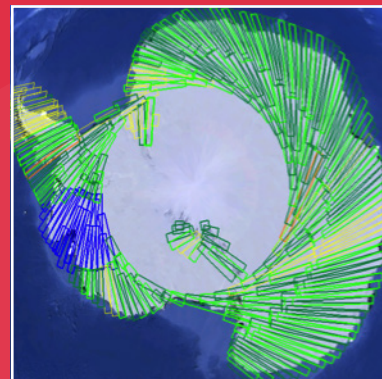


# Observaciones de la capa de hielo desde el espacio



por la Secretaría de la OMM

## Observaciones de la capa de hielo desde el espacio

La OMM y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático reconocen la capa de hielo como una variable climática esencial del Sistema Mundial de Observación del Clima. Sin embargo, la observación y la vigilancia de las extensas y remotas capas de hielo ártica y antártica es un reto, únicamente abordable de forma global desde el espacio. Para profundizar en el conocimiento y ayudar a predecir los cambios en la extensión y en el volumen de la capa de hielo, así como sus implicaciones, por ejemplo en el nivel del mar, es necesario avanzar significativamente en la generación de series de datos continuas y globales. Esto solo puede conseguirse con la cooperación global. En el año 2011 el Grupo especial de actividades espaciales de los polos de la OMM (en adelante referido como el Grupo especial) inició esta tarea reuniendo a todas las agencias espaciales que operan los instrumentos satelitales pertinentes para la observación de la capa de hielo y de otras variables de la criosfera. El Grupo especial establece prioridades sobre las observaciones requeridas por los usuarios, participa en las conversaciones con expertos sobre ciencia polar y apoya el desarrollo de productos obtenidos a partir de las observaciones satelitales para la investigación y las aplicaciones criosféricas. El Grupo especial se construye sobre el legado de los fructíferos esfuerzos de recopilación de datos satelitales llevados a cabo en el Año Polar Internacional.

Durante los dos últimos años, la comunidad científica dedicada al estudio de la capa de hielo, ha recopilado y consolidado las necesidades específicas de observación de la capa de hielo requeridas por los usuarios con el fin de informar de las mismas al Grupo especial de operadores de satélites. Más de 60 expertos mundiales participaron en la elaboración de un estudio que resume las necesidades específicas relativas al estudio de la capa de hielo y de los impactos del cambio climático.

Se puso de relieve la necesidad de disponer de registros continuos de datos satelitales de baja resolución en las áreas interiores de las capas de hielo y de datos de alta resolución en los bordes de dichas áreas para medir tanto la velocidad del hielo como las líneas de sustentación (lugar

en que un glaciar o manto de hielo pierde contacto con el suelo y comienza a flotar), especialmente para modelizar las principales corrientes de hielo de flujo rápido y los sistemas glaciares.

Los satélites de órbita polar provistos de instrumentos de radar de apertura sintética (SAR) tienen una capacidad de detección, día y noche y bajo cualquier condición de tiempo, que permite obtener medidas de la topografía de la capa de hielo y de su variabilidad. Los instrumentos SAR utilizan señales activas de radar (en las bandas L, C o X) y típicamente ofrecen un rango de modos de observación que determina la cobertura espaciotemporal de los conjuntos de datos generados. Los requerimientos científicos del SAR para las capas de hielo fueron analizados, agrupados y documentados para la consideración del Grupo especial<sup>1</sup>. El documento propone la ejecución en fases sucesivas de campañas de adquisición de datos SAR para la vigilancia de las capas de hielo ártica y antártica y señala áreas de prioridad. Para la consecución de estos objetivos, el Grupo



CSA, MDA, BPRC

*Durante sus 17 años de misión, el satélite canadiense RADARSAT-1 obtuvo un amplio conjunto de datos sobre las regiones polares, incluyendo la Misión de cartografía del Antártico en 1997 y finalizando con la cobertura InSAR (interferometría SAR) de Groenlandia en 2013.*

<sup>1</sup> Se creó un Grupo de trabajo de coordinación SAR para ayudar en la recopilación y uso de los datos generados por los radares de apertura sintética a bordo de vehículos espaciales.

especial utiliza los recursos SAR de varias agencias espaciales (véase el interior del cuadro correspondiente), una "constelación virtual" de misiones coordinadas de satélites equipados con instrumentos SAR.

## Fase I

Un asunto crítico durante la fase I, llevada a cabo en 2013, fue la disponibilidad de sistemas de sensores SAR y de la capacidad de formación de imágenes, a raíz del fin de la operatividad de los importantes sensores ASAR (de la Agencia Espacial Europea) y PALSAR (de la Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial), y el lanzamiento previsto de nuevos sensores en un futuro próximo. No obstante, la adquisición de datos sobre el Ártico, con atención en Groenlandia, Svalbard y los casquetes polares canadienses, pudo ser encomendada a los sistemas RADARSAT (CSA y MDA, Canadá), TerraSAR-X (DLR, Alemania) y COSMO-SkyMed (ASI, Italia), operativos en ese momento. El sistema canadiense RADARSAT-1, con medidas interferométricas mediante instrumentación SAR en la banda C operando en modo de toma de imágenes de alta resolución, dio cobertura a Groenlandia entre enero y marzo (justo antes de que esta misión llegara a su fin) con recepción de datos en la estación noruega de Tromsø. Simultáneamente se obtuvieron datos en la banda X sobre los glaciares de rápido deslizamiento de las costas occidentales y orientales de Groenlandia.

