

PREDICCIÓN DE SISMOS MEDIANTE EL COMPORTAMIENTO ANORMAL ANIMAL: REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE

García-Ramírez, Yasmany¹

¹Universidad Técnica Particular de Loja, Titulación de Ingeniería Civil, Loja, Ecuador

Resumen: La predicción de sismos, es un tema de gran importancia en ingeniería sísmica, que aún no tiene resultados concluyentes. El conocer cuándo y dónde se van a producir los sismos de gran magnitud podría salvar millones de vidas. En la predicción de sismos, los estudios que analizaron el comportamiento anormal de los animales han resultado prometedores, dado que ellos poseen una mayor capacidad que los humanos para percibir ciertos estímulos geofísicos que pueden preceder a un sismo. En ese escenario, este artículo hace una revisión del estado del arte en la predicción de sismos de gran magnitud mediante el comportamiento anormal animal. Los animales que podrían presentar resultados más consistentes en esta región son los sapos, las abejas y algunos peces. Dado que los comportamientos anormales difieren de región en región, se sugiere utilizar para la predicción de sismos un modelo combinado entre los precursores del sismo (comportamiento anormal en animales) y los registros históricos de los sismos.

Palabras clave: comportamiento anormal animal, sismo, predicción.

EARTHQUAKE PREDICTION BY ABNORMAL ANIMAL BEHAVIOR: STATE-OF-THE-ART REVIEW

Abstract: Earthquake prediction, is a issue of great importance in seismic engineering, that still does not have conclusive results. Knowing when and where earthquakes of great magnitude will hit, could save millions of lives. In earthquake prediction, studies analyzing the abnormal animal behavior have been found promising results, since animals have a greater capacity than humans to perceive certain geophysical stimuli that may precede an earthquake. In this scenario, this article reviews the state-of-the-art in the prediction of big earthquakes using abnormal animal behavior. The animals that had the most consistent results in this region are toads, bees and some fishes. Since abnormal animal behavior differs from region to region, it is suggested that a combined model could be used for earthquake prediction using earthquake precursors (abnormal animal behavior) and historic earthquake data analysis.

Keywords: abnormal animal behaviour, earthquake, prediction.

INTRODUCCIÓN

Los sismos o terremotos son sacudidas violentas de la corteza y manto terrestres, ocasionada por fuerzas que actúan en el interior de la Tierra (Real Academia Española, 2014). El análisis de la sismicidad de una región es uno de los elementos más importantes para la ingeniería estructural. En sismos de gran magnitud, las edificaciones pueden sufrir grandes daños, así como la eventual pérdida de vidas humanas. Dado su gran poder destructivo, grandes esfuerzos se han realizado para predecirlos, sin embargo, se han presentado muy pocos casos de éxito.

Las predicción de sismos, en base al tiempo de predicción, se pueden clasificar en cuatro: a muy corto plazo, a corto plazo, a mediano y a largo plazo (Scholz, 2002). Las predicciones a muy corto plazo van desde 1 segundo hasta pocos segundos. Las predicciones a corto plazo deben detallar la ubicación de un sismo inminente en un plazo de días, semanas o meses. Esta predicción a corto es útil para evacuaciones y seguridad pública. Las predicciones a mediano plazo están desde unas

pocas semanas hasta algunos años y las predicciones a largo plazo se realizan con varios años de anticipación. Estas dos últimas no son muy precisas y son de dominio gubernamental, para evitar preocupaciones en la población. Si la predicción de sismos no es precisa, existen gastos innecesarios para la evacuación de la gente y además de los problemas sociales asociados a este fenómeno.

Una de las formas de predecir los sismos es a través del comportamiento anómalo de los animales, el cual ya ha sido probado en otros lugares. Por este motivo, el objetivo de este artículo es hacer una revisión del estado del arte en la predicción de sismos de gran magnitud mediante el comportamiento anormal animal. Este tema es de gran importancia dada la diversidad animal en Ecuador y en países que comparten la cuenca del Amazonas.

