



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA CONTRUCCION Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
DEPARTAMENTO DE PREVENCION DE RIESGOS Y MEDIO AMBIENTE
ESCUELA DE PREVENCION DE RIESGOS Y MEDIO AMBIENTE

**ESTUDIO DE LA NORMATIVA VIGENTE EN PROTECCIÓN DE GLACIARES
DE LOS PAÍSES NÓRDICOS, NORTEAMÉRICA Y LATINOAMÉRICA**

**PROYECTO DE TÍTULO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL EN PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MEDIO AMBIENTE**

**AUTOR:
CONTRERAS SANTOS, VANESSA
PROFESOR GUÍA:
MG. ING. CÁCERES CRUZ, GUSTAVO**

SANTIAGO – CHILE

2021

NOTA OBTENIDA: 6,3



Firma y timbre autoridad
responsable

AUTORIZACIÓN PARA LA REPRODUCCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

1. Identificación del Trabajo de Titulación

Nombre del alumno: Vanessa Contreras Santos

Rut: 18.534.929-2

Dirección: Ana Rosa Abarca Riquelme #244. Buin. Región Metropolitana.

Email: vanessa.contreras@utem.cl

Teléfono: 933784457

Título de la tesis

Estudio de la normativa vigente en protección de glaciares de los Países Nórdicos, Norteamérica y Latinoamérica.

Escuela de Prevención de Riesgos y Medio Ambiente.

Carrera: Ingeniería Civil en Prevención de Riesgos y Medio Ambiente.

Título al que opta: Ingeniero Civil en Prevención de Riesgos y Medio Ambiente.


2. Autorización de Reproducción

Se autoriza la reproducción total o parcial de este trabajo de titulación, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica que acredita al trabajo y a su autor.

En consideración a lo anterior, se autoriza su reproducción de forma (marque con una X):

<input checked="" type="checkbox"/>	Inmediata
<input type="checkbox"/>	A partir de la siguiente fecha : _____ (mes/año)

Fecha: _____

Firma:  _____

Esta autorización se otorga en el marco de la ley N°17.336 sobre Propiedad Intelectual, con carácter gratuito y no exclusivo para la Institución.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Vanessa y Francisco, ya que gracias a sus valores y enseñanzas soy lo que soy.

A mi abuela Berta, por siempre creer en mis capacidades, e impulsarme a lograr grandes cosas en la vida.

A mi hijo Inti, por ser mi motivación, y mi cable a tierra en los momentos donde muchas veces perdí la paciencia.

Pero especialmente le dedico esto a mi compañero Francisco Pinto, por ser el primero en impulsarme a dar este gran paso, apoyándome siempre desde el comienzo como profesional y amigo.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a la Universidad Tecnológica Metropolitana, por todos estos años de formación. Todo lo que soy como profesional, los valores, mi ética y responsabilidad, son fruto de la visión que representa esta institución, las experiencias vividas, como congresos y seminarios de los cuales participe, forjaron en mis conocimientos y la inspiración para poder realizar este trabajo de título.

Agradezco a cada uno de los profesores de la Universidad Tecnológica Metropolitana, que se caracterizan por tener un trato cercano con los estudiantes, no solo compartiendo conocimientos, si no también experiencias propias de su profesión, que sin duda nos sirven para guiar nuestro propio camino hacia el futuro.

Pero fundamentalmente, quiero agradecer a mi profesor guía Gustavo Cáceres Cruz, por apoyarme desde el comienzo con este tema, dándome seguridad de poder avanzar y creer en mí, corrigiendo y guiando cada etapa de este trabajo de título, para poder lograr el objetivo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Justificación del Problema	1
1.2 Alcance	4
1.3 Objetivos	5
1.3.1. Objetivo General	5
1.3.2. Objetivos Específicos	5
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1 Marco Conceptual	6
2.1.1 El agua y su ciclo hidrológico	6
2.1.2 El agua y su situación actual mundial	7
2.1.3 Definición de glaciares	8
2.1.3.1 La Importancia de los Glaciares.....	10
2.1.4 Tipos de glaciares	11
2.1.4.1 Glaciares de Valle.....	11
2.1.4.2 Glaciares de Piedemonte.....	12
2.1.4.3 Glaciares de Montaña.....	13
2.1.4.4 Glaciar de Circo.....	14
2.1.4.5 Glaciares de Marea.....	15
2.1.4.6 Glaciares Colgantes.....	16
2.1.4.7 Glaciaretos.....	17
2.1.4.8 Campos de Hielo.....	18
2.1.4.9 Glaciares Rocosos.....	19
2.1.5 Amenazas globales para la preservación de los Glaciares	20
2.1.5.1 Aumento de la Temperatura.....	20
2.1.5.1 Disminución de las Precipitaciones.....	22
2.1.6 Amenazas locales que afectan a la preservación de los glaciares	23
2.1.6.1 Actividad Turística.....	23
2.1.6.2 Proyectos Mineros en la Alta Cordillera.....	24
2.1.6.2.1 Construcción de caminos.....	24
2.1.6.2.2 Flujo vehicular.....	25

2.1.6.2.3	Sondajes.....	25
2.1.6.2.4	Fase de explotación.....	26
3.	METODOLOGÍA	27
3.1	Metodología del Estudio	27
3.2	Análisis de la Normativa Vigente y Tratados Internacionales en Protección de Glaciares en los Países Nórdicos, Norteamérica y Latinoamérica	28
3.2.1	Recopilación de normativa vigente sobre protección de glaciares de los países Nórdicos, Norteamérica y Latinoamérica	28
3.2.2	Compilación de tratados internacionales ambientales vigentes	28
3.2.3	Realización de un análisis de tratados relacionados con la protección de Glaciares.....	28
3.3	Análisis de la Situación Actual de los Glaciares de Chile, Normativa Vigente Aplicable y Tratados Internacionales Asociados a Ellos	29
3.3.1	Revisión del inventario actual de glaciares de Latinoamérica, Norteamérica y Países Nórdicos.....	29
3.3.2	Revisión de la normativa ambiental actual de Chile asociada a la protección de glaciares.....	29
3.3.3	Revisión y selección de los tratados ambientales en que Chile participa.....	30
3.4	Comparación de la Normativa Vigente en Protección de Glaciares de los Países nórdicos, Norteamérica y Latinoamérica, con la Normativa Aplicable en Chile	30
3.4.1	Determinación de parámetros relevantes para realizar un análisis comparativo	30
3.4.2	Realizar un análisis comparativo de las normativas consultadas	30
3.5	Propuesta de Temas Fundamentales para Elaborar una Ley de Protección de Glaciares en Chile.....	31
3.5.1	Realización de un análisis de datos de los parámetros seleccionados	31
3.4.2	Formulación de una propuesta de temas fundamentales para elaborar una ley de protección de glaciares en Chile.....	31
4.	RESULTADOS.....	32
4.1.1	Normativa vigente sobre protección de glaciares de los Países Nórdicos, Norteamérica y Latinoamérica	32
4.1.1.1	Normativa de los Países Nórdicos	32
4.1.1.2	Normativa de Canadá.....	33
4.1.1.3	Normativa de Estados Unidos.....	33

4.1.1.4	Normativa de Argentina.....	34
4.1.1.5	Normativa de Bolivia.....	34
4.1.1.6	Normativa de Colombia.....	35
4.1.1.7	Normativa de Ecuador.....	35
4.1.1.8	Normativa de Perú.....	36
4.1.2	Tratados internacionales ambientales vigentes.....	38
4.1.2.2	Protocolo de Montreal.....	39
4.1.2.3	Protocolo de Madrid.....	40
4.1.2.4	Tratado Antártico.....	40
4.1.2.5	Acuerdo de Escazú.....	41
4.1.2.6	Acuerdo de París.....	42
4.1.3	Análisis de tratados relacionados con la protección de Glaciares.....	42
4.2	Situación Actual de los Glaciares de Chile, Normativa Vigente Aplicable y Tratados Internacionales Asociados a Ellos.....	44
4.2.1	Inventario actual de glaciares de Latinoamérica, Norteamérica y Países Nórdicos.....	44
4.2.1.1	Chile.....	44
4.2.1.2	Argentina.....	45
4.2.1.3	Perú.....	46
4.2.1.4	Bolivia.....	47
4.2.1.5	Colombia.....	48
4.2.1.6	Ecuador.....	49
4.2.1.7	Canadá.....	50
4.2.1.8	Estados Unidos.....	50
4.2.1.9	Noruega.....	50
4.2.1.10	Islandia.....	50
4.2.1.11	Dinamarca.....	51
4.2.1.12	Suecia.....	52
4.2.1.13	Finlandia.....	53
4.2.2	Normativa ambiental actual de Chile asociada a la protección de glaciares ...	53
4.2.2.1	Constitución Política de la República de Chile.....	53

4.2.2.2	Ley N.º 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente y Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental	54
4.2.2.3	Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental	54
4.2.2.4	Ley N.º 20.283, Sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal ..	54
4.2.2.5	Ley 18.362, Que Crea un Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE)	55
4.2.2.6	Ley N.º 17.288, Sobre Monumentos Nacionales	55
4.2.3	Tratados ambientales en que Chile participa	55
4.3	Comparación de la Normativa Vigente en Protección de Glaciares de los Países nórdicos, Norteamérica y Latinoamérica, con la Normativa Aplicable en Chile	56
4.3.1	Parámetros relevantes para realizar un análisis comparativo	56
4.3.2	Análisis comparativo de las normativas consultadas	58
4.3.2.1	Tratados Internacionales.....	58
4.3.2.2	Emisiones de CO ₂	60
4.3.2.2.1	Emisiones de CO ₂ para los Países Nórdicos.....	61
4.3.2.2.2	Emisiones de CO ₂ para Norteamérica.....	63
4.3.2.2.3	Emisiones de CO ₂ para Latinoamérica.....	63
4.4	Temas Fundamentales para Elaborar una Ley de Protección de Glaciares en Chile	70
4.4.1	Análisis de datos de los parámetros seleccionados.....	70
4.4.2	Propuesta de temas fundamentales para elaborar una ley de protección de glaciares en Chile.....	72
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
5.1	Conclusiones	75
5.2	Recomendaciones	76
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1: Inventario de glaciares para Regiones de la Zona Norte de Chile.....	45
Tabla 4.2: Inventario de glaciares de Argentina por Región.....	46
Tabla 4.3: Inventario de glaciares de Perú.....	47
Tabla 4.4: Superficies glaciares de los nevados colombianos desde 1850 a la actualidad.....	49
Tabla 4.5: Tratados, protocolos y acuerdos internacionales suscritos.....	59
Tabla 4.6: Emisiones de CO ₂ de Noruega.....	61
Tabla 4.7: Emisiones de CO ₂ de Dinamarca.....	61
Tabla 4.8: Emisiones de CO ₂ de Suecia.....	62
Tabla 4.9: Emisiones de CO ₂ de Islandia.....	62
Tabla 4.10: Emisiones de CO ₂ de Finlandia.....	62
Tabla 4.11: Emisiones de CO ₂ de Canadá.....	63
Tabla 4.12: Emisiones de CO ₂ de Estados Unidos.....	63
Tabla 4.14: Emisiones de CO ₂ de Argentina.....	64
Tabla 4.15: Emisiones de CO ₂ de Perú.....	64
Tabla 4.16: Emisiones de CO ₂ de Bolivia.....	64
Tabla 4.17: Emisiones de CO ₂ de Colombia.....	65
Tabla 4.18: Emisiones de CO ₂ de Ecuador.....	65
Tabla 4.19: Emisiones de CO ₂ totales de los Países Nórdicos, Norteamérica y Latinoamérica.....	66
Tabla 4.20: Emisiones de CO ₂ per cápita de los Países Nórdicos, Norteamérica y Latinoamérica.....	68
Tabla 4.20: Parámetros a considerar para la protección de glaciares.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Ciclo hidrológico.....	7
Figura 2.2: Disponibilidad y distribución de agua en el mundo	8
Figura 2.3: Descripción de las características de un cuerpo glaciar	9
Figura 2.4: Ejemplo de reflexión de la luz del sol, en tres escenarios.....	10
Figura 2.5: Ejemplo de glaciar de valle. Glaciar Amarillo, Parque Pumalín, Región de los Lagos	11
Figura 2.6: Ejemplo de glaciar piedemonte. Glaciar San Quintín, Chile	12
Figura 2.7: Ejemplo de glaciar piedemonte. Glaciar Malaspina, Alaska	13
Figura 2.8: Ejemplo de glaciar de montaña. Glaciar Athabasca, Canadá.....	13
Figura 2.9: Ejemplo de glaciar de circo. Glaciar Tjonnholstinden, Noruega	14
Figura 2.10: Ejemplo de glaciar de marea. Glaciar Lamplugh, Alaska	15
Figura 2.11: Ejemplo de glaciar colgante. Glaciar colgante El Morado, Chile	16
Figura 2.12: Ejemplo de glaciaretos. Retroceso de glaciares Toro I y Toro II, debido al proyecto minero Pascua Lama	17
Figura 2.13: Ejemplo de campo de hielo. Campo de Hielo Norte y Sur	18
Figura 2.14: Ejemplo de glaciar de roca.....	20
Figura 2.15: Zonas de ubicación de glaciares.....	21
Figura 2.16: Variación anual de precipitaciones periodo 1900-1999	23
Figura 2.17: Imagen del impacto de la construcción de caminos, zona cordillerana de la III Región, octubre 2005.....	24
Figura 2.18: Capa gris en glaciar por levantamiento de material particulado	25
Figura 3.1: Esquema metodológico	27
Figura 4.1: Glaciares colombianos extintos en el Siglo XX	48
Figura 4.2: Características de Groenlandia.....	51
Figura 4.3. Ejemplo de método manual de extrapolación para asimilación de datos glaciares, en glaciar Storgläciaren.....	52

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1: Emisiones de CO ₂ totales de los Países Nórdicos, Norteamérica y Latinoamérica	67
Gráfico 4.2: Emisiones de CO ₂ per cápita [ton]	69

RESUMEN

Este estudio analiza la situación actual en materia de protección de glaciares para los Países Nórdicos, Norteamérica y Latinoamérica. En primera instancia, se hace una revisión de toda la normativa legal aplicable en protección de glaciares a los países antes mencionados. Posteriormente se realiza un repaso de los acuerdos ambientales internacionales existentes en la actualidad, que benefician la preservación de glaciares, clasificando cuál de ellos pertenece cada uno de los países a estudiar. A continuación, se elaboró un análisis comparativo entre todos los países de interés, con los parámetros más relevantes a considerar, como la superficie glaciaria de cada uno, emisiones de CO₂ generadas, entre otros. Finalmente se elabora una propuesta de temas fundamentales que se deben considerar, a la hora de elaborar una Ley de protección de glaciares en Chile.

Palabras claves:

Glaciares, Países Nórdicos, Norteamérica, Latinoamérica, normativa en protección de glaciares, análisis comparativo, emisiones de CO₂.

ABSTRACT

This study analyzes the current situation regarding glacier protection in the Nordic countries, North America and Latin America. First, a review of all the legal regulations applicable to glacier protection in the aforementioned countries will be made. Subsequently, a review of the international environmental agreements that currently exist that benefit the preservation of glaciers is made, classifying which of them belong to each of the countries to be studied. Next, a comparative analysis is made between all the countries of interest, with the most relevant parameters to be considered, such as the glacier surface of each one, CO₂ emissions generated, among others. Finally, a proposal on the fundamental issues, that should be considered when drafting a glacier protection law in Chile, is made.

Key words:

Glacier, Nordic Countries, North America, Latin America, glacier protection regulation, comparative analysis, emissions of CO₂.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación del Problema

Los glaciares representan una de las mayores fuentes de reserva de agua dulce del planeta, por lo que es fundamental para la preservación de los ecosistemas que los rodean y la población humana. Son un recurso estratégico de agua, en tiempos de verano y sequía, aportando agua a los caudales de los ríos, manteniendo el equilibrio de los ecosistemas, y abasteciendo a la comunidad de agua para consumo. El agua dulce corresponde a solo un 3% del agua total del planeta, y el 77,06% de ella está congelada en los polos y los glaciares (Bórquez et al., 2016)

El inventario total de los glaciares del mundo aun es una tarea inconclusa, pero se estima que ocupan una superficie de 33 millones de km², que corresponde a un 10% de la superficie terrestre. El 90% de los glaciares está distribuido en la Antártida y Groenlandia. En Sudamérica, los glaciares cubren 25.500 km², de las cuales el 75% está en Chile, y el 15% en Argentina. (Ortúzar, 2014).

En Chile, ocurrieron dos episodios de sequía gravísimos, uno en los años 1968 y 1969, y el otro entre 1982 y 1992. En ambos casos, según un estudio de la Dirección General de Aguas (DGA) en la cuenca del Río Maipo, los glaciares de su cabecera aportaron entre 33% y 67% del caudal del río, lo que permitió mantener sin racionamiento el abastecimiento humano, industrial y de riego agrícola en la ciudad de Santiago y la RM (Larraín, 2019). Esta situación, da cuenta de la significancia de los glaciares como recurso estratégico de agua para la preservación de la vida y los ecosistemas.

Sin embargo, el calentamiento global ha afectado la conservación de los glaciares. Las emisiones de CO₂ y el aumento de la temperatura de los océanos, ha provocado

el retroceso de los glaciares en el mundo, junto con las actividades sectoriales que afectan directamente a los cuerpos de hielo.

Actualmente, el único país del mundo que cuenta con una ley de protección de glaciares es Argentina, la que fue sancionada en el año 2010, y que prohíbe la exploración y explotación minera en el ambiente glaciar y periglacial. La empresa minera Barrick Gold presentó una denuncia al Estado Nacional en el 2011, oponiéndose a esta ley al considerarla inconstitucional. Finalmente, en junio de 2019 la Corte Suprema de Justicia de la Nación declaró por unanimidad que la Ley de Glaciares es constitucional. El fallo señala que la responsabilidad en la protección de glaciares es compartida entre Nación y las provincias, por lo que 44 proyectos mineros que pretendían avanzar sobre áreas con glaciares debieron poner freno, lo que se considera un gran avance para la protección de los glaciares. (Greenpeace, (s.f.).)

El panorama en Norteamérica no es muy alentador, ya que, en junio del 2017, el presidente Donald Trump anunció el retiro de Estados Unidos del acuerdo de París contra el cambio climático, considerándolo como debilitante, desventajoso e injusto. (Leiton, 2017), lo que significa un retroceso en la lucha contra el cambio climático, afectando tanto a los glaciares de EE. UU de manera local, como a todos los glaciares del mundo, debido al calentamiento global.

En Canadá tampoco hay una ley que proteja exclusivamente a los glaciares. Existe un sistema de evaluación ambiental descrito en la Ley sobre calidad de ambiente, en la cual se describen los pasos a seguir para realizar la evaluación de impactos ambientales de un proyecto, que se encuentra cercano o en un glaciar, pero al no hacer mayores especificaciones, se debe evaluar de manera general. También en el año 2010 las autoridades de British Columbia y Montana (Estados Unidos de América) firmaron un acuerdo para la protección transfronteriza glaciar de espacios caracterizados por comprender el territorio de ambos Estados. La medida alcanza

al Parque Nacional Glaciar y se refiere principalmente a actividades de minería y extracciones en general. (Moya P. H., 2013). Los países nórdicos no presentan tampoco ley de protección a glaciares, pero forman parte del acuerdo de París, en el cual se comprometen a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.

En Chile actualmente, no existe una ley explícita o decreto que establezca la protección de glaciares, lo que llama la atención, al ser el país de Sudamérica con mayor porcentaje de cuerpos de hielo. La normativa que se puede relacionar actualmente a los glaciares es la Ley 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, pero no habla explícitamente de ellos. Los proyectos que quieran localizarse cerca de glaciares y que puedan generar impactos ambientales significativos deben ser aprobados por el servicio de evaluación ambiental (SEA) pero, al no tener una exigencia por ley, no se realizan los estudios necesarios y, finalmente, los proyectos son aprobados sin considerar los daños que pueden generar a los glaciares, como fue el caso del proyecto minero Pascua- Lama, de la firma Canadiense Barrick Gold, en la provincia del Huasco, Región de Atacama.

