

BOLAS DE LAVA ACRECIONALES EN LA FORMACIÓN ATOTONILCO EL GRANDE, ESTADO DE HIDALGO, MÉXICO

L. E. Ortiz-Hernández^{1,*}, J. C. Escamilla-Casas¹, E. Cruz-Chávez¹

¹Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra y Materiales, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Carretera Pachuca-Tulancingo km 4.5, Pachuca, Hidalgo, 42184, México.

*Autor de correspondencia: leoh44@hotmail.com

RESUMEN

La Formación Atotonilco el Grande es una sucesión sedimentaria-volcánica de 500 a 600 m de espesor, de edad Plioceno, que aflora principalmente en las inmediaciones del poblado de Atotonilco el Grande, en el estado de Hidalgo, México central. La secuencia volcánica de la cima de la Formación consiste en derrames fisurales que forman mesetas, en las cuáles es común encontrar disyunción columnar en el frente de los derrames, o también algunos tubos de explosión y grandes esferoides lávicos. Estas últimas estructuras son de forma esférica o ahuevada, con exfoliación concéntrica característica, diámetro de 4 a 10 m, y están embebidas en un material tobáceo muy argilizado. Estas estructuras se interpretan como bolas de lava acrecionales. Su origen se atribuye al desprendimiento de grandes fragmentos fundidos, en el frente de avance del flujo lávico fisural, en pendientes muy pronunciadas. Dado su gran tamaño, se sugiere su proximidad al centro de emisión, en las últimas etapas del vulcanismo basáltico.

Palabras Clave: Bolas de acreción, lavas, características, Atotonilco el Grande, estado de Hidalgo.

1. INTRODUCCION

Las bolas de acreción son estructuras volcánicas en lavas pahoehoe y aa [1 y 2], con forma esferoidal o ahuevada, de varios centímetros a 5 m o más de diámetro, que presentan capas concéntricas, interior escoriáceo y borde externo masivo, y, en ocasiones, vítreo. Tienen varios orígenes, aunque el más común en las lavas aa es el desprendimiento de fragmentos fundidos en sus frentes de avance o en sus márgenes, cuando las coladas fluyen sobre laderas de fuerte pendiente. Estas estructuras pueden desprenderse y rodar rápidamente, pendiente abajo [3 y 4].

El presente trabajo menciona las relaciones de campo y el origen, de bolas de lava acrecionales en la Formación Atotonilco el Grande, en el estado de Hidalgo.

2. PARTE EXPERIMENTAL

El poblado de Atotonilco el Grande se localiza a 37 km de la ciudad de Pachuca, en el estado de Hidalgo, en México central. Sus coordenadas geográficas son 20° 17' 13'' de latitud N y 98° 40' 04'' de longitud O.

La geología regional está representada por la Formación El Doctor (El Abra) del Albiano-Cenomaniano [5], cubierta discordantemente por las formación Méndez y Soyatal del Cretácico Superior [6] y por el conglomerado Amajac (Conglomerado El Morro) (Eoceno-Oligoceno) [7], además de rocas volcánicas del Grupo Pachuca (Oligoceno-Plioceno) [8],

rocas clásticas de la Formación Atotonilco El Grande que va desde el Plioceno Tardío hasta el Pleistoceno Temprano [6] y por depósitos recientes (talud, aluvión y caliche) [9] (Figura 1). En el Plioceno se formó un lago en el que se depositó una secuencia clástica continental [8], siendo extravasados basaltos fisurales en el Plioceno hasta el Cuaternario.

Con base a las edades en microfósiles recolectados en la zona [7, 10 y 11], y a estudios isotópicos de trazas de fisión en zircón, se le asigna a la Formación Atotonilco El Grande una edad del Plioceno (Banclano=4.2±0.3 Ma) [12]). (De acuerdo con [13], el basalto Atotonilco arroja edades radiométricas K/Ar del Plioceno-Pleistoceno (2.5-2.3 Ma, K/Ar en roca total), mismas edades que fueron encontradas en el basalto de Santa María Regla de 2.58±0.15 y 2.29±0.23 (Plioceno, Piacenciano-Geliaciano, K/Ar en roca total) [14].

La secuencia basáltica de Atotonilco se distribuye en forma de mesetas y pequeñas ventanas de erosión, como las localizadas en los poblados de Santana y Santa María Amajac, así como como la Mesa Doñana y al Sur de la Mesa Chica. Afloran también a 700 m al sur del balneario de aguas termales de Santa María Amajac, sobre la carretera Atotonilco El Grande-Santa María Amajac. Asimismo, afloran en el libramiento de Atotonilco el Grande y sitios adyacentes. Los derrames sobreyacen a sedimentos clásticos de la cima de la Formación Atotonilco El Grande o a material piroclástico perteneciente al vulcanismo de la sierra de Las Navajas, del Pleistoceno [15].

