

Alerta mundial por el deshielo de los glaciares

Michael Zemp, Samuel U. Nussbaumer, Isabelle Gärtner-Roer, Horst Machguth, Frank Paul, Martin Hoelzle
(Servicio Mundial de Monitoreo de Glaciares, Universidad de Zúrich, Suiza)

Los cambios de los glaciares se ubican entre los indicios más prominentes del cambio climático mundial. Los glaciares influyen en la configuración de los paisajes de las altas montañas e impactan en los suministros de agua de la región, las condiciones de riesgo locales y los niveles del mar en todo el mundo. Podemos encontrar glaciares, y compararlos, a lo largo de todas las latitudes: desde el ecuador hasta los polos. Por su sensibilidad a los cambios climáticos, los glaciares son indicadores clave para ser utilizados en sistemas de observación del clima a nivel mundial.

Durante más de un siglo, el Servicio Mundial de Monitoreo de Glaciares (WGMS, en asociación con la Universidad de Zúrich) y sus organizaciones antecesoras han coordinado la recopilación mundial y la divulgación gratuita de las observaciones de glaciares. Las mediciones del cambio en la longitud de los glaciares fueron los principales datos reunidos en las fases iniciales del monitoreo internacional de glaciares, que comenzó en 1894. En ese momento, se esperaba que las observaciones de glaciares a largo plazo proporcionarían una nueva percepción de los procesos del cambio climático, como la formación de las edades de hielo. Desde entonces, los objetivos del monitoreo internacional de glaciares han evolucionado y se han multiplicado.

Uno de los resultados fundamentales de este proceso es la creación de una red internacional de colaboración, con miles de observadores que visitan y miden los glaciares por todo el mundo. Mientras que los cambios del frente del glaciar se pueden determinar con relativa facilidad mediante una cinta métrica, un dispositivo GPS y una cámara fotográfica, establecer el balance de masa del glaciar —la diferencia entre acumulación (nevada) y ablación (deshielo) durante el año— presenta un desafío mayor. Se deben colocar estacas de ablación (varas de madera o tubos plásticos delgados) entre la superficie del glaciar en el área de ablación, y se deben revisar una o dos veces al año para leer la cantidad de pérdida de hielo en cada posición. Además, se deben cavar pozos de nieve en el área de acumulación en las partes altas del glaciar, donde el hielo es cubierto por la nieve y la neviza durante todo el año. Las duras condiciones climáticas y el a veces difícil

Global watch on melting glaciers

Michael Zemp, Samuel U. Nussbaumer, Isabelle Gärtner-Roer, Horst Machguth, Frank Paul, Martin Hoelzle
(World Glacier Monitoring Service, University of Zurich, Switzerland)

Changes in glaciers are among the most prominent evidence of global climate change. Glaciers affect the appearance of the landscape in high mountains and impact regional water supplies, local hazard conditions, and global sea levels. Glaciers can be found in, and compared across, all latitudes—from the equator to the poles. Due to their sensitivity to climatic changes, glaciers are key indicators for use in global climate observation systems.

For more than a century, the World Glacier Monitoring Service (WGMS, affiliated with the University of Zurich) and its predecessor organizations have coordinated the worldwide compilation and free dissemination of glacier observations. Measurements of change in the length of glaciers were the main data collected during the initial phases of international glacier monitoring, which began in 1894. At that time, it was hoped that long-term glacier observations would give insight into processes of climatic change, such as the formation of ice ages. Since then, the goals of international glacier monitoring have evolved and multiplied.

One key outcome is an international network of collaboration, with thousands of observers visiting and measuring glaciers worldwide. Whereas changes at the glacier snout can be determined rather easily with a measuring tape, GPS device, and photo camera, the glacier mass balance—the difference between accumulation (snowfall) and ablation (melting) over the year—is more challenging to ascertain. Ablation stakes (wooden sticks or thin plastic tubes) must be set on the glacier's surface in the ablation area and revisited once or twice a year, in order to read the amount of ice loss at each respective position. In addition, snow pits need to be dug in the accumulation area in the higher parts of the glacier, where the ice is covered by snow and firn throughout the year. Harsh climatic conditions and the sometimes difficult access to remote glaciers present challenges for making these measurements. Despite the great efforts involved, our observers currently provide mass balance measurements for more than one hundred thirty glaciers and length change information for about five hundred glaciers every year.

The available long-term monitoring data leave no doubt that mountain glaciers worldwide are shrinking

acceso a glaciares remotos se presentan como desafíos para tomar esas mediciones. Pese al gran esfuerzo que involucra, nuestros observadores actualmente aportan mediciones del balance de masa de más de ciento treinta glaciares e información sobre cambios de longitud de unos quinientos glaciares cada año.

Los datos de monitoreo a largo plazo disponibles no dejan duda de que los glaciares de montaña en todo el mundo se están retrayendo precipitadamente y a un ritmo acelerado, en especial desde finales del siglo XX. Las pruebas sugieren que este retroceso impresionantemente sincrónico a nivel mundial es excepcional; en muchos lugares, los glaciares en la actualidad se han reducido casi hasta alcanzar su extensión mínima durante los períodos más cálidos del Holoceno (es decir, en los últimos 11 700 años), y algunos se han reducido aún más.