El proyecto consistía en la extracción minera de los yacimientos de oro, plata y cobre que están bajo los glaciares chilenos Tori I, Toro II y Esperanza. Según un estudio del Ministerio de Obras Públicas (MOP), desde el 2005, ya los glaciares habían sufrido un retroceso entre un 60% y 70%. El descontento ciudadano debido a los daños ocasionados, generó protestas y el alza de la voz del pueblo Diaguita. El caso se llevó a juicio en el 2013, y finalmente en el 2018 se decretó el cierre total del proyecto, considerándose un gran avance en protección de los glaciares, a pesar de que el daño ocasionado es irreparable. (Republic Glaciar, 2019)

Existe un proyecto de Ley de protección de Glaciares que se viene tramitando desde el 2005. El 14 de octubre del 2020 se votaría en el Senado la aprobación de este proyecto, sin embargo, fue pospuesto por la Comisión de Minería y Energía, lo que

demuestra que los intereses económicos son más fuertes que la preservación de los recursos naturales, el ecosistema y la vida humana.

Por estas razones surge la necesidad de realizar este estudio, que haga una comparación entre la normativa internacional, con la normativa vigente en Chile, y sugiera una propuesta de temas para la elaboración de una ley de protección de glaciares, que garantice la protección de nuestras reservas de agua dulce.

1.2 Alcance

El alcance de este estudio considera el análisis de la normativa vigente en Chile, como también los tratados y acuerdos internacionales de los que forma parte, que estén relacionados con la protección de Glaciares.

Se realizará un análisis normativo en protección de glaciares, protocolos y tratados relacionados a este tema, para Norteamérica y Países Nórdicos, considerando que son los que tienen mayor masa de glaciares a nivel mundial. Se hará también un estudio de la normativa en protección de glaciares, protocolos y tratados internacionales asociados a los países de Latinoamérica, donde se considerarán solo los países con presencia significativa de glaciares, y así compararlo con el modelo de Chile.

Finalmente, se elaborará una conclusión de los resultados obtenidos, y se sugerirá una propuesta que contenga los temas fundamentales a considerar en la elaboración de una ley de protección de glaciares en Chile, que pueda asegurar la preservación de los glaciares.

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Elaborar un estudio de la normativa vigente en protección de glaciares de los Países nórdicos, Norteamérica y Latinoamérica.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar la normativa vigente y tratados internacionales en protección de glaciares en los Países nórdicos, Norteamérica y Latinoamérica.
- Analizar la situación actual de los glaciares de Chile, normativa vigente aplicable y tratados internacionales asociados a ellos.
- Comparar la normativa vigente en protección de glaciares de los Países nórdicos, Norteamérica y Latinoamérica, con la normativa aplicable en Chile.
- Proponer temas fundamentales para elaborar una ley de protección de glaciares en Chile.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Conceptual

2.1.1 El agua y su ciclo hidrológico

El agua es un recurso natural esencial para el desarrollo de la vida. Desde su existencia, el agua ha pasado por una constante recirculación en sus diferentes estados, ya sea sólido, líquido o gaseoso. Este proceso se denomina ciclo hidrológico o ciclo del agua.

El ciclo hidrológico consiste en que el agua que se encuentra en estado líquido se evapora formando las nubes. Al subir a alturas mayores, el vapor se enfría y condensa, formando las gotas que luego caerán de nuevo a la tierra. Una parte caerá directamente sobre mares y ríos, mientras que otra caerá en la tierra, que a su vez se filtrará por las capas y volverá a formar parte de las aguas internas de la tierra (Mannise, 2020). A su vez los hielos que forman la superficie terrestre también forman parte de este proceso (ver Figura 2.1).

La mayoría del agua que se encuentra en el planeta tierra está en estado líquido, y esta abarca los océanos, mares, ríos, lagos, lagunas, aguas subterráneas y canales. La parte sólida se encuentra sobre todo en los polos y hielos continentales, y en una parte menos grande en las cimas de las montañas, en forma de hielo. La tercera parte es la que forman las nubes y el vapor en forma de gas líquido (Mannise, 2020).

Figura 2.1: Ciclo hidrológico



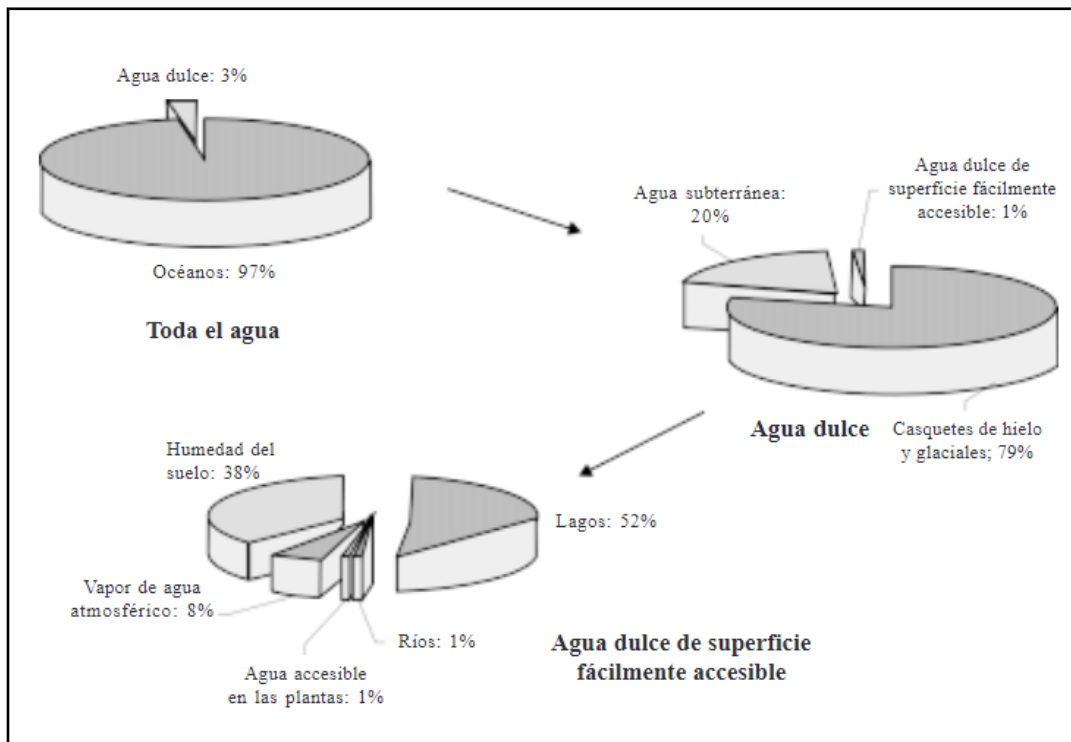
Fuente: Qué es el ciclo del agua. (Mannise,2020).

2.1.2 El agua y su situación actual mundial

El 70% de la superficie de la Tierra es agua, pero la mayor parte de esta es oceánica y solo 3% de ella es dulce, la cual se encuentra en su mayor parte en la forma de casquetes de hielo y glaciares; y solo 1% es agua dulce superficial de fácil acceso. Esta es el agua que se encuentra en lagos, ríos y a poca profundidad en el suelo (Agudelo, 2005). Solo esa cantidad de agua se renueva habitualmente a través del ciclo hidrológico (ver Figura 2.2).

Se estima que, en el mundo se dispone de 9.000 m³ por persona/año, pero para el año 2025, la disponibilidad de agua global podría disminuir a 5.100 m³ por persona/año. (Agudelo, 2005).

Figura 2.2: Disponibilidad y distribución de agua en el mundo



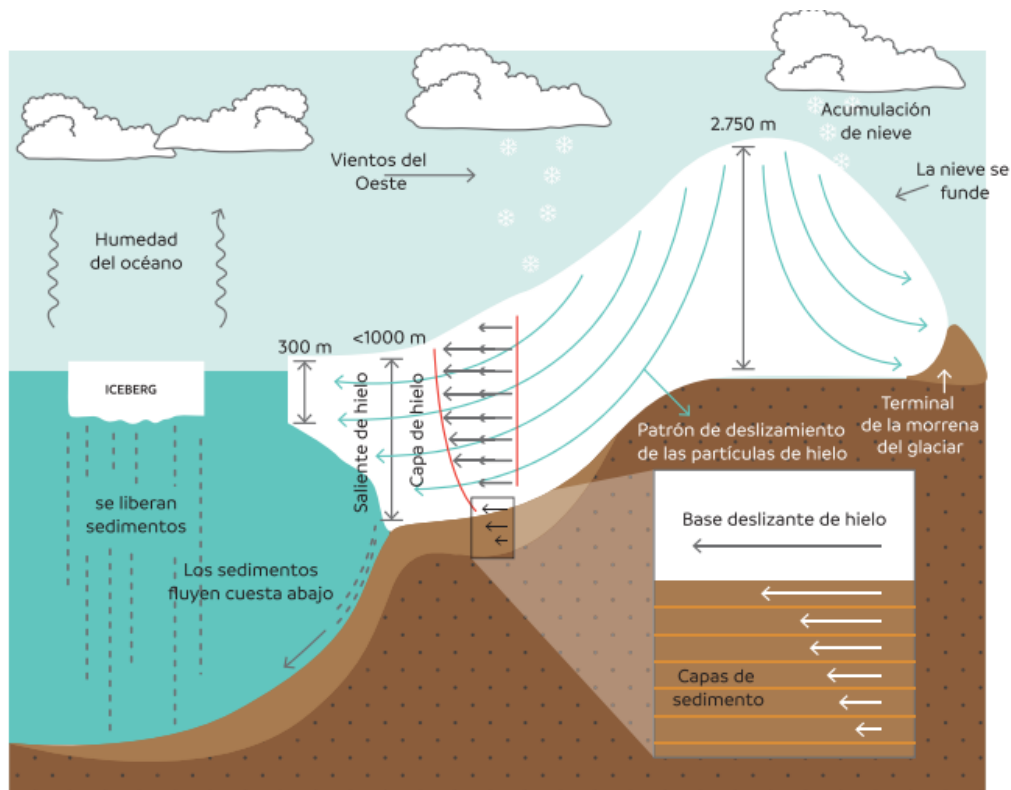
Fuente: El agua, recurso estratégico del siglo XXI. (Agudelo,2005).

2.1.3 Definición de glaciares

Si bien existen muchas definiciones para los glaciares, según los distintos autores y especialistas en la materia, la definición más completa al considerar todas ellas, es que los glaciares son masas de hielo que se forman principalmente de la precipitación atmosférica sólida en aquellos lugares de la tierra donde existen climas fríos como las zonas polares y las de montaña, es decir, son masas compactas de hielo que se generan por medio de sucesivas nevadas acumuladas.

El hielo va aumentando de grosor, en la medida que el calor no logra derretirlo, y la presión que ejercen las capas de hielo sobre la base del glaciar, hace que éste se deslice como si fuera un río hacia el fondo del valle donde, generalmente, se encuentra ubicado. (Unión Mundial para la Naturaleza, 2006). En la Figura 2.3 se describen las características de un cuerpo glaciar.

Figura 2.3: Descripción de las características de un cuerpo glaciar



Fuente: Primer Laboratorio Natural sobre Contaminación Glaciar y Cambio Climático: Levantamiento de la Línea de Base (Cereceda et al., 2016).

En Chile, para poder llevar a cabo la Estrategia Nacional de Glaciares (2009) y sus acciones asociadas, los glaciares requieren de una definición operativa fuera de la discusión académica, práctica y fácil de aplicar, por lo que se entenderá el concepto de glaciar como “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

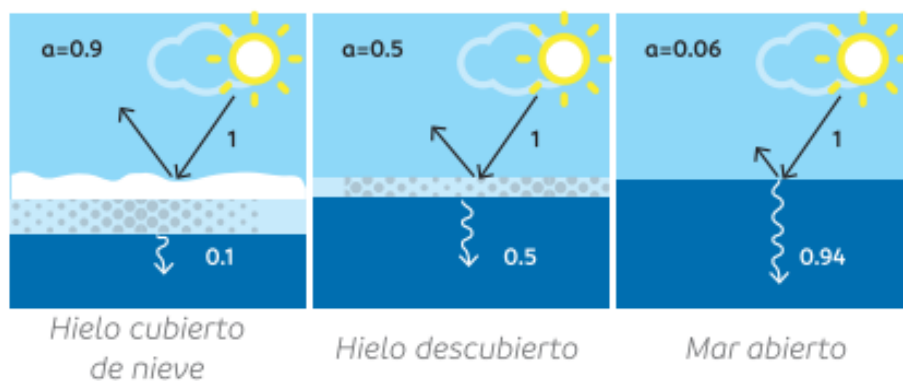
km² (una hectárea), o cualquier superficie rocosa con evidencia superficial de flujo viscoso, producto de un alto contenido de hielo actual o pasado en el subsuelo”. (Centro de Estudios Científicos, 2009).

2.1.3.1 La Importancia de los Glaciares

Los glaciares representan el 75% del reservorio de agua dulce del planeta y, junto con las grandes masas de hielo de los polos, son parte importante de la criósfera (agua en estado sólido).

En Chile, el 70% de la población obtiene de los glaciares el agua que consume. Asimismo, son importantísimos para el mantenimiento del clima global debido a que los glaciares reflejan entre el 45% y 85% de la luz del Sol que llega desde el espacio, enfriando de esta forma el planeta. Este porcentaje varía según lo fresco de la nieve, ya que mientras más fresca sea la nieve, más reflejará (Cereceda et al., 2016). Esto permite que el planeta tenga las temperaturas que tiene actualmente y cualquier cambio en este equilibrio hará del planeta un lugar más frío o cálido (ver Figura 2.4).

Figura 2.4: Ejemplo de reflexión de la luz del sol, en tres escenarios



Fuente: Primer Laboratorio Natural sobre Contaminación Glaciar y Cambio Climático: Levantamiento de la Línea de Base (Cereceda et al., 2016).

2.1.4 Tipos de glaciares

Los glaciares se clasifican según su temperatura y morfología. Por su temperatura, se diferencian en fríos (Antártida y Groenlandia) y templados (los demás glaciares en latitudes más templadas). (Unión Mundial para la Naturaleza, 2006).

Por su morfología, existen distintos tipos de glaciares, entre los más destacados se encuentran los que a continuación se describen.

2.1.4.1 Glaciares de Valle

Los glaciares de valle son aquellos que fluyen en un valle, usualmente cuentan con más de una zona de acumulación por las cuencas naturales de la zona en que se ubican y su naturaleza de fluir hacia abajo, pudiendo llegar al nivel del mar (ver Figura 2.5) (Morales, Camaras de hielo, 2017).

Figura 2.5: Ejemplo de glaciar de valle. Glaciar Amarillo, Parque Pumalín, Región de los Lagos



Fuente: (Fundación Glaciares Chilenos, 2018).

2.1.4.2 Glaciares de Piedemonte

El glaciar Piedmont o Piedemonte es aquel que se forma cuando la alimentación de los glaciares de valle es lo bastante abundante como para salir de la cuenca y desparramarse montaña abajo en forma de abanico (Morales, Camaras de hielo, 2017). Actualmente, en Chile solo quedan algunos en la Zona Austral, siendo el más famoso de estos el glaciar San Quintín. (ver Figura 2.6).

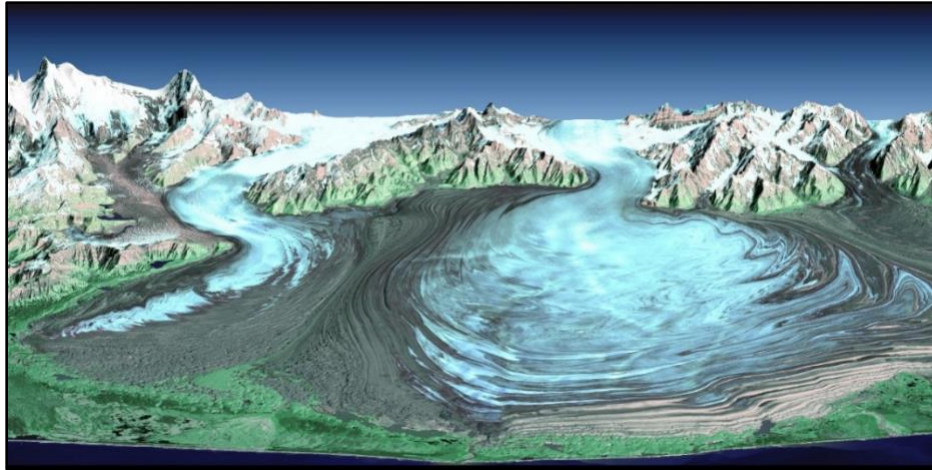
Otro ejemplo de este tipo de glaciares es el Malaspina en Alaska, siendo el glaciar de piedemonte más grande del mundo. Derramándose del campo de hielo de Seward, el glaciar Malaspina cubre aproximadamente 3.900 kilómetros cuadrados (1.500 millas cuadradas) a medida que se extiende por la llanura costera (ver Figura 2.7).

Figura 2.6: Ejemplo de glaciar piedemonte. Glaciar San Quintín, Chile



Fuente: San Quintín, el más grande del Campo de Hielo patagónico Norte (Cole,2019).

Figura 2.7: Ejemplo de glaciar piedemonte. Glaciar Malaspina, Alaska



Fuente: Malaspina, Glacier, Alaska. (Nasa,2000).

2.1.4.3 Glaciares de Montaña

Estos glaciares se desarrollan en regiones montañosas altas. A menudo fluyen desde campos de hielo que abarcan varios picos o incluso una cadena montañosa (ver Figura 2.8). Los glaciares de montaña más grandes se encuentran en el Ártico de Canadá, Alaska, los Andes en América del Sur y el Himalaya en Asia.

Figura 2.8: Ejemplo de glaciar de montaña. Glaciar Athabasca, Canadá



Fuente: Glaciar Atabhasca (Shibami,2018)

2.1.4.4 Glaciar de Circo

Glaciar de circo se define como aquel que se extiende más allá de su cuenca y que posee una pérdida reducida debido a su tamaño. Al verse confinado a su cuenca, producida por la erosión, no varía mucho en tamaño. Usualmente, cuando se derriten, se forma un lago en vez de descender cordillera abajo (Morales, 2017). También se pueden definir como depresiones con forma de anfiteatro, que se producen en la cabecera de un valle (Hernández D. , 2018).

Los circos glaciares suelen encontrarse en las zonas de alta montaña, aunque no son exclusivos de este ambiente y, en muchos casos, están separados unos de otros por crestas angulosas o picos que reciben el nombre de “horns” (cuernos) (Hernández D. , 2018).

Existen alrededor de todo Chile en la zona cordillerana, sin embargo, muchos de estos tienen una superficie menor (Morales, 2017). El más relevante, por su tamaño, es el glaciar Bello ubicado en la Región Metropolitana. También es un ejemplo el circo glaciar de Tjonnholstinden, al sur de Noruega (ver Figura 2.9).

Figura 2.9: Ejemplo de glaciar de circo. Glaciar Tjonnholstinden, Noruega



Fuente: El modelado glaciar: El hielo como constructor del relieve (Hernández D. ,2018)

2.1.4.5 Glaciares de Marea

Son glaciares de valles que fluyen lo suficientemente lejos como para llegar al mar. En algunos lugares, los glaciares de marea proporcionan hábitats de reproducción para las focas. Los glaciares de marea son responsables de la formación de numerosos pequeños icebergs que, aunque no son tan imponentes como los de la Antártida, pueden plantear problemas a las rutas de navegación (National Snow & Ice Data Center, 2020). Un ejemplo de este tipo de glaciares es el glaciar Lamplugh, que termina en una pequeña ensenada en el Parque Nacional y Reserva Glacier Bay de Alaska (ver Figura 2.10).

Figura 2.10: Ejemplo de glaciar de marea. Glaciar Lamplugh, Alaska



Fuente: All About Glaciers (National Snow & Ice Data Center, 2020).

2.1.4.6 Glaciares Colgantes

Cuando un sistema de glaciares de un valle importante se retira y se adelgaza, puede que los glaciares tributarios queden en valles más pequeños por encima de la superficie del glaciar central encogida. Estos se llaman glaciares colgantes. Si todo el sistema se ha derretido y desaparecido, los valles altos vacíos se denominan valles colgantes (National Snow & Ice Data Center, 2020).

Un ejemplo es el glaciar colgante el morado, ubicado en San José de Maipo, Región Metropolitana (ver Figura 2.11). El glaciar y su lago proglacial atraen a muchos visitantes cada año que pueden realizar excursiones de un día desde Santiago.

