



Glaciares



1. GLACIARES Y CAMBIO CLIMÁTICO

La mayoría de los glaciares de Chile están retrocediendo en respuesta al cambio climático¹⁰⁰. Efectivamente, se ha registrado que durante las últimas décadas hubo importantes pérdidas de masa de los glaciares producto del calentamiento del clima en la alta montaña (0,25 a 0,33 °C/década). De hecho, casi todos los glaciares en el mundo han retrocedido preocupantemente en los últimos años.

En el análisis del año 2011 del Centro de Estudios Científicos para la Dirección General de Aguas (DGA) sobre 147 glaciares en el país, se identificó que el 98% está retrocediendo en su masa. Muchos de ellos muestran una aceleración de esta tendencia, especialmente en Patagonia donde las tasas de retroceso se han duplicado en las últimas décadas, con algunos glaciares que han tenido retrocesos frontales de más de 20km en los últimos 100 años, como el glaciar Jorge Montt o el San Rafael¹⁰¹.

Ejemplos del impacto del cambio climático en glaciares, a nivel nacional e internacional:

- ❖ El campo de glaciares Olivares en la Región Metropolitana ha perdido cerca del 25% de su extensión en los últimos 60 años.
- ❖ El Glaciar Universidad se ha reducido en 2,5 km² en el periodo 1976-2013, con un incremento constante

de la superficie anual de derretimiento¹⁰².

- ❖ Los glaciares de las regiones de Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins están perdiendo cada vez más masa debido a que, con el paso del tiempo, el hielo se oscurece cada vez más, generando una mayor absorción de radiación solar, lo que se traduce en la aceleración de su derretimiento.
- ❖ El Glaciar Grey ha perdido 19 mil km² de hielo entre 1986 y 2015¹⁰³.
- ❖ A nivel internacional, el glaciar Collado Sur, cercano al Monte Everest, con aproximadamente dos mil años y ubicado a 7.900 metros de altura, ha perdido cerca de 55 centímetros de espesor en tan sólo 28 años. Esto significa que la capa de hielo pierde espesor 80 veces más rápido que en el momento de su formación. Científicos aseguran que, producto del calentamiento global, este glaciar probablemente va a desaparecer en algunas décadas¹⁰⁴. Por otra parte, un estudio de la Universidad Autónoma de Madrid en 2022, reveló que los glaciares de los Alpes han perdido un 17% de hielo en los últimos 20 años. El estudio explica que los glaciares son siempre inestables, pero no en este volumen.
- ❖ El 24 de septiembre de 2019, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) publicó un reporte especial sobre la situación de los océanos y la criosfera. Este reporte fue lanzado en la 51ª sesión

del IPCC celebrada en Mónaco, a partir del trabajo de académicos provenientes de diferentes países, con el objetivo de apoyar con datos científicos a los tomadores de decisiones frente al serio cuadro climático. Entre sus conclusiones, se destaca que los casquetes de hielo y los glaciares del mundo están perdiendo masa. Los glaciares en su conjunto, exceptuando Antártica y Groenlandia, pierden masa a una velocidad de 220+/-2,3% gigatoneladas por año, medidos entre el 2006 y 2015¹⁰⁵.

¹⁰⁰ Variaciones recientes de glaciares en Chile, según principales zonas glaciológicas. Informe final realizado por el Centro de Estudios Científicos, para la DGA (2011).

¹⁰¹ Universidad de Chile Podcast. Académicos Andrés Rivera Ibáñez y María Christina Fragkou (Junio 2021) <https://www.uchile.cl/noticias/177419/el-retroceso-de-glaciares-en-la-cordillera-de-los-andes>

¹⁰² Glacier albedo reduction and drought effects in the extratropical Andes, 1986 – 2020. (Cambridge University Press, 17 de diciembre 2020).

