PERSONAS

Nacionales

Alejandra Arciniaga
Alejandro Hernández
Alejandro Mirano
Alicia Martínez
Alonso Flores
Ana Lilian Martín
Ana María Alarcón
Ángel Vázquez
Arturo Gascón
Arturo Montalvo
Bernabé Juárez
Bertha López
Carlos Gutiérrez
Carlos Valdés
Carmen Pimentel
César Morquecho
Claus Siebe
Cynthia L. Vidal
Edgar Mota
Enrique Guevara
Esteban Ramos
Fernando Ballesteros
Francisco Galicia
Gerardo Carrasco
Gerardo Jiménez
Germán Espitia
Gilberto Castelán
Gloria Luz Ortiz
Guillermo González P.
Hidromiro Romero
Hugo Delgado
Jaime Urrutia
Javier del Pino
Javier González

Javier Ortiz
Javier Pacheco
Jazmín Vázquez
Jorge Díaz
Jorge Fuentes
José Luis Macías
José Luis Ortiz
Juan José Gómez
Juan Rosales
Krisna Singh
Laura Gaytán
Lorenzo Sánchez
Lucio Cárdenas
Luz María Flores
Marco Antonio Huerta
Marcos Galicia
Maria Aurora Armienta
Martín Peña
Miguel Ángel Franco
Paulino Alonso
Ramón Ruíz
Raúl Arámbula
Ricardo González
Roberto Meli
Roberto Quaas
Rolando Valseca
Salvador Medina
Sergio Alcocer
Servando de la Cruz
Tomás Sánchez
Ulises Errasti
Verónica Totolhua
Vicente Pérez

Extranjeras

Andrew Lockhart
Carol Bryan
Dan Dzurisin
Dan Miller
Izumi Yokoyama
Jeff Johnson
Jeff Marso
John Ewert
Marvin Couchman
Ramón Ortiz
Randall White
Richard Hoblitt
Robert Tilling
Thomas Casadeval
Thomas Murray

Asimismo se agradece a todo el personal del CENAPRED que ha apoyado en los momentos de crisis y durante las guardias en días festivos.

- **INSTITUCIONES GUBERNAMENTALES**

SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN:

Coordinación General de Protección Civil
Dirección General de Protección Civil
Dirección General de Radio, Televisión y Cinematografía

UNIDADES ESTATALES DE PROTECCIÓN CIVIL:

Estado de México, Puebla, Morelos, Distrito Federal y Tlaxcala

SECRETARÍA DE LA DEFENSA NACIONAL

SECRETARÍA DE MARINA, ARMADA DE MÉXICO

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES:

Dirección General de Carreteras Federales
Dirección General de Servicios a la Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano

PROCURADURÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA:

Dirección General de Servicios Aéreos

COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA:

Servicio Meteorológico Nacional

- **MUNICIPIOS:**

En el Estado de México: Amecameca, Atlautla, Ecatingo, Ozumba, Tepetlixpa, Ayapango, Tenango del Aire e Ixtapaluca

En el estado de Puebla: Atlixco, Santa Clara, San Nicolás de los Ranchos, San Juan Tianguismanalco, Tochimilco

En el estado de Morelos: Tetela del Volcán

- **INSTITUCIONES NO GUBERNAMENTALES**

GRUPOS SOCIALES Y PRIVADOS:

Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México
Cruz Roja Mexicana
Brigada de Rescate del Socorro Alpino de México
Televisa
Telmex
Motorola
Pelco

COOPERACIÓN INTERNACIONAL:

Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS)
Volcano Disaster Assistance Program (VDAP)
Cascades Volcano Observatory (CVO)
Japan International Cooperation Agency (JICA)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España
Departamento de volcanología (Museo Nacional de Ciencias Naturales)
Universidad de Hawaii
Embajada de Estados Unidos de América

BIBLIOGRAFÍA

Armenta M A., De la Cruz-Reyna S. and Macías J. L., 2000. Chemical characteristics of the crater lakes of Popocatepetl, El Chichon, and Nevado de Toluca volcanoes, Mexico, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, Volume 97, Issues 1-4, pp 105-125.

De la Cruz Reyna S , J.L. Quezada , C. Peña, O Zepeda y T. Sánchez ,1995 Historia de la Actividad Reciente del Popocatepetl, en el libro "El Volcán Popocatepetl. Estudios Realizados Durante la crisis de 1994-1995", editores O. Zepeda y T. Sánchez, publicado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres y la Universidad Nacional Autónoma de México, pp 339.

De la Cruz-Reyna S., 1995, "PROPUESTA DE UN CÓDIGO DE ALERTA PARA POTENCIALES ERUPCIONES DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL", Secretaría de Gobernación, Sistema Nacional de Protección Civil, Centro Nacional de Prevención de Desastres, pp 08-10.

De la Cruz-Reyna S., 1996, Aspectos de Comunicación entre el Grupo Científico, las Autoridades de Protección Civil y la Población, "UN CÓDIGO DE ALERTA PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS ANTES Y DURANTE POTENCIALES ERUPCIONES DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL", en el libro "El Volcán Popocatepetl Estudios Realizados Durante la Crisis de 1994-1995", editores O. Zepeda y T. Sánchez, publicado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres y la Universidad Nacional Autónoma de México, pp 327-333.