Las observaciones del balance de masa glaciar indican que la pérdida de hielo está ocurriendo a una escala considerablemente mayor de lo que los cambios climáticos por sí solos podrían predecir. Esto significa que los procesos de retroalimentación probablemente están jugando un papel cada vez mayor, en especial, la retroalimentación de altitud del balance de masa y la reflectividad decreciente (albedo) debido al oscurecimiento de las superficies glaciares, los límites de nieve que se encuentren más alto y el aumento del depósito de polvo sobre las superficies glaciares. Menor cantidad de nieve en los glaciares y superficies más oscuras indican que la radiación que llega se refleja menos y la energía disponible conduce a la intensificación del deshielo.

Además de las mediciones directas en terreno, los inventarios de glaciares basados en imágenes satelitales e información de terreno digitalizada han posibilitado nuevas formas de documentar la distribución de los glaciares y los cambios que los afectan. Los modelos computarizados que combinan los datos de las mediciones directas con la información satelital posibilitan la investigación de los cambios a través de grandes conjuntos de glaciares, atravesando regiones montañosas enteras. Los resultados muestran claramente que incluso si el calentamiento global se mantiene en 2°C con referencia a valores preindustriales, muchos glaciares de tamaño chico a mediano en áreas montañosas tienen probabilidades de desaparecer completamente en las décadas venideras, lo que tendría serias consecuencias para los riesgos naturales y para la disponibilidad de agua en varias regiones. Más que retroceder gradualmente, muchos glaciares grandes podrían desarrollar un fuerte desequilibrio que les provoque hundimientos o colapsos del frente del glaciar, como se está observando con creciente frecuencia.

El impacto más grave del deshielo de glaciares montañosos tiene que ver con los ciclos del agua a nivel

rapidly and at an accelerated pace, particularly since the late twentieth century. Evidence suggests that this strikingly synchronous global retreat is exceptional; in many places, glaciers have now been reduced close to their minimum extent during the warmest periods of the Holocene (i.e., in the past 11,700 years), and some have shrunk even smaller.

Observations of glacier mass balance indicate that ice loss is occurring at a considerably higher rate than climatic changes alone would predict. This means that feedback processes are probably playing an increasing role, in particular, the mass balance altitude feedback and decreasing reflectivity (albedo) due to darkening glacier surfaces, retreating snow lines, and enhanced dust deposition. Less snow on the glaciers and darker surfaces mean that incoming radiation is less effectively reflected, and the available energy leads to intensified glacier melt.

In addition to field measurements, glacier inventories based on satellite imagery and digital terrain information have enabled new ways of documenting the distribution of glaciers and changes affecting them. Computer models that combine data from observed chronological sequences with satellite information make it possible to examine changes across larger glacier ensembles, spanning entire mountain regions. The results clearly show that even if global warming is kept to 2°C with reference to pre-industrial values, many small- to medium-size glaciers in mountain areas are likely to disappear entirely in the coming decades, with serious consequences for both hazard risks and water cycles in several regions. Rather than gradually retreating, many large glaciers may develop strong disequilibria, causing them to downwaste or collapse, as is being observed with increasing frequency.

The most serious impact of melting mountain glaciers concerns regional and global water cycles. Glacier melting will remain a major contributor to sea level rise in this century, and the seasonality of runoff will change dramatically in some regions, due to the combined effects of diminished snow storage, earlier snowmelt, and decreasing glacier melt. In the future, water scarcity during long droughts, exacerbated by changing snow and ice cover in high mountain ranges, could seriously impact people's livelihoods and the economy. Problems that could arise during warm or dry seasons include diminished water supplies, longer-lasting discharge minima and low flow periods in rivers, lower lake and groundwater levels, higher water temperatures, disrupted aquatic systems, and diminished hydropower generation. Besides these environmental issues and the scientific interest, today's glaciers also represent a fleeting beauty (in our perception), signaling drastic changes in an often romanticized environment like the European Alps.

regional y mundial. El deshielo de glaciares seguirá siendo un importante colaborador del aumento del nivel del mar en este siglo, y la estacionalidad de escorrentía cambiará dramáticamente en algunas regiones debido a la combinación de los efectos de disminución del almacenamiento de nieve, temprano derretimiento de nieve y decreciente deshielo de glaciares. En el futuro, la escasez de agua durante largas sequías agravada por el cambio en la capa de hielo y nieve en cadenas montañosas altas podría impactar gravemente en la subsistencia y la economía. Durante las temporadas cálidas o secas, podrían surgir los siguientes problemas: disminución del suministro de agua, descarga mínima de mayor duración y períodos de bajo caudal en los ríos, niveles más bajos en lagos y aguas subterráneas, elevadas temperaturas del agua, alteración de los sistemas acuáticos y disminución de la generación de energía hidráulica. Aparte de estos problemas ambientales y de interés científico, en la actualidad los glaciares también representan una belleza fugaz (según nuestra percepción), que marca cambios drásticos en un entorno a menudo idealizado como son los Alpes europeos.