¹⁰³ <https://efeverde.com/el-glaciar-grey-ha-perdido-19-kilometros-cuadrados-de-hielo-en-los-ultimos-30-anos/>

¹⁰⁴ Mt. Everest's highest glacier is a sentinel for accelerating ice loss (Potocki, M., Mayewski, P.A., Matthews, T. et al. Nature Portfolio Journals, Febrero 2022)

¹⁰⁵ Fundación Glaciares Chilenos (1 Octubre, 2019). <https://www.glaciareschilenos.org/ciencia/reporte-especial-del-ipcc-sobre-el-oceano-y-la-criosfera/> El informe del IPCC se puede encontrar en <https://www.ipcc.ch/srocc/download/>

Los actuales proyectos mineros, desde su diseño mismo, toman medidas para no alterar los glaciares en su área de influencia.

❖ La dinámica en la pérdida en volumen de hielo ante el cambio climático es distinta según el tipo de glaciar de que se trate. Los glaciares rocosos, por ejemplo, están aislados térmicamente por lo que responden de forma más lenta a estos cambios. Del mismo modo, el depósito de polvo no afecta su tasa de derretimiento potencial y, de hecho, el cubrimiento de un glaciar rocoso puede preservar el hielo y las condiciones térmicas del suelo presente.

2. GLACIARES Y MINERÍA: HISTORIA

Sin perjuicio de que el cambio climático es la principal amenaza para los glaciares, en el pasado hubo proyectos y operaciones mineras que afectaron glaciares rocosos. En general, se trata de casos desarrollados bajo una regulación y estándares distintos a los actuales. Además, hubo casos emblemáticos que llevaron a generar una asociación negativa más directa con la actividad minera.

La institucionalidad ambiental entró en vigencia en Chile en 1997. Antes de eso, había una importante dispersión, tanto de leyes sectoriales como de competencias públicas, y el principal avance había sido en 1992, con un sistema voluntario de evaluación de impacto ambiental al que se sometieron todos los proyectos mineros de envergadura.

En el pasado, la minería, sujeta a otros estándares legales, ambientales y sociales, afectó glaciares rocosos.

❖ Los únicos tipos de glaciares impactados por empresas mineras en Chile corresponden a glaciares rocosos¹⁰⁶.

❖ Se estima que el área afectada de glaciares rocosos en Chile es de aproximadamente 3,3 km². Esto, de un total de 24.000 km² de superficie glaciar en Chile¹⁰⁷.

❖ En los últimos años los glaciares rocosos han comenzado a ser apreciados por la sociedad cada vez en forma más relevante como recursos hídricos, aunque esta opinión no es plenamente compartida por el mundo científico¹⁰⁸.

Entre los casos emblemáticos de proyectos mineros asociados a la afectación de glaciares se suele contar proyectos que consideraron en algún nivel dicha afectación pero que, por distintas razones, no se concretaron, por lo que no tuvieron un impacto efectivo.

En la actualidad la gran minería no presenta casos de impacto significativo en glaciares mediante la intervención directa sobre éstos.

Los estándares medioambientales de la industria son cada vez más altos. Su impacto negativo en el medioambiente es cada vez menor, gracias a una mejor legislación, cambios de visión, códigos de responsabilidad y nuevas tecnologías. En esto la tarea y el compromiso de la minería son permanentes.

3. GLACIARES Y MINERÍA SUSTENTABLE

La protección de los glaciares es un aspecto clave para la sustentabilidad de la actividad minera. Y entendemos que esta actividad es compatible con esa protección. Los actuales proyectos mineros, desde su diseño mismo, toman medidas para no alterar los glaciares en su área de influencia. De hecho, hay constancia de ajustes que se han hecho en los procesos de evaluación ambiental, adecuando la disposición de

¹⁰⁶ Minería y glaciares rocosos: Impactos ambientales, antecedentes políticos y legales, y perspectivas futuras (Alexander Brenning y Guillermo Azócar, Revista de Geografía Norte Grande, 2010).

