

Glaciares en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE)

Alexis Segovia Rocha, alexsego@gmail.com

RESUMEN

Se realizó un catastro del número, superficie y equivalente en agua de los glaciares (incluidos los glaciares rocosos) insertos dentro de las categorías operativas del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE) a nivel nacional. La determinación del número y la superficie de glaciares dentro de áreas protegidas se realizó mediante el cruce de las bases de datos del inventario nacional de glaciares de la Dirección General de Aguas (DGA), y los polígonos del SNASPE del Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Se estimó el equivalente en agua de los glaciares y se asumió una densidad del hielo de $0,9 \text{ gr cm}^{-3}$. Los resultados arrojaron que a nivel nacional el SNASPE tiene bajo su jurisdicción el 43% de los glaciares y el 83% de la superficie de hielo del país. No obstante lo anterior, existen grandes diferencias macrozonales puesto que la zona norte y sobre todo la zona centro pueden estar subrepresentadas en términos de conservación glaciológica, con solo el 10% y el 3,8% respectivamente de superficie de hielo bajo alguna categoría SNASPE, asunto de gran relevancia, toda vez que la zona norte presenta conflictos permanentes de escasez de agua por su condición de aridez y por competencia entre actividades productivas. La zona centro concentra aproximadamente el 65,9% de la población a nivel nacional con las consiguientes demandas hídricas que ello implica. Por el contrario, la zona sur (47%) y la zona austral (90%), presentan gran cantidad de su superficie de hielo bajo alguna categoría SNASPE.

Palabras clave: Chile; glaciar; SNASPE; área silvestre protegida.

Glaciers into the National System of Protected Wild Areas by the State (SNASPE)

ABSTRACT

A nationwide register of the quantity, surface and water equivalent of glaciers (including rock glaciers) inserts within the operational categories of the National System of Protected Wild Areas by the State (SNASPE) was conducted. The determination of the number and surface of glaciers within the protected areas was performed by crossing data from the National Inventory of Glaciers of the Water Directorate (DGA) with polygons from SNASPE available on the Ministry of Environment (MMA). The water equivalent of glaciers was estimated and a density of $0,9 \text{ gr cm}^{-3}$ was assumed. The results showed that nationwide SNASPE has under its jurisdiction 43% of glaciers and 83% of the ice surface of the country. Nevertheless, there are major macrozone differences since the North with 10% and especially the Central Zone with only 3.8% of ice surface under some SNASPE seems to be underrepresented in terms of glaciological conservation. This matter is of great importance, since the Northern Zone has permanent water shortages conflicts because of its arid condition and competition between productive activities. For its part, the Central Zone concentrates approximately 65.9% of the nationwide population with consequent water demands that implies. On the contrary, the south (47%) and the southern region (90%) have lots of ice surface under some SNASPE category.

Keywords: Chile; glacier; SNASPE; protected wilderness areas.

Recibido el 8 de enero de 2015, aceptado el 1 de julio de 2015

INTRODUCCIÓN

Los glaciares juegan un rol esencial en la dinámica natural, especialmente en la continuidad del escurrimiento de los cursos de agua, por lo tanto también influyen en los ciclos ecológicos de los ecosistemas bajo su influencia, además de representar un bienestar general para la población, dado que estos cuerpos de hielo ofrecen variados servicios ecosistémicos tanto de provisión, de regulación y culturales, los cuales toman cada vez más relevancia debido a la merma ambiental acelerada que los glaciares han sufrido en las últimas décadas, presumiblemente debido a los cambios atmosféricos, como el aumento de las temperaturas y la baja en las precipitaciones.

Chile es un país meridional, cuyo principal aporte hídrico en gran parte del territorio es basado en cuencas con dominio nivoglaciario, a su vez, el 63,8% (477.671 km²) del territorio continental corresponde a zonas de montaña (FAO 2012), lo que hace de Chile un país montaña-dependiente en términos de provisión de agua. La relevancia del aporte glaciar llega a tal punto que PEÑA & NAZARALA (1987) estimaron que en las cuencas de Chile central representaron alrededor del 67% del caudal medio mensual del año hidrológico 1968-1969 en la cuenca del Río Maipo.

En Chile al año 2015, los glaciares no tienen un reglamento jurídico y no gozan de protección específica, siendo casi la única forma de resguardo el estar insertos dentro de los límites de algún sitio protegido, debido a que los planes de manejo hacen mención a la zonificación y a las normas de las áreas englacadas dentro de las zonas protegidas. Debido a esto se hace necesario contar con información que determine la cantidad de glaciares y la superficie de hielo que se encuentra dentro de las distintas categorías de sitios protegidos. En este sentido, el contar con glaciares dentro del Sistema Nacional de Áreas Silvestres

Protegidas por el Estado (SNASPE), se constituye en una cierta garantía para la conservación de estos cuerpos de hielo.

Marco Normativo de Glaciares. Normativa Chilena en torno a los Glaciares

En la actualidad los glaciares no poseen un estatuto jurídico y tampoco existe una definición legal de glaciar. La protección más explícita de los glaciares es a través del sistema de áreas protegidas, esto debido a que los planes de manejo como instrumentos de gestión hacen mención a la zonificación y a las normas de las áreas englacadas dentro de dichas zonas. La Ley N°20.417 (que modifica la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente), estipula que los glaciares situados al interior de las áreas protegidas forman parte de éstas y siguen su régimen. El artículo 10, letra p, de la Ley N°19.300, estipula que las obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas o en cualesquiera otra área bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita, deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental si Los proyectos o actividades son susceptibles de causar impacto ambiental.

La Estrategia Nacional de Glaciares del año 2009, plantea una definición operativa de glaciar, toda vez que es necesario emplear una terminología que permita incluir, desestimar y clasificar los cuerpos de hielo presentes en el territorio nacional, por lo que bajo este punto de vista se establece que glaciar se define como la 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 (DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS-

CENTRO DE ESTUDIOS CIENTÍFICOSs 2009). Esta última es la definición que se utilizó para realizar el inventario nacional de glaciares, por lo tanto, para este estudio se utilizará esta definición de glaciar y sus categorías de clasificación (Glaciarete, Glaciar de Montaña, Glaciar de Valle, Glaciar Efluente y Glaciar Rocoso).

