

Las partes más lejanas y frías del mundo: datos de la criosfera para el tiempo, el agua, el clima y el medioambiente

por Árni Snorrason, director general de la Oficina Meteorológica de Islandia y presidente del Grupo Consultivo de la Vigilancia de la Criosfera Global (VCG); Øystein Godøy, científico superior del Instituto Meteorológico de Noruega y presidente del proyecto de Interoperabilidad de Datos y Criosfera de la VCG; Sue Barrell, presidenta del Grupo de Estudio sobre Cuestiones y Políticas de Datos y copresidenta del Grupo de Expertos del Consejo Ejecutivo sobre Observaciones, Investigaciones y Servicios Polares y de Alta Montaña (EC-PHORS); y Rodica Nitu, Secretaría de la OMM (VCG)

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) ha adoptado un enfoque unificado del sistema Tierra para garantizar que las decisiones sobre el tiempo, el agua y el clima estén mejor fundamentadas mediante el monitoreo y la predicción integrados de todos los componentes pertinentes de dicho sistema. Esto incluye extender su alcance a las partes más lejanas y frías del globo, el Ártico, la Antártida (figura 1) y las regiones de alta montaña, donde la criosfera es una característica destacada (IPCC, 2019).

Un enfoque integrado del sistema Tierra permite representar mejor las complejas interacciones entre sus distintos componentes: atmósfera, océanos, hidrosfera y criosfera. Este enfoque se basa en gran medida en la asimilación acoplada para garantizar la coherencia y mejorar el aprovechamiento de las observaciones en las interfases que dependen de más de un componente, en beneficio de los modelos numéricos de predicción del sistema Tierra.

La asimilación de datos es un componente crítico de los modelos de predicción del sistema Tierra acoplados y no acoplados. Como la resolución espacial y temporal de estos modelos aumenta constantemente, se requieren mejores

observaciones tanto *in situ* como de teledetección para proporcionar la representación más congruente de los componentes del sistema Tierra. Las mejoras en la resolución espacial y temporal de las observaciones, así como la ampliación del número de variables que se observan, son necesarias para incrementar aún más el rendimiento de los sistemas de predicción numérica.

En las regiones de la criosfera, ya sean polares o montañosas, producir predicciones exactas y fiables en cualquier escala de tiempo es más difícil que en otras regiones. La comprensión de algunos de los procesos exclusivos de estas

Criosfera

El término “criosfera” proviene de la palabra griega para el frío, “kryos”.

La criosfera es la parte del sistema climático de la Tierra que incluye las precipitaciones sólidas, la nieve, el hielo marino, el hielo de lagos y ríos, los icebergs, los glaciares y casquetes de hielo, los mantos y plataformas de hielo, el permafrost y el suelo estacionalmente congelado. La criosfera se extiende a nivel mundial. Existe de forma estacional o perenne en la mayoría de las latitudes —no solo en el Ártico, la Antártida y las regiones montañosas— y en casi 100 países. Influye en el clima de todo el planeta. Aproximadamente el 70 % del agua dulce de la Tierra existe en forma de nieve o hielo.

El Segundo Congreso Meteorológico Internacional, celebrado en 1879, llamó la atención de los meteorólogos sobre la importancia de medir las variaciones de longitud y espesor de los glaciares, recomendando iniciar observaciones continuas de los glaciares y publicar los resultados.



Figura 1. Base y estación de observación abandonada en la Antártida (Foto: Sue Barrell).

regiones, y la capacidad para modelarlos, es limitada, por ejemplo, en el caso de los procesos a pequeña escala que ocurren durante la formación de hielo marino, las nevadas, las precipitaciones sólidas y en el interior de nubes mixtas y capas límite estables. Entre los factores restrictivos se incluyen actualmente: i) una disponibilidad limitada de observaciones *in situ*, en particular de nieve y hielo, ii) la asimilación subóptima de las observaciones satelitales realizadas en las regiones polares sobre superficies cubiertas de nieve y hielo, iii) una disponibilidad limitada de observaciones por satélite y de teledetección adecuadas de las regiones polares y montañosas (manto de nieve, glaciares, etc.), y iv) las carencias en cuanto a intercambio de datos fiables y acceso en tiempo casi real a los datos disponibles.

Datos criosféricos para la información y los servicios hidrometeorológicos y climatológicos

Muchas aplicaciones y servicios que forman parte del mandato de los Miembros de la OMM, así como aquellos que utilizan la comunidad científica en general, requieren cada vez más un acceso constante a los datos de la criosfera. Dichos datos complementan los datos meteorológicos, hidrológicos y oceánicos, así como los utilizados en las modelizaciones y los campos de reanálisis. Los cambios relacionados con el clima en regiones con nieve, hielo marino, glaciares y permafrost podrían desencadenar procesos de retroalimentación y cambios en los regímenes que regulan las precipitaciones y el agua dulce en grandes regiones, hasta la escala continental y hemisférica.