¹⁰⁷ Minería y glaciares rocosos: Impactos ambientales, antecedentes políticos y legales, y perspectivas futuras (Alexander Brenning y Guillermo Azócar, Revista de Geografía Norte Grande, 2010).

¹⁰⁸ "Una ley de glaciares para Chile". Presentación de la Unidad de Glaciología y Nieves, DGA. Agosto 2020.



partes y obras, así como las principales actividades en etapa de operación, no conociéndose de empresas de la gran minería chilena que estén causando un impacto significativo sobre glaciares mediante la intervención directa sobre éstos.

La presencia de proyectos mineros en el norte de Chile interactúa con menos del 1% de la extensión de glaciares en Chile.

La presencia de la actividad minera en sectores más extremos ha facilitado el conocimiento y monitoreo de los glaciares, que no podría haberse hecho a esa escala sin esa ayuda. Dicha información es transmitida a la DGA u otros órganos del Estado, permitiendo tener un mejor conocimiento de la criosfera nacional/regional.

Bajo la normativa actual, si un proyecto minero o de cualquier naturaleza es susceptible de afectar un glaciar, se debe hacer previamente una evaluación de su impacto, exigiéndose las medidas de mitigación y compensación pertinentes. En este sentido, si una empresa no acepta cumplir con las medidas de mitigación y compensación que la autoridad establezca en relación a uno o más glaciares concretos, su proyecto no será autorizado y no podrá continuar.

El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) es un instrumento que sin duda admite mejoras pero, en relación a la protección de glaciares, bajo su institucionalidad no se han autorizado ni ejecutado proyectos que hayan generado daño a glaciares con impacto perceptible en aporte hídrico, biodiversidad o belleza escénica.



A la protección de glaciares que otorga el SEIA (referida como una protección indirecta, por no ser una ley especial para proteger glaciares), se suman también el Código de Aguas, el Sistema de Áreas Protegidas y los instrumentos para la conservación de la biodiversidad. En este sentido, la actividad minera es compatible con la protección de los glaciares, según los estándares ambientales vigentes desde hace algunos años en el país.

La experiencia internacional indica que es posible compatibilizar protección de glaciares y actividad minera, sin prohibiciones absolutas. En países desarrollados que destacan por su buen comportamiento ambiental, como es el caso de Finlandia y Suecia, por ejemplo, se explotan minas de oro y cobre a cielo abierto, dentro del Círculo Polar Ártico, en el cual se ubican glaciares y ambientes periglaciares. También en Canadá hay experiencias similares.

4. PROTECCIÓN LEGAL DE LOS GLACIARES

Los glaciares hoy están protegidos en la ley. Más allá de que a la fecha no haya una ley específica de glaciares, esta protección se realiza en base a la evaluación de impactos ambientales en cada caso, lo que va en línea con un enfoque de desarrollo sustentable y con

la aproximación de la mayoría de los países. Además, hay distintas normas y herramientas regulatorias que resguardan a los glaciares.

Más del 80% de la superficie de glaciares del país está en parques nacionales o bajo protección oficial del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE - Parques Nacionales protegidos por la Convención de Washington de 1940). El porcentaje restante no puede ser afectado a menos que se tenga una autorización del Servicio de Evaluación Ambiental.

Desde el año 2010 la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente contempla que los proyectos ubicados en o próximos a glaciares deben ingresar al SEIA vía Estudio de Impacto Ambiental, para identificar si existen impactos y, de haberlos, el modo de mitigarlos. Desde el año 2013 el reglamento del SEIA profundiza sobre la materia¹⁰⁹.

