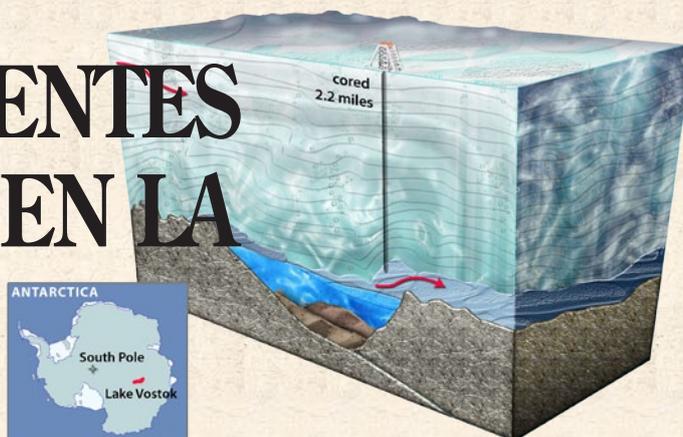


# LA GEOLOGÍA ES NOTICIA

Agua bajo el hielo:

## LAGOS Y CORRIENTES SUBGLACIARES EN LA ANTÁRTIDA



*Jerónimo López Martínez*

(pag. 298)

Las crecidas del 28 de Septiembre de 2012 en el SE de España:

## CÓMO UN EVENTO “MODERADO” PUEDE CAUSAR UN IMPACTO EXTREMO

(pag. 301)



*Gerardo Benito,  
María J. Machado  
y Xavier Rodríguez  
Lloveras*

## GEOLOGÍA PARA UNA NUEVA CULTURA DE LA TIERRA

**MANIFIESTO**

*Fermín Villarroya, José Luis Simón, Alejandro J. Pérez-Cueva, Francho Beltrán,  
Julia Escorihuela, Ivo A. Inigo y Fco Javier Martínez-Gil*

(pag. 305)

## AGUA BAJO EL HIELO:

# Lagos y corrientes subglaciares en la Antártida

JERÓNIMO LÓPEZ MARTÍNEZ

*Dpto. Geología y Geoquímica, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid  
28049 Madrid. E-mail: jeronimo.lopez@uam.es*

La existencia de agua líquida bajo el hielo es conocida desde hace mucho tiempo y es relativamente frecuente ver corrientes de agua que emergen en la base del hielo en márgenes de glaciares. También se sabe del papel que dicha agua, situada en la interfase hielo-roca, juega en favorecer el deslizamiento basal de los glaciares y la acción erosiva de estos sobre los sustratos rocosos. Sin embargo, hasta hace muy poco tiempo la cantidad de las aguas existentes bajo el hielo estaba muy infravalorada.

Los recientes descubrimientos en este ámbito están haciendo cambiar ciertas ideas de la glaciología, así como los balances y modelos sobre la fusión y el movimiento de los glaciares. Es sin duda un tema con importantes implicaciones, en particular en el contexto del calentamiento global y de la conexión existente entre glaciares, nivel del mar y circulación oceánica. Por otra parte, es posible que las aguas subglaciares contengan comunidades microbianas desconocidas que pueden aportar interesante información sobre la adaptación de la vida en un ambiente tan extremo como el existente bajo los casquetes polares o incluso fuera de la Tierra.

### El lago Vostok

El anuncio del descubrimiento de un gran lago situado bajo más de

tres kilómetros y medio de hielo, en la vertical de la base antártica rusa Vostok, fue hecho público en 1994 en el XXIII Meeting del Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) celebrado en Roma y publicado en la revista *Nature* (Kapitsa et al., 1996). En dicha base se venía efectuando desde el año 1990 un sondeo que ha proporcionado datos muy importantes sobre paleotemperaturas y composición atmosférica a lo largo de los últimos 420.000 años. Las pruebas geofísicas efectuadas, incluyendo radar, pusieron de manifiesto la existencia en profundidad de una lámina plana y un volumen por debajo de ella, que fueron interpretadas como correspondientes a un gran lago al que se le asignó el mismo nombre que la base bajo la que se encontraba (Vostok, que significa Este en ruso). Esta base se encuentra en uno de los lugares más inhóspitos del mundo, a 3.488 m de altitud en el interior de la Antártida Oriental, a 78° 27' de latitud sur, precisamente en el lugar donde en 1983 se midió la temperatura más baja registrada hasta ahora en la superficie de la Tierra, -89,2°C.

El lago Vostok posee unos 15.700 km<sup>2</sup> de superficie, con unos 250 km de largo, 50 km de anchura y con alrededor de 800 m de profundidad máxima y 344 m de profundidad media. Se encuentra entre los 20 lagos más grandes de la Tierra, siendo más de una vez y media mayor que el lago Titicaca, y, sus estimados 5.400 km<sup>3</sup> de agua, lo sitúan entre los ocho lagos con mayor volumen almacenado. Esta enorme masa de agua se encuentra situada bajo 3.769 m de hielo del casquete glaciar de la Antártida Oriental (Fig. 1).