Figura 2.11: Ejemplo de glaciar colgante. Glaciar colgante El Morado, Chile

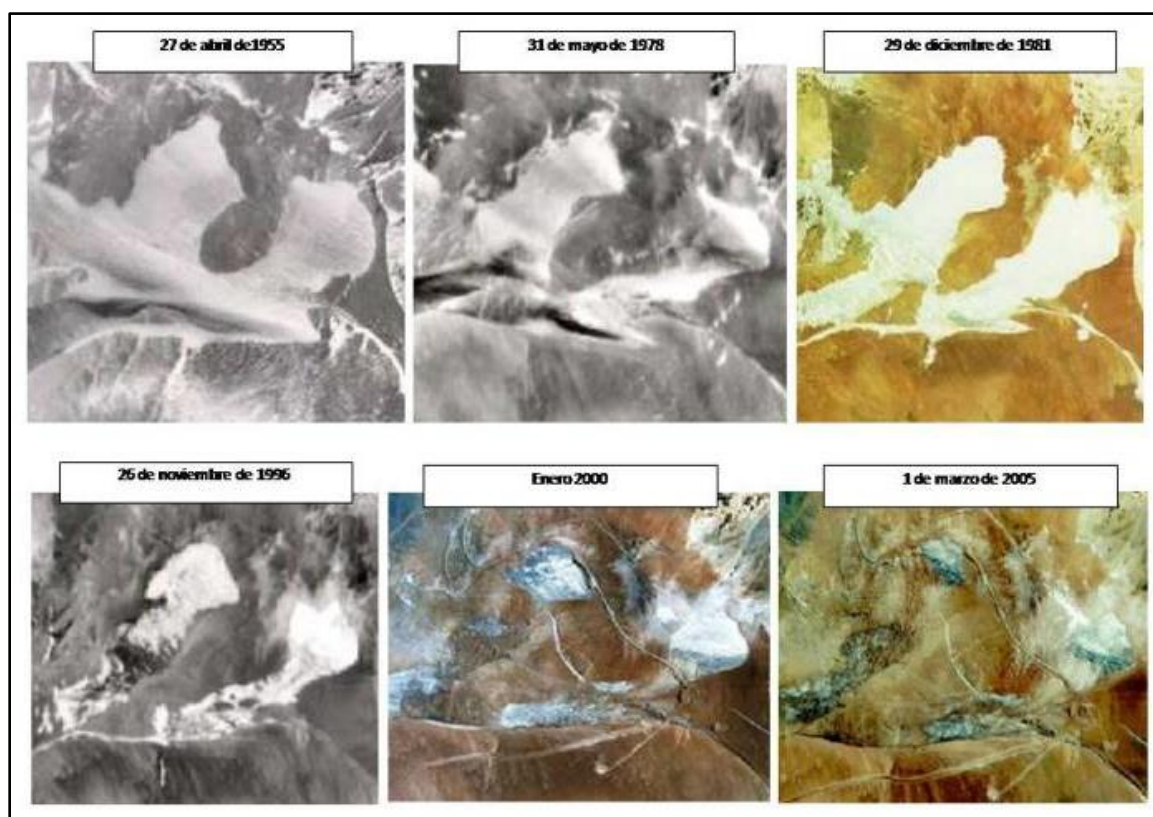


Fuente: Cambios en el glaciar Colgante El Morado entre los años 1932-2019 (Shaw,2020)

2.1.4.7 Glaciaretos

Los glaciaretos, son glaciares de menor tamaño. Científicos y expertos lo definen entre una y cinco hectáreas. En Chile no todos poseen nombre por su tamaño, sin embargo, existen algunos muy conocidos, como es el caso de los glaciaretos Esperanza, Toro 1 y Toro 2, ubicados en la Zona Norte del país, afectados por el proyecto minero Pascua Lama (ver Figura 2.12).

Figura 2.12: Ejemplo de glaciaretos. Retroceso de glaciares Toro I y Toro II, debido al proyecto minero Pascua Lama



Fuente: Disputa legal: Entregan sitio Barrickmiente.cl a Barrick Gold (OCMAL,2012).

2.1.4.8 Campos de Hielo

Los Campos de hielo son las más grandes masas de hielo que cubren una zona montañosa, relleno de valles. Un campo de hielo tiene Nunatak (una montaña o picacho de roca que surge a la mitad de un glaciar), poseen también varias lenguas que pueden llegar al océano o cuencas dependiendo de la ubicación y geografía del terreno (Morales, 2017).

En Chile hay dos campos de hielo, ambos ubicados en la Zona Austral de Chile, en la Patagonia. Estos son el Campo de Hielo Norte y Sur (ver Figura 2.13).

Figura 2.13: Ejemplo de campo de hielo. Campo de Hielo Norte y Sur



Fuente: Emprende una travesía por Campo de Hielo Norte (Inmunes Chile,2020).

2.1.4.9 Glaciares Rocosos

Los glaciares rocosos, son la expresión geomorfológica de la reptación¹ de permafrost² de montaña con alto contenido de hielo. Poseen una morfología en forma de lengua o lóbulo y un escarpe frontal y lateral como resultados del desplazamiento lento ladera o valle abajo, presentando cordones y surcos en su superficie. La estructura interna de los glaciares rocosos está constituida por una mezcla de hielo (entre 40% y 60%) y material detrítico³, convirtiéndolos en reservorios de agua congelada acumulada durante el período postglacial⁴ (Brenning & F.Azocar, 2010).

Poseen una capa activa, correspondiente a una capa superior que tiene congelamiento y descongelamiento estacional. La capa activa tiene un rol hidrológico importante ya que, debido a que los detritos superficiales poseen textura abierta, actúan como acumulador de agua, permitiendo que los glaciares de roca puedan almacenar agua precipitada, por congelamiento, y liberarla en forma de flujo continuo durante los meses estivales, otoño y parte del invierno (ver Figura 2.14) (Borquez et al., 2006).

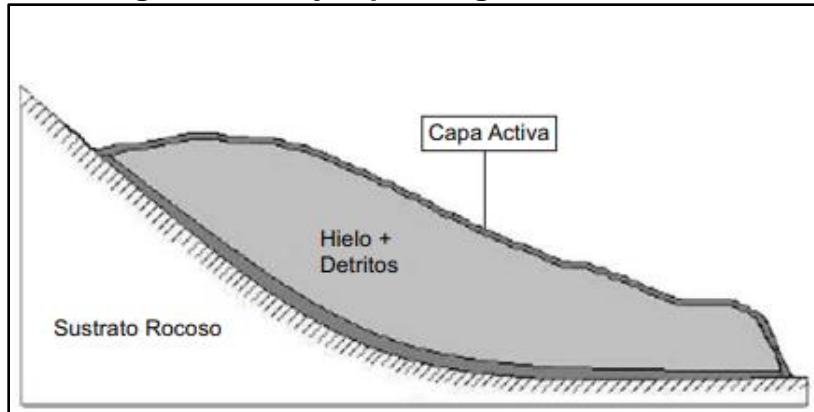
1 Movimiento de deslizamiento de los materiales situados en una pendiente.

2 Suelo congelado de regiones muy frías o glaciares que retienen gases de efecto invernadero, causante del cambio climático, como carbono y metano **que** se liberan en la atmósfera por el aumento del calor.

3 Es el llamado material suelto o sedimento de rocas.

4 Es la última y actual época geológica del período Cuaternario. Comprende los últimos 11.784 años, desde el fin de la última glaciación.

Figura 2.14: Ejemplo de glaciar de roca



Fuente: Glaciares Chilenos (Bórquez et al., 2006)

Este tipo de glaciares, son los que tienen mayor interés científico y político, debido a su importancia hidrológica, como también por su alto contenido mineral, lo que ha provocado que desde hace años se realicen intervenciones mineras en ellos, causando daños irreparables en los glaciares, como es el caso de los glaciaretos Toro I y Toro II, expuestos anteriormente.

2.1.5 Amenazas globales para la preservación de los Glaciares

2.1.5.1 Aumento de la Temperatura

El calentamiento global es un aumento, en el tiempo, de la temperatura media de la atmósfera terrestre y de los océanos. Se postula que la temperatura se ha elevado desde finales del siglo XIX debido a la actividad humana, principalmente por las emisiones de CO₂ que incrementaron el efecto invernadero. Se predice, además, que las temperaturas continuarán subiendo en el futuro si continúan las emisiones de gases invernadero. El aumento de la temperatura se ocasiona cuando los gases

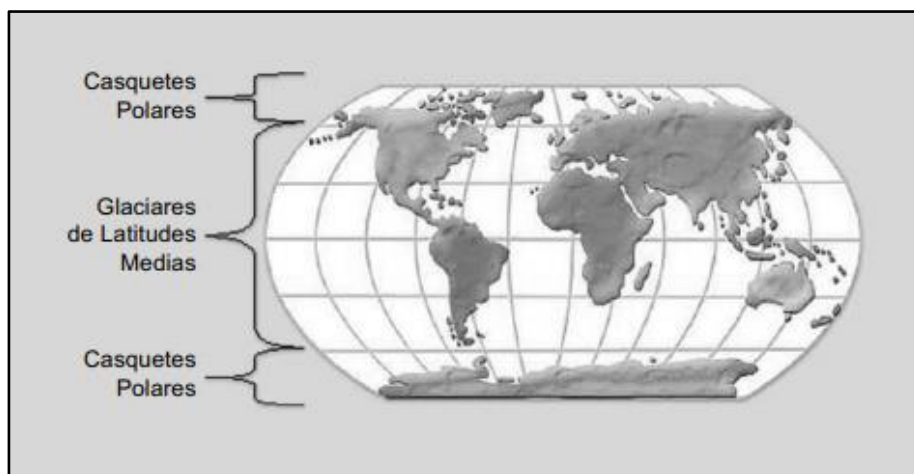
del efecto invernadero se acumulan en la atmósfera y atrapan el calor (Valencia & Soza, 2005).

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (Institución que lidera los estudios sobre los cambios en el clima global), considera a los glaciares no polares, ubicados en latitudes medias (ver Figura 2.15), como indicadores físicos de los cambios en la atmósfera, el clima y el sistema biofísico terrestre, debido a la sensibilidad que presentan frente a los cambios del medio.

Si bien los glaciares de gran parte de Chile se encuentran en una zona de transición climática, que está sometida constantemente a oscilaciones del clima, se han visto igualmente afectados por las alteraciones climáticas que se han presentado en el planeta. (Borquez et al., 2006).

Los estudios muestran que esta variación de la temperatura se asocia a un salto climatológico ocurrido entre los años 1976 y 1977, donde repentinamente la temperatura del aire aumentó casi 1°C, valor que llama la atención, al ser lo que se espera que aumente en un periodo de 30 años (Borquez et al., 2006).

Figura 2.15: Zonas de ubicación de glaciares



Fuente: Glaciares Chilenos (Bórquez et al., 2006)

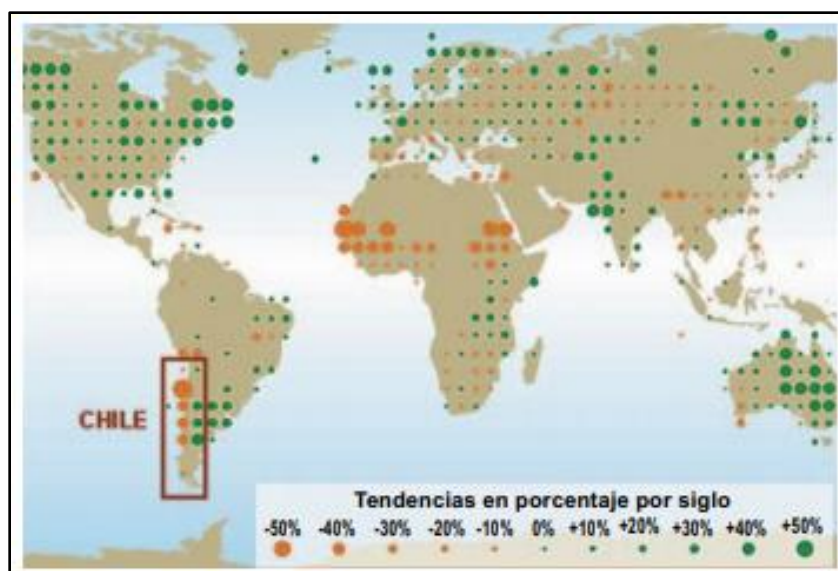
Esta variación ha impactado a los glaciares, ya que el aumento de las temperaturas ha elevado la isoterma cero, generando que la temperatura de fusión se ubique a una altura superior, provocando el derretimiento de nieves a mayor altura. Esto ha llevado a que gran parte de las investigaciones que relacionan glaciares chilenos con el cambio climático, analizan la respuesta de estos cuerpos de hielo al aumento de las temperaturas (Borquez et al., 2006).

De los glaciares ubicados en territorio nacional, los más afectados por los cambios de temperatura son los de la zona centro, sur, y zona austral, debido a que la masa de hielo se encuentra a temperaturas muy cercanas a las de fusión (Borquez et al., 2006), por lo que una pequeña variación en la temperatura significa una tasa de derretimiento mayor y, si no se acumula nieve a la misma velocidad, puede provocarse el retroceso de los glaciares.

2.1.5.1 Disminución de las Precipitaciones

El calentamiento global también ha producido una variación en las precipitaciones, con el aumento de ellas en algunas zonas, y en otras la disminución al punto de provocar sequias. En Chile, durante los últimos 100 años las precipitaciones han disminuido notablemente (ver Figura 2.16), mientras que en otros países han aumentado, trayendo consigo un desbalance natural para los ecosistemas y, también, desastres naturales.

Figura 2.16: Variación anual de precipitaciones periodo 1900-1999



Fuente: Glaciares Chilenos (Bórquez et al., 2006).

Por ello se puede señalar a los procesos climáticos globales, como una de las principales amenazas para la conservación de glaciares, situación directamente relacionada con las actividades antropogénicas que provocan el calentamiento global y, por ende, todas las variaciones climáticas antes mencionadas.

2.1.6 Amenazas locales que afectan a la preservación de los glaciares

2.1.6.1 Actividad Turística

Las actividades turísticas, usualmente no representa una gran amenaza a los glaciares, sin embargo, si se desarrolla de manera masiva y, adicionalmente, se utilizan medios de transporte mecanizado, o se construyen infraestructuras sobre el glaciar o cercanías, podrían generar impactos en un mediano y corto plazo. El turismo debe realizarse en una manera respetuosa y sin ser invasivo.

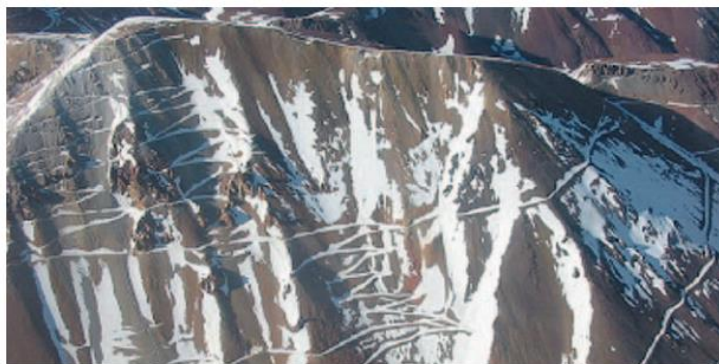
2.1.6.2 Proyectos Mineros en la Alta Cordillera

La actividad minera en Chile es una de las actividades que más afecta a los glaciares rocosos, generando impactos irreversibles. Desde la remoción de la superficie terrestre, donde se ubica el yacimiento, y sus obras anexas, la extracción de recursos naturales no renovables y generación de residuos contaminantes generan graves impactos ambientales (Borquez et al., 2006). A continuación, se describen las principales actividades de un proyecto minero en glaciares rocosos.

2.1.6.2.1 Construcción de caminos

Comienza en las etapas de reconocimiento, prospección y evaluación, mucho antes de la fase de explotación. No solo es el despeje y nivelación lo que afecta al glaciar, además, para que el terreno permita el adecuado paso de vehículos, se le debe añadir al suelo aceite y arena, afectando los flujos hídricos y alterando el orden natural de acumulación de nieve, debido a los caminos efectuados (ver Figura 2.17) (Borquez et al., 2006).

Figura 2.17: Imagen del impacto de la construcción de caminos, zona cordillerana de la III Región, octubre 2005



Fuente: Glaciares Chilenos (Bórquez et al., 2006).

2.1.6.2.2 Flujo vehicular

El transporte de los vehículos y maquinaria pesada por los caminos, realizados en la etapa previa, levantarán polvo que se depositará sobre el o los glaciares (Borquez et al., 2006). Esto formará una capa de color gris, que impedirá a los rayos del sol reflectarse nuevamente a la atmósfera, por ende, serán absorbidos por el glaciar, aumentando la temperatura interna, derritiéndose con mayor rapidez (ver Figura 2.18).

Figura 2.18: Capa gris en glaciar por levantamiento de material particulado



Fuente: Glaciares Chilenos (Bórquez et al., 2006).

2.1.6.2.3 Sondajes

Para la realización de los sondajes mineros se necesita construir una plataforma que permita colocar maquinaria pesada para perforar los pozos y extraer las muestras. Estos sondajes son más o menos intensos, dependiendo de la etapa de exploración, siendo sólo unos pocos en la etapa de reconocimiento, aumentando en la etapa de prospección y siendo mucho más masivos en la etapa de evaluación de las reservas (Borquez et al., 2006).

En la última etapa exploratoria la intervención se hace más intensiva, realizándose perforaciones más cercanas entre sí y que se ubican independientemente a la existencia o no de un glaciar, lo que ha llevado a dinamitar el hielo, si es que la perforación tiene que hacerse sobre el glaciar, para generar la plataforma que permita la colocación de la maquinaria adecuada (Borquez et al., 2006).

2.1.6.2.4 Fase de explotación

En esta fase, en que los caminos están habilitados, se construye la infraestructura adecuada, se realizan tronaduras para la extracción del material, chancado y transporte constante de camiones, entre otras actividades (Borquez et al., 2006).

Todas estas actividades generan levantamiento de material particulado que, según la velocidad y dirección del viento, puede depositarse en los glaciares más cercanos, creando una capa gris en su manto, como se describe en el punto anterior.

La acción del viento puede empeorar aún más en esta situación, según sea su dirección, por lo que la actividad minera en la alta cordillera puede provocar un gran impacto ambiental sobre los glaciares de las zonas cercanas y medias.