Datos criosféricos para su asimilación en modelos del sistema Tierra

Las observaciones de parámetros relativos a la nieve y el hielo se utilizan cada vez más para la asimilación de datos en los modelos de predicción numérica del tiempo y tienen un impacto sustancial en el rendimiento de estos modelos. Los datos sobre nieve, glaciares, hielo marino y permafrost también se utilizan cada vez más en la predicción numérica del clima y estacional, en los análisis operativos, en los reanálisis climáticos y en la verificación de modelos.

En el contexto de los modelos acoplados a gran escala, y en particular para los datos de la criosfera, el intercambio de datos sobre la nieve y el hielo a través de fronteras institucionales, sectoriales y políticas es esencial para avanzar en el desarrollo de los servicios hidrometeorológicos y climáticos (Helmert y otros, 2018). La escasa capacidad de predicción en las regiones montañosas remotas puede parecer irrelevante, pero los impactos viajan aguas abajo a través de los ríos y las consecuencias socioeconómicas se sienten en las comunidades que viven en estas zonas y en las tierras bajas.

Datos criosféricos para la hidrología

A menudo a los grandes ríos que nacen en las montañas se les llama las "torres de agua del mundo" (Immerzeel y otros, 2020). La criosfera de montaña (glaciares, nieve, permafrost y suelo estacionalmente congelado) juega un papel fundamental en el suministro y la regulación de los recursos de agua dulce para aproximadamente la mitad de la población mundial (Egan y Price, 2017). Esto incluye en particular a quienes viven en zonas densamente pobladas situadas en tierras bajas, como el delta del Ganges-Brahmaputra.

La nieve, los glaciares, el permafrost y el suelo estacionalmente congelado son reservorios de agua dulce. Los datos sobre la fusión de nieve y hielo son esenciales para comprender la variabilidad de los recursos hídricos. El monitoreo de la criosfera a corto plazo es fundamental para la predicción del deshielo primaveral y las crecidas repentinas, para la planificación de la producción hidroeléctrica, para la disponibilidad de agua en las regiones áridas (por ejemplo, los Andes; Schoolmeester y otros, 2018) y para el riego, mientras que el deshielo de los glaciares es un factor clave para la predicción de la escasez de agua a largo plazo.

Muchos países se basan en las predicciones de deshielo (con uno o varios meses de antelación) para pronosticar la escorrentía de los ríos, la posibilidad de crecidas y para proporcionar las correspondientes alertas (figura 2). Un aumento en la frecuencia de los episodios de lluvia sobre nieve supone un incremento en la exposición a los riesgos de aludes y crecidas. Mientras que el incremento del caudal de los ríos en la región ártica proporciona enormes cantidades de agua dulce al océano Ártico y los mares circundantes, lo que influye en la circulación oceánica.

Se necesitan más progresos para comprender y modelizar el ciclo hidrológico en las regiones frías. El acceso a las observaciones es fundamental, por ejemplo, para modelizar mejor la relación entre la precipitación y la escorrentía, incluidas las contribuciones del permafrost y del suelo estacionalmente congelado.

Datos criosféricos para la predicción y los servicios relacionados con el hielo

Las estimaciones fiables de la extensión y del volumen del hielo marino en los océanos Ártico y austral alrededor de la Antártida son necesarias para comprender el cambio climático, inicializar las predicciones numéricas del tiempo, predecir el hielo marino y llevar a cabo los reanálisis operativos relativos al océano-hielo marino (Zuo y otros, 2019).

Las perspectivas mensuales y estacionales de la presencia de hielo marino y su dinámica tienen una gran demanda por parte de la industria marítima con el fin de garantizar la seguridad en la navegación y las actividades desarrolladas en aguas polares (figuras 3 y 4).

