



CAPÍTULO 7

# BIODIVERSIDAD



# BIODIVERSIDAD

Contempla las distintas formas de vida y en distintas escalas, como ecosistemas, especies y diversidad genética. La biodiversidad nos brinda **SERVICIOS ECOSISTÉMICOS**, es decir beneficios directos e indirectos que las personas obtienen de la naturaleza.



## ESTADO

<b>1210</b> Especies clasificadas según estado de conservación	<b>770</b> Especies amenazadas (CR, EN, VU)
<b>19</b> Ecosistemas amenazados (CR, EN, VU)	<b>17</b> Especies en Extinción (EX, EW)

## PRESIONES



## ECOSISTEMAS AMENAZADOS



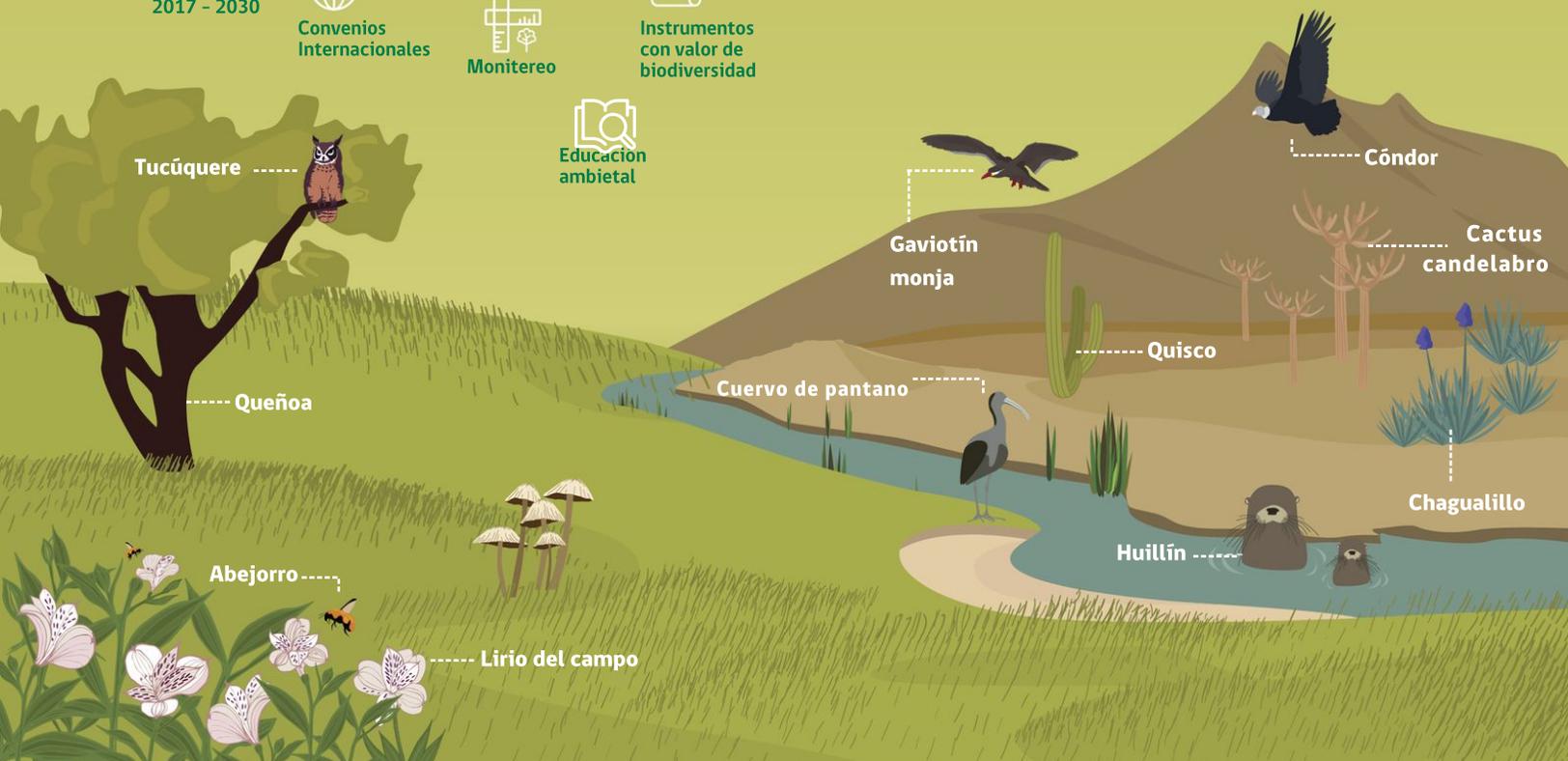
## RESPUESTAS



## EL BOSQUE NATIVO

ha sido impactados por quemas en **107.600 hectáreas** en las últimas tres temporadas de incendios.

Además entre los años 2016 y 2019, el consumo industrial DE MADERA NATIVA sumó **838.100 m<sup>3</sup>** y el consumo de leña de madera nativa agregó **23.472.045 m<sup>3</sup>**.



## CONTENIDO

---

### Introducción

1. Antecedentes
2. Estado de la Biodiversidad
  - 2.1 Ecosistemas terrestres
  - 2.2 Especies
  - 2.3 Biodiversidad genética
3. Presiones de la Biodiversidad
  - 3.1 Pérdida del hábitat por cambio de uso de suelo
  - 3.2 Fragmentación del hábitat y los ecosistemas
  - 3.3 Explotación directa de los recursos naturales
  - 3.4 Contaminación
  - 3.5 Introducción de especies exóticas invasoras
  - 3.6 Incendios forestales
4. Impacto a la Biodiversidad
  - 4.1 Pérdida histórica de los ecosistemas boscosos actualmente amenazados
  - 4.2 Incendios Forestales
  - 4.3 Especies exóticas invasoras
5. Respuestas a las Presiones de la Biodiversidad
  - 5.1 Convenios internacionales en biodiversidad
  - 5.2 Gestión y Políticas Públicas en Biodiversidad
  - 5.3 Objetivos de Desarrollo Sostenible en el marco de la estrategia nacional de biodiversidad y los convenios internacionales de biodiversidad.
  - 5.4 Infraestructura y Planificación ecológica
  - 5.5 Financiamiento para la conservación de la biodiversidad
