
TEMBLORES Y ERUPCIONES DURANTE LA PRÓXIMA DÉCADA, EN MÉXICO CENTRAL

DIEGO A. CÓRDOBA y LUIS
SILVA-MORA
Instituto de Geología, UNAM. México,
D. F. 04510.
Resumen de la Conferencia dictada el
26 de Mayo de 1988 dentro del ciclo
"Avances de la Ciencia" de la SMHN.

En la actualidad aceptamos que los temblores o fenómenos sísmicos, son el resultado de la deformación originada por la interacción entre las placas tectónicas que conforman la litosfera terrestre. Su análisis permite relacionarlos con algunos hechos tectónicos, pues tales eventos no están distribuidos al azar, por el contrario ocurren en regiones cuyas características y rasgos permiten ubicarlos con precisión (Córdoba y Silva, 1988).

Por otra parte, también se acepta que el vulcanismo se relaciona de alguna forma con la dinámica de las placas tectónicas. En México, existe una configuración de elementos litosféricos activos que permiten atribuir el origen de la sismicidad y considerar al Eje Volcánico Transmexicano, como el producto de lo que conocemos como zona de subducción que en nuestro caso ocurre entre la Placa Norteamericana y la de Cocos (Córdoba y Silva, *op. cit.*).

Para los habitantes de la parte central de México, hablar de temblores y volcanes, resulta un tanto estéril, o bien un tema llamativo, pues forman parte de su monotonía, es decir, difícilmente se encontrará una persona que no haya percibido las formas cónicas que conforman el paisaje de la región en que habita (menos aún en la Ciudad de México), aún cuando tales formas fueron imitadas por sus ancestros en algunas de las edificaciones que aún sobreviven al tiempo y son los testigos de su grandeza. Un comportamiento similar se observa con relación a los temblores, son parte de su vida cotidiana, excepto los de gran magnitud (Córdoba y Silva, 1988).

Concretando, el vulcanismo y sismicidad mexicanos, han demostrado sus peculiaridades (sismo de septiembre, 1985), no obstante, los acontecimientos recientes han permitido la obtención de datos sobre estos fenómenos, que de acuerdo a la teoría están íntimamente ligados al comportamiento de las unidades litosféricas que forman la parte sur del Continente Americano.

En el caso de la sismicidad y del vulcanismo tenemos abundantes ejemplos de su acción destructiva en el mundo, desde el sepultamiento y destrucción total por piroclásticos, de Pompeya y Herculano cercanos al Vesubio en el sur de Italia en el año 79 de nuestra era; la erupción de 1902 en Mont Pelée de la Martinica, su tipo explosivo produjo nubes ardientes que fueron expulsadas a gran velocidad causando la muerte de la población total de St. Pierre.

México no es la excepción a estos fenómenos volcánicos según lo demuestra la erupción del Parícutín entre 1943 y 1952, de graves consecuencias económicas a la agricultura local y otros aspectos civiles (Ordóñez, 1943; Fries y Gutiérrez, 1950a; Foshag y González, 1956), si bien no hubo pérdidas de vida; la erupción del Chichonal en 1982 en el Estado de Chiapas sembró la muerte de personas y animales, destruyendo la economía agrícola de una extensa zona (Weintraub, 1982; Cervantes *et al.*, 1983), ocasionó además perturbaciones atmosféricas a nivel mundial, ya que las cenizas se dispersaron alrededor del globo terrestre impidiendo parcialmente la penetración de los rayos solares, aspecto que dio origen a variaciones climáticas mundiales.