Durante la mayor parte del año 2013, RADARSAT-2 en modo SAR de barrido hacia la derecha, adquirió repetidamente datos interferométricos con cobertura sobre las regiones costeras de la Antártida, desde 80° Sur hasta la costa, mientras que las misiones de Alemania e Italia, operando en la banda X, obtuvieron datos detallados de una selección de corrientes de hielo de flujo rápido en la Antártida.

La adquisición, la recepción y el procesamiento de los datos se llevaron a cabo gracias a la participación de las agencias involucradas en las misiones SAR y el apoyo específico de otras agencias espaciales (ESA, NASA y el Centro Espacial Noruego) y de algunos organismos y empresas nacionales que cooperan con estas agencias (Centro de satélites de Alaska, Empresa de servicios para satélites Kongsberg y MacDonald Dettwiler y Asociados).

Algunos de los logros conseguidos en esta primera fase hasta ahora, son la coordinación de las acciones previstas relativas a la capa de hielo y la adquisición de datos SAR, detalladas a continuación:

- la documentación científica de la capa de hielo y de las necesidades de observación;
- la formulación de planes coordinados de adquisición de datos de instrumentos SAR a bordo de satélites para la vigilancia de la capa de hielo de Groenlandia y de la Antártida;
- la adquisición de conjuntos de datos de RADARSAT-1 InSAR sobre Groenlandia y la cobertura con RADARSAT-2 de la Antártida;

## Agencias Espaciales participantes

Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio

(NASA)

[www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)



Agencia Espacial Europea

(ESA)

[www.esa.int](http://www.esa.int)



Centro Aeroespacial Alemán

(DLR)

[www.dlr.de/terrasar-x](http://www.dlr.de/terrasar-x)



Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial

(JAXA)

[www.eorc.jaxa.jp](http://www.eorc.jaxa.jp)



Agencia Espacial Italiana

(ASI)

[www.asi.it](http://www.asi.it)



Centro Espacial Noruego

(NSC)

[www.spacecentre.no/eng](http://www.spacecentre.no/eng)



Agencia Espacial Canadiense

(CSA)

[www.asc-csa.gc.ca](http://www.asc-csa.gc.ca)



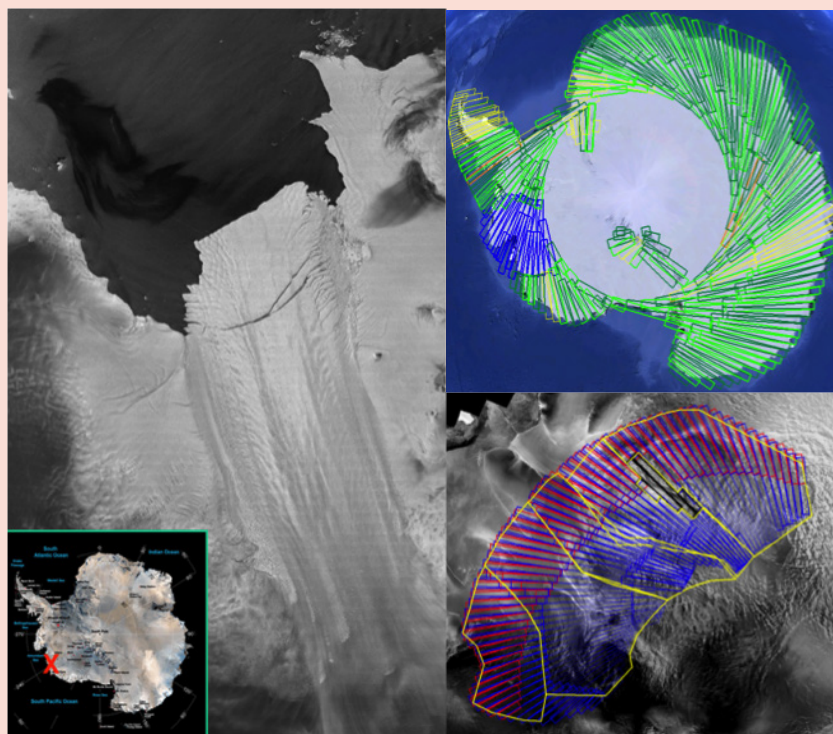
- la adquisición de conjuntos de datos detallados de TerraSAR-X InSAR sobre determinadas áreas costeras de Groenlandia y de la Antártida; y
- el procesamiento inicial de datos SAR y generación de productos.