  - 5.6 Biodiversidad y comunidades
  - 5.7 Manejo Sustentable del uso de la biodiversidad
  - 5.8 Acciones de Conservación de Humedales
  - 5.9 Monitoreo
  - 5.10 Conservación in situ: Áreas protegidas oficiales
  - 5.11 Otras áreas protegidas
  - 5.12 Planes de manejo
  - 5.13 Planes de recuperación, conservación y gestión de especies (RECOGE)
  - 5.14 Restauración ecológica y de paisajes
  - 5.15 Conservación ex situ

### Referencias

# INTRODUCCIÓN

Debido principalmente a la intervención antrópica, al año 2019 la biodiversidad del territorio chileno ha sufrido pérdidas en las poblaciones de especies como también en sus hábitats o ecosistemas. Es importante reconocer que la pérdida de especies y ecosistemas además de reducir la biodiversidad, implica el empobrecimiento de la calidad de vida de las personas, tanto a nivel espiritual como a nivel económico. Para mantener el patrimonio natural es necesario respetar y valorar la naturaleza del territorio, ya que en ella recae el sustento de las personas.

Para mejorar el estado de conservación de la biodiversidad, algunos de los principales instrumentos que se han desarrollado en el país hasta el año 2019, consisten la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030, las áreas protegidas, el Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022 y los planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies (RECOGE). La Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-20130 responde a metas internacionales para la conservación de la diversidad. Mientras que, los esfuerzos por aumentar las áreas protegidas se han realizado tanto en áreas protegidas oficiales como en iniciativas de conservación privada, donde algunas de estas áreas son el resultado del Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022. Por su parte, los Planes RECOGE están enfocados a disminuir el riesgo de extinción de especies amenazadas.

