

El impacto de los fenómenos sísmicos en México

The impact of seismic phenomena in Mexico

Edgar N. Fragoso-Castro^a

Abstract:

The Earthquakes are a natural common phenomenon in Mexico, as the country is located in an area of "high seismicity", according to the National Seismological Service (SSN). Mexico interacts with five tectonic plates: the North American plate, the Cocos plate, the Pacific plate, the Rivera plate and the Caribbean plate.

Mexico is a large seismological laboratory. Only until August 2021, the National Seismological Service reported 1,969 earthquakes in the Mexican Republic with a magnitude equal to or greater than 3.5 degrees on the Richter scale. In other words, in this country more than four earthquakes are registered per day within that magnitude range and 40 in total.

Keywords:

Earthquake, Tectonic Plates, seismological scales.

Resumen:

Los sismos son un fenómeno común en México, pues el país está ubicado en una zona de "alta sismicidad", según el Servicio Sismológico Nacional (SSN). México interactúa con cinco placas tectónicas: la de Norteamérica, la de Cocos, la del Pacífico, la de Rivera y la placa del Caribe.

México es un amplio laboratorio sismológico. Tan sólo hasta agosto del 2021, el Servicio Sismológico Nacional reportó 1,969 sismos en la República Mexicana con magnitud igual o superior a 3.5 grados en escala de Richter. Es decir que en este país se registran más de cuatro sismos por día dentro de ese rango de magnitud y 40 en total.

Palabras Clave:

Sismo, placas tectónicas, escalas sismológicas,

Introducción

El día 19 de noviembre de 1912 ocurrió un sismo con magnitud aproximada de 6.9, localizado en el poblado de Acambay, Estado de México (19.93 °N, 99.83 °W). El sismo fue a las 07:55, hora local (13:55, hora UTC). Este sismo ha sido caracterizado como un sismo intraplaca, ubicado en la placa tectónica de Norteamérica, y se considera como uno de los sismos más importantes en la historia sismológica de México.

El sismo del 19 de noviembre de 1912, por su magnitud y sus características tectónicas, presentó un número

importante de réplicas. Según Urbina y Camacho (1913), el sismo de Acambay tuvo aproximadamente 60 réplicas entre el 19 de noviembre de 1912 y el 15 de abril de 1913.

La tarde del 7 de abril de 1845, poco antes de las 4 de la tarde, un sismo superior a los 8 grados Richter con epicentro en Acapulco, sacudió la Ciudad de México y sus alrededores. Entre las estructuras dañadas se encontraba el Templo de Santa Teresa del cual se cayó la cúpula, por tanto, al fenómeno se le conoce como el 'temblor de Santa Teresa'.

^a Autor de Correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0002-1192-2137>, Email: fragosoca@gmail.com

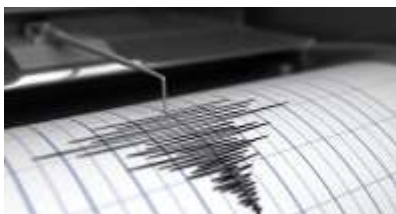
Aquel terremoto, según las investigaciones de Virginia García Acosta y Gerardo Suárez Reynoso, incluidas en Los sismos en la historia de México (Fondo de Cultura Económica), se puede entender como uno de los antecesores directos de terremotos como el de 1957, 1985 y 2017.

Normalmente los sismos que ocurren al interior de la placa de Norteamérica, en la región central de la República Mexicana, son de magnitudes pequeñas. Sin embargo, ocasionalmente ocurren sismos de mayores magnitudes, como es el caso del sismo de Acambay, o como otro sismo moderado que ocurrió en esa región en febrero de 1979 cerca de la zona Tlalpujahua - Maravatío. De hecho, se detectaron aproximadamente 90 sismos entre febrero y junio de 1979. El evento principal ocurrió el 22 de febrero de 1979 con una magnitud de 5.3 (Suter et al., 1996).