## Planes para la fase II

Con el lanzamiento inminente en 2014 del satélite japonés ALOS-2 y del europeo Centinela-1A, el Grupo especial coordinará la adquisición de datos de una flota mayor de satélites. En esta segunda fase se llevarán a efecto reiteradas observaciones de la capa de hielo con cobertura sobre las regiones polares boreales y australes, con un número de misiones en aumento.

De 2014 a 2016 está prevista la adquisición de datos SAR de los satélites RADARSAT-2, TerraSAR-X, COSMO-SkyMed, ALOS-2 y Centinela-1A. Tanto para Groenlandia como para la Antártida, la cobertura del satélite japonés ALOS-2 se

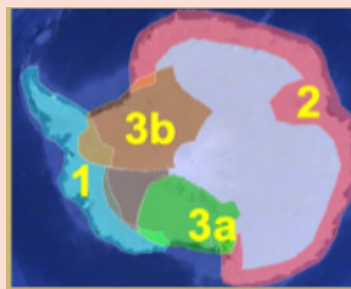
## Puntos más importantes de la adquisición de datos de la capa de hielo iniciada en 2013



Imágenes satelitales TerraSar-X ScanSAR del glaciar Pine Island (Antártida), obtenidas el 27 de abril de 2013 (a la izquierda, cortesía de DLR).

Mapas obtenidos en 2013 mediante adquisición de datos de RADARSAT-2 durante la fase I (arriba, en el centro, cortesía de MDA) y de TerraSAR-X, recogidos en su campaña de adquisición para el sistema para la recuperación de los glaciares (abajo, en el centro, cortesía de DLR y B. Scheuchl/ Grupo especial).

Las áreas de prioridad de adquisición de datos (abajo) se han marcado desde la prioridad alta (1) a la prioridad relativamente baja (3), tal y como se identificó en el documento de necesidades científicas específicas SAR para el estudio de la capa de hielo (véase la nota<sup>2</sup> al pie de página).



ha definido en la Estrategia básica de observación, y la cobertura SAR del satélite europeo Copernicus-1A se incluyó en la estrategia Copernicus relativa al estudio de la capa de hielo y a las aplicaciones climáticas. Durante el año 2014, Canadá obtendrá datos con RADARSAT-2 SAR operando en modo de barrido hacia la izquierda, cubriendo el centro de la Antártida al sur de la latitud 78°. Las misiones alemana e italiana operando en la banda X obtendrán series temporales de los glaciares de movimiento rápido, tanto en Groenlandia como en la Antártida. En 2014, se desarrollará y adoptará una estrategia de observación detallada de la fase II coordinada entre organismos.

### Perspectiva

El Grupo especial brinda la oportunidad de coordinar la adquisición de datos del conjunto de misiones SAR, con el fin de optimizar las observaciones de la capa de hielo para la consecución de los objetivos definidos por la comunidad científica mundial. Los recursos satelitales de las agencias de los Miembros de la OMM continuarán con la vigilancia de las capas de hielo y contribuirán al legado de productos archivados de observación satelital terrestre del Ártico y de la Antártida. Con estas actividades las agencias espaciales demuestran su compromiso continuo con las necesidades específicas fundamentales en la generación de imágenes, surgidas como respuesta a las cuestiones científicas más importantes.

El documento de necesidades específicas para el estudio de la capa de hielo es el primero de los elaborados por el Grupo especial, que trabaja actualmente con la comunidad científica para documentar y sentar las bases de las necesidades específicas de observación para el estudio del permafrost, la nieve y los hielos marinos. Los informes próximos tratarán específicamente sobre los progresos en las actividades relacionadas con la capa de hielo, y presentarán también una actualización de las actividades a desarrollar en el futuro en relación con otras definiciones de necesidades específicas.

### Agradecimientos

Bernd Scheuchl (de la Universidad de California en Irvine, Estados Unidos de América, correo electrónico: bscheuchl@uci.edu) es el punto de contacto científico del Grupo especial y proporciona la documentación sobre las necesidades específicas SAR para el estudio de las capas de hielo (mayo de 2013). En representación de sus compañeros en el Grupo de trabajo de coordinación del SAR, Yves Crevier (Agencia Espacial Canadiense, correo electrónico: yves.crevier@asc-csa.gc.ca) supervisó el contenido y la producción de un folleto redactado por Dirk Werle y Don Ball, que ha sido utilizado como base para la elaboración de este artículo. Se reconoce con agradecimiento la colaboración de MDA, K-SAT, ASF y e-GEOS.

### Colaborador de la Secretaría de la OMM

Stephan Bojinski (sbojinski@wmo.int), Grupo especial de actividades espaciales de los polos ([www.wmo.int/pages/prog/sat/pstg\\_en.php](http://www.wmo.int/pages/prog/sat/pstg_en.php)) del Programa Espacial de la OMM.

<sup>2</sup> Preparado por B. Scheuchl en 2013 y accesible en [www.wmo.int/pages/prog/sat/meetings/documents/Task\\_Group-3\\_Doc\\_08-02-02\\_SAR-Req-IS.pdf](http://www.wmo.int/pages/prog/sat/meetings/documents/Task_Group-3_Doc_08-02-02_SAR-Req-IS.pdf)