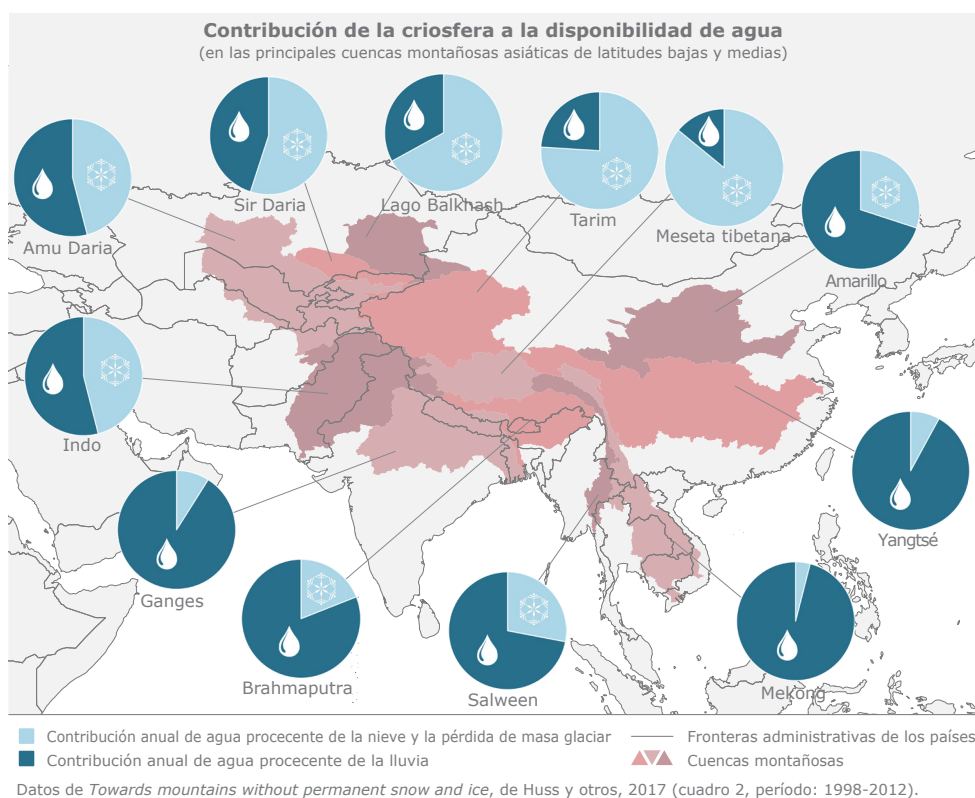


Figura 2. Contribución de la criosfera a la disponibilidad de agua en las cuencas de los principales ríos de Asia, según estimaciones basadas en los datos de 1998 a 2012 publicados por Huss y otros, 2017 (Ilustración de Nora Krebs, OMM).

Las persistentes reducciones en el espesor del hielo marino del Ártico y en el área que ocupa el hielo de varios años de antigüedad conllevan una mayor movilidad de la cubierta de hielo marino y una mayor variabilidad de sus condiciones. Estos cambios requieren un enfoque diferente para que los mapas de hielo y la predicción meteorológica tengan la oportunidad y la resolución horizontal que precisa el transporte marítimo en las regiones de latitudes altas.

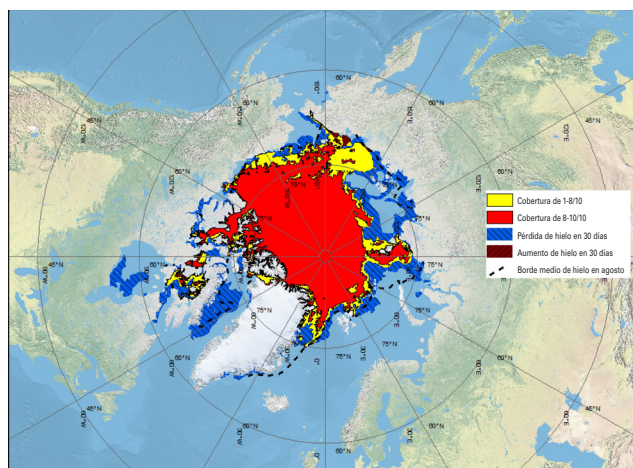


Figura 3. Cambio en la extensión del hielo en el Ártico en 30 días, imagen del 27 de septiembre de 2021 generada por el Centro Nacional de Hielos de los Estados Unidos de América, y a la que se accedió el 28 de septiembre de 2021 (https://usicecenter.gov/pub/change30day_n.png).

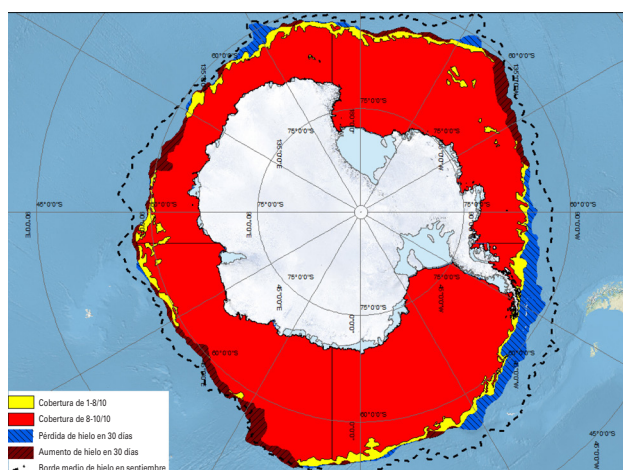


Figura 4. Cambio en la extensión del hielo en la Antártida en 30 días: imagen del 27 de septiembre de 2021 generada por el Centro Nacional de Hielos de los Estados Unidos de América, y a la que se accedió el 28 de septiembre de 2021 (https://usicecenter.gov/pub/change30day_s.png).