Este capítulo presenta a la ciudadanía la situación de la biodiversidad principalmente terrestre, hasta el año 2019, en cuanto al Estado, Presiones, Impactos e Iniciativas de conservación de la biodiversidad, provenientes del sector público y del sector privado. Adicionalmente, quiere invitar a la ciudadanía a valorar la naturaleza, reconociendo los beneficios que ésta entrega.

# 1. Antecedentes

La biodiversidad se refiere a todas las formas de vida, en los distintos niveles de organización. Es decir, a las especies de plantas, animales, hongos y algas, pero también a la biodiversidad de los ecosistemas y a la biodiversidad genética. Esta última apunta a la riqueza de genes dentro de una misma especie, por lo que se pueden diferenciar las poblaciones de una misma especie. En particular, la biodiversidad de Chile, presenta altos porcentajes de endemismo de sus especies, tanto para flora como para fauna. Junto con esto, gran parte del territorio es parte del hotspot o "punto caliente" de biodiversidad con prioridad de conservación llamado Chilean winter rainfall-Valdivian forests. Donde la definición de hotspot corresponde a aquellas regiones con un mínimo de 1.500 plantas vasculares, alta proporción de vertebrados endémicos y donde el hábitat original presente altos impactos antrópicos (Myers et al., 2000).

La biodiversidad conforma el patrimonio natural de la humanidad, ya que entrega a las personas distintos servicios ecosistémicos, es decir, beneficios directos e indirectos que se obtienen de las funciones de los ecosistemas (MEA, 2005). Por ejemplo, proveyendo recursos, como alimentos, regulando los ciclos naturales, como el del agua, o proveyendo beneficios no materiales que forman parte de nuestra cultura, como ocurre al disfrutar de un paisaje natural (MEA, 2005).



## 2. Estado de la Biodiversidad

Los distintos climas que se presentan en el territorio chileno permiten una variedad importante de ecosistemas y especies, acentuándose esta situación por la condición de isla biogeográfica del país. Debido a que el maritorio, es decir la extensión marina de soberanía chilena, se expone en el capítulo de Océanos, aquí se presentan los ecosistemas terrestres, ecosistemas acuáticos, ecosistemas de montaña y en particular los ecosistemas boscosos. También se presenta una visión global (terrestre y marina) de las especies y la biodiversidad genética.



### 2.1 Ecosistemas terrestres

El concepto "ecosistema" fue definido formalmente en primera ocasión por Tansley (1935) como "un sistema - en el sentido físico- reconocible y contenido en sí mismo, que incluye no solo el complejo de organismos, sino también, el complejo de factores físicos que forman lo que llamamos el entorno del bioma, los factores del hábitat en el sentido más amplio". Por lo tanto, se considera a todos los seres vivos y el ambiente que los rodea, lo que incluye las variables abióticas y las relaciones entre estos elementos, los que se reconocen como procesos ecosistémicos o funciones ecosistémicas.