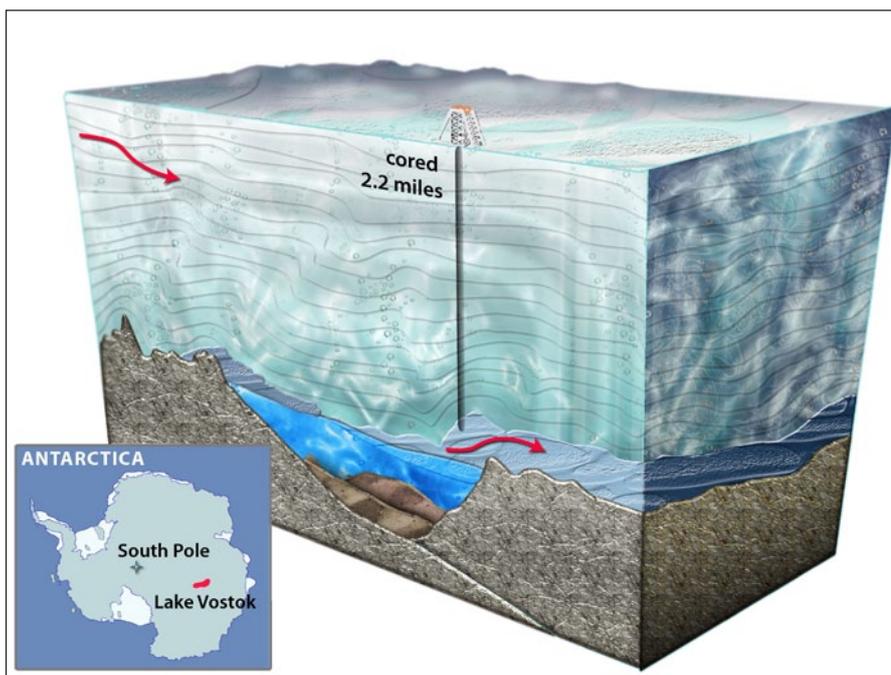


Fig. 1. Situación y perfil del lago Vostok. Imagen de NASA.

El agua puede permanecer líquida bajo el hielo gracias al calor geotérmico, aunque éste no sea muy alto, y por el efecto de aislamiento y presión que suponen los varios kilómetros de hielo suprayacentes. Los grandes lagos subglaciares, y en particular el lago Vostok, encierran una interesante información microbiológica y sedimentológica, a la vez que suponen una evidencia más de la fusión en la base de los glaciares y la actividad geodinámica. El estudio de los sedimentos que se encuentran acumulados en su fondo probablemente será una buena fuente para el conocimiento paleoclimático.

### Otros lagos subglaciares

El lago Vostok es el mayor de los lagos subglaciares conocidos hasta ahora, pero no es el único. Hoy se sabe de la existencia de varios centenares de lagos (más de 360), muchos de ellos de dimensiones considerables, situados bajo el casquete glaciar de la Antártida (Fig. 2).

El acceso al lago subglaciar Ellsworth, situado en la Antártida Occidental (Fig. 3), puede producirse en la campaña 2012-2013, dado el avanzado estado en el que se encuentra el proyecto británico de perforación. Este lago, situado bajo unos 3.000 m de hielo, es considerablemente menor que el lago Vostok (unos 29 km<sup>2</sup>, con aproximadamente 12 km de largo, 3 km de ancho y unos 150 m de profundidad máxima) y sus aguas tienen menos antigüedad (se piensa que podrían tener unos 150.000 años), pero puede proporcionar valiosa información y servir para comparar los resultados que se obtengan en ambos lagos.

Un equipo de investigadores de varias universidades y centros de investigación de los Estados Unidos, tiene como objetivo acceder en la campaña 2013-2014 al lago subglaciar Whillans y estudiarlo en conexión con la zona costera del frente glaciar hacia la que descarga el lago, situado también en la Antártida Occidental (Fig. 3). En este caso, el lago está situado a unos 800 m bajo una importante lengua de hielo que presenta un flujo considerable. Las diferentes condiciones