¹⁰⁹ Reglamento SEIA Decreto 40, 2012. Artículo 3 y Artículo 18.
Art. 3 "Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al SEIA" incluyen "a los glaciares que se encuentren incorporados como tales en un Inventario Público a cargo de la DGA."
Art 18, e.1. Entre los aspectos que deberán incorporar las áreas de riesgo con ocasión de la ocurrencia de fenómenos naturales, se incluye "...ubicación geográfica, área superficial, espesor, topografía superficial, características superficiales como reflectancia y cobertura detritica, caracterización a través de un testigo de hielo, estimación de las variaciones geométricas (área y longitud) a través del tiempo usando imágenes de alta resolución, y cálculo de caudales y de aportes hídricos".



Otros avances en la protección de glaciares se refieren a:

- ❖ Política Nacional de Glaciares (2008).
- ❖ Estrategia Nacional de Glaciares (2009).
- ❖ Unidad de Glaciología y Nieves de la Dirección General de Aguas – DGA: Unidad creada en 2008 con el objeto de establecer un Programa Glaciológico Nacional, tendiente a realizar el Inventario de Glaciares del país e implementar una Red de Monitoreo de Glaciares en diferentes zonas geográficas.
- ❖ Inventario Público de Glaciares (IPG 2022) – DGA: El primer Inventario Público de Glaciares (IPG) lo realizó la DGA entre los años 2008 y 2014 y se puso a disposición para consulta pública en 2014. Se conoció como el IPG2014. Entre los años 2019 y 2021 el servicio actualizó dicho Inventario, surgiendo el IPG2022. La importancia de este trabajo radica en que, “para conocer la respuesta futura de los glaciares al calentamiento global, es fundamental determinar el número y la superficie de glaciares existentes en el territorio nacional”¹¹⁰. Esta información es incorporada a este inventario público único, exclusivo, autónomo y que se actualiza periódicamente.

En 2022 entró en vigencia la **reforma al Código de Aguas y la Ley Marco de Cambio Climático**, en la que se incluyó normas que apuntan a fortalecer la

protección de los glaciares, como la prohibición de constituir nuevos derechos de aprovechamiento de aguas en glaciares o el establecimiento de que las aguas, en cualquiera de sus estados, es bien nacional de uso público. Además, el proyecto de ley de Biodiversidad y Áreas Protegidas, actualmente en discusión en el Congreso, permitiría que la efectividad de esta protección “indirecta” (en el sentido que no es a través de una ley especial de glaciares), será aún mayor.

Las herramientas de protección de glaciares existentes en la regulación han logrado resultados efectivos: por largos años no se conocen casos de daño a glaciares con efectos perceptibles en disponibilidad hídrica, biodiversidad o sitios de belleza escénica.

5. LEY ESPECIAL DE GLACIARES: DISCUSIÓN LEGISLATIVA

En los últimos años se han planteado diversas discusiones legislativas en torno a una posible ley específica para proteger a los glaciares. Siempre es posible mejorar la protección que otorga la regulación, incluso a través de una ley especial, pero esta protección va a ser efectiva sólo en la medida que se considere la evidencia científica, las particularidades de cada glaciar y se apunte a medidas efectivas y proporcionadas al beneficio buscado.

De implementarse una regulación especial, la minería y expertos han propuesto que:

Se evalúe caso a caso las medidas y restricciones a implementar para proteger un glaciar específico, en vez de considerar prohibiciones absolutas a priori. Este tipo de prohibiciones serían una excepción en relación a lo que establecen otros países en su regulación, donde privilegian una protección efectiva a través de una evaluación caso a caso, atendiendo características específicas y consideraciones técnicas. La prohibición a priori de toda actividad que pueda afectar un glaciar, sin siquiera evaluar la magnitud del impacto y la posibilidad de aplicar medidas de mitigación y/o compensación, parece una restricción en extremo severa y hasta desproporcionada. En el caso de la minería, además, esto parece más crítico dado que el potencial minero, considerando los yacimientos actualmente identificados, se está moviendo desde el norte al centro sur del país, donde hay más glaciares, por lo que este potencial podría

¹¹⁰ Resolución exenta número 698 Ministerio de Obras Públicas, de 2022.- Deja sin efecto resolución N° 239 exenta, de 2022, y establece nuevo formato de información relativa al inventario público de glaciares de la Dirección General de Aguas (DGA).