El 19 de septiembre de 1985, un fuerte sismo asolaba a la Ciudad de México. Dejó graves daños materiales y psicológicos. Exactamente 32 años después, el 19 de septiembre de 2017, un nuevo temblor afectaba a la capital del país. A través del análisis de los principales periódicos nacionales en septiembre de 2017, se observó el despertar de los recuerdos de lo vivido o escuchado acerca de 1985: las comparaciones fueron la tónica de los debates públicos, movilizandando memorias sobre 1985 vinculadas con las zonas afectadas.

¿Qué es un sismo?

Un sismo es un rompimiento repentino de las rocas en el interior de la Tierra. Esta liberación repentina de energía se propaga en forma de ondas que provocan el movimiento del terreno. Un sismo es el movimiento brusco de la Tierra causado por la liberación de energía acumulada durante un largo tiempo. Habitualmente estos movimientos son lentos e imperceptibles, pero en algunos el desplazamiento libera una gran cantidad de energía, cuando una de las placas se mueve bruscamente contra la otra, rompiéndola y originando un Terremoto.



<https://diariovalor.com/wp-content/uploads/2020/11/Sismo.jpg>

Consideramos sismos a los temblores o terremotos que se presentan con movimientos vibratorios, rápidos y

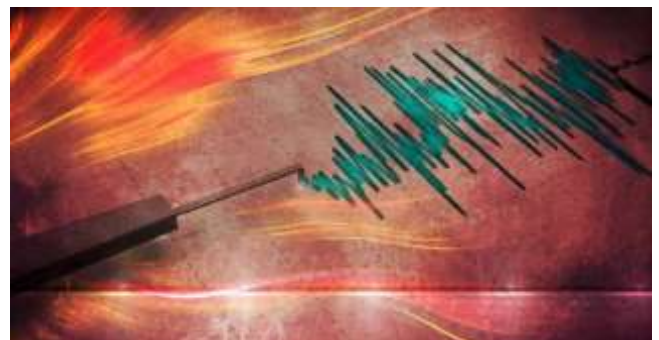
violentos de la superficie terrestre, provocados por perturbaciones en el interior de la Tierra (choque de placas tectónicas). La diferencia entre temblores y terremotos está dada por la intensidad del movimiento sísmico, siendo el más peligroso este último pues su efecto destructivo puede ser fatal.

Los sismos o terremotos se propagan en todas direcciones de la corteza Terrestre, el punto interior de la tierra donde se generan los sismos y a partir del cual se propagan las ondas sísmicas se llama foco o hipocentro mientras que el lugar situado por encima del foco ya en la superficie se le conoce como epicentro.

Se ha determinado que las placas tectónicas se van desplazando sobre la superficie esférica de la tierra, por lo que los continentes terminan por chocar juntándose y formando un nuevo continente al cual el geofísico Alfred Wegener en su teoría de la deriva continental propuesta en 1916, lo denominó Pangea. Esto ha ocurrido varias veces a lo largo de la historia de la tierra, este fenómeno impide la liberación del calor interno por lo que se fractura iniciando así un nuevo ciclo separándose entre sí.

Tipos de sismo

Dependiendo de la profundidad del foco de liberación de energía de un terremoto (hipocentro), es que podemos clasificarlos en tres tipos; superficiales con un foco de 70 Kms. de profundidad, intermedios con una profundidad de entre los 70 y 300 Kms y los profundos, con más de 300 KM de profundidad.



<https://info7rm.blob.core.windows.net/optimalcdn.com/images/2017/09/09/1440419819sismos-focus-0-0-600-315.jpg>

1. **Superficiales:** son aquellos terremotos cuyo foco no va más allá de los 70 kilómetros de profundidad. Generalmente estos terremotos son los más destructivos, ya que tiene un impacto más directo con la superficie terrestre. Los

terremotos superficiales son también los más frecuentes y generalmente el hipocentro se ubica entre los 10 y 25 kilómetros de profundidad.