Para superar las limitaciones actuales se necesitan mejoras en la modelización del hielo marino (y en su acoplamiento con el océano) tanto para el Ártico como para el océano austral (figura 5). Estas limitaciones se deben en parte a un bajo muestreo general de los océanos polares, especialmente en una amplia franja de la zona de hielo marino antártico, y en parte a las dificultades actuales para obtener productos de hielo marino exactos a partir de los datos de

Área con hielo marino ártico en septiembre

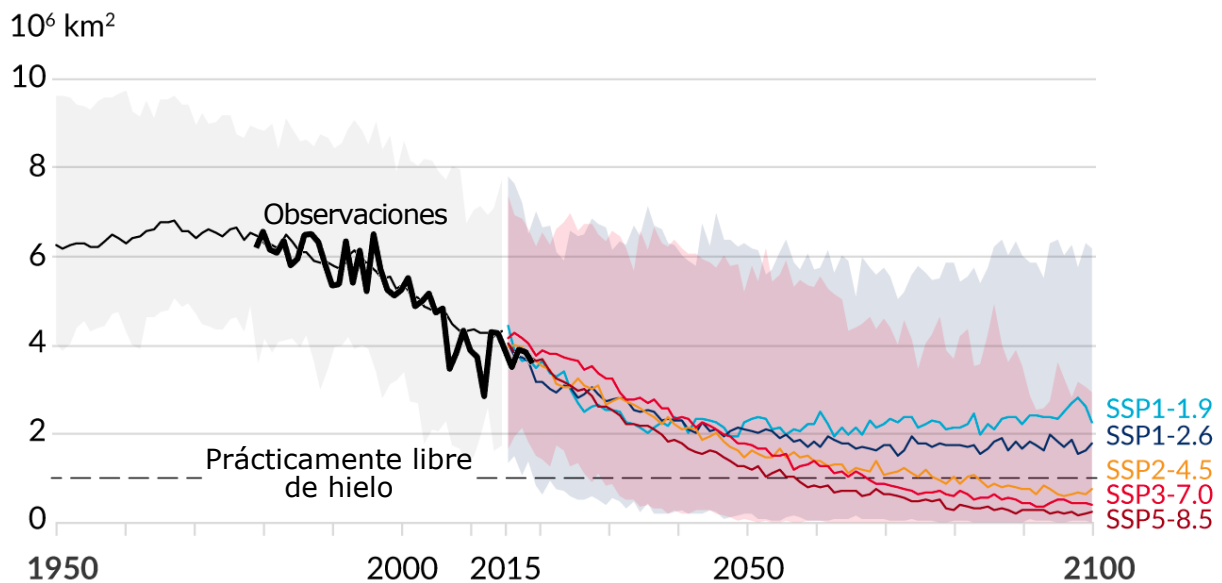


Figura 5. Área con hielo marino ártico en septiembre en una zona de 106 km^2 calculada a partir de observaciones satelitales y simulaciones del modelo CMIP6. Se muestran los rangos muy probables para las trayectorias socioeconómicas compartidas (SSP) SSP1-2.6 y SSP3-7.0. Se estima que el Ártico estará prácticamente libre de hielo a mediados de siglo en escenarios de emisiones medias y altas de gases de efecto invernadero. La figura es una adaptación de la figura SMP.8 de IPCC (2021). Las observaciones han sido añadidas por Ed Hawkins (<http://www.climate-lab-book.ac.uk/2021/adding-observations/>) (Gráfico cortesía de Thomas Lavergne).

teledetección disponibles. A medida que el hielo de primer año —más joven— se vuelve más predominante (lo que deriva en un régimen de hielo estacional en las regiones polares) es fundamental que los servicios operativos encargados de los hielos incorporen datos más oportunos y exactos sobre ese elemento en sus actividades de monitoreo.

Criosfera y cambio climático

Los datos sobre los cambiantes mantos de hielo de la Antártida y Groenlandia (figura 6) y sobre los glaciares de montaña son esenciales para comprender y modelizar el aumento del nivel del mar. Más de mil millones de personas, así como también los ecosistemas, ya sea en pequeñas



Figura 6. El cambio climático modifica de forma significativa las condiciones de diseño de las infraestructuras en las regiones donde hay nieve y hielo, y se necesitan estrategias de adaptación (pueblo de Ittoqqortoormiit, este de Groenlandia) (Foto: Sue Barrell).

comunidades isleñas de los océanos Atlántico, Índico y Pacífico o en las grandes ciudades costeras del mundo, están afectados. Los conjuntos de datos climáticos sistemáticos sobre nieve y hielo también son necesarios para diseñar de forma fiable la ingeniería de infraestructuras instaladas en climas fríos como, por ejemplo, el transporte, los edificios, el suministro de agua, etc.; también son esenciales para abordar los efectos de la erosión y los cambios posteriores en las costas. Los datos sobre las condiciones del hielo subterráneo se están convirtiendo en críticos para planificar el uso del suelo y evaluar la posible liberación de gases de efecto invernadero.

