

Michael Detay y Björn Hróarsson son volcanoespeleólogos. Hróarsson ha publicado numerosas obras dedicadas a los tubos volcánicos islandeses.



GEOLOGÍA

Túneles de lava

Las coladas de lava fluida discurren y forman tubos en los flancos de los volcanes. Al finalizar las erupciones, los tubos se vacían y dejan tras de sí galerías con curiosas estructuras de lava sólida

Michael Detay y Björn Hróarsson

LOS TUBOS VOLCÁNICOS, O TÚNELES DE LAVA, SON estructuras que aparecen en los flancos de algunos volcanes, en el seno de coladas de lava cuya superficie se enfría y solidifica mientras la lava continúa fluyendo en su interior. Cuando el aporte de lava cesa, estas venas volcánicas se vacían y dejan tras de sí unas galerías con formas asombrosas. ¿Cómo se originan estas estructuras? Para responder a esta pregunta e ilustrar las características de estas formaciones tomamos como ejemplo los espectaculares túneles de lava islandeses.

Para que se formen los tubos volcánicos, la colada de lava debe ser fluida y, por tanto, hallarse a una alta temperatura (entre 1100 y 1200 °C). Las lavas de este tipo son basálticas, es decir, pobres en sílice (menos del 50 por ciento). Se desarrollan en puntos calientes, como en Hawái o Islandia, donde tiene lugar una intensa actividad volcánica debido a que la temperatura del manto subyacente es más elevada que en otras zonas del planeta.

Los volcanólogos distinguen dos tipos de lava, que se designan con términos hawaianos: las lavas *aa*, que generan super-

ficies rugosas al enfriarse, y las lavas *pahoehoe*, que originan estructuras superficiales en forma de cuerda, orientadas según la dirección del flujo de la colada en el momento de solidificarse.

Para la formación de un tubo se necesita que la lava sea poco viscosa y fluya sin interrupción. Los túneles se constituyen preferentemente en los segmentos de la colada con un caudal más elevado.

Si se reúnen todas esas condiciones, el exterior de la colada se solidifica, mientras que la lava continúa circulando en su interior como si se tratara de un desagüe volcánico. Estos desagües configuran un sistema ramificado semejante a una red de venas y arterias. Los tubos presentan paredes ignífugas, ya que están hechas de lava consolidada. Al terminar la erupción, la lava ya emitida continúa fluyendo y deja atrás un vasto conjunto de cavidades tubulares que en ocasiones quedan enterradas hasta 50 metros de profundidad.

En ocasiones, un mismo tubo canaliza flujos de lava de erupciones sucesivas. Una vez que la lava se ha enfriado, el túnel podrá visitarse si en el mismo se ha producido una abertura a causa de un colapso del techo o debido a obras de excavación. Las cavidades volcánicas más famosas se hallan en Estados Unidos,

EN SÍNTESIS

Un tubo volcánico se forma por el enfriamiento de las capas externas de una colada de lava fluida. Estas formaciones pueden alcanzar varias decenas de kilómetros de longitud.

Las lavas pobres en sílice, lo suficientemente fluidas para dar lugar a los tubos, son emitidas sobre todo por volcanes emplazados en puntos calientes.

La mitad de los 200 volcanes activos islandeses del Holoceno (últimos 10.000 años) presentan túneles de lava. Existen también tubos volcánicos en otros planetas del sistema solar y en sus satélites.



El túnel de lava de Ferlir (*arriba*) se encuentra en el campo de lava de Leitahraun, en Islandia. En este angosto pasadizo se observan estalactitas en «diente de tiburón», formaciones esculpidas por los gases que circulan por el interior del tubo al finalizar la erupción. El túnel de lava de Búri (*izquierda*) tiene las dimensiones de un túnel de metro. Las paredes exhiben huellas de coladas anteriores. En el suelo, la lava cordada (de tipo *pahoehoe*) conserva las líneas de flujo de la colada.



Las estalactitas de hielo de esta sala del túnel de Búri colorean la luz y crean un ambiente mágico.



Dos tragaluces dan acceso al tubo volcánico de Víðgelmir, un gigantesco tubo volcánico de 1535 metros de longitud y 148.000 metros cúbicos de volumen. Se trata de uno de los tubos volcánicos más grandes del planeta. Los estudios geofísicos de magnetometría y georradar han revelado la extensión de su red subterránea. Pero hasta ahora no se ha descubierto ningún acceso al tubo adyacente, de 1,2 kilómetros de longitud, que ha recibido el nombre de Hulduhellir («la cueva oculta»).

Víðgelmir representa, por tanto, la única parte accesible de una red de tubos que podría ser mucho más vasta. En este aspecto, los volcanólogos hablan de tubos anastomosados, es decir, conectados entre sí como una red de venas y arterias. Pero también se conocen otros sistemas de tubos volcánicos interconectados. La red más extensa es la del volcán Undara, en Australia, donde se han descubierto alrededor de 50 tubos o segmentos de tubos.