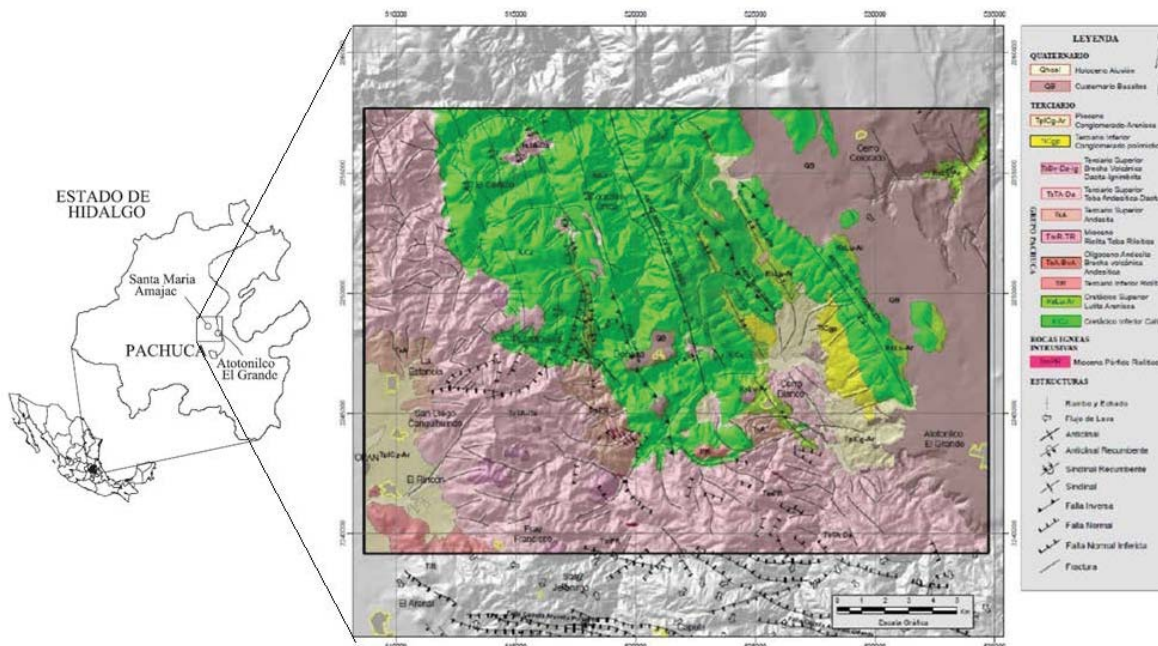


Figura 1. Mapa geológico regional del área de estudio (según [9], modificado).

El espesor de la Formación Atotonilco El Grande se considera variable de 500 a 600 m [6], en donde la parte basal corresponde a una secuencia clástica lacustre, con influencia volcánica, mientras que, en la cima, predominan las coladas de lava.

3. RESULTADOS

Entre Atotonilco el Grande y el balneario de Amajac, las lavas se presentan como derrames fisurales formando mesetas, en las cuáles se reconocen estructuras volcánicas

características como disyunción columnar en el frente de los derrames, o también algunos tubos de explosión en forma de embudo, y menos común, derrames de lavas basálticas con estructuras de almohadillas [16].

Los basaltos se presentan hacia la cima de una secuencia piroclástica formada de la base a la cima de un aglomerado volcánico de 10 m de espesor, el cual es sobreyacido por una toba muy alterada de espesor variable de 2.0 a 2.5 metros. Esta secuencia piroclástica es sobreyacida por un derrame basáltico, con espesor de 2.0 a 2.5 m, presentando una estructura columnar característica.

En el afloramiento las lavas basálticas son vesiculares, de color gris oscuro, con color de intemperismo ocre y textura microlítica. En ocasiones estas lavas son amigdaloides, ya que sus vesículas, que varían de 1 cm hasta 3 cm de longitud, están rellenas por un agregado blanquizco, determinado mediante difracción de rayos X como una combinación de hidromica y montmorillonita.

El estudio actual se centra en los horizontes superiores de la secuencia sedimentaria-volcánica de la Formación Atotonilco el Grande, localizado en el libramiento de los poblados de Atotonilco el Grande y de Apipilhuasco, distante 6 km del primero. Está compuesta principalmente de grandes estructuras esferoides de 4 a 7 m de diámetro (Figura 2A, B, C y D), o de formas elipsoidales o ahuevadas de alrededor de 8 a 10 m de diámetro (Figura 2E, F y G), embebidas en un material tobáceo muy argilizado o con oxidación debido a zonas con metamorfismo óptico o pirometamorfismo. Este encajonante es deleznable y contiene evidencias de deformación por carga, debida a la diferencia de densidad entre la lava y la roca piroclástica, aún en consolidación. Se interpreta como una oleada piroclástica basal, formada en un episodio explosivo de una erupción freatomagmática, como lo atestigua su escasa consolidación, su deformación por carga, su fracturamiento posdeposicional y sus escasos conductos de desgasificación [17].