Para explicar los avances en la predicción de sismos mediante el comportamiento de los animales, el documento se estructura de la siguiente manera: una sección de predicción de sismos, en donde se incluye una breve descripción de los métodos para predecir sismos, luego se

describen algunos cambios de comportamiento de ciertos animales registrado antes de sismos de gran magnitud. Y finalmente se resaltan las principales conclusiones.

PREDICCIÓN DE SISMOS

Los estudios de predicción de sismos se pueden agrupar en dos tipos de análisis: en base a los precursores del sismo y en base a los datos históricos de sismos (Panakkat & Adeli, 2008).

Los estudios basados en precursores del sismo se fundamentan en la idea de dos o más placas tectónicas que están en contacto, se mueven constantemente acumulando tensión y energía potencial elástica (Panakkat & Adeli, 2008). Esa energía es liberada en caso de un gran sismo, sin embargo, en la mayoría de casos, esa energía es liberada de forma gradual, lo cual se denomina precursores del sismo. Estos precursores pueden ser: sismos menores previos (foreshocks), quiescencia sísmica (relacionado con la no actividad antes del sismo), observaciones geoquímicas anómalas (ej.: disminución de la concentración de radón), aumento de los niveles de agua subterránea, registros anómalos del campo electromagnético, comportamiento anormal de los animales, falla de fluencia y tensión continua, entre otros (Panakkat & Adeli, 2008).

Por otro lado, los estudios basados en análisis históricos se refieren a que la actividad sísmica frecuente y los sismos producidos seguirán aproximadamente la misma tendencia en la mayoría de regiones activas (Bakun & Lindh, 1985), es decir, en base a los sismos previos predecir la magnitud, ubicación y fecha del próximo sismo.

COMPORTAMIENTO ANORMAL ANIMAL

Con respecto a los precursores relacionados a los animales, un sismo puede predecirse usando el comportamiento anormal antes de la ocurrencia del sismo, debido a que los animales son más capaces que los humanos en percibir ciertos estímulos geofísicos, los cuales pueden preceder a un sismo (Bhargava, Katiyar, Sharma, & Pradhan, 2009), por ejemplo se han observado a abejas dejar la colmena, minutos antes de un sismo y no regresar hasta 15 minutos después de finalizado el sismo (Tributsch, 1982). Asimismo, se han registrado varios comportamientos de pánico tales como perros ladrando, gatos nerviosos saltando de las ventanas, pájaros chirriando, ratas saliendo de sus madrigueras, enjambres de abejas, entre otros, segundos antes de algún fuerte movimiento de tierra (Tributsch, 1982).

En China, predijeron el sismo de Haicheng de Mw 7,3 de magnitud con alrededor de dos meses de anticipación. Este sismo ocurrió el 4 de febrero de 1975 y fue predicho a mediados de diciembre de 1974. El mayor comportamiento inusual fue que las serpientes salieron de su hibernación y se congelaron en la superficie de la tierra. También se observó lo mismo en un grupo de ratas. Asimismo, cuatro días antes del sismo, se observaron comportamientos inusuales en vacas, caballos, perros y cerdos. (George, 2017a)

Por otro lado, en Sichuan (China) se produjo un sismo de Mw 7,9 el 12 de mayo del 2008. Tres días antes, se reportaron miles de sapos vagando por las calles de Mianzhu. El día del sismo, las cebras estaban golpeando sus cabezas contra una puerta en el zoológico de Wuhan, más de 965 kilómetros del epicentro. También, elefantes movieron su cuerpo salvajemente. Los leones y tigres, que normalmente estarían dormidos a mediodía, estaban caminando. Y cinco minutos antes del sismo, docenas de pavos reales comenzaron a chirriar (George, 2017b).