2. **Intermedios:** el foco ocurre a una profundidad entre 70 y 300 kilómetros de profundidad.
3. **Profundos:** estos eventos sísmicos tienen su foco fuera de los límites de la litósfera, a más de 300 kilómetros de profundidad. Son casi imperceptibles debido a la lejanía con la superficie terrestre y también son menos frecuentes, disminuyendo drásticamente en frecuencia cuando el foco se encuentra bajo los 650 kilómetros. Este tipo de sismos se denominan *Batisismos*.

Placas tectónicas

Las placas tectónicas son fragmentos de la litosfera, compuesta por la parte superior del manto superior y la corteza terrestre, que se comportan como una capa fuerte, relativamente fría y rígida. Las placas de la litosfera son más delgadas en los océanos, donde su grosor varía de unos cuantos kilómetros en las dorsales oceánicas hasta 100 kilómetros en las cuencas oceánicas profundas.

Por el contrario, la litosfera continental usualmente tiene un grosor comprendido entre 100 y 150 kms, aunque puede alcanzar los 250 kms. en porciones más antiguas de los continentes. Debajo de la litosfera, se encuentra una región del manto muy dúctil, conocida como astenósfera, donde la temperatura y presión son tan altas que las rocas se encuentran en estado de fusión (rocas fundidas). Es sobre esta astenósfera que se “deslizan” las placas tectónicas. Se sostiene en la actualidad que las placas son desplazadas como resultado de un flujo convectivo (combinado, vertical y horizontal en el manto). Este flujo, impulsados por diferencias de temperatura (por ende de densidad del material) impulsa a las placas litosféricas, generando indirectamente la formación de las cordilleras montañosas así como la actividad volcánica (directa o indirectamente) y sísmica en todo el planeta. Se piensa que las plumas de rocas supe calientes que conforman el flujo ascendente del movimiento convectivo se generan en el límite núcleo-manto (donde la temperatura es máxima y la densidad mínima por consecuencia) y ascienden lentamente a la superficie. La parte horizontal del flujo (flechas horizontales) es la que arrastra a las placas provocando su colisión o bien su separación y finalmente se agrega que posiblemente los bordes de placas convergentes (donde las placas frías y densas de la litosfera se subducen) coinciden con un flujo descendente en el manto.

La idea de que la capa más externa de la Tierra está fragmentada en piezas gigantes como un rompecabezas, o placas, que se deslizan encima de una especie de banda transportadora de roca caliente y débil elevándose en un lado desde el manto subyacente y, en otro, hundiéndose de nuevo dentro de él explica gran parte de la estructura y el comportamiento de nuestro planeta: las montañas y los cañones submarinos, los terremotos y los volcanes, la composición misma del aire que respiramos.

Los geólogos se están enfrentando al riguroso debate acerca de cuándo exactamente comenzó todo el sistema de placas móviles. ¿Es casi tan antiguo como el planeta mismo es decir, unos 4500 millones de años o tiene apenas mil millones de años o está a la mitad?

Se están preguntando qué hizo en una primera instancia que se separara la capa y cómo empezó el diligente reciclamiento de la corteza terrestre.

Están comparando a la Tierra con su planeta hermano, Venus. Los dos planetas son aproximadamente del mismo tamaño y están formados por material rocoso similar, pero la Tierra tiene placas tectónicas, y Venus, no. Los científicos desean saber por qué.

Los investigadores también están estudiando el vínculo entre la tectónica de placas y la evolución de la vida compleja. Es muy probable que los choques fortuitos de los continentes y el encontronazo de las montañas hayan proporcionado nutrientes muy importantes en momentos claves de la creatividad biológica, como la legendaria explosión del Cámbrico de hace 500 millones de años, cuando aparecieron los ancestros de las formas de vida moderna.

“No se había pensado muy claramente sobre la relación entre los procesos profundos de la Tierra y la biología de la superficie de la Tierra en el pasado, pero eso está cambiando con rapidez”.