De la Cruz – Reyna S., H. Nolasco E. Ramos, J.L. Degollado, F.J. Castillo, C. Velásquez A. Medrano, H. González, H. Romero y D.A. Castellanos. La Red Geodésica del Volcán Popocatepetl para el Monitoreo de la actividad Volcánica, en el libro "El Volcán Popocatepetl. Estudios Realizados Durante la crisis de 1994-1995", editores O. Zepeda y T. Sánchez, publicado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres y la Universidad Nacional Autónoma de México, pp 339.

De la Cruz-Reyna S., Quaas R., Meli R., 2000. "MANAGEMENT OF VOLCANIC CRISIS", *Encyclopedia of Volcanoes*. Academic Press pp 1199-1214.

Delgado H., C. Siebe, 1994, "POPOCATEPETL (MEXICO): SEISMICITY, SO₂ FLUX, AND CRATER OBSERVATIONS REPORTED", *Global Volcanic Network Bulletin*, Núm. 4, Vol. 19, pp 09-10.

Errasti U., Juárez J., Huerta M., 2000. Diseño e implementación de un sistema automatizado para el monitoreo de deformaciones volcánicas en tiempo real. Tesis ingeniero mecánico. Facultad de Ingeniería UNAM.

Guevara E., Quaas R., Valdés C., De la Cruz S., 2001. Detección y seguimiento de nubes de ceniza. Las cenizas volcánicas del Popocatepetl y sus efectos para la aeronavegación e infraestructura aeroportuaria CENAPRED, UNAM.

Johnson J.B., , R.C.Aster, M.C.Ruiz, S.D.Malone, 2003. Interpretation and utility of infrasonic records from erupting volcanoes. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 121.

Macías J L., Carrasco G , Siebe C , 1995 Capítulo III Riesgo y Mapeo. "ZONIFICACIÓN DE PELIGROS VOLCÁNICOS DEL POPOCATÉPETL", en el libro "El Volcán Popocatepetl. Estudios Realizados Durante la crisis de 1994-1995", editores O. Zepeda y T. Sánchez, publicado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres y la Universidad Nacional Autónoma de México, pp 79-90

Monitoring Volcanoes: Techniques and Strategies Used by the Staff of the Cascades Volcano Observatory, 1980-90. U.S. Geological Survey.

Quaas R., Guevara E., González R., Ramos E., De la Cruz S., 2001. Monitoreo volcánico: Instrumentación y Métodos de Vigilancia., en el libro "El Volcán Popocatepetl Estudios Realizados Durante la crisis de 1994-

1995", editores O. Zepeda y T. Sánchez, publicado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres y la Universidad Nacional Autónoma de México.

Quaas R., Guevara E., De la Cruz S., Valdés C., Castelán G., 2001. Sistema de Monitoreo y Vigilancia del Volcán Popocatepetl . Las cenizas volcánicas del Popocatepetl y sus efectos para la aeronavegación e infraestructura aeroportuaria. CENAPRED, UNAM.

Quaas R., R. González, E. Guevara, E. Nava, H. Mijares, 1995, "INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL", Memorias del X Congreso de Instrumentación, Sociedad Mexicana de Instrumentación, A.C., Xalapa, Ver, México, pp 155-159, septiembre.

Quaas R., E. Guevara, R. González, S. de la Cruz-Reyna, E. Ramos, 1994, "INSTRUMENTACIÓN SÍSMICA PARA EL MONITOREO DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL. PROPUESTA INICIAL CON EL DISEÑO DE CONFIGURACIÓN PRELIMINAR DEL SISTEMA", Informe, Centro Nacional de Prevención de Desastres.

Ramos E., S. de la Cruz-Reyna, R. Quaas, E. Guevara, R. González, 1994, "DISEÑO Y TRABAJO DE CAMPO PARA INSTALAR LA RED DE VIGILANCIA Y MONITOREO EN EL VOLCÁN POPOCATÉPETL", GEOS, órgano informativo de la Unión Geofísica Mexicana, Época II, Vol. 14, Núm. 5.

Siebe C., Abrams M., Macías J.L, "DERRUMBRES GIGANTES, DEPOSITOS DE AVALANCHA DE ESCOMBROS Y EDAD DEL ACTUAL CONO DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL",. en el libro "El Volcán Popocatepetl. Estudios Realizados Durante la crisis de 1994-1995", editores O. Zepeda y T. Sánchez publicado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres y la Universidad Nacional Autónoma de México.

Tilling R., 1993. Monitoring Active volcanoes. U.S. Geological Survey, Department of interior.

Valdés C., De la Cruz S., Martínez A., Quaas R., Guevara E., 2001. Resumen de la actividad del volcán Popocatepetl de diciembre 1994 a mayo 2001. Las cenizas volcánicas del Popocatepetl y sus efectos para la aeronavegación e infraestructura aeroportuaria. CENAPRED, UNAM.