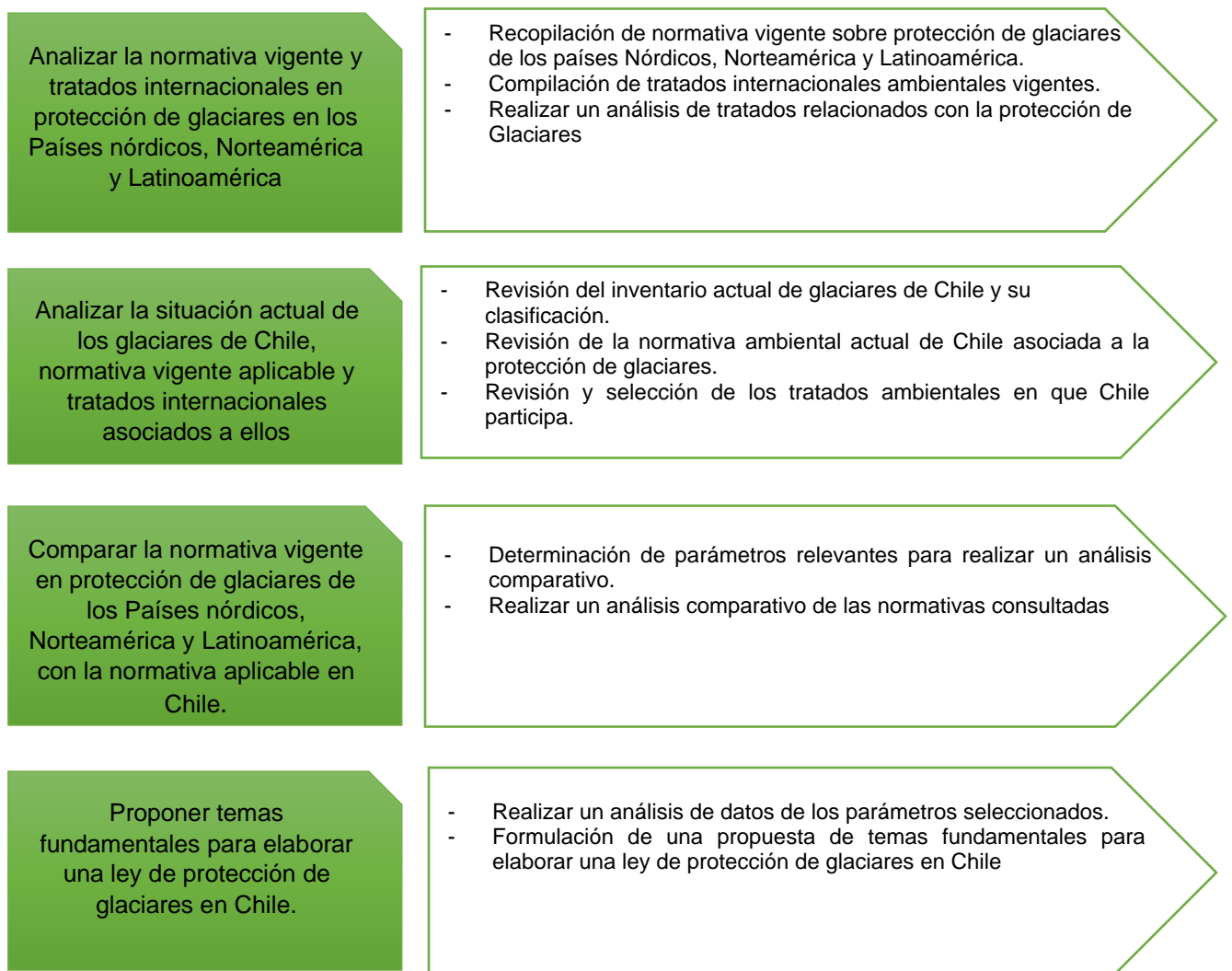
.

3. METODOLOGÍA

3.1 Metodología del Estudio

Para realizar este estudio es necesario generar una extensa búsqueda de información, generando un contenido con base, fundamentos e información clara y concisa, que brinde conocimiento para futuras investigaciones (ver Figura 3.1).

Figura 3.1: Esquema metodológico



Fuente: Elaboración propia.

3.2 Análisis de la Normativa Vigente y Tratados Internacionales en Protección de Glaciares en los Países Nórdicos, Norteamérica y Latinoamérica

3.2.1 Recopilación de normativa vigente sobre protección de glaciares de los países Nórdicos, Norteamérica y Latinoamérica

Para llevar a cabo esta actividad, será necesario hacer una búsqueda de información en las páginas gubernamentales de cada país a investigar, o en *papers* disponibles en la web sobre este tema, revisando las leyes existentes en materia ambiental, destacando aquellos puntos que se refieran a la protección de glaciares, o que de manera indirecta puedan relacionarse con ella, dejándolas archivadas para su posterior análisis,

3.2.2 Compilación de tratados internacionales ambientales vigentes

En esta actividad se llevará a cabo una extensa búsqueda en la web, sobre tratados ambientales existentes en la actualidad. Se estudiará cada tratado y solo se seleccionarán aquellos en que se mencione, de manera directa o indirecta, la protección de glaciares ya sea por protección directa de glaciares, protección de los cuerpos de agua o protección de parques nacionales, en los que exista su presencia.

3.2.3 Realización de un análisis de tratados relacionados con la protección de Glaciares

Luego de seleccionar los tratados relacionados a la protección de glaciares, se corroborará cuales países del interés de este estudio pertenecen a ellos, ya sean

tratados internacionales o tratados continentales, entre otros, elaborando un catastro de esta información.

3.3 Análisis de la Situación Actual de los Glaciares de Chile, Normativa Vigente Aplicable y Tratados Internacionales Asociados a Ellos

3.3.1 Revisión del inventario actual de glaciares de Latinoamérica, Norteamérica y Países Nórdicos

Para realizar esta revisión, se consultará en la web la información disponible, en páginas gubernamentales, diarios, revistas científicas, y todo aquello que pueda entregar información reciente sobre el inventario de glaciares de cada país, con los datos de la cantidad y superficie total de glaciares, con el fin de utilizar esta información para el estudio comparativo.

3.3.2 Revisión de la normativa ambiental actual de Chile asociada a la protección de glaciares

Se llevará a cabo una revisión de toda la normativa chilena asociada a la protección de glaciares, a través de páginas web gubernamentales, fundaciones que protegen a los glaciares y organizaciones ambientales, entre otras, seleccionando aquellas leyes que puedan relacionarse de forma directa o indirecta con el tema que, por ejemplo, contemple la protección de parques nacionales o santuarios de la naturaleza donde exista presencia de glaciares, para su posterior análisis. Se identificarán los temas fundamentales que considera la normativa chilena, para proteger zonas con presencia de glaciares, para poder realizar posteriormente el análisis comparativo.

3.3.3 Revisión y selección de los tratados ambientales en que Chile participa

Se estudiarán los protocolos, tratados o acuerdos ambientales a los que Chile está adscrito, analizando el contenido de cada uno de ellos y determinando si infieren en la protección de glaciares de forma directa e indirecta.

3.4 Comparación de la Normativa Vigente en Protección de Glaciares de los Países nórdicos, Norteamérica y Latinoamérica, con la Normativa Aplicable en Chile

3.4.1 Determinación de parámetros relevantes para realizar un análisis comparativo

Con toda la información ya seleccionada en los puntos anteriores, se realizará un análisis de parámetros fundamentales a considerar para que se lleve a cabo una protección real de los glaciares. Estos parámetros a considerar por cada uno de los países serán la cantidad de glaciares, superficie glaciar, tratados, acuerdos y protocolos pactados, emisiones de CO₂ totales, emisiones de CO₂ per cápita y si poseen alguna Ley de protección de glaciares.

3.4.2 Realizar un análisis comparativo de las normativas consultadas

Con los parámetros ya identificados, se elaborará una serie de tablas para poder agrupar e interpretar de manera más clara la información. La primera contendrá todos los acuerdos, tratados o protocolos que aporten a la protección de glaciares, ya sea de manera directa o indirecta, identificando que país pertenece a cada cual. Luego, se elaborará una tabla con los datos más recientes disponibles en la web, de las emisiones de CO₂ generadas por cada país para luego, finalmente, construir

una tabla general, en donde se encuentren todos los datos de los parámetros identificados en el punto 3.3.1.

3.5 Propuesta de Temas Fundamentales para Elaborar una Ley de Protección de Glaciares en Chile

3.5.1 Realización de un análisis de datos de los parámetros seleccionados

De la tabla general, antes elaborada, que contiene la síntesis de toda la información estudiada y expuesta en el capítulo 4 del presente estudio (cantidad de glaciares, superficie glaciaria, tratados, acuerdos y protocolos pactados, emisiones de CO₂ totales, emisiones de CO₂ per cápita y Ley de protección de glaciares), se analizará la relación de cada uno de estos puntos, con la protección de glaciares, y cómo la diferencia de valores en estos datos, puede inferir en una buena o mala gestión del recurso hídrico.

3.4.2 Formulación de una propuesta de temas fundamentales para elaborar una ley de protección de glaciares en Chile

Por último, se formulará una propuesta de temas que se deben considerar al momento de elaborar una Ley de protección de glaciares en Chile, o sobre qué medidas ambientales pueden llevarse a cabo para su protección, sin la necesidad de crear una Ley que los proteja.

4. RESULTADOS

4.1 Resultado del Análisis de la Normativa Vigente y Tratados Internacionales en Protección de Glaciares en los Países Nórdicos, Norteamérica y Latinoamérica

4.1.1 Normativa vigente sobre protección de glaciares de los Países Nórdicos, Norteamérica y Latinoamérica

4.1.1.1 Normativa de los Países Nórdicos

En los Países Nórdicos no existe normativa de protección de glaciares como tal, sin embargo, son un referente en materia de sustentabilidad para el mundo. Si bien cada uno de los países que los conforman, tienen distintas maneras de abordar la administración de temas ambientales, con sus respectivos ministerios, agencias, organismos, etc., todos se enfocan en el objetivo de reducir las emisiones de CO₂, según lo acordado en el protocolo de Kioto pactado en el año 1997. (Alegre, 2018).

Una de las principales medidas que tiene en común los Países Nórdicos para cumplir con los objetivos de este protocolo, es la transición a energías renovables. Noruega, ha llegado a conseguir la neutralidad en sus emisiones de CO₂, Finlandia ha reducido a un 80% las emisiones domésticas de CO₂, Dinamarca tiene un sistema 100% energía renovable, Islandia tiene el objetivo de introducir la energía renovable a un 80%, y en Suecia se recicla el 96% de los desechos domésticos, generando energía a través de la incineración (Alegre, 2018). En Suecia, se logró reducir también el uso de los automóviles, aumentando el impuesto al combustible, y mejorando la calidad del transporte público, fomentando el uso de las ciclovías, y teniendo estacionamientos subterráneos en cada distrito de manera gratuita para automóviles eléctricos, lo que permite que la ciudad permanezca libre de

automóviles priorizando la vida familiar y áreas verdes, brindando así calidad de vida a sus habitantes. (Johansen, 2019).

4.1.1.2 Normativa de Canadá

Canadá ha sido uno de los primeros Estados en desarrollar esta clase de esfuerzos a nivel internacional. La primera labor de inventario de glaciares correspondió a la Universidad de Toronto en 1962. Los programas oficiales sólo se originan en 1968, adhiriendo a las pautas establecidas por UNESCO para realizar estas labores de inventario a nivel internacional (Moya P. , 2013).

En el año 2010, las autoridades de British Columbia y Montana (Estados Unidos de América) firmaron un acuerdo para la protección transfronteriza glaciario de espacios caracterizados por comprender el territorio de ambos Estados. La medida alcanza al Parque Nacional Glaciar y se refiere principalmente a actividades de minería y extracciones en general. La medida se ha fundado, entre otros aspectos, en la fauna presente en este ecosistema, por corresponder al hábitat característico de ciertas especies, tales como osos, guepardos y gatos montañeses (Moya P. , 2013).

Pese a que en Canadá no existe una normativa particular sobre los glaciares, sí se le da mucha importancia al análisis de estos y a entender su comportamiento natural, en el marco de las evaluaciones de impacto ambiental y social referentes a proyectos que se vayan a emplazar en sus cercanías (Fundacion Terram, 2020).

4.1.1.3 Normativa de Estados Unidos

Estados Unidos, actualmente, no posee ninguna protección a los glaciares, más que la protección fronteriza que mantiene con Canadá, al parque nacional Glaciar que comparten ambos estados.

Tras la salida de Estados Unidos del Acuerdo de París, debido al escepticismo del presidente Donald Trump, los glaciares han quedado totalmente a la deriva. De los 150 glaciares que existían en el parque Glaciar de Montana, a finales del siglo XIX, solo restan 26, y en los últimos 50 años han perdido el 85 % de su masa de hielo, según un estudio divulgado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (Agencia EFE, 2017).

4.1.1.4 Normativa de Argentina

Argentina es el único país del mundo en contar con una ley exclusiva para la protección de glaciares, con la denominada Ley de Presupuestos Mínimos de Protección de los Glaciares, que fue sancionada en el año 2010, y que prohíbe la exploración y explotación minera en el ambiente glaciar y periglaciar.

4.1.1.5 Normativa de Bolivia

Los glaciares no poseen un estatuto jurídico establecido expresamente en el ordenamiento jurídico boliviano. Si bien no existe una definición legal ni un tratamiento jurídico de los glaciares, debido a que éstos son considerados recursos hídricos, materia que fue regulada legalmente, puede decirse que los glaciares bolivianos están regulados a través de la legislación sobre agua.

Debido a que algunos glaciares se encuentran ubicados dentro de las áreas protegidas, también se encuentran tutelados por éstas y sus normas. A su vez, se aplican a los glaciares las disposiciones de otras normas tales como la Ley del Medio Ambiente N°1.333, de fecha 27/4/92; Reglamento en materia de Contaminación Hídrica, aprobado por el Decreto Supremo 24.176, de fecha 8/12/95, que define a las aguas naturales como aquellas cuyas propiedades originales no fueron modificadas por la actividad humana y que incluye dentro de las superficiales a los nevados y glaciares; Ley de Vida Silvestre, Parques Nacionales, Caza y Pesca

N° 12.301 de fecha 14/3/75 y al Reglamento de Áreas Protegidas, Decreto Supremo 24.781 de fecha 31/7/97 (Iza & Rovere, 2006).

4.1.1.6 Normativa de Colombia

Los glaciares no poseen un estatuto jurídico establecido expresamente en el ordenamiento jurídico colombiano. Existen disposiciones, en distintos textos jurídicos, que hacen alguna referencia a éstos o que, si bien no los mencionan expresamente, pueden tener algún efecto sobre ellos. Cabe destacar que, todas las áreas de glaciar del país están declaradas como áreas del Sistema de Parques Nacionales. Por tal motivo, puede decirse que, la normativa que regula estas áreas coincide con la de dicho Sistema (Iza & Rovere, 2006).

El tema se regula también a través de normas y principios generales ambientales, como también mediante disposiciones especiales sobre aguas, ordenación de cuencas, ordenamiento territorial y en la política, principalmente a través de los ecosistemas de alta montaña (Iza & Rovere, 2006)

4.1.1.7 Normativa de Ecuador

Los glaciares no poseen un estatuto jurídico establecido expresamente en el ordenamiento jurídico ecuatoriano. La única disposición que hace una referencia especial a los “nevados”, sin utilizar la palabra glaciar, es la incorporada en el artículo 623 del Código Civil, que ubica a los nevados perpetuos y las zonas de territorio, situadas a más de 4.500 msnm, dentro de la categoría de los bienes nacionales de uso público. La norma señala, además, que son bienes nacionales “aquellos cuyo dominio pertenece a la nación toda, y que, si además su uso pertenece a todos los habitantes de la nación, como el de las calles, plazas, puentes y caminos, el mar adyacente y sus playas, se llaman bienes nacionales de uso público o bienes públicos” (Iza & Rovere, 2006).

Por otro lado, el Código Civil hace la diferenciación entre bienes nacionales y bienes fiscales. Según este concepto, son bienes nacionales de uso público aquellos que están destinados al uso directo y general de los habitantes o que están afectados a un fin de utilidad o comodidad común. Se entiende que, los bienes públicos están fuera del comercio y tienen como característica el hecho de ser inajenables, inembargables e inalienables.

Sobre estos bienes generalmente no se pueden constituir derechos reales, pero son susceptibles de uso general por todos los habitantes o de un uso especial a través de figuras tales como la concesión o el permiso. Dentro de este tipo de bienes se encuentran el Patrimonio Forestal del Estado y el Patrimonio Nacional de Áreas Naturales, según los artículos 1 y 69 de la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre. Debido al servicio que prestan los glaciares como proveedores de agua al ser humano y al ecosistema, se deberá entender que, acorde a la disposición antedicha del Código Civil, se le aplicarán las mismas regulaciones aplicables al agua, como un bien nacional de uso público (Iza & Rovere, 2006).

La Ley de Aguas determina que ningún particular puede apropiarse de las aguas, cualquiera que sea su origen y condición. Las aguas de ríos, lagos, lagunas, manantiales que nacen y mueren en una misma heredad, nevados, caídas naturales y otras fuentes, y las subterráneas, afloradas o no, son bienes nacionales de uso público (Iza & Rovere, 2006).

4.1.1.8 Normativa de Perú

No existe reglamentación específica referida a la protección de los glaciares, pero sí algunas regulaciones que de manera indirecta pueden contribuir a su protección y constituir la base de una futura política sobre estos ecosistemas. Así, por ejemplo,

la Ley General de Aguas señala en el artículo 4, literal e, que sus disposiciones comprenden las aguas marítimas, terrestres y atmosféricas del territorio y espacio nacionales, en todos sus estados físicos, las que, con carácter enunciativo, pero no limitativos son, entre otras, los nevados y glaciares (Iza & Rovere, 2006).

En el artículo 5, literal d, se precisa que las áreas ocupadas por los nevados y los cauces de los glaciares son igualmente de propiedad inalienable e imprescriptible del Estado. Esta ley contiene un amplio espectro de regulaciones destinadas no solo a la conservación del recurso, sino también a su preservación (tendencia legislativa en materia de agua que se recogió en muchas legislaciones sobre la materia que se dictaron hacia fines de la década los 60 e inicio de la década de los 70) (Iza & Rovere, 2006).

En ese sentido, estas disposiciones resultarían aplicables a los glaciares en tanto “recurso agua”. Asimismo, los glaciares ubicados en nevados o picos del territorio nacional estarían considerados en el Reglamento de Clasificación de Tierras (una norma creada en 1975) dentro de la clasificación de tierras de protección, ya que no reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridas para cultivo, pastoreo o producción forestal. Sin embargo, no se trabajó en la reglamentación específica de su protección como tal, contradiciendo los estudios técnicos realizados, que advierten de la necesidad mayor de prevención y lineamientos para su manejo y conservación (Iza & Rovere, 2006).

El Proyecto de la Ley de Aguas, cuyo texto fue publicado en el Diario Oficial para debate público y que fuera resultado del trabajo de la Comisión Técnica Multisectorial creada por Decreto Supremo 122-2002-PCM, en abril de 2003 (que modificaría la norma actualmente vigente desde el año 1969 en sus artículos. 5 y 6), considera al agua proveniente de los nevados y glaciares, así como a las áreas ocupadas por los mismos, como bienes asociados al agua (Iza & Rovere, 2006).

Les otorgará así un estatuto jurídico a los glaciares, que se concretará únicamente si dicha ley se aprueba y es reglamentada en forma adecuada. Por otro lado, los glaciares se vinculan indirectamente con la regulación de cuencas hidrográficas, tanto en la parte institucional como sustantiva, ya que da prioridad a las acciones de conservación y manejo de los recursos hídricos, dentro de los que se consideran los glaciares. (Iza & Rovere, 2006).

4.1.2 Tratados internacionales ambientales vigentes

4.1.2.1 Protocolo de Kyoto

El Protocolo de Kyoto fue aprobado el 11 de diciembre de 1997. Debido a un complejo proceso de ratificación, entró en vigor el 16 de febrero de 2005. Actualmente, hay 192 Partes en el Protocolo de Kioto. (United Nations Climate Change, 2020)

En concreto, el Protocolo de Kyoto pone en funcionamiento la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, comprometiendo a los países industrializados a limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), de conformidad con las metas individuales acordadas. La propia Convención sólo pide a esos países que adopten políticas y medidas de mitigación y que informen periódicamente (United Nations Climate Change, 2020).

El Protocolo de Kyoto se basa en los principios y disposiciones de la Convención y sigue su estructura basada en los anexos. Sólo vincula a los países desarrollados y les impone una carga más pesada en virtud del principio de "responsabilidad común pero diferenciada y capacidades respectivas", porque reconoce que son los principales responsables de los actuales altos niveles de emisiones de GEI en la atmósfera (United Nations Climate Change, 2020).

Es por esta razón que, indirectamente, los países participantes en este protocolo están tomando acciones para proteger a los glaciares, ya que al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, se está combatiendo el calentamiento global.

De los países de interés para este estudio, todos participan de este protocolo, a excepción de Canadá y Estados Unidos (Cepal, 2021).

4.1.2.2 Protocolo de Montreal

El Protocolo de Montreal es un acuerdo ambiental internacional, que logró ratificación universal para proteger la capa de ozono de la tierra, con la meta de eliminar el uso de sustancias que agotan la capa de ozono (SAO). De otro modo, aumentaría el riesgo de que altos niveles de radiación ultravioleta penetren en la tierra, lo que daría lugar a una mayor incidencia de cáncer de piel y cataratas oculares, afectaría los sistemas inmunológicos y tendría efectos negativos en las cuencas hidrográficas, las tierras agrícolas y los bosques (Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo, 2020).

Desde su adopción, en 1987 y a partir de finales de 2014, se ha eliminado con éxito más del 98% de las SAO controladas, lo que ha ayudado a revertir los daños a la capa de ozono. Un beneficio colateral muy importante es que, durante el período 1989-2013, se han reducido las emisiones acumuladas de CO₂ en 135.000 millones de toneladas. Todos los países miembros de las Naciones Unidas son parte de este tratado. (Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo, 2020).