En cuanto a sismos, tenemos varios ejemplos catastróficos; el de San Francisco en 1906 que destruyó gran parte de la ciudad segando muchas vidas; más recientemente, el de julio de 1976 en la ciudad de Tangshan al norte de China no lejos de Pekín, donde murieron cerca de 600,000 personas y hubo 850,000 heridos. En el país en 1911, en época de la Revolución Mexicana, un sismo de 7.9 grados Richter abate la Ciudad de México causando un gran número de víctimas (Pereyra, 1986; Suárez, 1987); otro de 7.6 grados en 1957 dañó nuevamente a la ciudad incluyendo al Ángel de la Independencia; también el que provocó el colapso de la Universidad Ibero Americana en 1979 (Pereyra, 1986; Suárez, 1987). El del 19 y 20 de septiembre de 1985, cuyas consecuencias aún tenemos frescas en el cuerpo y la mente, causó la destrucción total o parcial de más de 2000 edificaciones de la Ciudad de

México y ocasionó la muerte de varios miles de personas (Beck y Hall, 1986).

Los temblores del 19 y 20 de septiembre de 1985, ocurrieron en la región conocida como "Brecha de Michoacán", sus antecedentes fueron registrados en Playa Azul en 1911 con una magnitud de 7.9, y en 1981 con magnitud de 7.3; además, los eventos de Colima en 1973 de 7.5; Patatlán en 1979 de 7.6, permitieron delimitar la región (Suárez, 1987).

Los análisis y experiencias del temblor de 1985, permiten percibir condiciones de alto riesgo en la región conocida como "Brecha de Guerrero" (frente a la costa del Pacífico), donde no se conocen eventos posteriores a los de 1907 y 1911 de magnitud menor a 7.9. Si en esta región hubiera una liberación de energía en un futuro cercano, podría ocurrir de dos formas:

Si la liberación ocurre en varias etapas, se podrían producir temblores de magnitud moderada.

O bien, si dicha liberación ocurre en una sola etapa, se podría originar un temblor similar de septiembre de 1985;

Opciones que son debatibles, pues la aplicación del modelo estadístico indica una probabilidad del 50% para que tal fenómeno ocurra antes de 1991. Sin embargo, hay que señalar que la frecuencia de eventos calculada para las costas del Pacífico es de 30 a 50 años; no obstante, debemos recordar que los cálculos hasta hoy realizados, no son representativos de la zona mencionada. Este aspecto nos señala el carácter preventivo que pueden tener los valores obtenidos, pues hasta hoy no es posible predecir el lugar y tiempo de ocurrencia de un temblor.

Ahora bien, la información manejada señala que las regiones como la "Brecha de Guerrero" podrían dar origen a un evento catastrófico en un futuro cercano que podría afectar seriamente a la Ciudad de México.

El vulcanismo del Eje Volcánico Transmexicano tiene una amplia distribución a lo largo de toda la cadena volcánica presentando su máximo desarrollo en la región de los Estados de Michoacán, Guanajuato, (Hasenaka *et al.*, 1985; Silva, 1979; Demant *et al.*, 1976) sin que deje de considerarse el Valle de México. La actividad volcánica es reciente como lo testifica la actividad del Parícutín entre 1943-1952, el Bárcenas 1952-1953 y por último, el que más daño causó, el Chichonal 1982 (Silva, 1983; Luhr *et al.*, 1984; McGee *et al.*, 1987). En el Valle de México, la manifestación más reciente corresponde al Xitle hace 2500 años (Libby, 1952), sin olvidar la última del Popocatepetl en 1929 (Carrasco, 1985).

Los datos que permiten el cálculo de la probabilidad de una erupción en un volcán en particular, tienen como base el conocimiento del modelo de desarrollo de dicha estructura; existen varios cálculos, uno de los más conocidos se apoya en el registro histórico de las erupciones y periodos de reposo del volcán bajo análisis (Wickmann, 1966).

Los estudios en la Sierra Chichinautzin demuestran la existencia de 236 estructuras volcánicas incluyendo al Popocatepetl y el Ixtaccihuatl, por lo que la relación de erupción es de 3 erupciones por cada 1000 años; lo cual incrementa notablemente la futura probabilidad de erupción (Scandone, 1979).