Cambios en la criosfera y peligros naturales

Los enfoques integrados para el monitoreo de los cambios hidrometeorológicos que incluyen información sobre la criosfera son esenciales para concebir sistemas de alerta temprana que adviertan de los riesgos inminentes y los **fenómenos extremos** relacionados. Estos van desde aludes, crecidas catastróficas por deshielo (Rössler y otros, 2014), desbordamientos repentinos de lagos glaciares (*jökulhlaups*), atascos por hielo en ríos y lagos, represamientos de ríos por glaciares crecientes, degradación de la costa, deslizamientos de tierra y derrumbes de taludes hasta el aumento de la presencia de icebergs en las rutas de navegación y otros peligros relacionados con la criosfera. Los lagos glaciares han causado algunas de las inundaciones más devastadoras del mundo, por ejemplo, en los **Andes** (Huggel y otros, 2020) y en el Hindú Kush (región de los Himalayas). En un clima que cambia rápidamente, el acceso a inventarios y descripciones exactos de eventos pasados y a conjuntos de datos climáticos sólidos es fundamental para respaldar las evaluaciones de los peligros (GAPHAZ, 2017) y preparar estrategias de adaptación (figura 7).



Figura 7. El lago del glaciar Palcacocha (Perú) es drenado con sifones para evitar los desbordamientos repentinos (Foto: Christian Huggel).

Ampliación del intercambio de datos a las regiones polares y montañosas

Con el desarrollo de la Política Unificada de Datos, la OMM reconoce la necesidad de ampliar el acceso a los datos de la criosfera a nivel mundial y da respuesta a esa necesidad, a fin de seguir mejorando y manteniendo los servicios hidrometeorológicos y climáticos críticos que proporcionan sus Miembros. La Política ayudará a hacer realidad la visión y la estrategia de la Organización de un enfoque integrado del sistema Tierra para fines de monitoreo, modelización y predicción. El objetivo final es que los Miembros de la OMM dispongan de más información y mayores facilidades para prestar servicios fundamentales que protejan la seguridad y el bienestar de sus ciudadanos.

La nueva Política reconoce que, a diferencia de la infraestructura y los sistemas históricos de monitoreo meteorológico, climático e hidrológico, el monitoreo sistemático de la criosfera ha surgido solo en las últimas décadas, impulsado por la investigación del sistema climático y, principalmente, a través de un enfoque ascendente.

Sin embargo, a pesar del creciente interés, muchas regiones montañosas y polares siguen siendo objeto de un monitoreo insuficiente debido a los altos costos, a la dificultad de acceso (figura 8), a unas condiciones operativas extremas, a la falta de capacidad local, a las jurisdicciones multiestatales y a unos mandatos institucionales débiles o inexistentes; en estas regiones incluso las estaciones meteorológicas son escasas. Este déficit impacta negativamente en el rendimiento de los modelos y conduce, por ejemplo, a un sesgo altitudinal en la predicción de las precipitaciones en alta montaña.



Figura 8. Observaciones de alta montaña en la estación Mueller Hut, a 1818 m de elevación en Nueva Zelanda, accesible solo en helicóptero y que experimenta acumulaciones anuales de nieve de más de 4 metros. Imagen cortesía de Christian Zammit; contribución al Experimento de la OMM para la Intercomparación de la Precipitación Sólida (SPICE), Informe de la OMM sobre instrumentos y métodos de observación n° 131 (Nitu y otros, 2018).

Se ha avanzado en el tratamiento de las necesidades de observación de la criosfera utilizando sistemas espaciales, principalmente en las regiones polares y algo menos en las montañosas. Quedan muchas deficiencias por subsanar en lo que respecta a las variables que se observan, así como en el acceso a las observaciones espaciales de la criosfera y su asimilación.

En muchos países, los sistemas de observación de la criosfera continúan siendo operados por múltiples instituciones con diversos mandatos (desde la investigación, el mundo académico, los organismos de generación hidroeléctrica y los servicios navales y de hielos hasta las organizaciones espaciales, los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN) y otros), y en ese contexto las entidades de investigación siguen jugando un importante papel. En muchos países en desarrollo, las observaciones y la investigación de la criosfera siguen formando parte de proyectos financiados internacionalmente cuyos vínculos con las instituciones nacionales, incluido el correspondiente SMHN, son limitados o nulos.

Datos sobre la criosfera en la Política Unificada de Datos de la OMM

El intercambio de datos es importante para las organizaciones científicas (Pan y otros, 2021) en su búsqueda por comprender mejor las interacciones entre la atmósfera, la criosfera, la hidrosfera y la biosfera, sobre todo cuando se trata de dar respuesta a preguntas cada vez más complejas sobre los impactos socioeconómicos y medioambientales de cambios sin precedentes en el clima.