Los espeleotemas y otras estalactitas de lava del túnel de Jörundur parecen candelabros salidos de la fragua del escultor suizo Alberto Giacometti. Su aspecto metálico refleja los colores plateados del estaño, los rosáceos del cobre, los grises azules del zinc y, en ocasiones, las tonalidades amarillas y relucientes del oro. Estas formaciones, que pueden alcanzar los 130 centímetros de altura, se originaron poco después de finalizar la erupción. Mientras las paredes del tubo se enfriaban, se produjo la extrusión de una gran cantidad de gotas de lava. Igual que la cera de una vela, las gotas se solidificaron y construyeron poco a poco estos «candelabros».

concretamente en Hawái, donde existe el tubo volcánico simple más largo que se conoce en la actualidad. Abarca un desnivel de 1102 metros y se ha explorado a lo largo de 65,5 kilómetros. Por su parte, el sistema de tubos de Undara, en Australia, se ha explorado a lo largo de una longitud total acumulada de 160 kilómetros. En Islandia, los túneles de Surtshellir-Stefánshellir («la cueva del gigante de fuego», de 3500 metros de longitud), Íshellir (de 500 metros de longitud) y Víðgelmir son los más famosos. Hasta el siglo XIX, Surtshellir representaba uno de los pocos tubos conocidos. Víðgelmir es uno de los 30 tubos más grandes del mundo: su volumen alcanza los 148.000 metros cúbicos, con una longitud de 1585 metros y un diámetro de hasta 27 metros.

Al contrario de lo que ocurre en las cuevas calcáreas, que se hallan en continua evolución, los tubos volcánicos se forman durante el transcurso de la erupción y quedan inmovilizados cuando la lava se enfría. A pesar de su origen distinto, contienen estructuras similares a las concreciones que aparecen en las cuevas calcáreas. Y, al igual que sus homólogos de calcita, los espeleotemas volcánicos pueden exhibir una belleza peculiar.

Los tubos contienen, además, estalactitas de lava o estafilitos. Se trata de formaciones que se generan después de la erupción, al desaparecer la corriente de lava y circular por el túnel gases a alta temperatura. Los estafilitos adoptan la forma de tubos, de «dientes de tiburón» o de helicitas, es decir, estructuras filiformes similares a fideos trenzados.

Las formaciones más frecuentes son las estalactitas tubulares, que se generan tras la evacuación de la lava. Se originan por la extrusión, a través de agujeros en la pared del tubo, de un magma parcialmente cristalizado que experimenta un enfriamiento de 1070 °C a 1000 °C. Debido a las circunstancias en que se forman, las estalactitas presentan una densidad y una composición mineralógica y química ligeramente diferentes a las de la lava original. El proceso de extrusión conlleva, además de la desgasificación de la lava, la aparición de estructuras en las paredes del túnel que recuerdan a las gotas que brotan de un tubo de pegamento agujereado. Por otro lado, las estalactitas en «diente de tiburón» son formas habituales y abundantes constituidas por la lava residual que todavía cuelga del techo del túnel durante el enfriamiento del mismo.

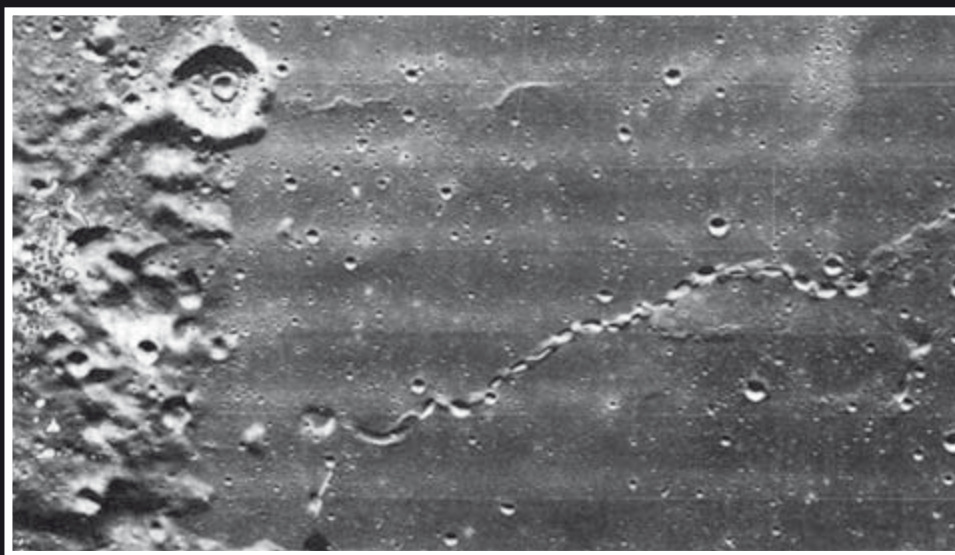
Los volcanoespeleólogos islandeses reconocieron pronto la belleza y la fragilidad de los espeleotemas que decoran los tubos volcánicos de su país y solicitaron a las autoridades la protección de los mismos. Esta pro-