Servicios ecosistémicos de glaciares dentro de áreas protegidas

El concepto de servicios ecosistémicos se entiende como aquellos beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas, que incluyen servicios de provisión como comida, agua y madera; servicios de regulación tales como regulación de ciclos climáticos, regulación de inundaciones y calidad de aguas; y servicios culturales de tipo recreacional, estéticos y espirituales (Millenium Ecosystem Assessment 2005). En este sentido, gran número de glaciares presentan un potencial turístico desde el punto de vista del disfrute de percepción paisajística por sus atributos morfológicos de carácter estético (tamaño, forma, color, entre otros). Es así como los glaciares sustentan parte de la industria del turismo con actividades del denominado turismo aventura o de intereses especiales, como escalada en hielo, caminatas, travesías, *ski*, fotografía, avistamiento de caída de témpanos, navegación por fiordos y lagunas proglaciares, entre otros (SEGOVIA 2014). La majestuosidad de estos cuerpos de hielo ofrece un buen complemento para varias zonas que agrupan distintos intereses turísticos, como es el caso de gran cantidad de parques nacionales y reservas naturales, en donde los glaciares son un elemento más de las riquezas turístico-ambientales. Además, la gran importancia de los glaciares como indicadores de cambio climático, sumado a su tendencia mundial de retroceso los hace cada vez más cotizados para conocerlos. También, los glaciares brindan importantes espacios naturales y nutren de agua a

diferentes ecosistemas aguas abajo en las áreas silvestres protegidas.

En cuanto a la cuantificación de los beneficios ecosistémicos de los glaciares, en 2014 se realizó una valoración económica de tres servicios ecosistémicos de los glaciares Monumento Natural El Morado (Región Metropolitana), estos servicios fueron Almacenaje de Agua, provisión de Flujo Hídrico Continuo y Turismo y Recreación, para lo cual se estimó que utilizando métodos conservadores de valoración ambiental, los glaciares del Monumento Natural El Morado representan un beneficio económico anual cercano a los 4 mil millones de pesos, lo que es superior en aproximadamente 173 veces el presupuesto total para todo el Monumento Natural El Morado para el año 2013 (SEGOVIA 2014).

Áreas Silvestres Protegidas y Glaciares

En Chile la legislación contempla una definición de área protegida en el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, Decreto Supremo N° 95 de 2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia como: cualquier porción del territorio, delimitada geográficamente y establecida mediante acto de autoridad pública, colocada bajo protección oficial con la finalidad de asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental.

En 1984 se dictó la ley 18.362, que crearía el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), y pese a que nunca ha entrado en vigencia, se encuentra operativo como práctica consuetudinaria para la gestión y administración del patrimonio natural de Chile, y en este sentido, también para la gestión y conservación de ecosistemas de áreas englaciadas.

Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE)

El Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE), corresponde a aquellos ambientes naturales, terrestres o acuáticos que el Estado protege y maneja para lograr su conservación. El sistema está formado por tres categorías operativas de manejo (Parques Nacionales, Reservas Nacionales y Monumentos Naturales), que fueron analizadas en este estudio para determinar el número y la superficie de glaciares que se encuentra bajo su tutela.

En la actualidad el SNASPE tiene 100 unidades, distribuidas en 36 Parques Nacionales, 49 Reservas Nacionales y 15 Monumentos Naturales, todas ellas administradas por CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF):

- a) Parque Nacional: Área generalmente extensa, donde existen diversos ambientes únicos o representativos de la diversidad ecológica natural del país, no alterados significativamente por la acción humana, capaces de auto perpetuarse.
- b) Reserva Nacional: Área de conservación y protección del recurso suelo y de las especies amenazadas de fauna y flora silvestres, la mantención o mejoramiento de la producción hídrica, y el desarrollo y aplicación de tecnologías de aprovechamiento racional de la flora y la fauna.
- c) Monumento Natural: Área destinada a la preservación de muestras de ambientes naturales y de rasgos culturales y escénicos asociados a ellos, y, en la medida que sea compatible con esto, la realización de actividades de educación, investigación y/o recreación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó la información provista por el inventario nacional de glaciares de la Dirección General de Aguas (DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS 2014), con en formato *Shape* para ser trabajado en un software de Sistema de Información Geográfico (SIG). Además se trabajó con la información de los sitios protegidos obtenidos del sistema de información territorial del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), con actualización al año 2011, también en formato *Shape*.

En base al cruce de información entre ambos inventarios (Inventario de Glaciares e Inventario de Sitios Protegidos), y una posterior corrección manual sitio a sitio, se logró establecer la cantidad y superficie de glaciares que se encuentra dentro de alguna categoría de área protegida SNASPE.

Para el cálculo del equivalente en agua de los glaciares, se estimó el espesor medido de cada cuerpo de hielo, para esto se utilizó la fórmula de CHEN & OHMURA (1990), la cual basa su estimación del espesor relacionando la superficie del glaciar. Este método es un derivado estadístico validado en la observación de 67 glaciares de los Alpes, medidos con técnicas de radar de penetración o sondeos sísmicos:

$$\text{Espesor (m)} = 28,5 (\text{superficie km}^2)^{0,357}$$

Luego de calcular el espesor medio de cada glaciar, se multiplicó por la superficie para obtener el volumen, para luego aplicar el factor de $0,9 \text{ gr cm}^{-3}$ definida para la densidad del hielo en PATERSON (1994).

Para los glaciares rocosos el tratamiento fue levemente diferente, en el sentido de que primero a su volumen total se le aplicó un factor de 0,5, equivalente al porcentaje

de hielo que se estima contienen los glaciares rocosos según BARSCH (1996), para luego aplicar el factor de densidad del hielo de $0,9 \text{ gr cm}^{-3}$.

De esta manera, el cálculo para la estimación del equivalente en agua se traduce de la siguiente manera:

Glaciares descubiertos:

$$\text{Eq agua (km}^3\text{)} = (\text{Área}_{\text{km}^2} \times \text{Espesor}_{\text{km}}) \times 0,9$$

Glaciares rocosos:

$$\text{Eq agua (km}^3\text{)} = [(\text{Área}_{\text{km}^2} \times \text{Espesor}_{\text{km}}) \times 0,5] \times 0,9$$

RESULTADOS

Glaciares dentro el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE)

El SNASPE posee un total de 36 Parques Nacionales (91.403 km^2), 49 Reservas Nacionales (54.291 km^2) y 15 Monumentos Naturales (268 km^2), con un total aproximado de 145.963 km^2 de superficie.