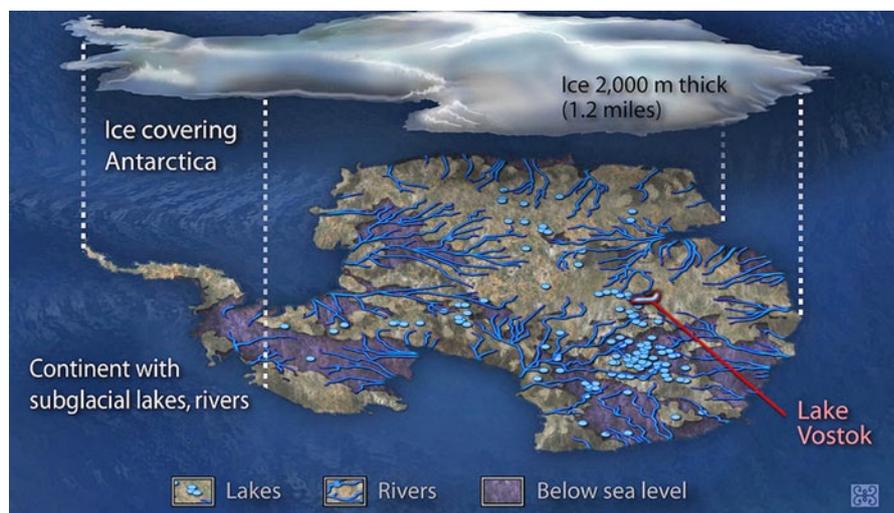


Fig. 2. Lagos y redes de drenaje subglaciares en la Antártida. Imagen de Zina Deretsky / NSF (US National Science Foundation), via Wikimedia Commons.

que se dan en este caso respecto de los lagos Vostok y Ellsworth proporcionan un complemento excelente para el conocimiento del medio subglaciar.

### Ríos bajo el hielo

Bajo el casquete de hielo antártico existe un variado relieve, con valles, crestas y depresiones cerradas, algunas de ellas ocupadas por lagos. Este relieve proviene en buena parte de etapas previas a la glaciación generalizada del continente, es decir que en ciertas zonas puede tener varias decenas de millones de años de antigüedad. Las cubetas donde están algunos de esos lagos pueden haberse formado hace más de 15 o 20 millones de años. Sin embargo, no todas las masas de agua que contienen los lagos tienen por qué ser tan antiguas. Tras el descubrimiento de los primeros lagos subglaciares bajo el casquete antártico, se pensó que se trataba de lugares que se encontraban aislados y desconectados de otros medios desde hacía millones de años. Sin embargo, en estos últimos años se ha descubierto la existencia de sistemas de drenaje subglaciar, que permiten la circulación del agua y, en ciertos casos, llegan a interconectar algunos lagos.

En el pasado geológico los lagos subglaciares pueden haber sufrido

drenajes, transfiriendo importantes caudales de agua a través de los profundos valles adyacentes. Esta interpretación y que tales fenómenos siguen produciéndose en la actualidad lo han corroborado observaciones recientes mediante técnicas geodésicas. Se ha apreciado que ciertas áreas de la superficie de la Antártida han reducido su cota en pocos días o semanas y que subsiguientemente otras zonas, situadas a pocos centenares de kilómetros de distancia, se han elevado. La interpretación ha sido que un lago subglaciar se ha vaciado y que dicha agua ha rellenado otro u otros lagos inferiores. Asimismo, se ha observado que tales desagües han influido en el flujo de las lenguas de hielo situadas por encima, como ha ocurrido en los denominados Recovery Lakes (Bell et al., 2007). En general, las aguas subglaciares contribuyen a lubricar el flujo de los hielos situados por encima.

No obstante, algunos lagos subglaciares pueden ser tan antiguos como el propio casquete de hielo que los recubre y haber permanecido aislados desde hace centenares de miles o incluso millones de años.

### El acceso al lago Vostok

Desde 1998 el sondeo de Vostok estuvo detenido durante más de cinco años, tras haberse alcanzado