El fracturamiento esferoidal concéntrico, las vesículas de 1 a 3 cm de diámetro y la alteración de estas estructuras son característicos (Figura 2A, B, C y D).

El fracturamiento esferoidal es más visible y regular en las bolas esféricas, con espaciamiento más o menos constante de 1 a 2 cm entre capas o lajas concéntricas, ya que en las elipsoidales es más irregular y más espaciado.

En los mismos afloramientos se reconocen tubos de explosión en forma de embudo, que consisten en una serie de lajas que terminan en filo, y que exhiben gran abundancia de vesículas (Figura 2H), o también simples estructuras tubulares que pueden corresponder a conductos de escape de gas.

Las estructuras esferoidales y elipsoidales habían sido interpretadas previamente como mega-almohadillas o grandes burbujas de lava, las cuáles al entrar en contacto con el agua del lago, habrían sido infladas por expansión del gas [16].

No obstante, los datos más recientes permiten asignar estas estructuras volcánicas a bolas de lava acrecionales, y discutir su génesis.



Figura 2. Grandes bolas de acreción de 7 m de diámetro y estructura concéntrica en Apipilhuasco (A y B). Estructuras similares, de alrededor de 4 m de diámetro, embebidas en un material tobáceo muy argilizado en Atotonilco el Grande (C y D). Otras bolas de acreción de 10 y 8 m de diámetro y de forma elipsoidal o ahuevada (E) y detalle de las mismas (F y G). Estas últimas se asocian a tubos de explosión de forma de embudo (H).

3. CONCLUSIONES

Las erupciones fisurales se originan a lo largo de una fractura o fisura de la corteza terrestre. En los estadios iniciales de formación de la fisura, una oleada piroclástica basal inició en ésta, dando origen al material tobáceo muy argilizado que actúa como encajonante de las bolas de acreción. Las bolas de acreción de la Formación Atotonilco el Grande tienen de 4 a 10 m de diámetro y formas esféricas a elipsoidales o ahuevadas. Se formaron como consecuencia del desprendimiento de grandes fragmentos fundidos en el frente de avance de los flujos lávicos fisurales, en canales de lava bien definidos y en pendientes muy pronunciadas, gracias a la gravedad y a enfriamiento [18], lo que dio como resultado su estructura en capas o lajas concéntricas (diaclasas concéntricas), que se deben a enfriamiento rápido y a expansión-contracción térmica. Estas estructuras volcánicas constituyen verdaderas piedras rodantes (Figura 3). Se asocian igualmente a tubos de explosión, formados cuando una gran cantidad de vapor de agua trató de escapar rápidamente a través de la lava fluida y sobrevino una desgasificación de la lava por los conductos de escape de la lava. Es probable que estas bolas de acreción sean más abundantes en los márgenes de las fisuras que dieron origen al vulcanismo del paleo-lago de Amajac, y dado su gran tamaño y que ocurren hacia la cima de la Formación Atotonilco el Grande, se sugiere su proximidad al centro de emisión, en las últimas etapas del vulcanismo basáltico.