Chile, según el inventario nacional de glaciares de la Dirección General de Aguas, posee aproximadamente 24.114 glaciares con una superficie de $23.641,4 \text{ km}^2$. Estos cuerpos de hielo son relevantes en un amplio abanico de ámbitos, puesto que proveen importantes servicios ecosistémicos como el almacenaje de agua, la regulación y la provisión hídrica de las cuencas, además del disfrute paisajístico como forma de turismo y recreación, entre otros. En este sentido, como los glaciares forman parte de las cabeceras de los distintos ecosistemas desde el norte hasta la zona austral de Chile, es relevante que también se encuentren representados y contenidos dentro de las distintas figuras de protección de áreas silvestres.

Glaciares dentro de Parques Nacionales

En Chile, la categoría de Parque Nacional representa la mayor figura de protección hacia los glaciares, puesto que además de estar sujeta a las disposiciones de la ley 20.417, está afectada a lo estipulado en el artículo III de la Convención de Washington¹, donde se estipula que “*Los Gobiernos Contratantes convienen en que los límites de los parques nacionales no serán alterados ni enajenada parte alguna de ellos sino por acción de la autoridad legislativa competente. Las riquezas existentes en ellos no se explotarán con fines comerciales*”.

De los 36 Parques Nacionales presentes en el territorio nacional, 16 presentan glaciares dentro de sus límites. La superficie de hielo dentro de los 16 parques mencionados llega a $18.767,5 \text{ km}^2$, lo que representa el 21,3% del total de superficie de los 16 Parques ($87.952,5 \text{ km}^2$). Además, seis de estos 16 Parques Nacionales comparten parte de su territorio con la categoría de Reserva de la Biósfera, tal como Lauca, Laguna del Laja, Conguillio, Laguna San Rafael, Alberto de Agostini² y Torres del Paine.

Los Parques Nacionales que poseen más número de glaciares y superficie de hielo son los que se ubican en las regiones de Aysén y Magallanes, dentro de los cuales ordenados de mayor a menor área glaciaria son: el Parque Nacional Bernardo O'Higgins con $9.817,6 \text{ km}^2$, Laguna San Rafael con $4.615,4 \text{ km}^2$, Alberto de Agostini con $2.831,7 \text{ km}^2$ y Torres del Paine con 787 km^2 (Tabla 1).

¹ Convención para la Protección de la Flora, Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América (1940), y ratificado por Chile en 1967.

² 9.668 km^2 de hielo, 43 glaciares del Parque Nacional Alberto de Agostini no son reserva de la Biósfera.

TABLA 1. NÚMERO Y SUPERFICIE (KM²) DE GLACIARES DENTRO DE PARQUES NACIONALES.TABLE 1. NUMBER AND SURFACE (KM²) OF GLACIERS WITHIN NATIONAL PARKS.

CATEGORIA SNASPE: PARQUES NACIONALES						
Nº	Nombre Unidad	Región	Superficie Unidad SNASPE (km ²)	Nº de glaciares	Superficie de glaciares (km ²)	Porcentaje superficie glaciar respecto de la unidad SNASPE
1	*P.N. Lauca	Arica y Parinacota	1.372,5	104	13,0	0,9%
2	P.N. Volcán Isluga	Tarapacá	1.662,3	13	0,8	0,1%
3	P.N. Llullaillaco	Antofagasta	2.679,2	7	0,9	0,0%
4	*P.N. Laguna del Laja	Biobío	120,6	16	7,7	6,4%
5	*P.N. Conguillio	Araucanía	606,4	56	24,0	4,0%
6	P.N. Villarrica	Araucanía	600,0	38	36,7	6,1%
7	P.N. Corcovado	Los Lagos	2.928,0	509	243,3	8,3%
8	P.N. Hornopirén	Los Lagos	483,6	196	88,4	18,3%
9	P.N. Puyehue	Los Lagos	1.131,1	20	2,4	0,2%
10	P.N. Vicente Perez Rosales	Los Lagos	2.494,0	47	50,5	2,0%
11	P.N. Isla Magdalena	Aysén	1.568,4	10	3,4	0,2%
12	*P.N. Laguna San Rafael	Aysén	17.107,4	1.884	4.615,4	27,0%
13	P.N. Queulat	Aysén	1.572,2	342	244,8	15,6%
14	P.N. Bernardo O'Higgins	Aysén - Magallanes	36.738,4	3.141	9.817,6	26,7%
15	*P.N. Alberto Agostini	Magallanes	14.603,9	1.306	2.831,7	19,4%
16	*P.N. Torres del Paine	Magallanes	2.284,5	269	787,0	34,4%
Total			87.952,5	7.958	18.767,5	21,3%

* Además tienen la categoría de Reserva de la Biósfera.

TABLA 2. NÚMERO Y SUPERFICIE (KM²) DE GLACIARES DENTRO DE PARQUES NACIONALES, POR ZONAS GLACIOLÓGICAS.TABLE 2. NUMBER AND SURFACE (KM²) OF GLACIERS WITHIN NATIONAL PARKS, BY GLACIOLOGICAL ZONE.

Zona Glacio-lógica	Nº de glaciares	Superficie glaciar (km ²)	Nº de glaciares en Parques Nacionales	Superficie (km ²) glaciar en Parques Nacionales	% de glaciares en Parques Nacionales	% de Superficie de glaciares en Parques Nacionales
Zona Norte	2.142	180.2	124	14.7	5.8%	8.2%
Zona Centro	2.615	854.7	0	0	0%	0%
Zona Sur	5.660	1700.8	1234	701.1	21.8%	41.2%
Zona Austral	13.697	20905.8	6600	18051.7	48.2%	86.3%
Total	24.114	23641.4	7958	18767.5	33%	79.4%

Las cifras números anteriores, llevados a nivel regional son aún más preocupantes, puesto que como se puede ver en la siguiente tabla, hay una faja que comprende 6 regiones (desde la Región de Atacama hasta

la Región del Maule), en que la superficie de glaciares dentro de parques nacionales es inexistente, no obstante lo anterior, dichas 6 regiones en conjunto suman un total de 990 km² de hielo (Tabla 3 y Figura 1).

TABLA 3. NÚMERO Y SUPERFICIE (KM²) DE GLACIARES DENTRO DE PARQUES NACIONALES, POR ZONAS GLACIOLÓGICAS.

TABLE 3. NUMBER AND SURFACE (KM²) OF GLACIERS WITHIN NATIONAL PARKS, BY GLACIOLOGICAL ZONE.