4.1.2.3 Protocolo de Madrid

El 4 de octubre de 1991 se firma en Madrid el Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente (también conocido como Protocolo de Madrid), que nace para reforzar el Sistema del Tratado Antártico y por la necesidad de incrementar la protección del medio ambiente Antártico y de los ecosistemas dependientes y asociados, designando a la Antártida como reserva natural, consagrada a la paz y a la ciencia (Ministerio de Ciencias e Innovación, 2020).

El Protocolo sobre Protección del Medio Ambiente tiene seis anexos técnicos, cinco de los cuales ya han entrado en vigor, los anexos del I al IV en 1992, un mes después de la firma del Protocolo de Madrid y el anexo V en 1998. El anexo VI todavía está pendiente. El Protocolo y sus Anexos recogen un conjunto exhaustivo de principios básicos y reglas obligatorias detalladas aplicables a todas las actividades humanas en la Antártida. Los países firmantes de este protocolo son: Colombia, Estados Unidos, Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega y Suecia (Ministerio de Ciencias e Innovación, 2020).

4.1.2.4 Tratado Antártico

El Tratado Antártico se firmó el 1° de diciembre de 1959 en Washington y entró en vigor el 23 de junio de 1961. A través de éste, se brinda un marco normativo en relación al uso pacífico de la Antártica; la cooperación para la investigación científica; intercambio de informaciones; el régimen de inspecciones de las actividades que se realizan en la Antártica; la condición de statu quo de las reclamaciones territoriales de siete de los países signatarios, entre los cuales se encuentra Chile; la estructura orgánica; las actividades de terceros Estados en la Antártica; y las normas y convenciones para la conservación de los recursos y del ambiente. (Instituto Chileno Antártico, 2019)

El Tratado designa a la Antártica como una región de paz y cooperación abordando, además, las cuestiones relacionadas con los reclamos de soberanía. Establece que: “es interés de toda la humanidad que la Antártica continúe utilizándose siempre exclusivamente para fines pacíficos y que no llegue a ser escenario u objeto de discordia internacional” (Instituto Chileno Antártico, 2019).

El Tratado fue firmado por los doce países que habían desarrollado actividades en el Continente Blanco durante el Año Geofísico Internacional (1957-58). Los países signatarios fueron: Argentina, Nueva Zelanda, Australia, Noruega, Bélgica, Sudáfrica, Rusia, Chile, Francia, Gran Bretaña, Japón y Estados Unidos. Estos países adquirieron, automáticamente, la condición de Miembros Consultivos (Instituto Chileno Antártico, 2019).

4.1.2.5 Acuerdo de Escazú

Es un convenio promovido por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) cuya adopción impulsaron, precisamente, Chile y Costa Rica en 2018, tras cuatro años de negociaciones (Cueto, 2020).

El acuerdo recibió ese nombre por adoptarse en la ciudad costarricense de Escazú y su objetivo es facilitar el acceso a la información pública y promover la participación ciudadana en las políticas medioambientales de América Latina y el Caribe (Cueto, 2020).

A pesar de ser el primer gran tratado medioambiental de Latinoamérica y el Caribe, el gobierno de Chile se rehusó a firmarlo. Sin embargo, de los países de interés para este estudio participan Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú.

4.1.2.6 Acuerdo de París

En la COP21 de París, celebrada en la capital francesa en diciembre de 2015, se aprobó el Acuerdo de París, que es el primer acuerdo vinculante sobre el clima a nivel mundial. El objetivo principal del Acuerdo de París es reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza (Ayuda en Acción, 2019).

La reducción de las emisiones es fundamental para lograr cumplir el acuerdo. Para ello, los Estados firmantes se comprometen mantener, a largo plazo, la media mundial por debajo de los 2 °C con respecto a los niveles preindustriales; limitar el aumento a 1,5 °C, con el objetivo de reducir impacto y riesgos del cambio climático; las emisiones globales deben alcanzar su máximo cuanto antes; y la aplicación de rápidas reducciones una vez logrados los anteriores objetivos (Ayuda en Acción, 2019).

El Acuerdo de París debe reforzar la capacidad de los países para afrontar las consecuencias del cambio climático, ofreciendo incluso apoyo financiero o técnico para dar una mejor respuesta a dichas consecuencias. Dos países fueron los únicos que no suscribieron el pacto firmado en París en 2015, Siria y Nicaragua. (Ayuda en Acción, 2019).

4.1.3 Análisis de tratados relacionados con la protección de Glaciares

De los tratados, acuerdos y protocolos internacionales consultados, ninguno aborda como tema central la protección de los glaciares. Si bien existe el Tratado Antártico, en el que se pacta la utilización de la Antártica con fines pacíficos, cabe recordar que, según lo mencionado en el punto 2.1.4 del presente estudio, los glaciares se clasifican en fríos, correspondientes a la Antártica y Groenlandia, y templados, correspondientes a los glaciares restantes distribuidos por el mundo, según su

morfología. Es por ello que, este tratado deja fuera de protección a un gran porcentaje de glaciares y, aunque es algo muy beneficioso para la preservación del recurso hídrico, este no es suficiente. Años después se firma el Protocolo de Madrid, el que busca reforzar el Tratado Antártico, buscando medidas todavía más rigurosas para la preservación de la Antártica y sus ecosistemas, pero solo 7 de los 12 países involucrados en el primero tratado firmaron, siendo Chile uno de los países que desistió, demostrando desinterés en la protección de este recurso hídrico.

Por otro lado, los protocolos que existen actualmente tienen una relación indirecta con la preservación de los glaciares, pero muy significativa ya que, si las metas propuestas en cada uno de los acuerdos y tratados se cumplieran, esto retardaría el retroceso de glaciares.

El primer intento de generar un cambio y una estrategia para combatir el calentamiento global, fue con el Protocolo de Kyoto, en el año 1997. Aunque las metas propuestas eran bastante prometedoras, no han sido suficientes para revertir los efectos del cambio climático. Esto debido a que, de todos los países participantes de la ONU, dos quedaron fuera, Canadá y EE. UU, ambos generan las cantidades más altas de emisiones de CO₂ al año, por lo que poco sirvieron los esfuerzos de los demás países por mejorar la situación (Duarte, 2018).

El Acuerdo de París tiene una meta clara, que es mantener la media mundial de temperatura por debajo de los 2°C con respecto a los niveles preindustriales, limitando el aumento a 1,5 °C, con el objetivo de reducir impacto y riesgos del cambio climático. No obstante, resulta ser bastante ambicioso, considerando que hay países menos desarrollados en el acuerdo, que no han generado un buen modelo ambiental, y que priorizan el factor económico por sobre la preservación del medio ambiente.

Por otra parte, se tiene el Acuerdo de Escazú, que trata sobre la participación ciudadana en las políticas medioambientales, y es considerado el primer gran acuerdo ambiental de Latinoamérica. Este acuerdo hubiera sido muy beneficioso para la protección de los glaciares chilenos, ya que la ciudadanía podría interponerse ante proyectos mineros de altas montañas, que son los que perjudican de manera agresiva la preservación de los glaciares. Sin embargo, Chile decidió quedar fuera, mostrando así una vez más que los intereses económicos prevalecen ante la preservación del medio ambiente.

Finalmente, el protocolo de Montreal es uno de los que ha podido cumplir sus metas en la actualidad a un 98%, pero no causa un efecto fuerte en el freno del retroceso de glaciares, por lo que se debe seguir trabajando en nuevos acuerdos para gestionar bien el recurso hídrico en el mundo.

4.2 Situación Actual de los Glaciares de Chile, Normativa Vigente Aplicable y Tratados Internacionales Asociados a Ellos

4.2.1 Inventario actual de glaciares de Latinoamérica, Norteamérica y Países Nórdicos

4.2.1.1 Chile

La última actualización del inventario de glaciares fue en el año 2014, elaborado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) y la Dirección General de aguas (DGA). En el inventario se indican un total de 24.114 glaciares, de los cuales 2.831 son glaciares rocosos, 8.019 glaciares de montaña, 301 son glaciares de valle, 366 son glaciares de piedemonte y 12.597 son glaciaretos (Morales, 2017). En la Tabla 4.1 se muestra el inventario de glaciares para la zona norte del país.

Tabla 4.1: Inventario de glaciares para Regiones de la Zona Norte de Chile

Región	Tipo de glaciar	Nº de glaciares	Superficie total (km ²)
Arica y Parinacota	De montaña	45	11.2
	Rocosos	228	16.76
	Glaciaretos	54	2.39
Tarapacá	De montaña	1	0.34
	Rocosos	81	5.72
	Glaciaretos	9	0.34
Antofagasta	De montaña	4	0.98
	Rocosos	93	5.04
	Glaciaretos	42	1.13
Atacama	De montaña	119	47.32
	Rocosos	317	29.87
	Glaciaretos	313	10.71
Coquimbo	De montaña	19	6.89
	Rocosos	656	36.26
	Glaciaretos	161	5.13
Total		2.142	180.08 km²

Fuente: Cámaras de Hielo (Morales,2017).

Actualmente el último registro proporcionado por “Glaciares de Chile 2014” indica una superficie glaciar de aproximadamente 23.000 km². (Vivanco, 2016).

4.2.1.2 Argentina

Desde que se instauró la Ley 26.636 “Presupuestos Mínimos para la Preservación de los Glaciares y el Ambiente Periglacial” en el año 2010, Argentina ha trabajado en la actualización del inventario de glaciares, para poder avanzar en el conocimiento de la ubicación, superficie, generando información esencial para su protección. (Zalazar et al., 2017)

En la Tabla 4.2 se encuentra el inventario de glaciares de Argentina, hasta la fecha.

Tabla 4.2: Inventario de glaciares de Argentina por Región

Región	Superficie con glaciares (km ²)	Porcentaje de superficie con glaciares (%)	Cantidad de glaciares	Porcentaje de la cantidad de glaciares (%)
Andes Desérticos	241	4.2	2429	15.7
Andes Centrales	1767	30.8	8078	52.2
Andes del Norte de la Patagonia	292	5.1	2112	13.6
Andes del Sur de la Patagonia	3422	59.6	2420	15.6
Andes de Tierra del Fuego e Islas del Atlántico Sur	21	0.4	443	2.9
Total	5743	100	15,482	100

Fuente: Glaciares de Argentina: Resultados Preliminares del Inventario Nacional de Glaciares. (Zalazar et al., 2017)

4.2.1.3 Perú

Debido a los efectos negativos que se han presentados en los últimos años, llamado retroceso glaciar, la Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos del Perú a través del Área de Inventario de glaciares y lagunas altoandinas realizó una actualización de la cartografía de la superficie de glaciares y lagunas en el año 2013. Este estudio arrojó que, en los últimos 40 años se ha registrado una pérdida en superficie de 42,64 %, con respecto a los resultados obtenidos en el inventario del año 1970. (Autoridad Nacional del Agua, 2014)

En la Tabla 4.3 se puede observar el resultado de la última actualización del inventario de glaciares, realizada en el año 2013.

Tabla 4.3: Inventario de glaciares de Perú

Superficie Actualizada (ANA - 2013)					
	Cordillera	N° Glaciares	Superficie (km2)	Hidrandina S.A. (1970)	Imagen Satélite año
1	Blanca	755	527.62	723.37	2003
2	Huallanca	43	7.01	20.91	2007
3	Huayhuash	144	55.27	84.97	2007
4	Raura	102	28.34	55.2	2007
5	Huagoruncho	41	9.71	23.4	2009
6	La Viuda	65	6.03	28.6	2007
7	Central	174	51.91	116.65	2007
8	Huaytapallana(*)	105	26.4	59.08	2009
9	Chonta	29	1.4	17.85	2009
10	Urubamba(*)	117	26.39	41.48	2009
11	Vilcabamba(*)	355	129.15	37.74	2009
12	Apolobamba(*)	69	45.25	81.12	2010
13	Carabaya	148	34.53	104.23	2009
14	Vilcanota	374	279.4	418.43	2009
15	La Raya	25	3.06	11.27	2010
16	Volcánica	15	0.72		
17	Huanzo	31	4.51	36.93	2010
18	Chila	22	0.93	33.89	2010
19	Ampato	65	60.96	146.73	2010
			1169.44	2004.11	41.65

Fuente: Inventario de Glaciares y Lagunas. (Autoridad Nacional del Agua, 2014)

4.2.1.4 Bolivia

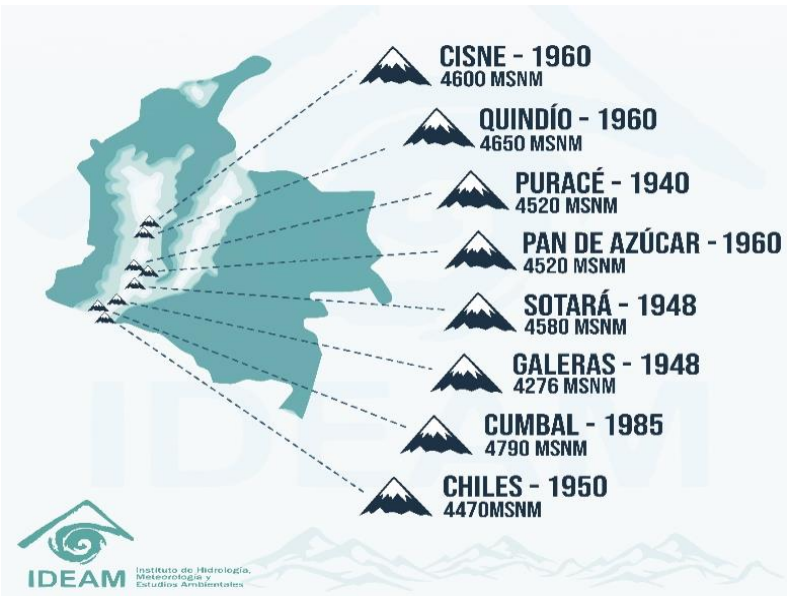
Debido a los efectos del cambio climático, Bolivia prevé que esto puede afectar los recursos de agua. Con el objetivo de mejorar los conocimientos necesarios para la futura gestión de los recursos hídricos en Bolivia, Oxfam y Agua Sustentable han creado el primer inventario de glaciares de roca del país (15–22°S), informando sobre la cantidad, el tamaño y la distribución de estos glaciares de roca. En total, se descubrieron 94 glaciares de roca en los Andes bolivianos, de los cuales se cree que 54 contienen hielo que, por lo tanto, constituyen un recurso hídrico activo. (Rangecroft, 2015).

La investigación reveló que, los glaciares de roca en Bolivia tienen una longitud media de 500 metros. Se ha calculado que la superficie media de los glaciares de roca es de 0,12km², el equivalente a 17 campos de fútbol. (Rangecroft, 2015)

4.2.1.5 Colombia

El panorama actual en Colombia es muy desalentador. Actualmente existen solo 6 áreas glaciares en Colombia. En términos generales, los glaciares colombianos han pasado de 374 km² aproximadamente, al final de la Pequeña Edad de Hielo (siglos XVII-XIX), a 37 km² en 2017; es decir, Colombia ha perdido el 92% de su área glaciaria. Las referencias geográficas y crónicas realizadas durante el siglo XIX en Colombia permiten definir la existencia de 13 montañas con área glaciaria, de las cuales 8 para fines del siglo XX se extinguieron totalmente, como se observa en la Figura 4.1.

Figura 4.1: Glaciares colombianos extintos en el Siglo XX



Fuente: Glaciares en Colombia. (IDEAM, 2019)

La Tabla 4.4 resume la evolución del área glaciaria para los nevados existentes actualmente en Colombia, marcando una tendencia negativa, históricamente.

Tabla 4.4: Superficies glaciares de los nevados colombianos desde 1850 a la actualidad

Sierra Nevada de Santa Marta		Sierra Nevada El Cocuy o Güicán		Volcán Nevado del Ruiz		Volcán Nevado Santa Isabel		Volcán Nevado del Tolima		Volcán Nevado del Huila	
Año	Área(Km ²)	Año	Área(Km ²)	Año	Área(Km ²)	Año	Área(Km ²)	Año	Área(Km ²)	Año	Área(Km ²)
1850	82.6	1850	148.7	1850	47.5	1850	27.8	1850	8.6	1850	33.7
1939	21.4	1985	35.7	1959	21	1959	9.4	1958	2.7	1959	17.5
1954	19.4	1994	23.7	1975	19.6	1987	6.4	1987	1.6	1981	15.4
1981	16.1	2003	19.8	1986	17	1996	5.3	1997	1.18	1996	13.3
1989	12	2007	18.6	1997	11.76	2002	3.3	2002	1.03	2001	12.9
1995	11.1	2010	16.3	2010	10.3	2006	2.6	2010	0.76	2007	10.8
2010	8.1	2015	15	2014	9.2	2010	1.9	2015	0.67	2010	9.7
2016	7.1	2016	13.94	2016	9.25	2016	1.00	2016	0.63	2016	7.62
2017	6.54	2017	13.5	2017	8.86	2017	0.65	2017	0.59	2017	7.23
2019	6.21	2019	13.27	2019	8.37	2019	0.52	2019	0.55	2019	7.14

Fuente: Glaciares en Colombia. (IDEAM, 2019)

4.2.1.6 Ecuador

Antisana, Cayambe, Ilinizas, Cotopaxi, Chimborazo, El Altar y el Carihuayrazo son las siete coberturas glaciares que existen en el país. Las altas temperaturas, asociadas al cambio climático, están ocasionando la pérdida del hielo en estos sitios y una disminución del agua dulce. Según el Ministerio de Ambiente, en el año 1990 la cobertura de hielo en Ecuador correspondía a un 97,2 km². Siete años más tarde pasó a 60,7km², en el 2010 se redujo a 48km² y en la actualidad es de aproximadamente 43,5km². (Alarcón, 2020).

4.2.1.7 Canadá

El Alto Ártico Canadiense, alberga la mayor concentración de hielo glaciar, luego de Groenlandia y la Antártida, con aproximadamente 146.000 km² albergando aproximadamente 17.000 glaciares. (Europapress, 2013) (SINC, 2015).

Según un estudio de la Universidad de British Columbia, Canadá, realizado por el profesor Garry Clarke (2015), el 70% de glaciares presentes en las provincias de British Columbia y Alberta podrían derretirse definitivamente antes de que finalice el siglo XXI. Pese a que el área cubierta por estas gruesas masas de hielo se mantiene constante, en la actualidad ya pierden cerca de un metro de agua por año (SINC, 2015).

4.2.1.8 Estados Unidos

Actualmente, existen 25 glaciares en el Parque Nacional los Glaciares, ubicado en el estado de Montana, con una superficie de 4.101 km². Los expertos prevén que estos desaparecerán por completo para el año 2030 (Almasy & Cuevas, 2017).

4.2.1.9 Noruega

En Noruega hay 2.534 glaciares, con una superficie de más de 1672 km², de las cuales el 57% se ubican en el sur del país, y el 43% en el norte. (Sustainable Destination, 2021)

4.2.1.10 Islandia

En Islandia hay alrededor de 400 glaciares, cubriendo más del 10% del país, lo que conlleva a una superficie de 11.000 km². En 2014, debido a la crisis climática, se perdió el glaciar Okjökull. Al tenor de las informaciones de la NASA, en 1901

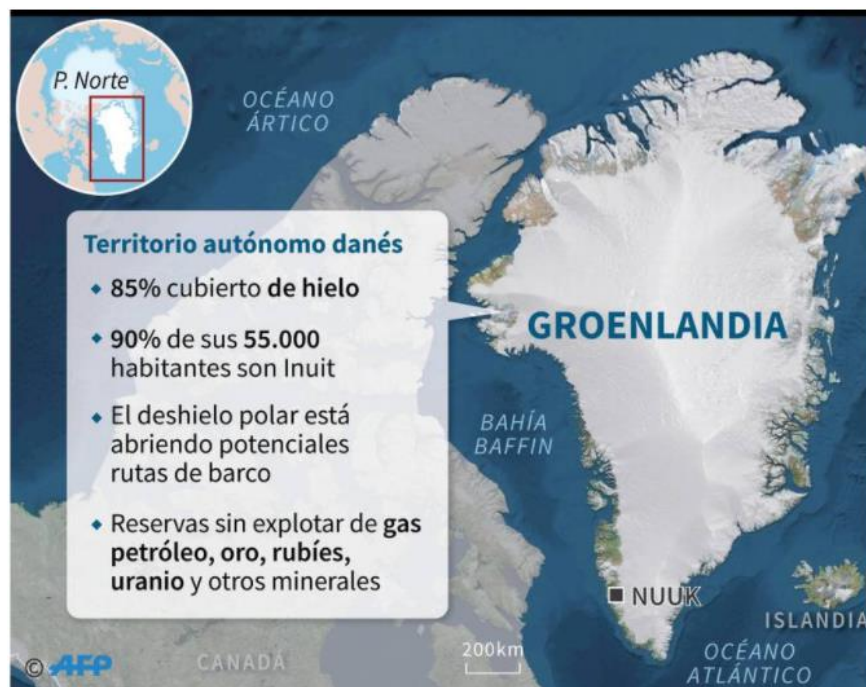
ocupaba un área de 38 kilómetros cuadrados, se redujo a tres en 1978 y, en la actualidad, es de menos de uno (Fernández, 2020).