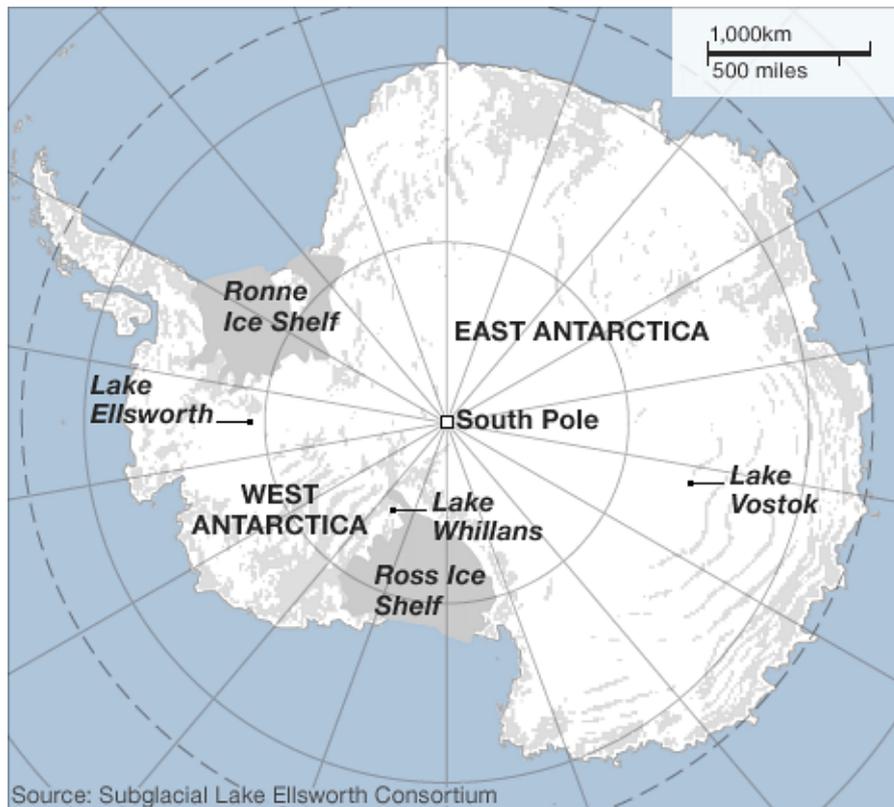


Fig. 3. Situación en la Antártida de los tres lagos subglaciares a los que se accederá próximamente: lago Vostok, lago Ellsworth y lago Whillans. Fuente: Subglacial Lake Ellsworth Consortium.

sondeo y esperan obtener muestras analizables. Posteriormente, está previsto el acceso con robots, cámaras y sofisticados sistemas de muestreo. Ello permitirá avanzar en unos estudios que presentan interés en el campo de la astrobiología y también en el de la evolución geológica y la historia glaciaria de la Antártida Oriental.

#### Escenario para nuevos descubrimientos

El medio subglaciar profundo constituye hoy en día una frontera para el conocimiento, ya que se trata de un gran ecosistema del que sabemos muy poco y que aun no ha sido muestreado. Las condiciones en los lagos subglaciares antárticos pueden asemejarse a las que podrían darse en las aguas posiblemente existentes bajo la cubierta helada de ciertas lunas de otros planetas, como Europa, en el caso de Júpiter, y Enceladus en el de Saturno.

El lago Vostok probablemente proporcionará una rica información que será complementada con estudios en otros lagos subglaciares, como los mencionados Ellsworth y Whillans, cada uno de los cuales posee diferentes características geológicas e hidrológicas, así como distinto grado de aislamiento respecto a su entorno.

La exploración y el estudio de los ambientes subglaciares en la Antártida implica complejos aspectos tecnológicos y científicos y se verá favorecido por la cooperación internacional. Para facilitar esa labor, el SCAR posee un "Grupo de Expertos" en esa materia<sup>(1)</sup>, que es continuación del anteriormente existente proyecto Subglacial Antarctic Environments.

Según el IPCC una de las principales incertidumbres para predecir los efectos del calentamiento global es como se comportarán los casquetes polares. Los descubrimientos de estos últimos años sobre las aguas subglaciares están suponiendo un avance sustancial y ayudarán a elaborar modelos más fiables de cómo pueden ser los comportamientos futuros. ●

una cota situada 140 m por encima de la superficie del lago. El motivo era efectuar estudios y avances técnicos para asegurar un acceso seguro y no contaminante al lago, pues previamente se habían usado keroseno y freón como líquidos de perforación. Posteriormente se perforaron 50 metros más, lo que permitió obtener muestras procedentes de rehielo del agua del lago. En el año 2005 se reanudó la perforación usando una sonda térmica y un fluido de silicona para proteger el acceso al lago.

Finalmente el 5 de febrero de 2012, justo antes de finalizar la campaña de verano en la Antártida, los rusos alcanzaron la superficie del lago y

obtuvieron una pequeña cantidad de muestra de agua procedente del relleno que inmediatamente se recongeló en el agujero del sondeo.

En octubre de 2012 los científicos rusos han manifestado que los resultados preliminares del análisis de dicha muestra de la capa superior del lago indicaban que dicha agua no contenía microbios procedentes del lago. Eso no quiere decir que necesariamente vaya a ser así en el resto del mismo, en particular en capas de agua más profundas y en los sedimentos del fondo.

En la campaña que comienza en diciembre de 2012 y que se extenderá a lo largo del verano austral 2012-2013 los rusos proseguirán el

#### Referencias y notas señaladas en el texto

(1) [www.scar.org](http://www.scar.org), <http://seis.bris.ac.uk/~chgpl/Athena/home.htm>

Bell, R.E., Studinger, M., Shuman, C.A., Fahnestock, M.A. y Joughin, I. (2007). Large subglacial lakes in East Antarctica at the onset of fast-flowing ice streams. *Nature*, 445, 904-907.

Kapitsa, A.P., Ridley, J.K., Robin, G. de Q., Siegert, M.J. y Zotikov, I.A. (1996). *Nature*, 381, 684-686.