Cod. Región	Nombre Región	Nº glaciares en Parques Nacionales	Superficie (km ²) de glaciares en Parques Nacionales	Nº total de glaciares	Sup. (km ²) total de glaciares	% de glaciares en Parques nacionales	% de superficie glaciar en Parques Nacionales
15	Arica y Parinacota	104	13.0	327	30.4	31.8%	42.8%
1	Tarapacá	13	0.8	91	6.4	14.3%	13.1%
2	Antofagasta	7	0.9	139	7.2	5.0%	12.6%
3	Atacama	0	0	749	87.9	0%	0%
4	Coquimbo	0	0	836	48.3	0%	0%
5	Valparaíso	0	0	715	135.8	0%	0%
13	Metropolitana	0	0	999	388.3	0%	0%
6	O'Higgins	0	0	683	292.3	0%	0%
7	Maule	0	0	218	38.2	0%	0%
8	Biobío	16	7.7	194	39.8	8.2%	19.3%
9	Araucanía	92	45.6	140	64.5	65.7%	70.7%
14	Los Ríos	17	17.3	50	36.8	34.0%	46.9%
10	Los Lagos	756	382.3	3,225	928.9	23.4%	41.2%
11	Aisén	2,857	8,169.4	8,943	10214.7	31.9%	80.0%
12	Magallanes	4,096	10,130.5	6,805	11321.9	60.2%	89.5%
	Total	7,958	18,767.5	24,114	23641.4	33.0%	79.4%

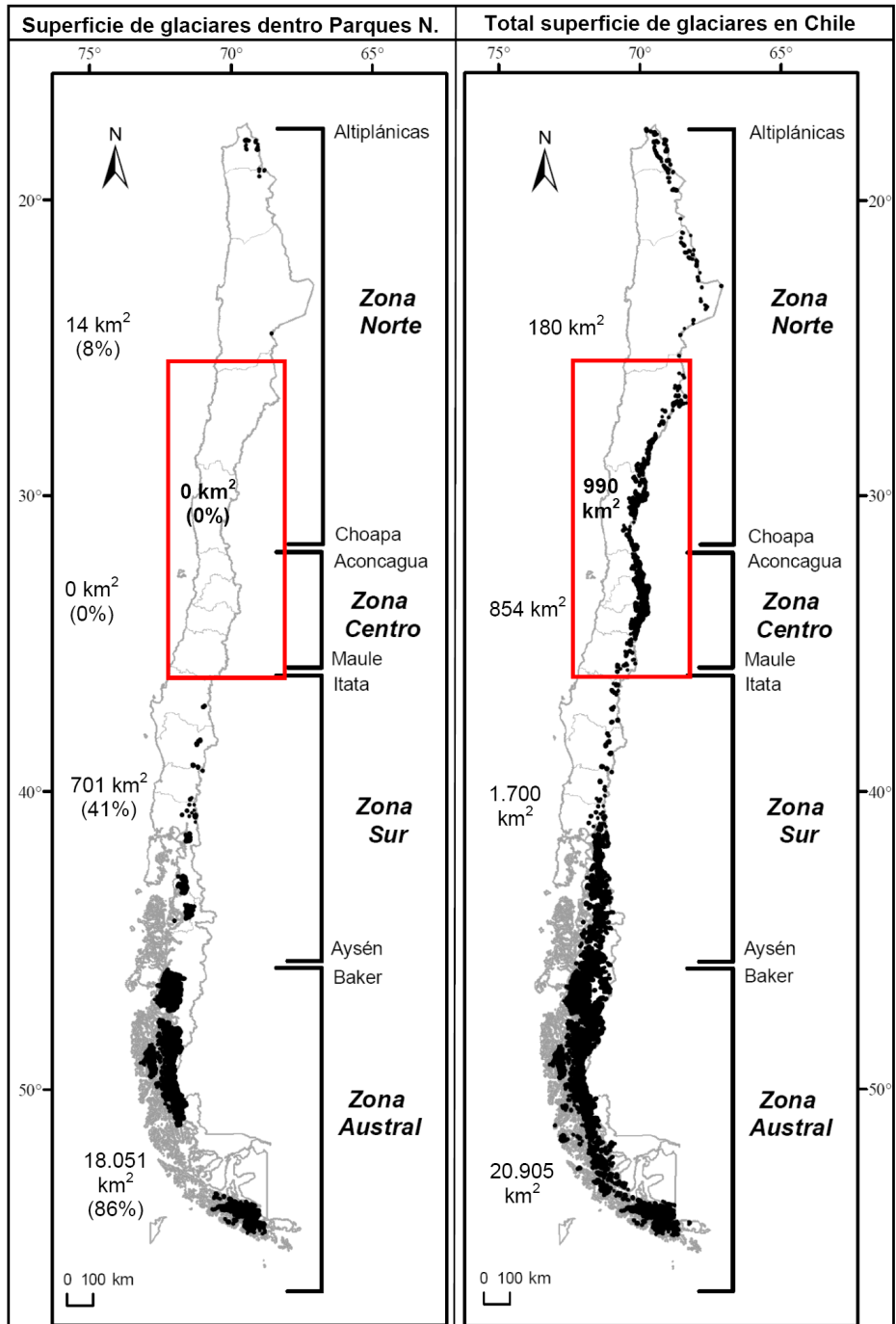


Figura 1. Número y superficie (km²) de glaciares dentro de Parques Nacionales, por zonas glaciológicas.

Figure 1. Number and surface (km²) of glaciers within National Parks, by glaciological zone.

TABLA 4. NÚMERO Y SUPERFICIE (KM²) DE GLACIARES DENTRO DE RESERVAS NACIONALES.

TABLE 4. NUMBER AND SURFACE (KM²) OF GLACIERS WITHIN NATIONAL RESERVES.