4.2.1.11 Dinamarca

Dinamarca posee una de las mayores superficies de Hielo después de la Antártida, Groenlandia. Es una isla de 2.000.000 de km², de los cuales el 85% está cubierto de hielo. (El Universo, 2019).

El derretimiento del casquete gracias de Groenlandia representa el 25% del aumento del nivel del mar y, probablemente, esta cifra siga aumentando. Si desapareciera por completo, el hielo derretido elevaría el nivel de los océanos en siete metros. (El Universo, 2019).

Figura 4.2: Características de Groenlandia



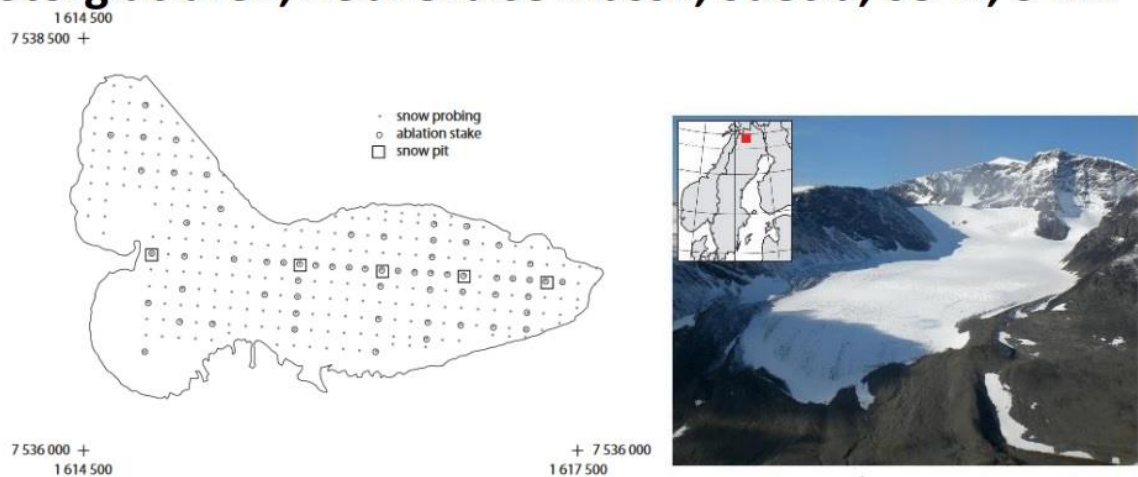
Fuente: (El Universo, 2019)

4.2.1.12 Suecia

Suecia presenta un glaciar llamado Storglaciären (Gran Glaciar Sueco), el cual se localiza en el valle de Tarfala, en los Alpes Escandinavos, del municipio de Kiruna, con una superficie de 3 km² (Kronenberg, 2016). Fue uno de los primeros glaciares en ser monitoreados mediante el método de estudio de balance de masas, a mitades del siglo XX, impulsada por la Comisión Internacional de Glaciares fundada en 1984, con el objetivo de disponer un inventario de glaciares con variaciones a lo largo del tiempo, longitudes, áreas y cambios en su masa, y así poder abordar la estrecha relación que posee con los cambios de clima (Campos, 2020). En la figura 4.3 se puede apreciar la superficie de el Gran Glaciar Sueco.

Figura 4.3. Ejemplo de método manual de extrapolación para asimilación de datos glaciares, en glaciar Storglaciären

Storglaciären, Kebnekaise massif, Suecia, 68°N, 3 km²



Fuente: (Campos, 2020).

4.2.1.13 Finlandia

Los glaciares son escasos y no tienen un gran desarrollo, porque apenas existen montañas donde alojar la lengua glaciaria. Finlandia es el país de los lagos, el 9,4% de su superficie total está cubierto por lagos, disponiendo de más de 190.000, de los cuales 17 superan los 200 km². Los lagos fineses son de origen glaciario. La mayoría se encuentran en la parte suroriental del país (Fayanas, 2015).

4.2.2 Normativa ambiental actual de Chile asociada a la protección de glaciares

Los glaciares no poseen un estatuto jurídico establecido expresamente en el ordenamiento jurídico chileno. Sin embargo, existen distintas leyes y normativas que están relacionadas con la protección de glaciares de forma tangencial, que se describen a continuación.

4.2.2.1 Constitución Política de la República de Chile

La carta magna chilena, en su artículo 19 N.º 8, señala como derecho de todo habitante de la nación “el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. Es deber del Estado velar por que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza”. (Hernández R. , 2020).

Esto quiere decir que, las personas, los habitantes, poseen el derecho a desenvolverse en un medio ambiente sin contaminación y es deber del Estado proteger este derecho y, a su vez, dentro de sus funciones se encuentra el cuidado de la naturaleza, incluyendo con esto los ecosistemas de los glaciares.

4.2.2.2 Ley N.º 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente y Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

La Ley N.º 19.300 otorga un sistema preventivo de protección del medio ambiente, es decir, antes que un proyecto o actividad se desarrolle dentro de un determinado territorio, obliga al titular del proyecto a informar a la autoridad ambiental pertinente (Servicio de Evaluación Ambiental), los efectos ambientales adversos que pueda provocar la realización del proyecto y las medidas de mitigación que se tomarán al respecto (Hernández R. , 2020).

4.2.2.3 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

Este reglamento complementa la Ley N.º19.300 señalando que, los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental deberán someterse al procedimiento señalado con anterioridad, cuando se trate de alteración significativa de glaciares, que se encuentran incorporados al Inventario Público a cargo de la Dirección General de Aguas (Hernández R. , 2020).

4.2.2.4 Ley N.º 20.283, Sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal

Esta Ley prohíbe en su Título III, denominado De las Normas de Protección Ambiental, artículo 17, “la corta, destrucción, eliminación o menoscabo de árboles y arbustos nativos en una distancia de 500 metros de los glaciares, medidas en proyección horizontal en el plano.” Entendiendo la norma a los glaciares con su entorno (en este caso bosque nativo), como parte de un gran y único ecosistema, el cual merece una protección como un todo indivisible (Hernández R. , 2020).

4.2.2.5 Ley 18.362, Que Crea un Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE)

Norma en la cual se define área silvestre como “los ambientes naturales, terrestres o acuáticos, pertenecientes al Estado y que éste protege y maneja para la consecución de los objetivos señalados en cada una de las siguientes categorías de manejo: Reservas de Regiones Vírgenes; Parques Nacionales, Monumentos Naturales y Reservas Nacionales (Hernández R. , 2020).

4.2.2.6 Ley N° 17.288, Sobre Monumentos Nacionales

Ley que señala que, bajo la protección del Estado quedan los Santuarios de la Naturaleza. El artículo 31 de la Ley señala el concepto de Santuarios de la Naturaleza, regulando su custodia por parte del Ministerio del Medio Ambiente, y establece las autorizaciones previas para desarrollar en ellos actividades tales como pesca, caza, explotación rural o cualquier otra actividad que pudiera alterar su estado natural (Hernández R. , 2020).

4.2.3 Tratados ambientales en que Chile participa

Los tratados ambientales que se relaciona con la protección de glaciares en los que Chile participa, son los siguientes:

- Tratado Antártico: Este protocolo fue firmado por Chile junto a otros once países, en el año Geofísico Internacional (1957- 1958), donde se realizaron actividades en el continente blanco, designándolo como una zona de paz.

- Protocolo de Montreal: Firmado por Chile en el año 1987, junto a todos los países miembros de las Naciones Unidas, con el objetivo de eliminar el uso de sustancias que agotan la capa de Ozono.
- Protocolo de Kyoto: Aprobado el 11 de diciembre de 1997, y ratificado el 16 de febrero del 2005. Chile participa junto a 191 Países. Su objetivo es que los países industrializados se comprometan a reducir y limitar las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Acuerdo de París: En la COP21 de París, celebrada en diciembre del 2015 de la cual Chile participa, siendo el primer acuerdo vinculante sobre el clima a nivel mundial, comprometiéndose a mantener a largo plazo, la media mundial por debajo de los 2°C, con respecto a los niveles preindustriales.

4.3 Comparación de la Normativa Vigente en Protección de Glaciares de los Países nórdicos, Norteamérica y Latinoamérica, con la Normativa Aplicable en Chile

4.3.1 Parámetros relevantes para realizar un análisis comparativo

Analizando toda la información expuesta en este estudio se puede decir que, a excepción de Argentina, ningún país posee una normativa en protección de glaciares como tal.

En el caso de Norteamérica, Canadá, que posee un estricto sistema de evaluación ambiental, beneficiando a la preservación de glaciares al exigir los estudios de impacto ambiental, y también cuenta con una protección al Parque Nacional Los Glaciares, que comparte con EE. UU. Este último país, solo cuenta con la protección a este mismo Parque, no participa del Protocolo de Kyoto, y, durante el gobierno de

Donal Trump (2017-2021), se retiró del acuerdo de París. Aunque en enero del 2021, al ser electo, el presidente Joe Biden firmó una orden ejecutiva para volver a incorporarse al acuerdo de París, lo cual fue una de sus promesas de gobierno (Organización de las Naciones Unidas, 2021).

En Latinoamérica, principalmente los países como Bolivia, Perú y Colombia cuentan con una protección a sus parques nacionales, por ende, ya quedan automáticamente protegidos los glaciares que lo integren. También cuentan normativas sobre el recurso hídrico, y cuidado medioambiental, pero ninguna trata de manera específica el tema de los glaciares.

En Ecuador, tampoco existe normativa ni protección de parque nacionales con presencia de glaciares, pero si se establece en su Código Civil la protección de los bienes nacionales, donde se categorizan los glaciares. También la Ley de Aguas que poseen, determina que ningún particular puede apropiarse de sus aguas, ya sea en cualquiera de sus presentaciones.

En cuanto a los Países Nórdico, tampoco presentan una normativa exclusiva en protección de glaciares. Sin embargo, poseen un modelo medioambiental de los mejores del mundo en cuanto a sustentabilidad, por lo que su compromiso con el medio ambiente es el trabajo en estrategias para reducir las emisiones de CO₂, lo que es uno de los principales causantes del calentamiento global, y por ende, el retroceso glaciar.

Por consiguiente, los parámetros que se consideraran relevantes, en este estudio comparativo, son los tratados internacionales, ya que es el punto en común que tienen todos los países de analizados, y los que tienen metas y objetivos más claros en cuanto a la lucha por revertir el cambio climático.

Dentro de los acuerdos analizados, los que pueden lograr resultados más efectivos para la preservación de glaciares, son el Acuerdo de París y Protocolo de Kioto, ya que ambos establecen como meta la reducción de las emisiones de CO₂.

Seguido a esto, el siguiente parámetro a considerar, son las emisiones de CO₂ generadas por cada país, de manera total y por habitante, para hacer una interpretación más objetiva de los resultados, y evaluar si las estrategias para cumplir estas metas están teniendo un real efecto en el cambio climático.

También se debe considerar la superficie glaciar de cada país, así como el número de glaciares inventariados para la fecha, para determinar si hay una relación entre la presencia de glaciares, con el compromiso para revertir el cambio climático, y la preservación de este recurso, como reserva hídrica para las personas y ecosistema.

4.3.2 Análisis comparativo de las normativas consultadas

4.3.2.1 Tratados Internacionales

Se recolectaron los datos de la participación en cada uno de los países de interés, de cada uno de los tratados, protocolos y acuerdos internacionales, que puedan beneficiar de manera directa o indirecta, a la protección de glaciares, y se procedió a elaborar la Tabla 4.5, señalando que protocolos y acuerdos internacionales han suscrito los países que incluye este estudio.

Tabla 4.5: Tratados, protocolos y acuerdos internacionales suscritos

País	Protocolo de Kioto	Protocolo de Montreal	Protocolo de Madrid	Tratado Antártico	Acuerdo de Paris
Argentina	Si	Si	No	Si	Si
Chile	Si	Si	No	Si	Si
Bolivia	Si	Si	No	No	Si
Perú	Si	Si	No	No	Si
Colombia	Si	Si	Si	No	Si
Ecuador	Si	Si	No	No	Si
Canadá	No	Si	No	No	Si
Dinamarca	Si	Si	Si	No	Si
Estados Unidos	No	Si	Si	Si	Si
Noruega	Si	Si	Si	Si	Si
Islandia	Si	Si	No	No	Si
Suecia	Si	Si	Si	No	Si
Finlandia	Si	Si	No	No	Si

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la Tabla 4.5, de los países nórdicos, Noruega es el único que participa en todos los tratados ambientales que influyen en la protección de glaciares, y es el único país de este grupo que declara soberanía sobre la Antártida, por lo que demuestra una iniciativa por proteger y preservar este territorio, al participar en el Tratado Antártico y Protocolo de Madrid.

Islandia y Finlandia quedan solo fuera del Tratado Antártico y Protocolo de Madrid, al no presentar soberanía en este territorio, pero participan de los acuerdos más relevantes para revertir el cambio climático, que son el Protocolo de Kioto y Acuerdo de París.

Dinamarca y Suecia participan en todos los protocolos menos en el de Tratado Ártico, lo que debe relacionarse con que no declaran soberanía en la Antártida. A pesar de ello, participan en el protocolo de Madrid, el cual busca reforzar en el Tratado Antártico, por lo que se ve una clara intención de participar y cooperar en la preservación de este cuerpo de hielo.

Por otra parte, Canadá es el país con menos participación en los acuerdos internacionales presentados, que son el protocolo de Kioto, el Tratado Antártico y Protocolo de Madrid. Pero Canadá no presenta soberanía sobre la Antártida, por lo que es entendible que no participe de ellos, pero en cuanto al Protocolo de Kioto, muestra una falta de interés para reducir sus emisiones de CO₂.

En la actualidad, Estados Unidos participa en todos los acuerdos ambientales, a excepción del protocolo de Kioto. Pero es necesario recordar que, durante el periodo de gobierno del presidente Trump (2017- 2021), EE. UU se retiró del acuerdo de París, ya que el mandatario no creía en el cambio climático, y priorizó la economía del país antes que el cuidado del medio ambiente. En el actual gobierno de Biden (2021), una de sus promesas de gobierno fue volver a incorporarse a este acuerdo, y fue lo que hizo al asumir el poder, como ya se señaló.

En cuanto a los países de Latinoamérica, Colombia da el ejemplo a participar del Protocolo de Madrid. Ecuador, Perú, Bolivia quedan fuera de los acuerdos asociados a la protección de la Antártida, pero participan del resto. Argentina y Chile participan de todos los acuerdos excepto el Protocolo de Madrid, lo que llama la atención, ya que ambos países declaran soberanía sobre este territorio.

4.3.2.2 Emisiones de CO₂

Para poder interpretar el efecto que ha tenido la participación de los países de estudio, en los tratados internacionales mencionados en el punto anterior, es

necesario conocer los valores de las emisiones anuales de CO₂ totales y per cápita. Para esto se ha considerado un periodo entre el año 2015 que es donde se pacta el Acuerdo de París, hasta el año 2019, que son los últimos datos disponibles a la fecha. A continuación, se muestran una serie de tablas con la información respectiva.

4.3.2.2.1 Emisiones de CO₂ para los Países Nórdicos

Tabla 4.6: Emisiones de CO₂ de Noruega

Noruega - Emisiones de CO ₂				
Fecha	CO ₂ Totales Kts	CO ₂ Petroleo Kts	CO ₂ Kg/1000\$	CO ₂ t per capita
2019	47.991		0,14	8,89
2018	48.654	25.489	0,14	9,09
2017	48.515	25.370	0,15	9,14
2016	45.238	25.873	0,14	8,61
2015	45.790	26.497	0,14	8,81

Fuente: Emisiones de CO₂ Históricas en Noruega. (Expansión, 2019)

Tabla 4.7: Emisiones de CO₂ de Dinamarca

Dinamarca - Emisiones de CO ₂				
Fecha	CO ₂ Totales Kts	CO ₂ Petroleo Kts	CO ₂ Kg/1000\$	CO ₂ t per capita
2019	31.119		0,09	5,39
2018	33.715	23.868	0,10	5,86
2017	33.595	23.426	0,11	5,86
2016	35.762	23.591	0,11	6,26
2015	34.019	23.248	0,11	5,98

Fuente: Emisiones de CO₂ Históricas en *Dinamarca*. (Expansión, 2019).

Tabla 4.8: Emisiones de CO₂ de Suecia

Suecia - Emisiones de CO ₂				
Fecha	CO2 Totales Kts	CO2 Petroleo Kts	CO2 Kg/1000\$	CO2 t per capita
2019	44.749		0,08	4,45
2018	43.577	38.803	0,08	4,37
2017	44.357	42.559	0,08	4,48
2016	44.665	42.329	0,09	4,54
2015	44.194	40.743	0,09	4,53

Fuente: Emisiones de CO₂ Históricas en *Suecia*. (Expansión, 2019).

Tabla 4.9: Emisiones de CO₂ de Islandia

Islandia - Emisiones de CO ₂				
Fecha	CO2 Totales Kts	CO2 Petroleo Kts	CO2 Kg/1000\$	CO2 t per capita
2019	3.925		0,19	11,53
2018	4.149	3.389	0,21	12,28
2017	4.066	3.145	0,21	12,14
2016	3.879	2.872	0,21	11,67
2015	3.854	2.559	0,23	11,67

Fuente: Emisiones de CO₂ Históricas en *Islandia*. (Expansión, 2019).

Tabla 4.10: Emisiones de CO₂ de Finlandia

Finlandia - Emisiones de CO ₂				
Fecha	CO2 Totales Kts	CO2 Petroleo Kts	CO2 Kg/1000\$	CO2 t per capita
2019	43.415		0,16	7,81
2018	47.350	29.373	0,18	8,54
2017	46.197	28.967	0,18	8,36
2016	48.654	29.232	0,19	8,84
2015	45.831	28.924	0,19	8,36

Fuente: Emisiones de CO₂ Históricas en *Finlandia*. (Expansión, 2019).

4.3.2.2.2 Emisiones de CO₂ para Norteamérica.

Tabla 4.11: Emisiones de CO₂ de Canadá

Canadá - Emisiones de CO ₂				
Fecha	CO ₂ Totales Kts	CO ₂ Petroleo Kts	CO ₂ Kg/1000\$	CO ₂ t per capita
2019	584.846		0,32	15,69
2018	593.301	314.300	0,33	16,06
2017	577.994	305.660	0,33	15,78
2016	577.686	304.214	0,34	15,92
2015	587.568	304.243	0,34	16,34

Fuente: Emisiones de CO₂ Históricas en *Canadá*. (Expansión, 2019).

Tabla 4.12: Emisiones de CO₂ de Estados Unidos

Estados Unidos - Emisiones de CO ₂				
Fecha	CO ₂ Totales Kts	CO ₂ Petroleo Kts	CO ₂ Kg/1000\$	CO ₂ t per capita
2019	5.107.261		0,25	15,52
2018	5.243.744	2.385.100	0,26	16,05
2017	5.082.891	2.339.508	0,26	15,67
2016	5.152.585	2.322.313	0,27	15,99
2015	5.248.963	2.299.468	0,28	16,41

Fuente: Emisiones de CO₂ Históricas en *Estados Unidos*. (Expansión, 2019).