Si ocurriera una erupción piroclástica como la del Chichonal, en alguno de los volcanes de la porción suroriental del Valle de México, el volumen expulsado, al dispersarse y luego depositarse sobre el área urbana, provocaría, debido a su peso, el colapso de un gran número de techos de las edificaciones así como obstrucción del drenaje de la ciudad, daños de importancia a las vías de comunicación y pérdida de muchas vidas. Lo anteriormente mencionado resalta la inminente necesidad de orientar la planificación urbana y limitar el crecimiento de la Ciudad de México, principalmente el de la porción sur del Valle de México.

Tomando en cuenta el análisis del vulcanismo del Eje Neovolcánico Transmexicano, hasta ahora existente, se deduce que la actividad eruptiva en los grandes volcanes compuestos o estratovolcanes será muy probablemente de naturaleza explosiva, involucrando magmas ácidos ricos en gases, mientras que si se edifica un nuevo volcán monogenético su actividad sería semejante a la del Parícutín.

Estudios recientes sobre la neotectónica en el Valle de México, permitieron inferir la ubicación de las trazas de 14 fallas mayores que atraviesan la cuenca pasando por la mayor parte de la zona urbana de México, D. F., estas estructuras geológicas constituyen una zona activa de cizallamiento, de desplazamiento lateral siniestro de orientación noreste (de Czerna *et al.*, 1988) y hacen de la zona metropolitana una región vulnerable expuesta a sismos de carácter local que podrían derivar del movimiento en estas fallas o bien a sismos mayores (Septiembre 1985) relacionados con la dinámica que afecta la zona costera del Pacífico. Los efectos de ambos tipos de sismos

se manifiestan por movimientos tanto oscilatorios como ondulatorios que pueden ser amplificadas por la naturaleza lacustre y la resonancia del subsuelo de nuestra zona urbana, mientras que en la periferia del valle los movimientos producidos serán intensos aunque de menor duración debido a la mayor firmeza del terreno. Las fallas mencionadas pueden ser los puntos de localización de sismos locales y además desempeñar el papel de reflectores y refractores de las ondas sísmicas derivadas de los eventos relacionados con la zona pacífica en subducción que tenemos.

Otros fenómenos geológicos pueden ocasionar daños con pérdidas de vida humana y en vías terrestres derivados del deslizamiento de suelo, como el ocurrido recientemente al poniente de la ciudad así como desplazamientos y reptaciones como el de la Carretera México-Tuxpan frente a la Hidroeléctrica de Necaxa.

Otro ejemplo evidente del riesgo geológico, es el hundimiento del suelo provocado por obras de explotación minera como sería el caso del área de las minas de arena de Santa Fe al suroeste de la ciudad o bien el más reciente de Tizapán, Estado de México, que está afectando un área habitacional, entre otros.

Un aspecto que no debe olvidarse, es el efecto de la erosión de los suelos y rocas que conforman la región. Este fenómeno acentuado por el que hacer humano puede conducir a la pobreza, o bien, los volúmenes (11 millones m³/año, caso extremo) de material puestos en movimiento pueden azolar obras civiles de importancia, ejemplo que podemos mencionar es el sistema de drenaje mixto de la Ciudad de México, que cuesta varios miles de millones de pesos anuales conservar en función. (Padilla, 1988).