CATEGORIA SNASPE: RESERVAS NACIONALES						
Nº	Nombre Unidad	Región	Superficie Unidad SNASPE (km ²)	Nº de glaciares	Superficie de glaciares (km ²)	Porcentaje superficie glaciar respecto de la unidad SNASPE
1	R.N. Las Vicuñas	Arica y Parinacota	2.039,1	40	4,1	0,2%
2	R.N. Río Los Cipreses	O'Higgins	381,5	42	30,6	8,0%
3	*R.N. Ñuble	Biobío	785,8	17	1,2	0,2%
4	R.N. Ralco	Biobío	133,9	22	9,4	7,0%
5	R.N. Malalcahuello	Araucanía	117,5	4	0,6	0,5%
6	R.N. Nalcas	Araucanía	203,1	10	1,3	0,7%
7	R.N. Villarrica	Araucanía	691,5	34	16,3	2,4%
8	R.N. Mocho Choshuenco	Los Ríos	75,5	17	18,2	24,1%
9	R.N. Futaleufú	Los Lagos	118,8	6	1,3	1,1%
10	R.N. Llanquihue	Los Lagos	339,9	10	1,7	0,5%
11	R.N. Cerro Castillo	Aysén	1.388,8	268	61,1	4,4%
12	R.N. Katalalixar	Aysén	7.273,4	88	29,5	0,4%
13	R.N. Lago Jeinimeni	Aysén	1.599,3	636	143,3	9,0%
14	R.N. Lago Palena	Los Lagos	387,6	62	9,0	2,3%
15	R.N. Lago las Torres	Aysén	170,3	17	1,5	0,9%
16	R.N. Lago Rosselot	Aysén	123,3	1	0,1	0,1%
17	R.N. Río Simpson	Aysén	420,8	45	4,2	1,0%
18	R.N. Alacalufes	Magallanes	22.988,2	1.272	629,6	2,7%
Total			39.238,2	2.591	963.1	2,5%

* Forma parte de una Reserva de la Biósfera.

Glaciares dentro de Reservas Nacionales

Las Reservas Nacionales representan una forma de protección más baja con respecto a los Parques Nacionales, puesto que no son mencionadas en un artículo especial en la Convención de Washington, por lo que solo están afectas a las disposiciones de la Ley de Bases de Medio Ambiente y a sus modificaciones mediante la ley 20.417, es decir, que los glaciares situados al interior

de las áreas protegidas forman parte de éstas y siguen su régimen, como también que las obras, programas o actividades en Parques Nacionales, Reservas Nacionales, Monumentos Naturales, o en cualesquiera otra área bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita, deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental si los proyectos o actividades son susceptibles de causar impacto ambiental (Ley 19.300).

De las 49 Reservas Nacionales que integran el SNASPE (con un total de 54.291 km²), 18 presentan glaciares dentro de sus límites. La superficie de hielo dentro de las 18 reservas mencionadas llega a 963,1 km², lo que representa el 2,5% del total de superficie de las 18 Reservas (39.238 km²). Para el caso de las Reservas Nacionales, solo una con presencia de glaciares comparte además la categoría de Reserva de la Biósfera, la cual corresponde a la Reserva Nacional Ñuble en la Región del Biobío. Las Reservas Nacionales que poseen más número de glaciares y superficie de hielo son las que se ubican en las regiones de Aysén y Magallanes, dentro de las cuales ordenadas de mayor a menor área glaciar son las siguientes: Reserva Nacional Alacalufes con 629,6 km²; Jeinimeni con 143,3 km² y Cerro Castillo con 61,1 km² (Tabla 4).

Glaciares dentro de Monumentos Naturales

Al igual que las Reservas Nacionales, los Monumentos Naturales tampoco cuentan con un artículo especial en la Convención de Washington, por lo que también están afectos solo a las disposiciones de la ley de bases de medio ambiente. De los 15 Monumentos Naturales repartidos en 268 km² que integran el SNASPE, solo el Monumento Natural El Morado en la Región Metropolitana presenta glaciares dentro de sus límites. Los cuatro glaciares presentes en el Monumento Natural. El Morado suma una superficie de hielo que alcanza los 1,76 km², lo que representa el 6,2% del total de superficie del monumento (28,3 km²) (Tabla 5).

TABLA 5. NÚMERO Y SUPERFICIE (KM²) DE GLACIARES DENTRO DE MONUMENTOS NATURALES.

TABLE 5. NUMBER AND SURFACE (KM²) OF GLACIERS WITHIN NATURAL MONUMENTS.

CATEGORIA SNASPE: MONUMENTOS NATURALES						
Nº	Nombre Unidad	Región	Superficie Unidad SNASPE (km ²)	Nº de glaciares	Superficie de glaciares (km ²)	Porcentaje superficie glaciar respecto de la unidad SNASPE
1	M.N. El Morado	Metropolitana	28,3	4	1,7	6,2%

Glaciares dentro del SNASPE a Nivel Nacional

A nivel nacional el SNASPE tiene bajo su jurisdicción el 43,8% del número de glaciares, y el 83,5% de la superficie de hielo del país (Fig. 2). No obstante lo anterior, y pese a que los números enunciados anteriormente resultan alentadores en términos de asegurar la conservación de glaciares, existen grandes

diferencias regionales, presentando regiones sin glaciares dentro de alguna figura del SNASPE, como las de Atacama, Coquimbo, Valparaíso y del Maule. Por el contrario, hay regiones que superan el 80% de superficie glaciar dentro de alguna figura de conservación, como la Araucanía, Los Ríos, Aysén y Magallanes (Tabla 6).

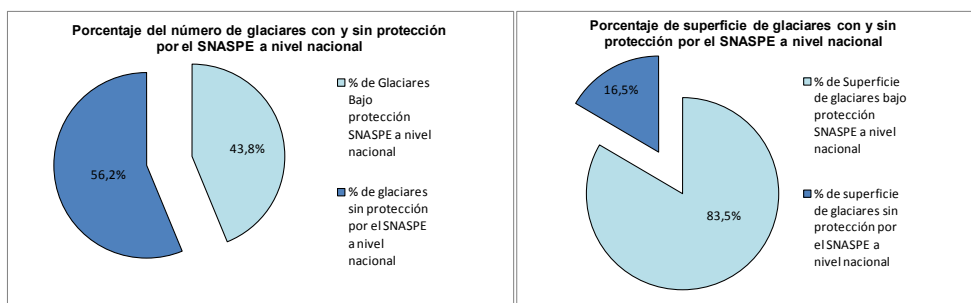


Figura. 2. Porcentaje de glaciares (izquierda) y superficie (derecha) con y sin protección por el SNASPE a nivel nacional.

Figura. 2 Percentage of glaciers (left) and surface (right) with and without protection SNASPE.

TABLA 6. NÚMERO DE GLACIARES Y SUPERFICIE CON PROTECCIÓN POR EL SNASPE A NIVEL NACIONAL.

TABLE 6. NUMBER OF GLACIERS AND SURFACE PROTECTION SNASPE.