4.3.2.2.3 Emisiones de CO₂ para Latinoamérica

Tabla 4.13: Emisiones de CO₂ de Chile

Chile - Emisiones de CO ₂				
Fecha	CO ₂ Totales Kts	CO ₂ Petroleo Kts	CO ₂ Kg/1000\$	CO ₂ t per capita
2019	89.889		0,20	4,90
2018	91.538	50.901	0,20	5,03
2017	89.857	49.847	0,21	4,98
2016	88.955	49.550	0,21	4,97
2015	84.704	47.306	0,20	4,77

Fuente: Emisiones de CO₂ Históricas en *Chile*. (Expansión, 2019).

Tabla 4.14: Emisiones de CO₂ de Argentina

Argentina - Emisiones de CO ₂				
Fecha	CO ₂ Totales Kts	CO ₂ Petroleo Kts	CO ₂ Kg/1000\$	CO ₂ t per capita
2019	199.414		0,20	4,42
2018	204.921	90.162	0,20	4,59
2017	206.061	95.441	0,20	4,65
2016	212.611	115.573	0,21	4,85
2015	212.874	118.286	0,21	4,90

Fuente: Emisiones de CO₂ Históricas en *Argentina*. (Expansión, 2019).

Tabla 4.15: Emisiones de CO₂ de Perú

Perú - Emisiones de CO ₂				
Fecha	CO ₂ Totales Kts	CO ₂ Petroleo Kts	CO ₂ Kg/1000\$	CO ₂ t per capita
2019	56.286		0,13	1,71
2018	55.810	34.685	0,14	1,71
2017	53.987	33.073	0,14	1,68
2016	56.300	33.185	0,15	1,77
2015	54.122	31.114	0,15	1,72

Fuente: Emisiones de CO₂ Históricas en *Perú*. (Expansión, 2019).

Tabla 4.16: Emisiones de CO₂ de Bolivia

Bolivia - Emisiones de CO ₂				
Fecha	CO ₂ Totales Kts	CO ₂ Petroleo Kts	CO ₂ Kg/1000\$	CO ₂ t per capita
2019	24.512		0,24	2,15
2018	24.169	12.066	0,25	2,15
2017	23.713	11.858	0,25	2,15
2016	21.666	11.012	0,24	1,99
2015	19.609	10.651	0,23	1,83

Fuente: Emisiones de CO₂ Históricas en *Bolivia*. (Expansión, 2019).

Tabla 4.17: Emisiones de CO₂ de Colombia

Colombia - Emisiones de CO ₂				
Fecha	CO ₂ Totales Kts	CO ₂ Petroleo Kts	CO ₂ Kg/1000\$	CO ₂ t per capita
2019	86.550		0,12	1,74
2018	77.988	45.816	0,11	1,58
2017	77.531	43.876	0,11	1,58
2016	89.038	47.050	0,13	1,83
2015	80.090	44.129	0,12	1,66

Fuente: Emisiones de CO₂ Históricas en *Colombia*. (Expansión, 2019).

Tabla 4.18: Emisiones de CO₂ de Ecuador

Ecuador - Emisiones de CO ₂				
Fecha	CO ₂ Totales Kts	CO ₂ Petroleo Kts	CO ₂ Kg/1000\$	CO ₂ t per capita
2019	40.700		0,21	2,38
2018	41.833	36.552	0,21	2,48
2017	39.682	33.754	0,20	2,39
2016	40.922	35.725	0,21	2,50
2015	42.765	37.748	0,22	2,65

Fuente: Emisiones de CO₂ Históricas en *Ecuador*. (Expansión, 2019).

De las Tablas 4.6 a la 4.18, se puede evidenciar que, hay países con emisiones totales de uso de combustible fósil y procesos industriales (Kts) de CO₂, mucho mayores que otros. Esto depende mucho del tamaño de la población, desarrollo productivo, industrial, cultura ambiental, etc. En cuanto a las emisiones de ton CO₂, los valores por individuo muestran que los países de Latinoamérica tienen un valor muy bajo con respecto Norteamérica.

Para poder interpretar mejor estos datos, se elaboraron las Tablas 4.19 y 4.20. para luego generar los Gráficos 4.1 y 4.2.

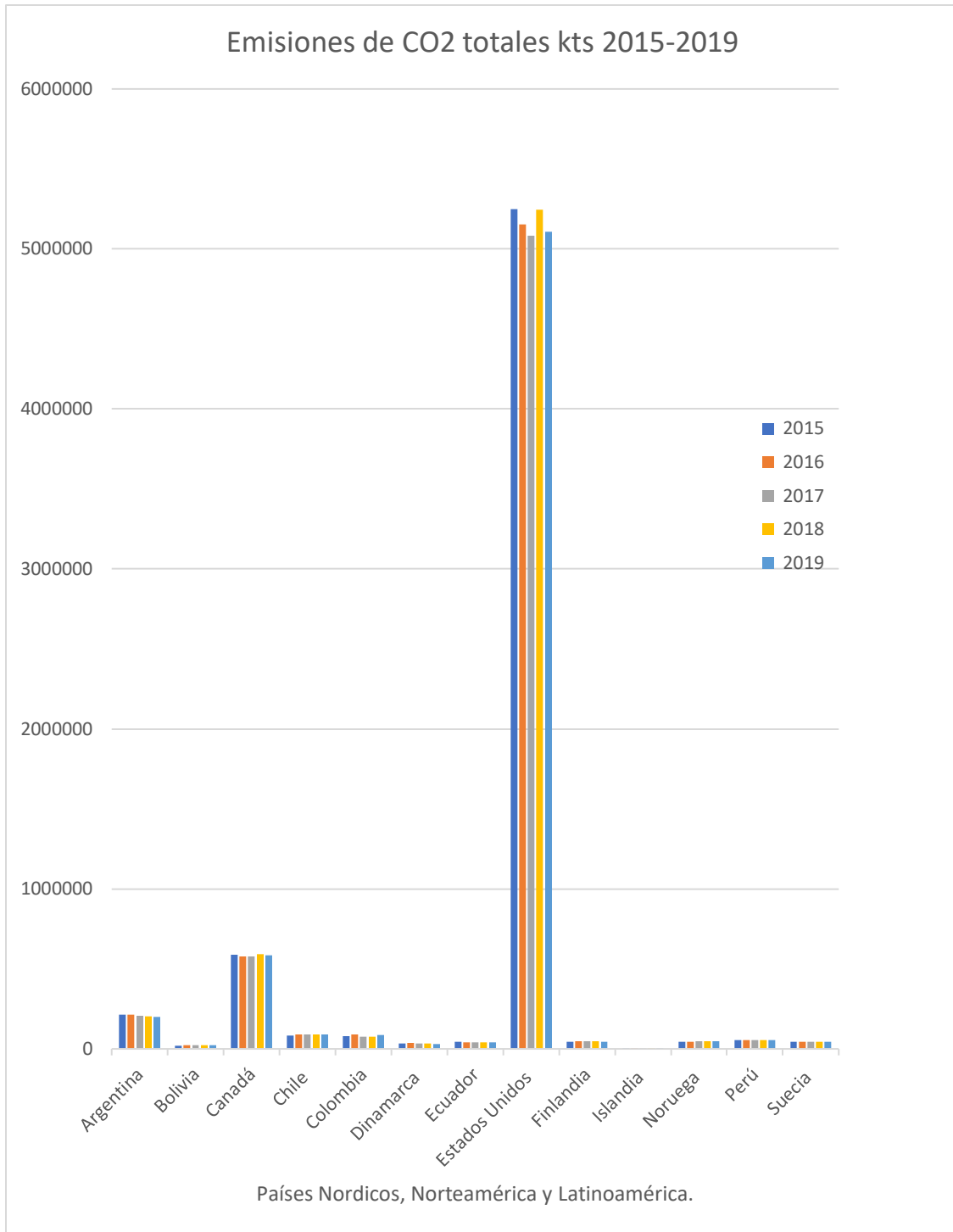
Tabla 4.19: Emisiones de CO₂ totales de los Países Nórdicos, Norteamérica y Latinoamérica

Año	Emisiones de kts de CO ₂ totales en el periodo 2015- 2019				
	2015	2016	2017	2018	2019
Noruega	45790	45238	48515	48654	47991
Dinamarca	34019	35762	33595	33715	31119
Suecia	44194	44665	44357	43577	44749
Islandia	3854	3879	4066	4149	3925
Finlandia	45831	48654	46197	47350	43415
Canadá	587568	577686	577994	593301	584846
Estados Unidos	5248963	5152585	5082891	5243744	5107261
Chile	84704	88955	89857	91538	89889
Argentina	212874	212611	206061	204921	199414
Perú	54122	56300	53987	55810	56286
Bolivia	19609	21666	23713	24169	24512
Colombia	80090	89038	77531	77988	86550
Ecuador	42765	40922	39682	41833	40700

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar, Norteamérica resalta los niveles de emisión de CO₂ en comparación a los Países Nórdicos y Latinoamérica, lo que se visualiza de manera mucho más clara en el Gráfico 4.1,

Gráfico 4.1: Emisiones de CO₂ totales de los Países Nórdicos, Norteamérica y Latinoamérica



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.20: Emisiones de CO₂ per cápita de los Países Nórdicos, Norteamérica y Latinoamérica

Año	Emisiones de toneladas de CO ₂ per cápita en el periodo 2015- 2019				
	2015	2016	2017	2018	2019
Noruega	8,81	8,61	9,14	9,09	8,89
Dinamarca	5,98	6,26	5,86	5,86	5,39
Suecia	4,53	4,54	4,48	4,37	4,45
Islandia	11,67	11,67	12,14	12,28	11,53
Finlandia	8,36	8,84	8,36	8,54	7,81
Canadá	16,34	15,92	15,78	16,06	15,69
Estados Unidos	14,41	15,99	15,67	16,05	15,52
Chile	4,77	4,97	4,98	5,03	4,90
Argentina	4,90	4,85	4,65	4,59	4,42
Perú	1,72	1,77	1,68	1,71	1,72
Bolivia	1,83	1,99	2,15	2,15	2,15
Colombia	1,66	1,83	1,58	1,58	1,74
Ecuador	2,65	2,55	2,39	2,48	2,38

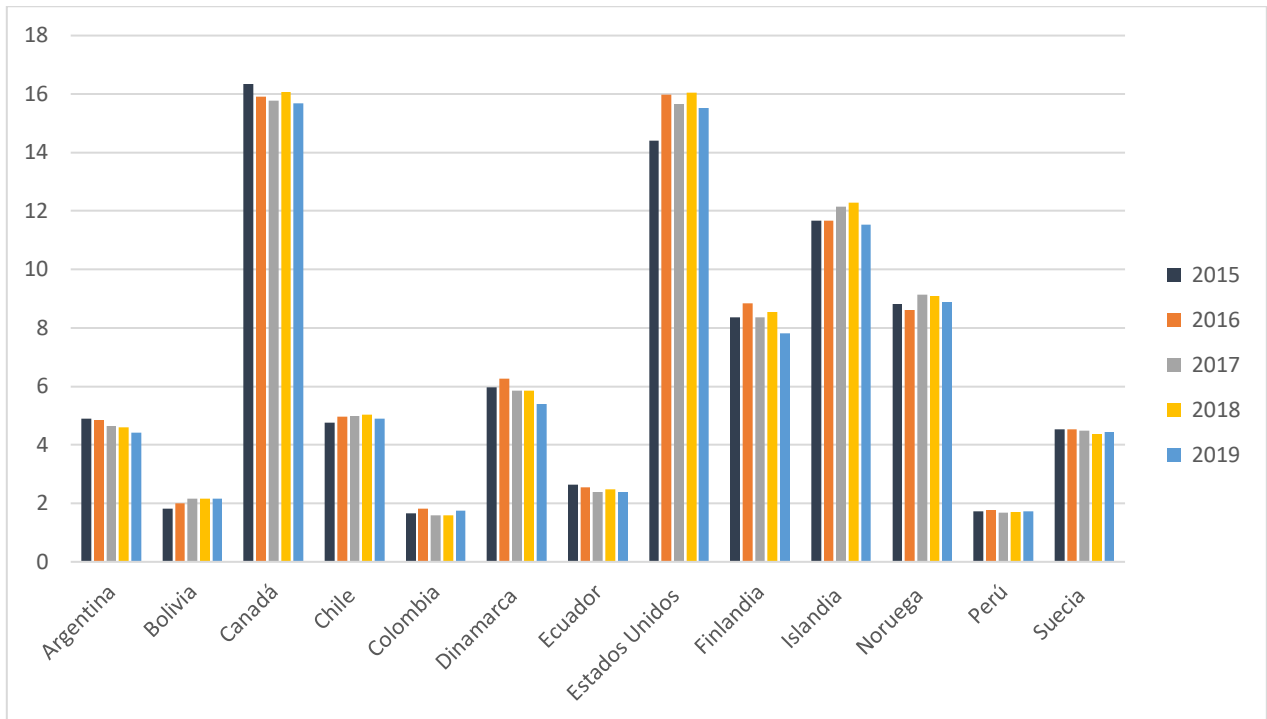
Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 4.20, se puede decir que, los países con mayor nivel de emisión de toneladas de CO₂ per cápita, son Estados Unidos y Canadá, con un valor que se mantiene con el tiempo entre las 15 y 16 ton, seguido por Islandia con un valor entre las 11 y 12 ton. Finlandia y Noruega están en el rango de las 8 y 9 ton, lo que llama la atención, ya que tienen un modelo medioambiental que se considera ejemplo para el mundo, pero sus valores son mucho mayores que países como Perú, Bolivia o Colombia.

En general, desde lo pactado en el Acuerdo de París, en el año 2015, no se aprecia un mayor cambio en los valores, algunos incluso son mayores para el año 2019 que como se estaba al principio, como sucede con Noruega, Chile y Bolivia.

En el Gráfico 4.2 se muestra de manera más clara la tendencia de las toneladas de emisiones de CO₂ per cápita para los países estudiados entre los años 2015 y 2019.

Gráfico 4.2: Emisiones de CO₂ per cápita [ton]



Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente, en base a toda la información que se recopiló en el Capítulo 4 del presente estudio, se elaboró la Tabla 4.20, que incluye los parámetros más importantes que deben tomarse en cuenta para un correcto análisis comparativo, en la protección de glaciares de Chile respecto a Norteamérica, Latinoamérica y Países Nórdicos. También se utilizaron los datos de las Tablas 4.19 y 4.20, correspondiente al año 2019, para completar los datos de CO₂ totales y per cápita.

Tabla 4.20: Parámetros a considerar para la protección de glaciares

País	Cantidad de Glaciares	Superficie Glaciar (km ²)	Cantidad de			Ley de Protección a Glaciares
			Tratados, acuerdos o protocolos.	Emisiones de CO ₂ Totales	Emisiones de CO ₂ per cápita	
Argentina	15.482	5.743	4	199.414	4,42	Si
Chile	24.114	23.000	4	89.889	4,90	No
Bolivia	94	0,12	3	24.512	2,15	No
Perú	1.169	2.679	3	56.286	1,71	No
Colombia	6	36,06	4	86.550	1,74	No
Ecuador	7	43,50	3	40.700	2,38	No
Canadá	17.000	146.000	2	584.846	15,69	No
Dinamarca	1	1.710.000	4	31.119	5,39	No
Estados Unidos	25	4.101	4	5.107.261	15,52	No
Noruega	2.534	1.672	5	47.991	8,89	No
Islandia	400	11.000	3	3.925	11,53	No
Suecia	1	3,10	4	44.749	4,45	No
Finlandia	0	0	3	43.415	7,81	No

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Temas Fundamentales para Elaborar una Ley de Protección de Glaciares en Chile

4.4.1 Análisis de datos de los parámetros seleccionados

Mediante el análisis de la Tabla 4.20, se puede concluir lo siguiente:

- 1) Los 5 países con mayor superficie glaciar en orden decreciente son: Dinamarca, Canadá, Chile, Islandia y Estados Unidos.
- 2) Los 5 países con las emisiones de CO₂ totales para el año 2019, en orden decreciente, son: Estados Unidos, Canadá, Argentina, Chile y Colombia.

- 3) En cuanto a las emisiones de CO₂ per cápita, los 5 países con mayores índices de toneladas anuales, de forma decreciente, son: Canadá, Estados Unidos, Islandia, Noruega y Finlandia.
- 4) Noruega es el único país que participa en todos los acuerdos ambientales.
- 5) Colombia y Dinamarca tienen una alta participación en los tratados ambientales, a pesar de no poseer soberanía en el Continente Antártico.
- 6) Canadá es el país con más baja participación en protocolos ambientales.
- 7) Argentina es el único país que posee una Ley de Protección de Glaciares.

Es preocupante que, Canadá, el país con mayor superficie glaciar después de Groenlandia, no tome medidas firmes para la protección de sus glaciares. Es el segundo país con mayor índice de emisiones de CO₂ totales, y el primero en emisiones de CO₂ per cápita. También, es el país con menor participación en los tratados y acuerdos ambientales, participando solo del Protocolo de Montreal y Acuerdo de París. Sin embargo, según el Gráfico 4.2, es el país con más altos índices de emisiones CO₂ per cápita, por lo que los compromisos que adquirieron al firmar este último acuerdo, no han sido cumplidos a la fecha. Esto hace reflexionar, que de poco sirve el sistema de evaluación ambiental que posee, o la protección al Parque Nacional los Glaciares, que posee en conjunto a Estados Unidos, ya que están aportando a la aceleración del cambio climático.

Por otro lado, se tiene que, los Países Nórdicos, a pesar de ser uno de los referentes para el mundo en estrategias de sustentabilidad, uso de energías limpias, y reciclaje, según el Gráfico 4.2, siguen teniendo altos índices de emisiones de CO₂ per cápita, lo que debe relacionarse con el nivel de industrialización que pueda existir en esos países. Aun así, muestran un claro interés por proteger el medio

ambiente, como es el caso de Noruega, que participa en todos los protocolos ambientales.

Estados Unidos por otra parte, según el Gráfico 4.1, es el país que genera más contaminación anual de emisiones totales de CO₂, una cifra abismante en comparación con el resto de los países. Esto se puede asociar a que, durante el gobierno del ex presidente Trump (2017-2021), este país se retiró del Acuerdo de París, el cual se pactó en el año 2015 en la COP25, dándole prioridad a la actividad industrial del país, por sobre el cuidado del medio ambiente.

Finalmente, conforme la Tabla 4.20, Chile es el tercer país con mayor superficie glaciaria, con 23.000 km², lo que es bastante en comparación al resto. A su vez, en la misma tabla también aparece como uno de los 5 países con los índices de emisión de CO₂ totales más altos, y queda fuera del Protocolo de Madrid, que es el que refuerza el Tratado Antártico. Con respecto a los resultados de las emisiones de CO₂ per cápita, en el Gráfico 4.2 se nota un aumento de las emisiones para los años 2016, 2017 y 2018. Solo en el año 2019 vuelve a descender un poco, quedando un valor muy similar al año 2015, que es cuando se pactó el Acuerdo de París, por lo que no se ve un compromiso con el cumplimiento de las metas de este acuerdo ambiental.

4.4.2 Propuesta de temas fundamentales para elaborar una ley de protección de glaciares en Chile

Para elaborar una ley de glaciares en Chile, que asegure una eficiente protección de glaciares deben considerarse los siguientes temas:

- 1) *Actualización del inventario de glaciares*: Debe realizarse un catastro y un monitoreo de los glaciares existentes y su estado de conservación, para poder realizar una eficiente destinación de recursos y estrategias de conservación.

- 2) *Consideración de todos los glaciares como recurso estratégico de agua:* Sin importar la superficie que pueda tener un glaciar, o su clasificación, según lo visto en el punto 2.1.4, debe protegerse este recurso en todas sus formas, sin poner límites, ya que son las únicas fuentes de reserva de agua dulce para el futuro.

- 3) *Reforzar el Sistema de Evaluación Ambiental:* Debe agregarse, al sistema de evaluación ambiental, el estudio de los impactos ambientales que puedan provocar proyectos que pretendan realizarse en altas montañas como, por ejemplo, los proyectos mineros. Como se vio en el punto 2.1.6.2, sobre las amenazas locales a los glaciares, en Chile los proyectos mineros de alta montaña generan muchos impactos negativos, en las etapas de construcción de caminos, sondaje, explotación, entre otras, generando un daño irreversible en la morfología del glaciar, y derretimiento a causa del material particulado que crea una capa negra sobre este y no permite la reflexión de los rayos del sol.