La industria minera ha respaldado públicamente varias modificaciones legales que refuerzan la protección de los glaciares.

verse limitado completamente sin mediar siquiera una evaluación que lo justifique.

La evaluación caso a caso también hace sentido considerando que el aporte hídrico de un glaciar puede variar en función del tipo de glaciar y la cuenca que se trate, así como la cantidad de lluvia y acumulación de nieve en un período determinado.

En otras palabras, no se trata de no restringir la minería sólo por su importancia económica, sino que de hacerlo en la medida que esta restricción implique un resguardo efectivo de un glaciar y su potencial aporte. Se destaca además la importancia de que los objetos de protección y las definiciones tengan **un sustento científico**, de manera tal que se protejan los servicios ambientales que efectivamente prestan y los resguarden ante una afectación irreversible. Lo anterior requiere un debate **sustentado en la ciencia y criterios técnicos**.

El uso de herramientas normativas de protección indirecta de glaciares (SEIA y Sistema de Áreas Protegidas del Estado, por ejemplo), en vez de una ley específica, no es una anomalía o excepción del caso chileno, sino la regla a nivel internacional. El único país con ley de protección directa de glaciares es Argentina¹¹¹.

La industria minera ha respaldado públicamente varias modificaciones legales que refuerzan la protección de los glaciares, como las referidas a prohibir la constitución de derechos de agua sobre glaciares y a declararlos bienes nacionales de uso público.

El actual proyecto de ley sobre protección de glaciares¹¹² no sólo busca proteger estos últimos, sino que también el entorno glaciar y el permafrost. Se prohíbe desarrollar todo tipo de actividades en glaciares, salvo aquellas que especifica, tales como investigación científica o turismo.

Entre las principales observaciones del CM al proyecto de ley, se destacan las siguientes:

- ❖ Parece positivo establecer expresamente que los glaciares son bienes nacionales de uso público, que se encuentran protegidos oficialmente, son inapropiables y no concesionables, así como que no se podrá constituir ningún tipo de concesión ni derecho sobre glaciares, salvo casos de permisos para la investigación científica.
- ❖ Lo esencial es la protección de glaciares y ese debiera ser el objeto de protección de la ley. La protección por parte de esta ley de otros elementos, tales como del entorno glaciar y del permafrost, es necesaria en

la medida que sirva para proteger los glaciares.

- ❖ Se establece una prohibición absoluta a actividades distintas a las explicitadas en todo tipo de glaciar, sin considerar que los glaciares descubiertos, cubiertos y rocosos no tienen el mismo aporte hídrico, a la biodiversidad o a la belleza escénica. Esto implica un bloqueo a priori y a todo evento, sin siquiera permitir la evaluación de los aportes de un glaciar y los impactos que una actividad productiva pueda tener en esos aportes.
- ❖ Las definiciones deben ceñirse a los conceptos científicos, lo que no ocurre, por ejemplo, en el caso del tamaño mínimo de glaciar. En la versión aprobada por la Comisión de Medio Ambiente del Senado en marzo de 2022, se elimina la referencia al ambiente periglacial, cambiándola por entorno glaciar, lo que parece una definición más cercana a la correcta, pero

¹¹¹ El Parlamento de Kirguistán aprobó una Ley de Glaciares en 2014, pero ésta no ha sido promulgada por el Ejecutivo.

¹¹² Proyecto de Ley sobre protección de glaciares (Boletines N° 11.876-12 y 4.502-12, refundidos). Ingresado con fecha 4 de julio 2018, por los senadores Allende, Girardi y Órdenes.