Región	Nº de glaciares por Región	Superficie glaciar por Región (km²)	Nº de glaciares bajo SNASPE	Superficie glaciar bajo SNASPE (km²)	% de glaciares Bajo protección SNASPE	% de Superficie de glaciares bajo SNASPE
Arica y Parinacota	327	30,4	144	17,1	44,0%	56,2%
Tarapacá	91	6,4	13	0,8	14,3%	13,0%
Antofagasta	139	7,2	7	0,9	5,0%	12,6%
Atacama	749	87,9	0	0	0%	0%
Coquimbo	836	48,3	0	0	0%	0%
Valparaíso	715	135,8	0	0	0%	0%
Metropolitana	999	388,3	4	1,8	0,4%	0,5%
O'Higgins	683	292,3	42	30,6	6,1%	10,5%
Maule	218	38,2	0	0	0%	0%
Biobío	194	39,8	62	18,9	32,0%	47,5%
Araucanía	140	64,5	133	63,3	95,0%	98,2%
Los Ríos	50	36,8	34	35,5	68,0%	96,6%
Los Lagos	3.225	928,9	831	391,8	25,8%	42,2%
Aysén	8.943	10.214,7	3.915	8.411,7	43,8%	82,3%
Magallanes	6.805	11.321,9	5.368	10.760,1	78,9%	95,0%
Total	24.114	23.641,4	10.553	19.732,4	43,8%	83,5%

En un análisis por zona glaciológica, se puede notar que la zona austral (desde la cuenca del río Baker al extremo austral del Chile) tiene el 90,3% de su superficie glaciar bajo alguna categoría SNASPE, luego sigue la zona sur (Desde la cuenca del Río Itata hasta la cuenca del Río Aysén) con 47,1%; zona norte (desde el límite con Perú hasta la cuenca del Río Choapa) con 10,4% y por último la zona centro (Desde la cuenca del río Aconcagua hasta la cuenca del Río Maule) con 3,8% (Tabla 7 y Fig. 3). Estos datos muestran grandes diferencias macrozonales puesto que la zona norte y sobre todo la zona centro parece estar sub-representadas en términos de conservación glaciológica, asunto de gran relevancia, toda

vez que la zona norte presenta conflictos permanentes de escasez hídrica producto de las características climáticas de baja pluviosidad, la calidad del agua potable y la competencia entre las actividades mineras, industriales y agrícolas. Por su parte, la zona centro concentra casi el 65,9% de la población a nivel nacional⁴, y es la zona de mayor producción agrícola tanto para el abastecimiento interno como de exportación. Además, está presentando desde el año 2012 conflictos con actividades mineras con planes de establecerse y/o ampliarse en la cabecera de algunas cuencas del Aconcagua y con potencial influencia en la cuenca del río Maipo.

TABLA 7. NÚMERO Y SUPERFICIE DE GLACIARES BAJO PROTECCIÓN POR EL SNASPE POR ZONA GLACIOLÓGICA.

TABLE 7. NUMBER AND SURFACE OF GLACIERS BY GLACIOLOGICAL ZONE UNDER PROTECTION SNASPE.

Zona Glaciológica	Nº de glaciares	Superficie glaciar (km ²)	Nº de glaciares bajo SNASPE	Superficie (km ²) glaciar bajo SNASPE	% de glaciares Bajo protección SNASPE	% de Superficie de glaciares bajo protección SNASPE
Zona Norte	2.142	180,2	164	18,8	7,7%	10,4%
Zona Centro	2.615	854,7	46	32,4	1,8%	3,8%
Zona Sur	5.660	1.700,8	1.653	800,4	29,2%	47,1%
Zona Austral	13.697	20.905,8	8.690	18.880,9	63,4%	90,3%
Total	24.114	23.641,4	10.553	19.732,4	43,8%	83,5%

Dentro de las diferencias totales por tipos morfológicos de glaciares entre las distintas zonas glaciológicas se puede mencionar que en la zona norte se aprecia un fuerte predominio de los glaciares rocosos, los cuales representan el 64% del número de glaciares y el 51% de la superficie total de hielo de la zona glaciológica. En importancia de superficie los siguen los glaciares de montaña y luego los glaciaretos. Cabe

señalar que no hay presencia de glaciares de valle en la zona norte. Asimismo, en la zona centro la distribución de glaciares según la clasificación morfológica también muestra una preponderancia en el número de glaciares rocosos representando el 55%, siendo la zona glaciológica que contiene más glaciares de este tipo (1.456). No obstante lo anterior, el mayor aporte en superficie lo constituyen los glaciares de montaña con

⁴ INE, 2010. Censo Estadístico, Estadísticas Demográficas.