- 4) *Participación ciudadana:* La participación ciudadana debe fortalecerse, ya que es una de las mejores maneras de escuchar las necesidades de las comunidades, que son las que se benefician de este recurso, sobre todo en fechas estivales. Chile no quiso ser parte del primer gran acuerdo ambiental latinoamericano, el Acuerdo de Escazú, que planteaba este punto.

- 5) *Estrategia para reducir las emisiones de CO₂:* Como se expuso en el punto 4.3, las medidas que puedan tomarse para la protección de glaciares, solo tendrán resultados si también se acompañan con estrategias para reducir los efectos del cambio climático ya que, si bien las actividades locales de los países pueden afectar a los glaciares de manera irreversible, también una de las grandes causas del retroceso glaciar es el aumento de la temperatura a nivel mundial.

Es por ello que, Chile debe considerar una estrategia para reducir sus emisiones de CO₂, sobre todo a las industrias y cualquier tipo de proyecto que pueda generarlas, ya sea implementando nuevas tecnologías para el tratamiento de estas emisiones, o aplicando multas a quienes sobrepasen estos nuevos límites de emisión de CO₂.

- 6) *Asignación de recursos para el estudio de glaciares*: Es necesario fomentar la investigación de estos cuerpos de hielo, para generar estrategias a futuro. Para eso es necesario generar centros de investigación, e implementación de monitoreo de glaciares.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Los principales hallazgos de este estudio, son los siguientes:

- 1) Los glaciares son la principal reserva de agua dulce para el futuro, siendo un recurso estratégico, aportando agua a los caudales en tiempos de verano y sequía, manteniendo el equilibrio de los ecosistemas y abasteciendo a las comunidades para su consumo.
- 2) Las amenazas globales para la preservación de los glaciares son el aumento de temperatura, provocada principalmente por las emisiones de CO₂ que incrementan el efecto invernadero. También, las amenazas locales afectan la integridad de los glaciares, donde una de las que genera grandes daños son las actividades mineras de alta montaña.
- 3) De los Países Nórdicos, Norteamérica y Latinoamérica, el único país que posee una ley de protección de glaciares es Argentina. Toda la protección que el resto de los países posee, se limita a normativas ambientales propias de cada país, asociadas a la protección de recurso hídrico, en términos generales, y protección de parques nacionales con presencia de glaciares.
- 4) En cuanto a los acuerdos internacionales, los que tienen relación con la protección de glaciares son el Tratado Antártico, Protocolo de Montreal, Protocolo de Kioto, Acuerdo de Paris y Protocolo de Madrid, de los cuales, el único país en participar en todos ellos es Noruega, y el que tiene menos participación, siendo parte solo en dos de ellos, es Canadá.

- 5) El Acuerdo de París, es el acuerdo que posee metas más claras, en cuanto a la reducción de las emisiones de CO₂, y todos los países analizados en este estudio participan de él. Sin embargo, a pesar de haber firmado su participación en el año 2015, para el año 2019 no se han visto grandes avances en cuanto a la reducción de las emisiones de CO₂.

- 6) Canadá es uno de los países con índices más altas de emisiones de CO₂ per cápita, seguido de Estados Unidos. En el caso de las emisiones totales de CO₂ anuales, los cinco primeros países con índices más altos de emisiones son Estados Unidos, Canadá, Argentina, Chile y Colombia. Debido a esto, se puede determinar una correlación entre la poca participación de acuerdos internacionales medioambientales, con los altos índices de emisión de CO₂. A pesar de que Canadá cuenta con un riguroso sistema de evaluación ambiental, y protección del Parque Nacional los Glaciares, esto no basta para combatir el retroceso de glaciares, ya que debe ser una tarea combinada entre medidas locales y globales, siendo un ejemplo a considerar a la hora de elaborar una Ley de protección de Glaciares en Chile.

- 7) Finalmente, para poder elaborar una Ley de Glaciares en Chile, deben considerarse los siguientes temas: (1) Actualización de inventario de glaciares, (2) Reconocimiento de todos los glaciares como recurso estratégico de agua, (3) Reforzamiento del sistema de evaluación ambiental, (4) Participación ciudadana, (5) Estrategia de reducción de emisiones de CO₂ y (6) Fomentación de la investigación y monitoreo de glaciares.

5.2 Recomendaciones

Para poder realizar una verdadera acción de preservación de los glaciares, se debería llevar a cabo una estrategia mundial, generando acuerdos internacionales,

específicamente, para la protección de glaciares, ya que los esfuerzos locales, no son suficientes en la lucha contra el retroceso de glaciares.

Es necesario reducir las emisiones de CO₂ que provocan el efecto invernadero, y así detener el calentamiento global, ya que el aumento de las temperaturas es una de las principales causas del deshielo.

En el caso de Latinoamérica, Chile debiera encabezar una iniciativa para abordar este tema con el resto de los países, al ser el país latinoamericano con mayor superficie glaciaria, debe ser un referente para los demás, como lo es Argentina con su ley de protección a glaciares.

Los proyectos mineros que se realicen en altas montañas, debieran diseñar un sistema de mitigación de los impactos ambientales que producen, especialmente con el material particulado que se deposita en la superficie glaciaria. Esto puede ser a través de mallas que retengan el material particulado u otros mecanismos.

Es importante que se desarrolle un sistema de monitoreo de glaciares en Chile, ya que se podrán gestionar mejor las estrategias para la protección de glaciares, pero también, se podrían prevenir situaciones de emergencias que se pudieran generar por desprendimiento de glaciares a las comunidades como, por ejemplo, aludes, desborde de ríos o tsunamis generados por la caída de un trozo de glaciar. De esta manera, este sistema se podría complementar con los actuales sistemas de monitoreo en Chile, como lo son los terremotos y volcanes, para así abordar tanto la protección de glaciares como un recurso hídrico estratégico y la protección civil de la ciudadanía.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Agencia EFE. (2017).** Los glaciares de EEUU encaran su inevitable final ante escepticismo de Trump. *EFE*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2020, de <https://www.efe.com/efe/usa/sociedad/los-glaciares-de-eeuu-encaran-su-inevitable-final-ante-escepticismo-trump/50000101-3266085>
- **Agudelo, R. (2005).** El agua, recurso estratégico del siglo XXI. *Revista Facultad Nacional de la Salud Publica, Vol. 23 No.1*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2020, de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/fnsp/article/view/522/457>
- **Alarcón, I. (2020).** Ecuador ha perdido más de la mitad de su cobertura glaciar. *El Comercio*. Recuperado el 15 de Junio de 2021, de <https://www.elcomercio.com/tendencias/ambiente/ecuador-perdida-mitad-cobertura-glaciar.html>
- **Alegre, M. (2018).** *Análisis del modelo medioambiental de los Países Nórdicos y su comparación con España*. Universidad de Sevilla. Recuperado el 10 de Julio de 2021, de https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/88278/Analisis_del_modelo_medioambiental_en_los_paises_nordicos.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- **Almasy, S., & Cuevas, M. (2017).** *CNN*. Obtenido de <https://cnnespanol.cnn.com/2017/05/11/el-gran-deshielo-los-glaciares-de-este-parque-nacional-de-ee-uu-se-estan-derritiendo/>

- **Autoridad Nacional del Agua. (2014).** *Inventario de Glaciares y Lagunas.* Recuperado el 18 de Junio de 2021, de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjAsL7Lr6nxAhVXrJUCHZI4CqEQFjAAegQIAxAD&url=http%3A%2F%2Fwww.minam.gob.pe%2Fcambioclimatico%2Fwp-content%2Fuploads%2Fsites%2F11%2F2013%2F10%2Finventario-de-Glaciares-y-Cuenca.pdf&usg>
- **Ayuda en Acción. (2019).** *Ayuda en Accion.* Recuperado el 24 de Noviembre de 2020, de <https://ayudaenaccion.org/ong/blog/sostenibilidad/que-es-el-acuerdo-de-paris/>
- **Borquez et al. (2006).** *Glaciares Chilenos. Reservas estrategicas de agua dulce para la sociedad, los sistemas y la economia.* Lom Ediciones. Recuperado el 21 de Octubre de 2020, de http://bosques.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/29426/Glaciares_chilenos_reservas_estrategicas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- **Brenning, A., & F.Azocar, G. (2010).** Minería y glaciares rocosos: impactos ambientales, antecedentes políticos y legales, y perspectivas futuras. *Revista de geografía Norte Grande.* doi:10.4067/S0718-34022010000300008
- **Campos, N. (2020).** Revisión de procedimientos metodológicos para la reconstrucción glaciár y el cálculo de la altitud de la línea de equilibrio. *Revista de Geografía Norte Grande* , 321-350. Recuperado el 10 de Julio de 2021, de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rgeong/n76/0718-3402-rgeong-76-321.pdf>

- **Centro de Estudios Científicos. (2009).** *Estrategia Nacional de Glaciares*. Santiago. Recuperado el 22 de Noviembre de 2020, de <http://www.glaciologia.cl/estrategianacional.pdf>

- **Cepal. (2021).** Protocolo de Kyoto [De la Convención Marco sobre el Cambio Climático]. Recuperado el 20 de Junio de 2021 , de <https://observatoriop10.cepal.org/es/tratados/protocolo-kyoto-la-convencion-marco-cambio-climatico>

- **Cereceda et al. (2016).** *Primer Laboratorio Natural sobre Contaminacion Glaciar y Cambio Climatico: Levantamiento de la Linea Base*. Nunatak. Recuperado el 22 de Noviembre de 2020, de http://catalogador.mma.gob.cl:8080/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=e8894fc0-8716-4b3e-8648-4dbfc70147b0&fname=NUNATAK_.pdf&access=public

- **Cole, M. (2019).** *Fundacion Glaciares Chilenos*. Recuperado el 21 de Noviembre de 2020, de <https://www.glaciareschilenos.org/lugares/san-quintin-el-mas-grande-del-campo-de-hielo-patagonico-norte/>

- **Cueto, J. (2020).** Acuerdo de Escazú: el polémico rechazo de Chile al primer gran pacto medioambiental de América Latina y el Caribe. *BBC News Mundo*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2020, de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-54263916>

- **Derecho al agua. (2019).** *Coordinadora por la defensa del agua y la vida* . Recuperado el 21 de Octubre de 2020, de <http://www.derechoalagua.cl/2019/10/11/proteccion-de-glaciares-3/>

- **Duarte, C. (2018).** Protocolo de Kioto, ¿Logro o fracaso? *El Español*. Recuperado el 10 de Julio de 2021, de https://www.elespanol.com/ciencia/20180105/protocolo-kioto-logro-fracaso/272842718_12.html

- **El Universo. (2019).** Como es Groenlandia, el territorio danés ansiado por Donald Trump. *El Universo*. Recuperado el 9 de Julio de 2021, de <https://www.eluniverso.com/noticias/2019/08/21/nota/7481016/como-es-groenlandia-territorio-danes-ansiado-donald-trump/>

- **Europapress. (2013).** *Cienciaplus*. Recuperado el 13 de Junio de 2021, de <https://www.europapress.es/ciencia/laboratorio/noticia-retroceso-glaciares-artico-canadiense-ya-irreversible-20130313113440.html>

- **Expansión. (2019).** Emisiones de CO2. Recuperado el 20 de Junio de 2021, de <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2>

- **Fayanas, E. (2015).** Finlandia, Una Belleza Natural. *Nueva Tribuna*. Recuperado el 19 de Junio de 2021, de <https://nuevatribuna.publico.es/articulo/cultura---ocio/finlandia-belleza-natural/20150807171958118897.html>

- **Fernández, O. (2020).** *Rutas de escape.* Obtenido de <https://rutasdeescape.logitravel.com/consejos-ruta/todo-lo-que-debes-saber-sobre-los-glaciares-en-islandia/>

- **Fundación Glaciares Chilenos. (2018).** *Fundacion Glaciares Chilenos.* Recuperado el 20 de Noviembre de 2020, de <https://www.glaciareschilenos.org/fotografias/glaciar-amarillo/>

- **Fundacion Terram. (2020).** *Glaciares: ¿cómo se están protegiendo en Chile y el mundo?* Recuperado el 23 de Noviembre de 2020, de <https://www.terram.cl/2020/07/glaciares-como-se-estan-protegiendo-en-chile-y-el-mundo/>

- **Greenpeace. (s.f).** *Glaciares: Hielos en peligro.* Recuperado el 22 de Octubre de 2020, de <https://www.greenpeace.org/argentina/involucrate/glaciares-hielos-en-peligro/#:~:text=Argentina%20es%20el%20primer%20pa%C3%ADs,en%20ambiente%20glaciar%20y%20periglacial.&text=Finalmente%2C%20en%20junio%20de%202019,Ley%20de%20Glaciares%20es%20constitucional>

- **Hernández, D. (2018).** *Hombre Ecológico.* Recuperado el 23 de Noviembre de 2020, de <https://geologicalmanblog.wordpress.com/2018/01/10/modelado-glacial/>

- **Hernández, R. (2020).** *Fundacion Glaciares Chilenos.* Recuperado el Noviembre 24 de 2020, de <https://www.glaciareschilenos.org/ley-glaciar/actual-proteccion-legal-de-los-glaciares-en-chile/>

- **IDEAM. (2019).** *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*. Recuperado el 19 de Junio de 2021, de IDEAM: <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/glaciares-colombia>

- **Inmunes Chile. (2020).** *Inmunes Chile*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2020, de <https://www.inmuneschile.cl/articulos/2020/08/travesia-por-el-campo-de-hielo-norte-la-tercera-mayor-extension-de-hielo-del-mundo>

- **Instituto Chileno Antártico. (2019).** *INACH*. Recuperado el 22 de Noviembre de 2020, de https://www.inach.cl/inach/?page_id=21

- **Iza, A., & Rovere, M. (2006).** *Aspectos jurídicos de la protección de los glaciares*. UICN. Recuperado el 25 de Noviembre de 2020, de <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/EPLP-061.pdf>

- **Johansen, R. (2019).** La "Operación Rescate" de los países nórdicos enfrentan el cambio climático. *Meganoticias*. (S. Onetto, Entrevistador) Mega. Recuperado el 7 de Julio de 2021, de <https://www.youtube.com/watch?v=45TVV Ong3B4>

- **Kronenberg, M. (2016).** *From point measurements to glacier wide mass balance*. University of Fribourg, La Paz. Recuperado el 11 de Julio de 2021, de https://wgms.ch/downloads/CATCOS16_06_Kronenberg_point-to-glacierwide-mass-balance.pdf

- **Larraín, S. (2019).** *Chile Sustentable*. Recuperado el 17 de Diciembre de 2020, de <http://www.chilesustentable.net/2019/09/sobre-los-glaciares/>

- **Mannise, R. (2020).** *Ecocosas*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2020, de <https://ecocosas.com/ecologia/ciclo-del-agua/>

- **Ministerio de Ciencias e Innovación. (2020).** *España Puede*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2020, de <https://www.ciencia.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.7eeac5cd345b4f34f09dfd1001432ea0/?vgnnextoid=97f2efb8b7c0f210VgnVCM1000001d04140aRCRD#:~:text=El%20de%20octubre%20de,ant%C3%A1rtico%20y%20de%20los%20ecosistemas>

- **Morales, C. (2017).** Cámaras de hielo: Ley para proteger los glaciares chilenos lleva mas de diez años tramitándose, y esta prácticamente congelada. Recuperado el 22 de Octubre de 2020, de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/151926/TESIS-c%c3%a1maras-de-hielo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- **Moya, P. (2013).** *Protección de Glaciares en derecho comparado*. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Recuperado el 20 de Octubre de 2020, de https://www.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/17835/1/Proteccion%20comparada%20de%20glaciares_v4.doc

- **NASA. (2000).** *Nasa earth observatory*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2020, de <https://earthobservatory.nasa.gov/images/3421/malaspina-glacier-alaska>

- **National Snow & Ice Data Center. (2020).** *NSIDC*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2020, de <https://nsidc.org/cryosphere/glaciers/questions/types.html>

- **OCMAL. (2012).** *OCMAL*. Recuperado el 21 de Noviembre de 2020, de <https://www.ocmal.org/disputa-legal-entregan-sitio-barrickmientec-l-a-barrick-gold/#>

- **Organización de las Naciones Unidas. (2021).** *ONU*. Recuperado el 7 de Julio de 2021, de <https://news.un.org/es/story/2021/01/1486892>

- **Ortúzar, F. (2014).** *AIDA*. Obtenido de Sobre los glaciares y su incipiente proteccion legal : <https://aida-americas.org/es/blog/sobre-los-glaciares-y-su-incipiente-protecci%C3%B3n-legal>

- **Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo. (2020).** *UNDP*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2020, de <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development/environment-and-natural-capital/montreal-protocol.html>

- **Propiedades Industrial SAS. (2021).** *Propiedades Industrial SAS*. Recuperado el 15 de Junio de 2021, de <https://dmpropiedadindustrial.com.co/art-protocolo-de-madrid.php>

- **Rangecroft, S. (2015).** *Glaciares de Roca y Cambio Climático en los Andes Bolivianos*. Informes de Investigación de OXFAM, Universodad de Exeter. Recuperado el 18 de Junio de 2021, de https://oi-files-d8-prod.s3.eu-west-2.amazonaws.com/s3fs-public/file_attachments/rr-rock-glaciers-climate-change-bolivian-andes-280415-es.pdf

- **Republic Glaciar. (2019).** *Pascualama: Una historia de destrucción ambiental.* Obtenido de <https://www.republicaglaciar.cl/pascua-lama-una-historia-de-destruccion-ambiental/>

- **Shaw, T. (2020).** *Fundaciones Glaciares Chilenos.* Recuperado el 24 de Noviembre de 2020, de <https://www.glaciareschilenos.org/ciencia/cambios-en-el-glaciar-colgante-el-morado-entre-los-anos-1932-2019/>

- **Shibami, A. (2018).** *Growpro.* Recuperado el 22 de Noviembre de 2020, de <https://growproexperience.com/canada/glaciar-athabasca/>

- **SINC. (2015).** *Agencia SINC.* Recuperado el 14 de Junio de 2021, de Cincias de la tierra y del espacio: <https://www.agenciasinc.es/Noticias/El-70-de-los-glaciares-del-oeste-de-Canada-podrian-desaparecer-para-2100>

- **Sustainable Destination. (2021).** *Noruega Powerade By Nature.* Recuperado el 14 de Junio de 2021, de <https://www.visitnorway.es/organiza-tu-viaje/turismo-ecologico-en-noruega/destinos-sostenibles/>

- **Unión Mundial para la Naturaleza. (2006).** *Aspectos juridicos de la conservacion de los glaciares.* (A. Iza, & M. Rovere, Edits.) Gland, Suiza: Editores del puerto. Recuperado el 22 de Noviembre de 2020, de <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/EPLP-061.pdf>

- **United Nations Climate Change. (2020).** *¿Qué es el protocolo de Kioto?* Recuperado el 24 de Noviembre de 2020, de https://unfccc.int/es/kyoto_protocol

- **Valencia, M., & Soza, M. (2005).** *CEC Universidad de Chile*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2020, de <https://www.cec.uchile.cl/~mivalenc/definicion.htm#:~:text=El%20calentamiento%20global%20es%20un,que%20incrementaron%20el%20efecto%20invernadero.>

- **Vivanco, E. (2016).** *Glaciares de Chile*. Biblioteca del Congreso Nacional, Departamento de Estudios, Extensión y Publicaciones. Recuperado el 18 de Junio de 2021, de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwim3Yng6KnxAhXCq5UCHTIMBEYQFjABegQIBRAD&url=https%3A%2F%2Fwww.camara.cl%2FverDoc.aspx%3FprmTIPO%3DDOCUMENTOCOMUNICACIONCUENTA%26prmID%3D14323&usg=AOvVaw0FtEveev3O-dvWvXDa-Hv7>

- **Zalazar et al. (2017).** Glaciares de Argentina: Resultados Preliminares del Inventario Nacional de Glaciares. *Revista de Glaciares y Ecosistemas de Montaña* 2, 13-22. Recuperado el 16 de Junio de 2021, de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjXhYqJpKnxAhVlrJUCHe_VCcAQFjACegQIBhAE&url=https%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fpublication%2F320739737_Glaciares_de_Argentina_Resultados_Preliminares_del_Inventario_