El proyecto no considera los efectos del cambio climático en la afectación de los glaciares y asume que, prohibiendo actividades en glaciares, éstos se preservarán y conservarán.

sin llegar a ser precisa. Además, se establece que se considera parte constitutiva de un glaciar los cursos y cuerpos de agua en su superficie, interior y hasta la parte inferior a la base del glaciar, con una distancia mínima de 300 metros de profundidad.

❖ Sin perjuicio de las observaciones al objeto de protección de la ley y algunas definiciones, se valora que en el caso del entorno glaciar y del permafrost, los proyectos no se prohíben a priori, sino que pueden revisarse en el SEIA. Si persisten observaciones en cuanto a la implementación de esta revisión y del rol de las autoridades.

❖ También es positivo dar rango legal al inventario glaciológico, por la certeza que otorga, pero es necesario además mejorar el procedimiento de la norma

transitoria sobre posible impacto actual en glaciares.

❖ Parece inapropiado establecer una sanción penal en esta ley, cuando se están discutiendo otros proyectos sobre delitos ambientales de alcance transversal, a la vez que esta sanción no está debidamente acotada.

❖ Se establecen nuevas exigencias ambientales que pueden derivar en la paralización de actividades con autorizaciones en regla.

❖ El proyecto no considera los efectos del cambio climático en la afectación de los glaciares y asume que, prohibiendo actividades en glaciares, éstos se preservarán y conservarán como reservas estratégicas de recursos hídricos.

Además, en enero 2018 ingresó vía moción a la Cámara de Diputados el **proyecto de ley que modifica el Código de Aguas para impedir la constitución de derechos de aprovechamiento de agua sobre glaciares** (Boletín N°11.597-12). Dicho proyecto señala que los glaciares son bienes nacionales de uso público y no se podrán constituir derechos de aprovechamiento de aguas sobre ellos. Es del caso

señalar que, a partir de la entrada en vigencia de la última reforma al Código de Aguas¹¹³, los glaciares son reconocidos como bienes nacionales de uso público¹¹⁴ y se señala expresamente que no se podrán constituir derechos de aprovechamiento en estos cuerpos de hielo. Por otra parte, el proyecto de ley además define de modo general lo que se entenderá por glaciar y sus componentes, a la vez que prohíbe la realización en glaciares de actividades que generen impacto significativo o daño ambiental, detallando que se trata de actividades tales como su remoción, traslado o destrucción, actividades de superficie que afecten sus funciones dinámicas y propiedades, actividades bajo la superficie que alteren su condición natural, y el vertimiento de contaminantes, entre otras¹¹⁵.

¹¹³ Ley N°21.435, publicada el 6 de abril 2022.

¹¹⁴ El actual artículo 5 del Código de Aguas indica que las aguas, en cualquiera de sus estados, son bienes nacionales de uso público, lo que incluiría por tanto a los glaciares.

¹¹⁵ Comparado de proyectos de ley sobre glaciares y otros cuerpos legales vigentes sobre la materia. Eduardo Baeza – Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Mayo 2022.



Conceptos de interés e información de contexto



DEFINICIONES

❖ **Ambiente Periglacial:** Las condiciones, procesos y geoformas asociadas con ambientes fríos no cubiertos por glaciares¹¹⁶. Este término científico ha sido erróneamente utilizado como sinónimo del entorno del glaciar. Por otra parte, se utiliza a veces el concepto de “entorno glaciar” sin perjuicio de que no es un concepto propiamente definido.

❖ **Permafrost:** Capa de subsuelo de la corteza terrestre que se encuentra congelada de manera permanente debido a su naturaleza, no por algún incidente. Sin embargo, no se encuentra permanentemente cubierta de hielo o nieve y se halla en las regiones muy frías o periglaciares. El permafrost no es hielo, es suelo congelado, y puede ser extremadamente pobre de roca y arena, o bien, muy rico en materia orgánica; puede tener agua congelada o casi no contener líquido.