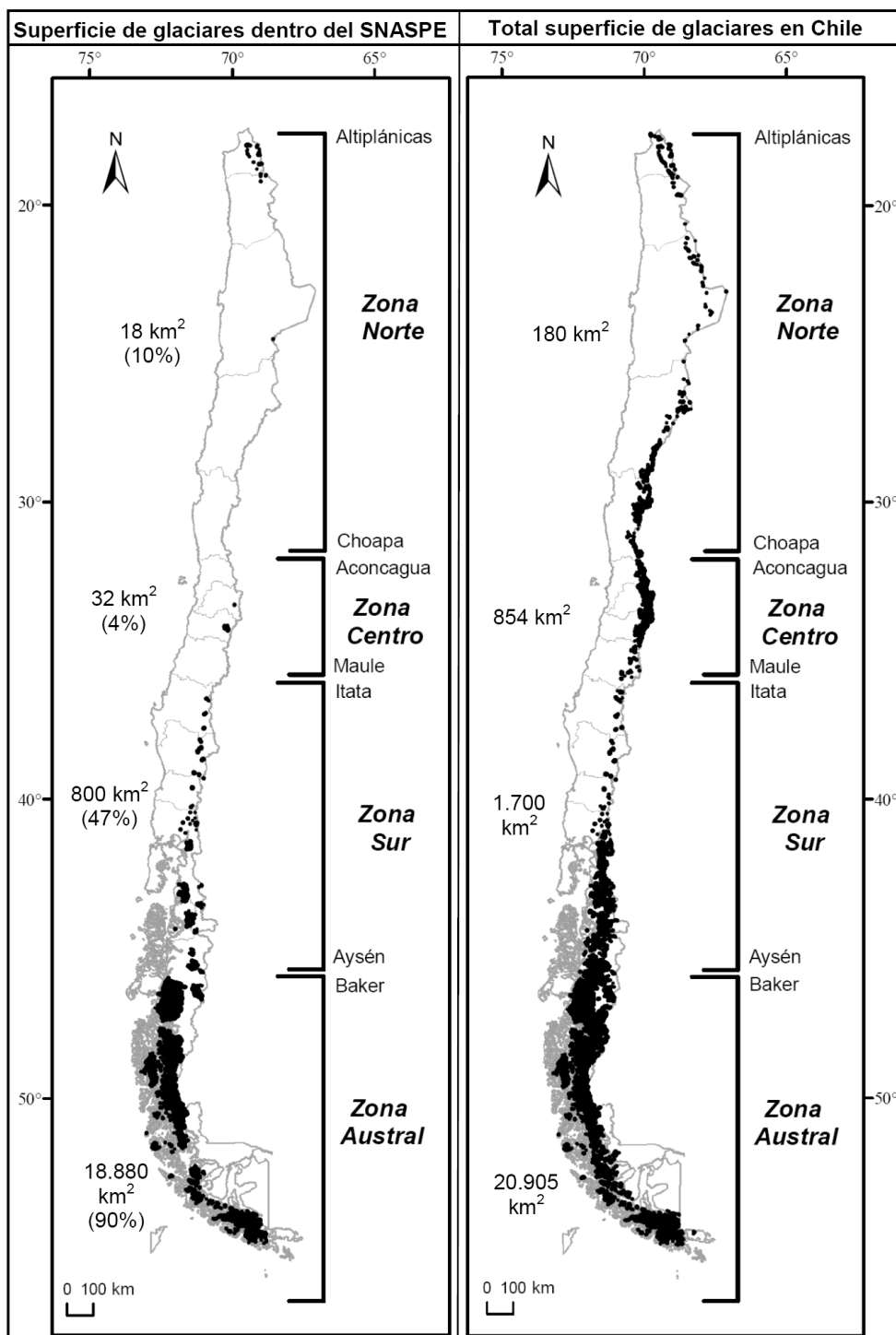


Figura 3. Superficie de glaciares bajo protección por el SNASPE por zona glaciológica.

Figure 3. Surface of glaciers by glaciological zone under protection SNASPE.

el 33%. En esta zona ya se nota presencia de glaciares de Valle (79 glaciares) con el 30% de la superficie total englacada de la zona centro. Por el contrario, en la zona sur ya no se detecta la presencia de glaciares rocosos y predominan los glaciares de tipo glaciaretos (3.467) con el 61%. No obstante lo anterior, el mayor tamaño de los glaciares de montaña hacen que este tipo de cuerpos de hielo aporten el 81% de la superficie de la

zona sur. Por último en la zona austral están los dos grandes campos de hielo (Campo de Hielo Norte y Sur), los cuales representan el 66% de la superficie de la zona glaciológica y el 58% del total del hielo nacional, convirtiéndolos por ende, en los mayores cuerpos de hielo del país con 13.851 km² de superficie. En cuanto al tipo morfológico de glaciares, dentro del SNASPE por zona glaciológica, estos se aprecian en la tabla 8.

TABLA 8. NÚMERO Y SUPERFICIE DE GLACIARES POR TIPO, BAJO PROTECCIÓN POR EL SNASPE POR ZONA GLACIOLÓGICA.

TABLE 8. NUMBER AND SURFACE OF GLACIERS BY TYPE, BY GLACIOLOGICAL ZONE UNDER PROTECTION SNASPE.

Clasificación Morfológica	N° y Superficie	Zona Norte		Zona Centro		Zona Sur		Zona Austral	
		TOTAL	SNASPE	TOTAL	SNASPE	TOTAL	SNASPE	TOTAL	SNASPE
Glaciarete	N° de Glaciares	579	41	639	24	3.467	948	7.912	4.899
	Superficie (km ²)	19,7	1,7	25,7	1,1	124,3	34,3	276,1	173,7
Glaciar Rocosos	N° de Glaciares	1.375	86	1.456	2	s/r	s/r	s/r	s/r
	Superficie (km ²)	93,7	7,1	276,2	0,1	s/r	s/r	s/r	s/r
Glaciar de Montaña	N° de Glaciares	188	37	441	17	2.161	684	5.229	3.282
	Superficie (km ²)	66,8	10	288,9	11,4	1.391,5	643,6	4.870,7	3.376,5
Glaciar de Valle	N° de Glaciares	s/r	s/r	79	3	32	21	190	143
	Superficie (km ²)	s/r	s/r	263,8	19,8	185	122,6	1.907,9	1.479,6
Glaciar Efluente de Campo Hielo	N° de Glaciares	s/r	s/r	s/r	s/r	s/r	s/r	366	366
	Superficie (km ²)	s/r	s/r	s/r	s/r	s/r	s/r	13851,1	13851,1
Total por Zona Glaciológica	N° de Glaciares	2.142	164	2.615	46	5.660	1.653	13.697	8.690
	Superficie (km ²)	180,2	18,8	854,7	32,4	1.700,8	800,4	20.905,8	18.880,9

TABLA 9. EQUIVALENTE EN AGUA DE LOS GLACIARES DENTRO DE ALGUNA CATEGORÍA SNASPE.

TABLE 9. WATER EQUIVALENT OF GLACIERS IN ALL SNASPE CATEGORY.

CATEGORÍA SNASPE	N° DE GLACIARES	SUPERFICIE km ²	Eq. AGUA km ³	% Eq. En agua por categoría SNASPE
PARQUE NACIONAL	7958	18767,5	2999,2	98,7%
RESERVA NACIONAL	2591	963,1	38,9	1,3%
MONUMENTO NATURAL	4	1,8	0,04	0,001%
TOTAL	10553	19732,4	3038,1	100%

Equivalente en agua de los glaciares dentro del SNASPE

En cuanto al equivalente en agua contenida en los glaciares dentro del SNASPE, se puede establecer que el 98% del agua contenida en los glaciares del SNASPE se encuentra dentro de Parques Nacionales, relegando a un 1,3% a las Reservas Nacionales y solo a un 0,001% a los Monumentos Naturales (Tabla 9).

En cuanto a la cantidad equivalente en agua de los glaciares bajo protección del SNASPE, se puede establecer que los glaciares bajo protección SNASPE representan el 95,7% del equivalente en agua de todos los

glaciares del país. No obstante lo anterior, las desigualdades regionales son patentes, por cuanto en la zona norte, el 10,3% del equivalente en agua de los glaciares se encuentra bajo protección del SNASPE, lo que a modo de comparación, equivale a 0,3 embalses La Paloma (0,75 km³). Para la zona centro, la representatividad del SNASPE llega al 5,5%, equivalente a 1,9 veces el embalse La Paloma, para la zona sur este número se eleva al 56% equivalente a 41,3 embalses La Paloma, y para la zona Austral, la representatividad del SNASPE en el equivalente en agua llega a un 97,2%, equivalente a 4007,3 veces el embalse La Paloma (Tabla 10).