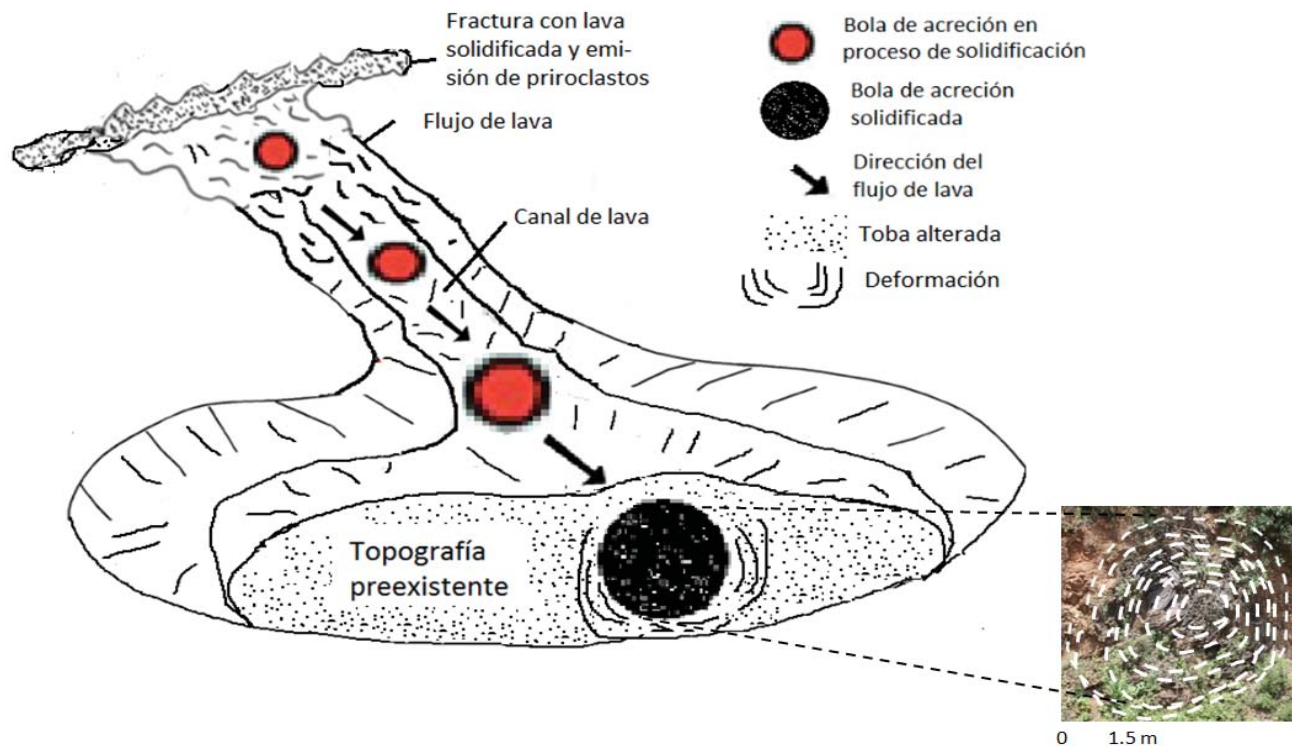


Figura 3. Modelo genético de las bolas de acreción a lo largo de una pendiente pronunciada. Escala válida sólo para la fotografía.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] G. A. Macdonald. *Am. Jour. Sci.*, 241 (1943) 241-256.
- [2] C. K., Wentworth, G. A. Macdonald US Govt. Print. Off. 994 (1953) 98.
- [3] V. Araña, J. Bravo Bethencourt, T. Bravo, R. Ortiz. *Los volcanes y la Caldera del Parque Nacional del Teide*. ICONA, Madrid, España (1989). 165-176.
- [4] E Beltrán, J. Dóniz. *Campos de lava y excavaciones naturales*. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. Madrid. España (2009) 24.
- [5] B. Carrasco-Velázquez. *Rev. Ins. Mex. Petr.*, 3 (1971) 5-28.
- [6] K. Segerstrom, *Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol.*, 13 (1961)147-168.
- [7] G. J. Arellano, L. M. P. Velasco, F. R. Salvador. *Rev. Mex. Cien. Geol.*, 22 (2005) 199-211.
- [8] A. R. Geyne, C. Jr. Fries, K. Segerstrom, R. F. Black, I. F. Wilson. publication 5E Consejo de Recursos Naturales No Renovables, México, D.F., (1963) 222.
- [9] G.C. Rodríguez. Tesis Maestría, Universidad de Chile, Santiago, Chile (2012) 152.
- [10] L M. P. Velasco, G. J. Arellano, S. A. Silva, G. P. Luna, B. F. Romero. *GEOS* (2000) 302-303.
- [11] C. S. Zaragoza, L.M.P. Velasco. *Rev. Mex. Cien. Geol.* 20 (2003) 154-159.
- [12] B. J. Kowallis, C.C. Swisher, C.O. Carranza, W.E. Miller, D.G. Tingey. *Rev. Mex. Cien. Geol.* 15 (1998) 157-160.
- [13] J. M. Cantagrel, C. Robin. *Jour. Volcan. Geother. Res.* 5 (1979) 99-114.
- [14] R. E. Sánchez, P.M. Osorio. *Geociencia*, 3 (2008) 5-24.
- [15] S. A. Nelson, A. Lighthar. 1997. *II Convención sobre la Evolución Geológica de México y Recursos Asociados*, Pachuca, Hidalgo, (1997) 89-96.
- [16] H. L. E. Ortiz, C. J. Escamilla, P. A. Blanco, Ch. E. Cruz, C. P. Ambrocio. *VII Encuentro de Investigación del Área Académica de Ciencias de la Tierra y Materiales*, Pachuca, Hidalgo (2014) 82-87.
- [17] J. Martí, V. Araña. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid España (1993) 99-195.
- [18] J. G. Hernández. *Geografía y ordenación del territorio*, Tenerife, España (2017) 46.