Esta colada multicolor es probablemente única en el mundo. Seguramente se originó por el retrodrenaje de una bolsa de lava hacia el tubo principal, proceso que debió suceder en diferentes fases. Las «minicoladas» sucesivas de lava, cada una de ellas con distintos estados de maduración, velocidades de enfriamiento y estados de oxidación del hierro, explicarían esta sorprendente gradación de colores. El hierro varía desde las tonalidades rojizas, anaranjadas y amarillas en el estado oxidado (férrico) hasta las coloraciones verdosas en el estado reducido (ferroso). Hasta el día de hoy, solo una veintena de personas ha podido ob-

servar esta formación, debido a la dificultad en acceder hasta el seno del laberinto volcánico. Por otro lado, para llegar a la entrada del túnel de Ferlir por la ruta más corta se requieren tres horas de marcha, una de las cuales se invierte en escalar una pared de varios centenares de metros de altura. La otra dificultad reside en la estructura laberíntica del tubo, dividida en varios niveles o pisos. Estos corresponden a las distintas coladas que dieron lugar a todo el sistema. Se necesita un mapa para situarse en este oscuro laberinto que constituye una de las redes de tubos volcánicos más complejas de Islandia.

Tubos volcánicos colapsados en *Pavonis Mons*, el monte del pavo real, uno de los tres grandes volcanes de escudo situados en el ecuador de Marte (*derecha*). El volcán *Pavonis Mons* alcanza los 14.058 metros de altura por encima del nivel de referencia marciano. Los tubos se extienden sobre sus flancos, que presentan una suave pendiente (cuatro grados), según una foto tomada por la sonda *Mars Express* en octubre de 2004. Abajo se observa un tubo volcánico, de unos 40 kilómetros de longitud, en la superficie de la Luna, en la zona norte del océano de las Tempestades. Su trazado se caracteriza por la presencia de numerosos colapsos. Cabe recordar que las condiciones gravitacionales de la Luna favorecieron la formación de tubos de lava largos y profundos, de centenares de metros.



tección está recogida en una ley islandesa desde 1974. Los túneles de lava que alojan las formaciones más bellas solo pueden visitarse con una autorización oficial que se concede muy pocas veces, aunque sea para fines estrictamente científicos.

Esas medidas de protección resultan comprensibles, puesto que se trata de verdaderas rarezas geológicas. La mitad de los 200 volcanes activos islandeses del Holoceno (período que comprende los últimos 10.000 años) presentan tubos volcánicos. Como ya se ha mencionado antes, existen túneles en Estados Unidos (Hawái), Australia e Islandia, pero también en las islas Canarias, la isla Reunión, Corea e Italia. En Islandia se conocen más de 500. Y, lo que resulta más notable, también se han identificado en la Luna, Marte, Venus, Mercurio e Io, uno de los satélites de Júpiter.

En la actualidad, los volcanólogos continúan estudiando los túneles de lava y sus espeleotemas. Por otro lado, los arqueólogos islandeses han descubierto una región conocida como el «desierto de los crímenes»; en ella existen indicios de ocupación de algunos tubos por parte de forajidos durante el siglo x (siglo de la colonización escandinava). Del mismo modo, los po-

linesios de Hawái utilizaron algunos túneles de su isla como lugar de residencia o de culto, o como necrópolis.

Los hidrogeólogos estudian, además, los tubos que drenan los acuíferos volcánicos, y los biólogos se interesan por las bacterias extremófilas. Finalmente, aquellos que preparan la conquista del sistema solar conocen bien la localización de los tubos volcánicos extraterrestres: podrían constituir un hábitat providencial para el hombre del espacio exterior, que se convertiría de nuevo en un hombre de las cavernas...

PARA SABER MÁS

Formation of lava stalactites in the master tube of the 1792-1793 flow field, Mt. Etna (Italy). R. A. Corsaro et al. en *American Mineralogist*, vol. 90, págs. 1413-1421, 2005.

Íslenskir hellar. Vaka-Helgafell (Edda-útgáfa). Björn Hróarsson, 2006.

Islande — Splanedeurs et colères d'un île. M. Detay y A.-M. Detay. Belin, París, 2010.

14th International Symposium on Vulcanospeleology. Undara & Victoria, Australia, actas publicadas por la *National Speleology Society*, agosto de 2010.