En Japón, se reportaron que los bagres saltaban justo un día antes del sismo de Mw 7,0 en Edo en la región de Kanto en 1855 (Musha, 1957). Esto puede estar relacionado con que los animales acuáticos son más sensitivos a señales eléctricas que otros animales, dado que poseen un sistema eléctrico-sensorial especial, el cual es usado para obtener información y para comunicarse con otros (Buskirk, Frohlich, & G.V., 1981). Este sistema puede ser perturbado por el campo eléctrico antes de los sismos (Bhargava et al., 2009). Por otro lado, el aumento del campo eléctrico de 1 a 1000 V/m afectó el comportamiento de las ratas albinas (Ikeya, Furuta, Kajiwara, & H., 1996), corriendo en pánico, saltando, temblándose, mordiendo los cables, etc. Asimismo los gusanos de seda, lombrices, moluscos, pez japonés, pez tropical y otros tipos de peces se alinearon perpendicularmente en la dirección de un campo eléctrico, posiblemente debido a que su músculo esquelético tiene una alta resistividad perpendicular (Ikeya, Matsumoto, & Huang, 1998). Otros investigadores también sugirieron la existencia de una relación entre un campo eléctrico y el comportamiento anormal de peces y otros animales acuáticos antes de un sismo (Tributsch, 1982).

Es posible que algunos de estos animales, que han cambiado su comportamiento antes del sismo, sean sensibles a las vibraciones pequeñas, como las ondas P, las cuales viajan más rápido a través de la corteza que las destructivas ondas S. Por otro lado, otros investigadores sugirieron que los animales provistos con sistemas sensibles a los cambios magnéticos, eléctricos o higo-receptivos (habilidad de detectar cambios en el contenido de humedad del medio ambiente) podrían estar relacionados con el comportamiento de escape a los sismos (Kirschvink, 2000). Los animales que son sensibles a los cambios de humedad son las arañas e insectos, las cuales tienen receptores tipo “vello”, mientras que, los vertebrados lo detectan a través del olfato (Bhargava et al., 2009). Sin embargo, la detección de sismos a través de higo-recepción puede ser más factible en ambientes áridos que en ambientes lluviosos (Vanderwall, 1993). En lo que respecta al campo eléctrico, los animales marinos y de agua dulce poseen una sensibilidad mucho más alta que los animales terrestres, debido a que estos últimos están afectados por la alta resistividad del aire (Bhargava et al., 2009).

Los animales también pueden detectar sonidos ultrasónicos que no detectan los humanos. Algunos animales pueden reaccionar a ultrasonidos emitidos por microsismos provenientes de las fracturas de las rocas (Armstrong, 1969).

Sin embargo, los animales sólo las pueden detectar un tiempo muy corto antes del sismo principal, por lo que no ayudan demasiado en la preparación de la población o evacuación (Panakkat & Adeli, 2008).

Por otro lado, un estudio realizado en Japón, antes de un sismo de Mw 9,0 ocurrido el 11 de marzo del 2011 (Yamauchi, Uchiyama, Ohtani, & Ohta, 2014). El 19% de dueños de perros y el 16% de dueños de gatos, reportaron comportamientos anormales dentro de un día antes del sismo. Además, la cantidad de leche que producían las vacas, en un radio de 340 km del epicentro, se redujeron significativamente una semana antes del sismo. El estudio concluye que el comportamiento animal podría ayudar a predecir sismos, sin embargo, se debe hacer un registro cuidadoso.

Otros investigadores notaron que animales pequeños e insectos mostraron un comportamiento anormal antes que otros animales más grandes como pájaros, roedores y mamíferos, hasta una hora antes del sismo (Rikitake, 2003).