TABLA 10. EQUIVALENTE EN AGUA DE LOS GLACIARES DENTRO DE ALGUNA CATEGORÍA SNASPE POR ZONA GLACIOLÓGICA.

TABLE 10. WATER EQUIVALENT OF GLACIERS BY GLACIOLOGICAL ZONE WITHIN A SNASPE CATEGORY.

ZONA GLACIOLÓGICA	Equivalente en agua de todos los glaciares de Chile (km ³)	Eq, AGUA km ³ SNASPE	% Eq agua SNASPE
ZONA NORTE	2,3	0,2	10,3%
ZONA CENTRO	26,6	1,5	5,5%
ZONA SUR	55,3	31,0	56,0%
ZONA AUSTRAL	3091,4	3005,5	97,2%
TOTAL	3175,7	3038,1	95,7%

CONCLUSIONES

A nivel nacional, el SNASPE tiene bajo su jurisdicción el 43% de los glaciares y el 83% de la superficie de hielo del país. No obstante lo anterior, existen grandes diferencias regionales, existiendo regiones sin glaciares dentro de alguna figura del SNASPE, como las regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso y del Maule. Por el contrario, hay regiones que superan el 80% de superficie glaciar dentro de alguna figura de sitio protegido, como la Araucanía, Los Ríos, Aysén y Magallanes. Asimismo, en el análisis por zona glaciológica, también

se pueden notar grandes diferencias macrozonales puesto que la zona Norte y sobre todo la zona centro parecieran estar subrepresentadas en términos de conservación glaciológica, asunto de gran relevancia, toda vez que la zona norte presenta conflictos permanentes de escasez de agua producto de la competencia entre las actividades mineras, industriales y agrícolas, y por su parte, la zona centro concentra casi el 65,9% de la población a nivel nacional, además de estar presentando desde el año 2012 conflictos con actividades mineras con planes de ampliarse en la cabecera de algunas cuencas del Aconcagua y con

influencia en la cuenca del río Maipo. El escenario anterior se agrava aún más cuando se diferencia solo los glaciares presentes dentro de Parques Nacionales, puesto que se produce una franja sin glaciares en alguna categoría de sitio protegido que abarca seis regiones (desde Atacama hasta el Maule), por lo que la discusión legislativa sobre cuales glaciares quedarán totalmente resguardados para su preservación no debe ser menor, en el sentido de que con solo poner en categoría de preservación los glaciares que se encuentren dentro de Parques Nacionales, priva de los servicios ecosistémicos de los glaciares a seis regiones que actualmente presentan complicaciones de escasez hídrica, además de conflictos por competencia de actividades en zonas englacadas, por lo que toda esta franja que comprende parte de la zona norte y toda la zona centro quedaría en una incertidumbre acerca la conservación y/o preservación de los glaciares, con los consiguientes problemas de mantención de los servicios ecosistémicos tanto de provisión, regulación y culturales que estos proveen.

En cuanto a la cantidad equivalente en agua de los glaciares bajo protección del SNASPE, se pudo establecer que los glaciares bajo protección SNASPE representan el 95,7% del equivalente en agua de todos los glaciares del país. No obstante lo anterior, las desigualdades macrozonales son patentes teniendo poca representatividad la zona norte y centro y muy alta representatividad la zona sur y austral.

El poder contar con SNASPE y con otras categorías de áreas protegidas representa un beneficio para la conservación de los glaciares que se encuentran dentro de ellas, y en este sentido, es de suma relevancia propender a una representación regional y zonal eficaz de la cantidad de glaciares protegidos en relación al total, de modo de proteger y conservar la gran variedad de servicios ecosistémicos que estos proveen.

AGRADECIMIENTOS

A CONICYT, Dirección General de Aguas (DGA); Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Corporación Nacional Forestal (CONAF), Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza de la Universidad de Chile (FCFCN).

REFERENCIAS

BARSCH, D., 1996. Rockglaciers. Indicators for the Present and Former Geoecology in High Mountain Environments. Springer Verlag, Heidelberg. 331p.

CHEN, J. & A. OHMURA, 1990. Estimation of Alpine glacier water resources and their change since the 1870s. In Hydrology in Mountainous Regions, I – Hydrological Measurements; the Water Cycle, Proceedings of two Lausanne Symposia, August 1990, Lang H, Musy A (eds). 10p.

DIRECCION GENERAL DE AGUAS-CENTRO DE ESTUDIOS CIENTIFICOS (CECs), 2009. Estrategia Nacional de Glaciares, Fundamentos. 290p.

FAO, 2012. Diagnóstico Nacional de Montaña, fortalecimiento de la gestión participativa para el desarrollo sostenible de los Andes. Informe Chile. 64p.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE), 2010. Compendio Estadístico, Estadísticas Demográficas. 140p.

MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005. Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. 155p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1984. Crea un Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado. 10p.

MINREL, 1967. Dto-531, Convención para la Protección de la Flora, Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América, firmado en Washington el 12 de Octubre de 1940. BCN. 5p.

MINSEGPRES, 1994. Ley N°19300, Aprueba ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente. BCN. 38p.

MINSEGPRES, 2001. D.S. No. 95 de 2001, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. 47p.

MINSEGPRES, 2010. Ley N°20.417, Crea el Ministerio del Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. BCN. 55p.

PATERSON, W.S.B., 1994. The Physics of Glaciers. Third Edition. 481p.

PEÑA, H. & B. NAZARALA, 1987. Snowmelt-runoff simulation model of a central Chile Andean basin with relevant orographic effects. Large Scale effects of Seasonal Snow cover (Proceedings of the Vancouver Symposium, August 1987). IAHS Publ. no. 166. 12p.

SEGOVIA, A., 2014. Caracterización Glaciológica de Chile y Valoración de Servicios Ecosistémicos de Glaciares en base a Mercados Reales (Estudio de caso del Monumento Natural el Morado), Tesis de Magíster, Universidad de Chile. Chile, 168p. Inédito.



CASABLANCA VALLEY, VALPARAISO REGION, CHILE. VIEW TOWARD THE VALLEY FROM A VINEYARD WINERY AND RESTAURANT. PLANTATION OF SAUVIGNON BLANC GRAPES ON THE SLOPE. THIS TYPE OF GRAPE REPRESENTS THE LARGEST ACREAGE IN THE VALLEY WITH 80% OF PRODUCTION DESTINED FOR EXPORT. IPGH / OEA PROJECT. DR. FERNANDO PINO, FPINO@UCHILEFAU.CL