BIBLIOGRAFÍA

- BECK, J. L and S. F. HALL 1986. Factors contributing to the catastrophe in Mexico City during the earthquake of September 19, 1985. *Geophy. Res. Let.*, 13(6)593-596.
- CARRASCO-NUÑEZ, G., 1985. Estudio geológico del volcán Popocatepetl. Tesis Profesional (Geólogo). Facultad de Ingeniería, UNAM.
- CERVANTES-BORJA, J. F., OROZCO-CHAVEZ, F., MEZA-SANCHEZ, M. y J. TRICART, 1983. Determinación preliminar de los daños causados al medio natural por las erupciones del volcán Chichonal *In: El Chichonal. Inst. Geol. Publ. Esp. Univ. Nal. Autón. México.* 100-120.
- CORDOBA-MENDEZ, D. y L. SILVA-MORA, 1988. Riesgo sísmico y volcánico en la porción central de la República Mexicana. *Acad. Mex. Ing. Alter. Tec.* 21: 11-26.
- CZERNA, A. DE, DE LA FUENTE-DUCH, M., PALACIOS-NIETO, M., TRIAY, L., MITRE-SALAZAR., L.M. y R. PALOMINO-MOTA, 1987 (1988). Estructura geológica, gravimetría, sismicidad y relaciones neotectónicas regionales de la Cuenca de México. *Bol. Inst. Geol. Univ. Nal. Autón. México*, 104: 71.
- DEMANT, A. y R. J. MAUVOIS, 1976. El Eje Neovolcánico Transmexicano. Excursión No. 4. 111 *Congr. Lat. Amer. Geol. Libreto/guía Excursión No.4*, 30 p.
- FOSHAG, W. H., and R. J. GONZALEZ, 1956. Born and development of the Paricutin volcano Mexico. *U. S. Geol. Survey.* 965D: 355-489.
- FRIES, C. JR. and C. GUTIERREZZ, 1950a. Activity of Paricutin volcano from august 1, 1948 to june 30, 1949. *Am. Geophys. Union Trans.* 31: 406- 418.
- HASENAKA, T. and I. S. E. CARMICHAEL, 1985. The cinder cone of Michoacan-Guanajuato, central Mexico: Their age, volume and distribution, and magma discharge rate: *Jour. Volc. Geother. Res.* 25: 105-124.
- LIBBY, W. F. 1952. Radiocarbon datind: The Univ. Chicago Press. Determination No. 200. p.91.
- LUHR, J. F., CARMICHAEL, I. S. E. and J. C. VEREKAMP 1984. The 1982 eruption of "El Chichonal" volcano, Chiapas, México. Mineralogy and Petrology of the anhydrite bearing pumice. *Jour. Volc. Geoth Res.*, 23: 69- 118.
- McGEE, S. J., TILIING, R. I. and W. A. DUFFLELD, 1987. Petrologic characteristic of the 1982 and pre-1982 eruptive products of the Chichonal volcano, Chiapas, Mexico. *Geol: Int.* 26(1) 85-108.

- ORDOÑEZ, E., 1943a. The new volcano of Paricutin. *Inter. Am. Intelectual Interchange Inst. Latin A. Stud. Univ. Texas*: 62-78.
- PADILLA y SANCHEZ R., 1988. Problemas causados al drenaje mixto de la Ciudad de México por fenómenos de erosión y soluciones. *Acad. Mex. Ing. Alter. Tec.* 21: 101-127.
- PEREYRA, R. L. E., 1986. Dos siglos de temblores. *Rev. Inf. Cient. Tec. CONACYT*, 8(123): 10-12.
- SCANDONE, R., 1979. Preliminary evaluation of the volcanic hazard in the southern valley of Mexico. *Geof. Int.* 18: 21-35.
- SILVA-MORA, L., 1979. Contribution a la connaissance de l'Axe Volcanique Transmexicaine étude geologique et petrologie des laves in Michoacan oriental. Teis Univ. Aix-Marsella III. Dr. Ing. 230 p.
- SILVA-MORA, L., 1983. La erupción del volcán Chichonal, Chiapas, una particularidad del vulcanismo en México. *In: El Volcán Chichonal. Inst. Geol. Pub. Esp. Univ. Nal. Autón. México*: 23-35.
- SUAREZ-REYNOSO, G., 1987. El origen de los sismos. *Acad. Mex. Ing. Alter. tec.* 11: 11-35.
- WINTRAUH, B., 1982. Faire and ash, darkness at noon. *Nat. Geog. Mag.* 162(5):660-684.
- WICKMANN, F. E., 1966. Repose period patterns of volcanic hazard in the southern valley of Mexico. *Geof Int.* 18: 21-35.