Cada vez es más evidente que “se necesita la tectónica de placas para mantener la vida”, “Si no hubiera una forma de reciclar el material entre el manto y la corteza, todos los elementos que son indispensables para la vida, como el carbono, el nitrógeno, el fósforo y el oxígeno, se pegarían a las rocas y se quedarían ahí”.

En las grietas grandes del fondo del mar, sube la roca que se derrite procedente del manto subyacente y se incorpora a las placas oceánicas. En otros puntos de fractura de la corteza, en una acción llamada subducción, las placas oceánicas vuelven a hundir su masa hacia adentro, que es devorada y fundida en el manto.

De la misma manera, las placas continentales que surcan en lo alto son empujadas por la actividad magmática de abajo y estas se deslizan a un ritmo promedio que va de 2,5 a 5 centímetros al año, a veces chocando entre sí para formar algo como la cordillera del Himalaya, por

ejemplo, o alejándose para formar el gran valle del Rift de África.

Todo este burbujeo de convección hacia arriba y el reciclamiento entre la corteza y el manto, esta destrucción y reconstrucción de las partes “tectónica” proviene de la palabra griega que significa “perteneciente a la construcción” es la forma que tiene la Tierra de seguir la segunda ley de la termodinámica. Este movimiento arroja hacia la frialdad del espacio el enorme calor interno que el planeta ha almacenado desde su violenta formación.

Y a pesar de que quizá las placas que se desplazan y se derrumban parezcan inestables inherentemente —unos cimientos no adecuados en donde formar una familia—, el resultado final es un nivel sorprendente de estabilidad. “La tectónica de placas es una forma relativamente inocua de que la Tierra pierda calor”.

La actividad tectónica de las placas no solo ayuda a estabilizar el sistema que administra el calor de la Tierra. Este movimiento mantuvo en circulación un suministro constante de agua entre el manto y la corteza, en vez de que esta se evaporara gradualmente de la superficie.

También impide la peligrosa acumulación de gases de efecto invernadero al absorber el exceso de carbono del océano y desplazarlo hacia abajo de la tierra. Reorganiza las montañas y pulveriza las rocas, y así libera nutrientes y minerales esenciales como el fósforo, el oxígeno y el nitrógeno para que se usen en el ciclo de la vida.

La placa de Norteamérica

Es la placa en la que se asientan América del Norte (incluyendo a Groenlandia), los archipiélagos de Cuba y las Bahamas en el mar Caribe, la parte occidental del océano Atlántico Norte (hasta la Dorsal Meso atlántica), la mitad occidental de Islandia, una parte del océano Glacial Ártico y el territorio siberiano al este de la cordillera Verjovansk.

Es la placa tectónica más grande de todo el planeta.

La placa de Cocos

Es una placa que está debajo del Océano Pacífico en la costa occidental de América Central.

En el noreste limita con la placa Norteamericana y con la placa del Caribe, bajo las cuales es subducida, por lo cual provoca el vulcanismo y fuertes terremotos en la zona.

Las placas de Cocos y de Nazca provienen de la antigua placa de Farallón, que se fragmentó en placas menores hace cerca de 23 millones de años.

En la parte meridional de la placa de Cocos se encuentra la dorsal de Cocos, una cordillera submarina que se extiende entre Panamá y las Islas Galápagos.

A medida que el suelo del Océano Pacífico, dentro de la placa de Cocos, se mueve hacia el este, se hunde debajo de la placa continental, creando una trinchera a lo largo de la costa sur de México.

El devastador terremoto de México de 1985 fue resultado de la subducción de la placa de Cocos bajo la placa Norteamericana.

Un poco más al sur, la subducción de la placa de Cocos bajo la placa del Caribe generó una serie de sismos destructivos como los de El Salvador de 2001 y de Guatemala de 2012.

El sismo de 8.2 del pasado 7 de septiembre, el de mayor magnitud en nuestro país en lo que va del siglo XXI, tuvo su origen al contacto convergente entre la placa de Cocos y la placa de Norteamérica.