La comunidad científica internacional está adoptando medidas enérgicas para facilitar un acceso más amplio a los datos de investigación. Los principios FAIR para los datos (Wilkinson y otros, 2016), basados en cuatro pilares (facilidad de localización, accesibilidad, interoperabilidad y reutilización), proporcionan un conjunto de pautas de alto nivel a aquellos que poseen datos de investigación. Estos principios hacen hincapié en la mejora de la capacidad de los equipos electrónicos para encontrar y utilizar automáticamente los datos, además de respaldar la reutilización por parte de las personas, al tiempo que atribuyen la titularidad y protegen la propiedad intelectual, por ejemplo, a través de licencias.

Mediante su Política Unificada de Datos, la OMM reconoce la gran cantidad de datos criosféricos que existen en esta comunidad científica en general y la contribución que pueden hacer al enfoque estratégico de la OMM del sistema Tierra. Por lo tanto, la Política recalca la necesidad de fortalecer la colaboración bidireccional y el intercambio de datos entre organismos operativos y de investigación, y busca articular de forma evidente sus principios y los beneficios que confiere a todas las partes interesadas. En particular, la Política Unificada de Datos prevé el

intercambio gratuito y sin condiciones de los datos prioritarios del sistema Tierra (es decir, los datos “fundamentales” y los “recomendados”) por parte de los Miembros de la OMM, incluso con fines de investigación pública. Esto refleja la importancia de los resultados de la investigación y de los conocimientos sobre cómo impulsar avances continuos en materia de capacidad en todos los aspectos del mandato de la OMM.

La Política también pide a los Miembros que respeten las solicitudes de atribución de la titularidad de los datos siempre que sea posible, como una forma de reconocimiento y protección de los derechos de propiedad intelectual del titular de los datos cuando ello sea factible. Según corresponda, los identificadores de objetos digitales (DOI) pueden utilizarse para el acceso a datos científicos y su seguimiento y citación. El reconocimiento de la titularidad es un beneficio tanto para los propietarios de los datos como para sus usuarios, y la citación de los mismos permite a la comunidad científica mostrar y documentar frente a sus organismos de financiación cómo se utilizan sus datos.

Vigilancia de la Criosfera Global de la OMM: acceso más fácil a las observaciones y los datos de la criosfera

La Vigilancia de la Criosfera Global (VCG) de la OMM promueve la instauración de enfoques consensuados entre las comunidades operativa y de investigación en apoyo de las observaciones fundamentales criosféricas *in situ* y por teledetección, así como del acceso a datos e información sobre el estado de la criosfera. El componente de observación de la VCG es una parte integral del Sistema Mundial Integrado de Sistemas de Observación de la OMM (WIGOS). El Portal de Datos de la VCG está alojado en el Instituto Meteorológico de Noruega y cuenta con el apoyo del Instituto WSL para la Investigación sobre Nieve y Aludes de Suiza. A través de su Portal de Datos, la VCG se esfuerza por proporcionar acceso (Bavay y otros, 2020) a datos criosféricos y complementarios, tanto en tiempo real como archivados (en forma de series temporales climáticas coherentes), a través de mecanismos rentables dentro del marco del Sistema de Información de la OMM (WIS), basándose en el intercambio de datos existentes dentro y fuera de la OMM. Como complemento al WIS, la VCG fomenta la inclusión de funciones específicas de la criosfera como parte del Sistema Mundial de Proceso de Datos y de Predicción (GDPFS) de la OMM, apoyando los servicios especializados para las regiones polares y de alta montaña.

Los datos de la criosfera se obtienen de los SMHN y de otras entidades operativas y científicas (figura 9), y estas últimas se sirven de una variedad de enfoques distintos para la gestión de datos, a menudo bastante diferentes de los que se utilizan en la comunidad de la OMM. La VCG está empleando las herramientas y los procedimientos disponibles a través del WIGOS y del WIS para establecer vínculos entre

las comunidades científicas de la criosfera y los proveedores y usuarios de datos de la OMM, que incluyen: 1) la asignación de identificadores de estación del WIGOS a las instalaciones de observación; 2) el uso de metadatos del WIGOS para documentar las instalaciones de observación; 3) la normalización y el registro de las instalaciones de observación de la criosfera, junto con las instalaciones de observación meteorológicas, climáticas y de otro tipo, en la base de datos de la Herramienta de Análisis y Examen de la Capacidad de los Sistemas de Observación en Superficie de la OMM (OSCAR/Superficie); 4) la documentación de las necesidades y capacidades en cuanto a observación de la criosfera en la base de datos OSCAR/Requisitos; 5) la normalización e interoperabilidad que respaldan la capacidad de localización de conjuntos de datos sobre la criosfera dentro del WIS; 6) el intercambio de datos sobre la criosfera con fines operativos a través del WIS, y 7) el acceso gratuito y sin restricciones a los datos de la OMM por parte de la comunidad ajena a los SMHN.