❖ Definiciones de glaciar

❖ El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2001) define glaciar como: “masa de hielo terrestre que fluye pendiente abajo (por deformación de su estructura interna y por el deslizamiento en su base), encerrado por los elementos topográficos que lo rodean, como las laderas de un valle o las cumbres adyacentes; la topografía del lecho de roca es el factor que ejerce mayor influencia en la dinámica de un glaciar y en la pendiente de su superficie. Un glaciar subsiste merced a la acumulación de nieve a

gran altura, que se compensa con la fusión del hielo a baja altura o la descarga en el mar”.

❖ Definición operativa de glaciar según la Estrategia Nacional de Glaciares, de la DGA de 2009: “Toda superficie de hielo y nieve permanente generada sobre suelo, que sea visible por períodos de al menos 2 años y de un área igual o superior a 0,01 km² (una hectárea). O cualquier superficie rocosa con evidencia superficial de flujo viscoso, producto de un alto contenido de hielo actual o pasado en el subsuelo”.

❖ **Glaciar rocoso:** Masa de fragmentos o bloques de roca y material fino que yace en una pendiente y contiene hielo intersticial o hielo macizo, presenta evidencias de movimiento pasado o presente, y en que su superficie presenta una cobertura completa o casi completa de detritos.

- Los glaciares rocosos representan un 1,6% del área total de glaciares en Chile, y un 11,7% del número total de glaciares.

- En los últimos años los glaciares rocosos han comenzado a ser crecientemente apreciados por la sociedad como fuente de recursos hídricos. Esta opinión es discutida en el mundo científico¹¹⁶.

TIPOS DE GLACIARES

Hay diferentes tipos de glaciares en el mundo, que se forman a partir de diferentes procesos dependiendo de la geografía y las condiciones locales del clima y el paisaje. Estos pueden ir desde las enormes capas de hielo en la Antártida que tienen kilómetros de profundidad, a los pequeños glaciaretes de montaña que pueden confundirse con parches de nieve. Chile tiene una variedad casi completa de tipos de glaciares.

Siguiendo criterios del GLIMS (Global Land Ice Measurements from Space), proyecto que monitorea los glaciares del mundo, podemos clasificar los glaciares en las siguientes categorías:

- Glaciarete (entre 0,1 a 25 hectáreas).
- Glaciar de montaña (más de 25 hectáreas).
- Glaciar de valle (más de 25 hectáreas).
- Glaciar efluente (más de 25 hectáreas).
- Glaciar rocoso (más de 1 hectárea).

Una clasificación más coloquial y simple distingue entre glaciares “blancos” y glaciares rocosos. Los glaciares “blancos” pueden a su vez ser descubiertos



¹¹⁶ Van Everdingen, International Permafrost Association, 2005.

Conceptos de interés e información de contexto

(prácticamente toda su superficie está libre de detritos rocosos) o cubiertos (parte o toda su zona de ablación está cubierta con detritos rocosos). Los glaciares rocosos, por su parte, pueden ser glaciogénicos (compuesto principalmente por hielo, y con toda su zona de ablación y toda o parte de su zona de acumulación, cubierta por detritos) o criogénicos (compuestos principalmente por detritos, y con toda su zona de ablación y toda su zona de acumulación, cubierta por detritos). En general, los glaciares rocosos aportan poca agua y se mantienen estáticos¹¹⁷.

INVENTARIO PÚBLICO DE GLACIARES (IPG)

El 82% de los glaciares de América del Sur están en Chile. El Inventario Público de Glaciares (IPG 2022) registró que en el país hay 26.169 glaciares que abarcan una superficie total de 21.009,8 km², lo que equivale al 2,8% del territorio nacional (excluyendo la Antártica chilena).