Los sapos también tuvieron un dramático cambio en su comportamiento 5 días antes del sismo de L'Aquila (Italia) de Mw 5,6 ocurrido el 06 de abril del 2009 (Grant & Halliday, 2010). Los investigadores monitorearon a los sapos Bufo bufo 29 días antes, durante y 10 días después del sismo. Los animales estudiados estaban a 74 km del lugar del sismo. Los sapos interrumpieron el desove y no reanudaron esta actividad hasta algunos días después del evento. Esta interrupción coincidió con las perturbaciones pre-sísmicas en la ionósfera, detectadas por sondeo de radio de muy baja frecuencia. En ese estudio también se analizaron hormigas y algunas especies de aves, sin embargo su respuesta antes del sismo no fue tan fuerte como la de los sapos. Además, las aves sólo mostraron un comportamiento anormal varios minutos antes del evento. Por otro lado, también se analizaron algunos roedores, cuyo cambio de comportamiento fue entre uno y tres días antes del sismo. Sin embargo, los investigadores sugieren que los resultados de las hormigas, aves y roedores deben ser tomados con precaución, dado que pueden ser casos aislados. Y, dado que las hormigas son muy pequeñas y el sismo les representa una pequeña amenaza, y, las aves pueden dejar la tierra hasta que pase el sismo, por lo tanto también el evento no es una gran amenaza; en tanto que, para los sapos, la situación es diferente, ya que deben movilizarse por tierra, y en consecuencia, tardarían varios días para alejarse del lugar de peligro.

El uso de este comportamiento anormal de animales ya ha sido validado en la predicción de sismos, por ejemplo se pudo predecir con éxito un sismo de California ocurrido 2011, mediante el uso del algoritmo de colonia de abejas artificial, mediante redes neuronales (Shah, Ghazali, & Nawi, 2011).

En lo que respecta a la metodología de recolección de datos de los animales, los más utilizados han sido video cámaras,

encuestas a los dueños para reportar cualquier cambio de comportamiento animal de sus mascotas, o utilizando una mesa de experimentos de vibración controlada (Heaton, Hall, Wald, & Halling, 1995).

Por otro lado, no todas las investigaciones encontraron relación entre el comportamiento anormal de ciertos animales antes de un sismo de gran magnitud. Por ejemplo, un estudio realizado al este de California en el desierto de Mojave no encontraron ninguna relación entre el comportamiento de una colonia de hormigas y los sismos (Lighton & Duncan, 2005). La colonia estuvo a 100 km del epicentro del sismo de Landers. Los registros fueron realizados en 1992. Se monitorearon la velocidad del camino de hormigas, distribución de masa de los trabajadores, las tasas de catabolismo aeróbico y la temperatura a la altura de las hormigas antes, durante el sismo y durante 3 días después del sismo y no encontraron ningún comportamiento anormal de las hormigas.

CONCLUSIONES

El objetivo de este estudio fue hacer una revisión del estado del arte en la predicción de sismos de gran magnitud mediante el comportamiento anormal animal. En base a este análisis, los animales que podrían presentar resultados más consistentes en esta región son los sapos y las abejas. Los sapos tuvieron comportamientos extraños en dos eventos sísmicos (Italia y China), mientras que las abejas se comportaron anormalmente antes y después de un evento, y además una colonia de abejas artificial sirvió para predecir un sismo. Sin embargo, no hay que descartar a los peces, dado su sistema eléctrico sensorial.

Los animales pueden ofrecer una forma alternativa para predecir los sismos de gran magnitud, sin embargo, sus resultados aún no son concluyentes dado que pueden existir muchas variables involucradas, por ejemplo, el tipo de animal, los tipos de suelos y su configuración, la vegetación en donde estén los animales, la distancia y profundidad al epicentro, la presencia masiva o no de agua alrededor del epicentro, el tipo de falla al que se asocia el sismo, entre otros. Considerando estas limitaciones, se sugiere utilizar para la predicción de sismos un modelo combinado entre los precursores del sismo y los registros históricos de los sismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armstrong, B. (1969). Acoustic emission prior to rockburst and earthquakes. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 59(1), 1259–1279.
- Bakun, W., & Lindh, A. (1985). The Parkfield, CA earthquake prediction experiment. *Science*, 229(4714), 619–624.
- Bhargava, N., Katiyar, V. K., Sharma, M. L., & Pradhan, P. (2009). Earthquake Prediction through Animal Behavior: A Review. *Indian Journal of Biomechanics: Special Issue*, 159–165.