La aplicación de la Política Unificada de Datos de la OMM ofrece incentivos para mejorar la conectividad entre los proveedores de datos sobre la criosfera y los SMHN. Si bien la adopción de herramientas gestionadas por la VCG puede conllevar un costo para muchos proveedores de datos, el deseo es que se beneficien, a cambio, de la obtención de acceso a datos de múltiples proveedores y a capacidades para supervisar qué datos se intercambian, del uso y la reutilización de los que se comparten, así como de la posibilidad de poder influir en el desarrollo futuro de herramientas pertinentes para ellos. La capacidad de informar sobre los datos disponibles también ayudará a identificar las lagunas y las capacidades en materia de observación. Por ejemplo, se prevén beneficios mutuos si los datos sobre nieve recopilados a nivel regional se compartieran por defecto con los organismos a escala nacional y con los SMHN (Vionnet y otros, 2021).



Figura 9. Trabajo de campo e instalación de nuevos sensores en la estación de monitoreo del permafrost en Janssonhaugen (78 °N), en Svalbard, un día frío a mediados de febrero (Foto: Ketil Isaksen).

A nivel práctico, la VCG apoya y facilita las contribuciones de aquellos proveedores de datos cuyos recursos y capacidades para fines de gestión de datos son limitados mediante la creación de un paquete informático que transforma los datos NetCDF/CF (compatibles con los principios FAIR) no estructurados en datos estructurados disponibles en el Portal de Datos de la VCG (Bavay, Fiddes y Godøy, 2020).

Asociaciones para el acceso a los datos de las regiones polares y de alta montaña

La VCG ha adoptado medidas importantes en cuanto que intermediaria de datos para las regiones polares y de alta montaña. En las regiones polares, los compromisos contraídos entre la VCG y el Comité Datos Árticos (ADC), un órgano mixto de la iniciativa Refuerzo de las Redes de Observación del Ártico (SAON) y el Comité Internacional de Ciencias del Ártico (IASC), así como con el Comité Científico para la Gestión de Datos Antárticos (SCADM) del Comité Científico de Investigaciones Antárticas (SCAR), brindan oportunidades para mejorar la colaboración, lo que conlleva un mayor acceso a los datos disponibles. Cabe destacar que el SCAR, como comité científico del Sistema del Tratado Antártico, tiene la obligación de facilitar el acceso gratuito y sin restricciones a la información y los datos científicos antárticos. Según lo documentado por el ADC, los datos sobre el Ártico existen y fluyen de forma independiente dentro de un complejo [ecosistema de información del Ártico](#) (Pulsifer y otros, 2020) formado por instituciones y centros de datos, pero su objetivo es desarrollar la capacidad para respaldar aplicaciones pertinentes y vincularlas a las necesidades de datos mundiales para satisfacer las necesidades regionales y mejorar la resiliencia ante los desastres en el Ártico.

En las regiones de alta montaña, el panorama de los datos está mucho más fragmentado (Thornton y otros, 2021; Shahgedanova y otros, 2021). Se están realizando esfuerzos colectivos (Adler, Pomeroy y Nitu, 2020) para eliminar las barreras a través de mecanismos como los facilitados por la [Iniciativa para el Estudio de las Montañas \(MRI\)](#) y su actividad insignia, [GEO Montañas](#), y la [Red Internacional para la Hidrología de Cuencas Alpinas de Investigación \(INARCH\)](#). En 2019, la VCG firmó un memorando de entendimiento de 5 años de duración con el Programa sobre el Medioambiente del Tercer Polo, cuyo principal objetivo es establecer la interoperabilidad con el Centro de Datos sobre el Medioambiente del Tercer Polo (Xin Li y otros, 2021; también # 10). Se están buscando colaboraciones similares con otros centros de datos de investigación para facilitar aún más el acceso a flujos críticos de datos sobre la criosfera y datos auxiliares.

Estos asociados reconocen que la OMM está bien posicionada para desempeñar un importante papel en las políticas y prácticas de datos al fomentar una mayor integración,

más allá de regiones y dominios específicos. Con este fin, si se promulga, la Política Unificada de Datos pondrá en práctica los principios de colaboración entre los asociados que poseen datos sobre la criosfera y que están dispuestos a compartirlos e intercambiarlos a nivel internacional. Una vez más, la Política será un ejemplo para las comunidades asociadas, tal como fue el caso del Año Polar Internacional (API) 2007-2008, cuando la OMM, junto con el Consejo Internacional para la Ciencia, creó un marco innovador de gestión de datos para apoyar los objetivos de las comunidades interesadas. Desde el API, las comunidades de asociados de la OMM han logrado avances significativos en la gestión de datos e información, con la notable y cada vez mayor pertinencia de los principios rectores FAIR.