❖ El primer inventario (IPG 2014) elaborado por la DGA fue realizado entre el 2008 y 2014, inventariando 24.114 glaciares desde la región de Arica y Parinacota hasta Magallanes, representando en ese entonces un área de ocupación de 22.796,4 km², correspondiente al 3,0% de la superficie total del país (excluyendo el territorio Antártico chileno), con un volumen de 3.278,2 km³ y su equivalente en agua en 2.784,2 km³. En relación al IPG 2014, el de 2022 registra un aumento de un 8% en el número de glaciares debido, principalmente, a la fragmentación de algunos de ellos. Por otra parte, se identificó una disminución también de 8% en la superficie total.

❖ El inventario considera la clasificación primaria de UNESCO, que abarca las categorías glaciar de montaña (ubicado en la ladera de una montaña, mayor o igual a 25 hectáreas), glaciarete (glaciar menor a 25 hectáreas), glaciar de valle (cuyo cuerpo principal se ubica en un valle, mayor o igual a 25 hectáreas), glaciar efluente (que drena desde un campo de hielo, mayor o igual a 25 hectáreas), y glaciar rocoso (con cobertura total o casi total de rocas, independiente de su tamaño).

❖ El criterio de mapeo para glaciares “nuevos” fue un área mínima de 1 hectárea, según normativa UNESCO. Sin embargo, en el IPG 2022 se mantuvieron aquellos glaciares de hasta un área de 0,1 hectárea que ya se encontraban catastrados en el Inventario 2014.

❖ Para el IPG 2022 se utilizaron imágenes satelitales de mejor resolución, lo que permitió la incorporación de glaciares que no habían sido detectados anteriormente, así como la eliminación de manchones de nieve que fueron considerados como glaciares en el primer catastro. Para el mapeo de glaciares rocosos y las superficies de glaciares cubiertos por detritos se emplearon imágenes de alta resolución, entre 0,5 a 3 metros.

❖ En promedio, la fecha de las imágenes utilizadas en el IPG 2022 corresponden al 2017. Las empleadas en el IPG 2014 eran en general del año 2002.

❖ En cuanto a la distribución de los glaciares en el territorio, el IPG 2022 arrojó lo siguiente:

- Macrozona norte (Arica y Parinacota hasta Coquimbo): 2.357 glaciares con un área de 233,8 km², un volumen de hielo de 4,4 km³ y un volumen equivalente en agua de 2,8 km³.

- Macrozona centro (Valparaíso al Maule): 3.073 glaciares con un área de 910,7 km², un volumen de hielo de 36,5 km³ y un volumen equivalente en agua de 29,2 km³.

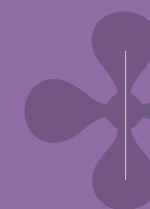
- Macrozona sur (Biobío a Los Lagos): 5.725 glaciares con un área de 1.180,3 km², un volumen de hielo de 43,7 km³ y un volumen equivalente en agua de 37,1 km³.

- Macrozona austral (Aysén y Magallanes): 15.014 glaciares, en un área de 18.685,1 km², un volumen de hielo de 2.945 km³ y un volumen equivalente en agua de 2.503 km³.

❖ Más del 88% de la superficie glaciar del país se encuentra en la zona austral (Aysén y Magallanes).

❖ Los glaciares de mayor extensión, esto es, más de 500 km², están en el área de Campos de Hielo, en la zona austral. El tamaño significativo de estos glaciares australes lleva a que su fragmentación sea menor que la de aquellos en la zona centro y norte del país, cuyo retroceso es más acelerado por sus reducidas dimensiones.

❖ El 5% de la superficie de glaciares del país está en la zona centro-norte, que coincide con algunos proyectos mineros, mientras el 95% está en las zonas sur y austral.



¹¹⁷ Universidad de Chile Podcast. Académicos Andrés Rivera Ibáñez y María Christina Fragkou (Junio 2021) <https://www.uchile.cl/noticias/177419/el-retroceso-de-glaciares-en-la-cordillera-de-los-andes>