También la ruptura de esta placa provocó el sismo en los estados de Puebla, Morelos y la Ciudad de México el pasado 19 de septiembre de 2017.

La placa del Pacífico

Es una placa que abarca la mayor parte del Océano Pacífico.

Una de sus características principales son los puntos calientes subyacentes que originaron las islas Hawái y otros numerosos archipiélagos volcánicos.

La placa de Rivera

Es una pequeña placa tectónica localizada al oeste de México, justo al sur de la península de Baja California.

Está limitada al noreste por la zona de Fractura de Tamayo y al este por la Trinchera Mesoamericana que la separan de la placa de Norteamérica.

Se cree que la placa de Rivera se separó de la placa de Cocos hace 10 millones de años.

La subducción de esta placa bajo la norteamericana en la fosa Mesoamericana ha sido la causante de los mayores terremotos de la historia de México, incluido el mayor terremoto en el siglo XX ocurrido el 3 de junio de 1932 en el estado de Jalisco con una magnitud de 8.2 con una réplica de magnitud 7.8.

El 9 de octubre de 1995 ocurrió un nuevo terremoto de magnitud 7.6 debajo de la región de Jalisco causando numerosas muertes y pérdidas materiales.

El 21 de enero de 2003 ocurrió el último terremoto, registrado hasta la fecha, cerca de Colima.

La placa del Caribe

Es una placa con una superficie de 3.2 millones de km², que incluye una parte continental de la América Central

(Guatemala, Belice, Honduras, Nicaragua, El Salvador, Costa Rica, Panamá) y constituye el fondo del mar Caribe al norte de la costa de América del Sur.

La placa del Caribe colinda con la placa Norteamericana, la placa Sudamericana, y la placa de Cocos.

La placa del Caribe se mueve en dirección sureste.



<https://imagenesnoticias.com/wp-content/uploads/2018/03/Placas11.jpg>

Referencias

- [1] Enciclonet. (16 de Septiembre de 2021). *Sismos y terremotos*. Obtenido de <https://www.eird.org/fulltext/ABCDesastres/teoria/terremoto.htm>
- [2] Forbes, M. (7 de Septiembre de 2021). *Los 8 sismos más catastróficos en la historia de México*. Obtenido de <https://www.forbes.com.mx/los-8-sismos-mas-catastroficosen-la-historia-de-mexico/>
- [3] México, C. (23 de Junio de 2020). *¿Por qué tiembla tanto en México?* Obtenido de <https://cnnespanol.cnn.com/2020/06/23/por-que-tiembla-tanto-en-mexico/#0>
- [4] México, C. (17 de Septiembre de 2021). *Las placas tectónicas que hay en México*. Obtenido de <https://www.capitalmexico.com.mx/nacional/placas-tectonicas-mexico-sismos-ssn-unam/>
- [5] Ministerio de Ciencia, T. C. (15 de Mayo de 2019). *Home Noticias Ciencia Hoy*. Obtenido de <https://www.explora.cl/blog/sabias-que-existen-tres-tipos-de-terremotos/>
- [6] Montaña, E. A. (19 de Septiembre de 2018). *Memorias imbricadas: terremotos en México*. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rms/v80nspe/0188-2503-rms-80-spe-9.pdf>
- [7] Rica, U. d. (23 de Enero de 2019). *¿Qué son las placas tectónicas?* Obtenido de <https://rsn.ucr.ac.cr/documentos/educativos/geologia/3412-placas-tectonicas>
- [8] Times, T. N. (20 de Diciembre de 2018). *Las placas tectónicas y lo poco que sabemos sobre ellas*. Obtenido de <https://www.nytimes.com/es/2018/12/20/espanol/placas-tectonicas.html>
- [9] UNAM. (17 de Septiembre de 2021). *Servicio Sismológico Nacional*. Obtenido de <http://www.ssn.unam.mx/divulgacion/preguntas/>