Estas áreas de progreso ofrecen beneficios potenciales a los Miembros de la OMM, ya que la Política Unificada de Datos está diseñada para adaptarse a sus propósitos actuales y a sus futuras necesidades.

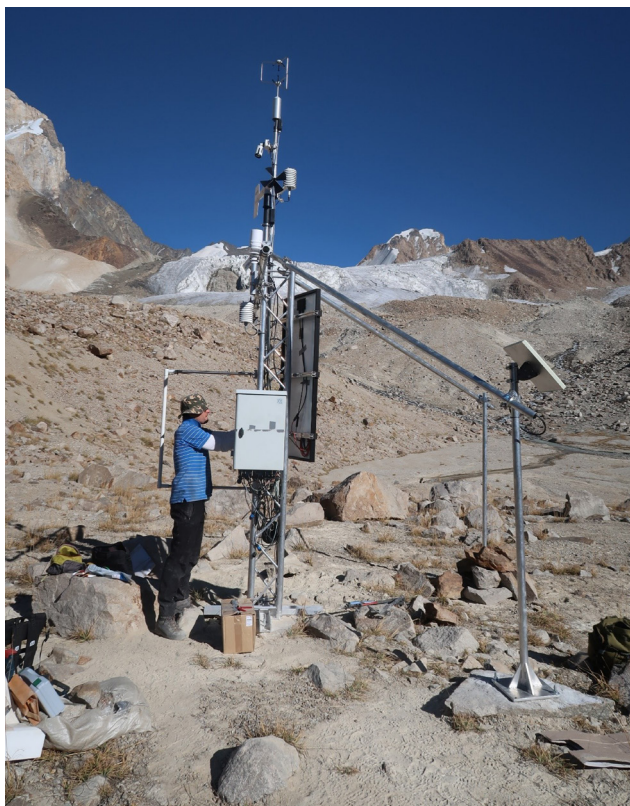


Figura 10. Instalación en septiembre de 2021 de un nuevo emplazamiento de observación de alta montaña en el Pamir occidental (Tayikistán), como parte del proyecto Observaciones y Modelización de la Criosfera para Mejorar la Adaptación en Asia Central (CROMO-ADAPT), financiado por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación y codirigido por la Universidad de Friburgo y el Instituto WSL para la Investigación sobre Nieve y Aludes de Suiza (Foto: Joel Fiddes).

Conclusiones

La atención prioritaria que la OMM otorga al monitoreo, la modelización y la predicción del sistema Tierra está aumentando la necesidad de integrar los datos sobre la criosfera para apoyar la prestación de todos los servicios relacionados con el tiempo y el clima. La Política Unificada de Datos allana el camino para un enfoque más sistemático del intercambio y uso de los datos criosféricos junto con datos procedentes de los dominios más tradicionales de la OMM. Cabe esperar que la aplicación de la Política será fundamental para mejorar el acceso a los datos y proporcionar la resolución espaciotemporal que necesitan los usuarios. Al mismo tiempo, los actuales propietarios de esos datos (incluidos los criosféricos) que residen fuera del dominio de los SMHN recibirán beneficios tangibles.

Se prevén beneficios mutuos para la OMM, la investigación y otras comunidades como resultado de un mejor intercambio de datos impulsado por la Política Unificada de Datos. El acceso a inventarios descriptivos de eventos pasados y a datos climáticos sólidos es la base de las evaluaciones de los peligros y permitirá a los científicos y a los SMHN ayudar mejor a la comunidad mundial frente a algunos de los principales desafíos que plantea un clima que cambia rápidamente (figura 10).

El fortalecimiento de las asociaciones para apoyar un intercambio eficaz de datos sobre la criosfera en el marco del WIGOS, el WIS y el GDPFS es fundamental para alcanzar los ambiciosos objetivos del enfoque del sistema Tierra de la OMM. Los beneficios serán tangibles y sustanciales, pero el éxito dependerá en gran medida de la capacidad para establecer compromisos mutuamente provechosos entre la heterogénea comunidad y los propietarios de los datos en el dominio de la criosfera.

Como se prevé en la Política, la atribución de la propiedad de los datos, siempre que se solicite, garantizará el reconocimiento y la protección de los derechos individuales de propiedad intelectual y es un aspecto importante para incrementar la eficacia y la longevidad de las asociaciones.

La OMM mantiene una colaboración duradera e innovadora con la comunidad científica, y el éxito de la política de datos del Año Polar Internacional 2007-2008 es una prueba de ello. La Política Unificada de Datos será un ejemplo para las comunidades de asociados, al evidenciar un objetivo claro consistente en garantizar en el futuro una colaboración fructífera y continua con la comunidad de la criosfera.

Las referencias están disponibles en la versión en línea