- Buskirk, R. E., Frohlich, K., & G.V., L. (1981). Unusual Animal Behavior Before Earthquakes: A Review of Possible Sensory Mechanisms. *Rev. Geophys. Space Phy.* 19, 247–270.
- George, P.-C. (2017a). Earthquake prediction in China. Retrieved May 5, 2017, from <http://www.drgeorgepc.com/EarthquakePredictionChina.html>
- George, P.-C. (2017b). The earthquake of may 12, 2008 in the Sichuan province of China. Retrieved May 5, 2017, from <http://www.drgeorgepc.com/Earthquake2008ChinaSichuan.html>
- Grant, R. A., & Halliday, T. (2010). Predicting the unpredictable; evidence of pre-seismic anticipatory behaviour in the common toad. *Journal of Zoology*, 281, 263–271. <http://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2010.00700.x>
- Heaton, T. H., Hall, J. F., Wald, D. J., & Halling, M. W. (1995). Response of highrise and base isolated buildings to a hypothetical M(w) 7.0 blind thrust earthquake. *Science*, 267, 206–211.
- Ikeya, M., Furuta, H., Kajiwara, N., & H., A. (1996). Ground electric field effects on rats and sparrows: Seismic Anomalous Animal Behaviour (SAABs). *Jap. J. Appl. Phys.*, 35(Part 1, N° 8), 4587–4594.
- Ikeya, M., Matsumoto, H., & Huang, Q. H. (1998). Alignment silkworms as seismic animal anomalous behavior (SAAB) and electromagnetic model of a fault: a theory and laboratory experiment. *Acta Seismologica Sinica*, 11(No.3), 365–374.
- Kirschvink, J. L. (2000). Earthquake Prediction by Animals: Evolution and Sensory Perception. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 90(2), 312–323.
- Leach, R., & F., D. (1996). Earthquake early warning system using real-time signal processing. In *1996 IEEE Signal Proc.* (pp. 463–472). Tokio (Japón).
- Lighton, J. R. B., & Duncan, F. D. (2005). Shaken, not stirred : a serendipitous study of ants and earthquakes. *The Journal of Experimental Biology*, 208, 3103–3107. <http://doi.org/10.1242/jeb.01735>
- Musha, K. (1957). *Jishin Namazu (Earthquake and catfish)*. Toyotoshō. Tokio.
- Panakkat, A., & Adeli, H. (2008). Recent Efforts in Earthquake Prediction (1990 – 2007). *ASCE*, 9(2), 70–80.
- Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la lengua española* (23va. ed.).
- Rikitake, T. (2003). *Prediction and precursors of major earthquakes* (Terra Scie). Tokyo, Japón.
- Scholz, C. H. (2002). *The Mechanics of Earthquakes and Faulting 2nd edition* (Cambridge).
- Shah, H., Ghazali, R., & Nawi, N. M. (2011). Using Artificial Bee Colony Algorithm for MLP Training on Earthquake Time Series Data Prediction. *Journal of Computing*, 3(6), 135–142.
- Tributsch, H. (1982). *When the snakes awake: animals and earthquake prediction*. (MIT Press, Ed.). Boston.
- Vanderwall, S. B. (1993). Seed water-content and the vulnerability of buried seeds to foraging rodents. *Am. Midland Naturalist*, 129, 272–281.
- Yamauchi, H., Uchiyama, H., Ohtani, N., & Ohta, M. (2014). Unusual animal behavior preceding the 2011 earthquake off the pacific coast of Tohoku, Japan: A way to predict the approach of large earthquakes. *Animals*, 4(2), 131–145. <http://doi.org/10.3390/ani4020131>