

LA GEOMÁTICA ESPAÑOLA EN LA ANTÁRTIDA

Francisco Navarro
PROFESOR TITULAR DE UNIVERSIDAD EN LA UPM
DIRECTOR DEL GSNCL

El Grupo de Simulación Numérica en Ciencias e Ingeniería (GSNCL) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) inició su actividad investigadora antártica a finales de la década de los noventa. Alguno de los miembros del actual grupo (entonces todavía no constituido como tal) participó en las campañas antárticas españolas 1996-97 y 1997-98, en Isla Decepción, en el marco de proyectos de investigación desarrollados por grupos investigadores del Museo de Ciencias Naturales del CSIC. En este sentido se han realizado trabajos de campo de gravimetría para la determinación de la estructura geológica de la isla, que presenta volcanismo activo.

El grupo ya con proyectos propios, inició de lleno sus actividades de investigación polar en la Campaña Antártica Española 1999-2000, desarrollando trabajos de radioglaciología (empleo de técnicas radar para la determinación del espesor de hielo de los glaciares y el estudio de las propiedades físicas del hielo glaciar) en los glaciares de Isla Livingston. Desde entonces, el grupo ha participado de forma ininterrumpida en todas las campañas antárticas españolas, a través de proyectos subvencionados por sucesivos proyectos del Plan Nacional de I+D+i (actualmente Plan Estatal de I+D+i). El grupo ha desarrollado asimismo investigación en el ártico (Svalbard y Groenlandia), mediante proyectos subvencionados, además de por el propio Plan Nacional de I+D+i, por el programa de Euroinvestigación o mediante contratos con instituciones de investigación extranjeras (en particular, el Servicio Geológico de Dinamarca y Groenlandia). En este artículo nos centramos en la investigación antártica del grupo.

Las líneas principales de investigación del GSNCL, en el ámbito de la glaciología, geofísica y geodesia, son la simulación numérica de la dinámica glaciar, las aplicaciones glaciológicas del georradar y la estimación del balance de masa de los glaciares. El objetivo de estos trabajos es el caracterizar el estado actual de los



glaciares e intentar estimar su respuesta frente a los cambios climáticos.

Esos objetivos requieren un intenso trabajo de campo para recoger datos sobre el terreno que permitan determinar la situación de los glaciares en estudio y también ajustar y validar los modelos desarrollados para realizar las correspondientes estimaciones.

Los trabajos de campo del grupo se centran en Isla Livingston, la segunda mayor de las islas del Archipiélago de las Shetland del Sur, en la Antártida, donde se encuentra la Base Antártica Española (BAE) Juan Carlos I ($62^{\circ}39'46''S$, $60^{\circ}23'20''O$), que proporciona el soporte logístico a nuestros trabajos de campo. La BAE Juan Carlos I fue establecida en enero de 1988 y su finalidad es servir de apoyo a los proyectos de investigación científica coordinados por el Subprograma de Investigación Polar del Plan Nacional de I+D+i.

En Isla Livingston nuestro grupo lleva a cabo tareas de monitorización de ciertos glaciares y otras actividades más específicas y variables de una a otra



campaña. Entre las tareas de monitorización, la fundamental es la medida y mantenimiento de la red de estacas instalada en los glaciares Hurd y Johnsons, situados en la Península Hurd.

En esta red de estacas se realizan, desde el año 2000, medidas de balance de masa (resultado neto del balance entre la masa ganada por acumulación de nieve y la pérdida de masa por fusión de la nieve o hielo y desprendimiento de icebergs) y de dinámica glaciar (velocidades de desplazamiento del hielo). Estas últimas se realizan mediante medidas precisas de posicionamiento repetidas en el tiempo. Inicialmente se realizaron con estación total pero ac-



tualmente se realizan con técnicas GNSS. Respecto a las medidas de balance de masa, sus resultados se suministran anualmente a la base de datos del World Glacier Monitoring Service, patrocinada, entre otros, por la UNESCO y la Organización Meteorológica Mundial, que recoge este tipo de medidas para aproximadamente 150 glaciares repartidos por el globo, que se utilizan para monitorizar el “estado de salud” de los alrededor de 200.000 glaciares del planeta. Estos datos de velocidad del hielo y balance de masa se utilizan además como base de los modelos de dinámica glaciar desarrollados por el GSNCI.

Respecto a las investigaciones relativas a la topografía y la geodesia, se han realizado restituciones fotogramétricas de los frentes glaciares, para estudiar la evolución de su geometría y analizar el avance o retroceso de éstos (en las últimas décadas fundamentalmente retroceso).

Este tipo de restituciones se han efectuado tanto a partir de fotos terrestres como de fotos aéreas. El láser-escáner terrestre ha sido otra herramienta utilizada para analizar la evolución de los frentes glaciares. Modelos digitales de elevación del glaciar (DEM's) obtenidos, para distintas fechas, a partir de medidas GNSS desde la superficie del glaciar o mediante restitución fotogramétrica a partir de fotografías aéreas o imágenes de satélite, se han utilizado para calcular el balance de masa geodésico, que se puede contrastar con el balance de masa glaciológico (el obtenido a





partir de medidas de acumulación-ablación en las redes de estacas) con propósitos de validación/control, al tratarse de técnicas independientes.

Estos DEM's de la superficie del glaciar, combinados con medidas de espesores de hielo determinadas con georradar, se han empleado para construir nuevos DEM's de lecho del glaciar, permitiendo así conocer la topografía del terreno subyacente al propio glaciar.

También se han utilizado datos de radar de apertura sintética (SAR) del sistema PALSAR-1 a bordo del satélite japonés ALOS-1, para calcular las velocidades de los glaciares del conjunto de Isla Livingston y para compilar un DEM del conjunto de la isla. Para la construcción de este DEM, los datos de PALSAR-1 se han complementado con los obtenidos a partir de pares de imágenes biestáticas de los satélites TerraSAR-X y TanDEM-X, calibradas con datos de altimetría láser obtenidos con el satélite ICESat.

Este conjunto de datos, combinados con datos adicionales como los de espesores de hielo obtenidos con georradar, se han utilizado para estimar la descarga de hielo al océano, en forma de icebergs, por parte de los glaciares de esta isla.

Como vemos, la combinación de técnicas glaciológicas, geodésicas y geofísicas permite obtener unos resultados, relativos al balance de masa total de los glaciares y la contribución de éste a las variaciones del nivel del mar, que ninguna de esas técnicas, por sí sola, permitiría conseguir.

Francisco Navarro,
Profesor Titular de Universidad en la UPM.
Director del GSNCI.