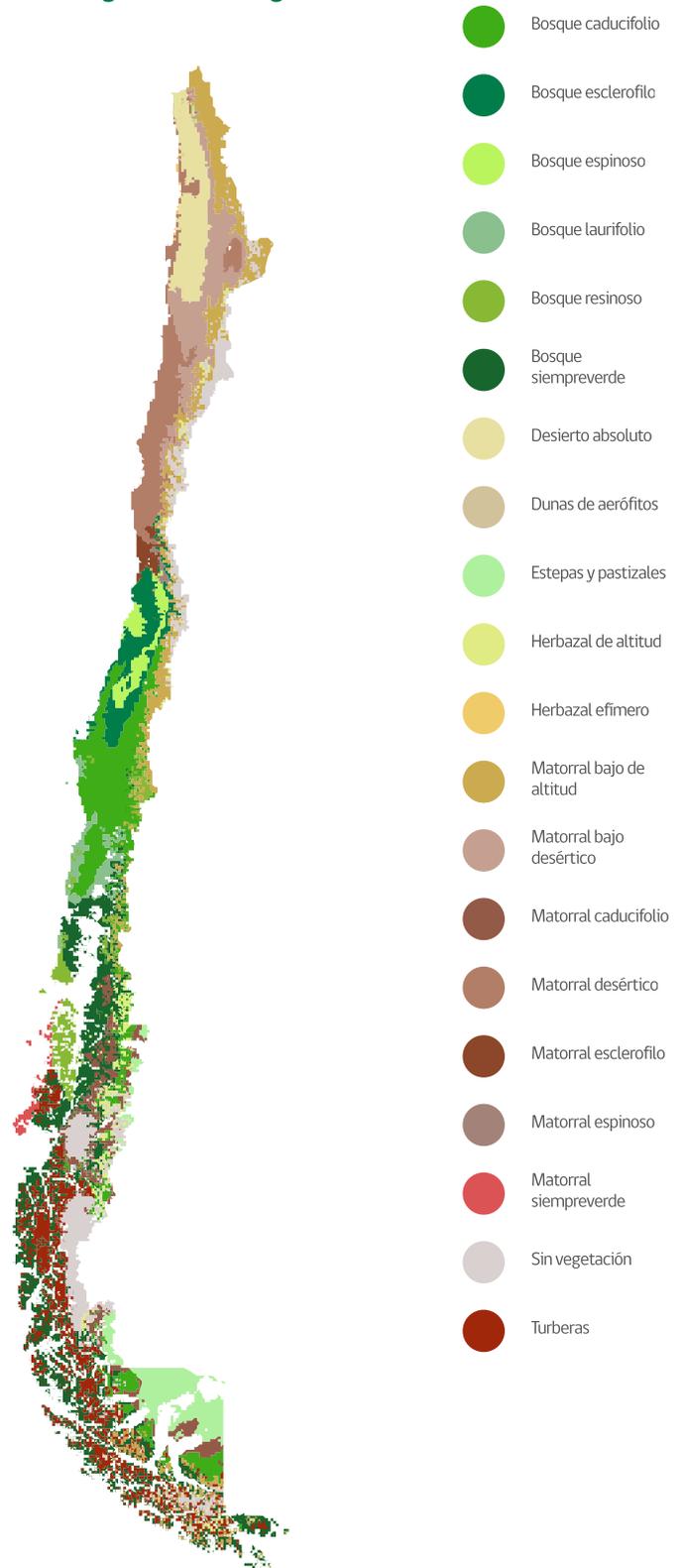
La sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile define ecosistemas potenciales, es decir, la vegetación que podría haber existido en el territorio chileno sin ser intervenido por el hombre. Por lo tanto, como ha habido intervención humana, la vegetación actual no es la misma que la que se define en esta propuesta.



Sin embargo, este trabajo presenta una base para el análisis y comprensión de la condición actual de los ecosistemas. Esta se basa principalmente en el clima como factor ecológico de la distribución de la vegetación, con lo que se definen formaciones vegetales y pisos vegetaciones, donde un piso de vegetación corresponde a “espacios caracterizados por un conjunto de comunidades vegetales zonales con estructura y fisionomía uniformes, situados bajo condiciones mesoclimáticamente homogéneas, que ocupan una posición determinada a lo largo de un gradiente de elevación, a una escala espacio-temporal específica” (Luebert & Pliscoff, 2006). Esta propuesta ha sido utilizada por el Ministerio del Medio Ambiente en varias ocasiones como representaciones de los ecosistemas terrestres de Chile (Pliscoff & Luebert, 2008; Pliscoff, 2015; MMA, 2016). En los últimos años, este trabajo ha sido mejorada por los autores, presentándose una reedición el año 2017. Esta última considera 19 formaciones vegetales, es decir, 19 ecorregiones terrestres, entre ellas formaciones de bosques, matorrales, herbazales, una formación del desierto y una de dunas aerófitas. También se incluye una categoría de áreas sin vegetación, las que en su mayoría se refieren a áreas rocosas, nieves o hielos (Figura 1).

De acuerdo a la distribución y superficie de las ecorregiones y ecosistemas, se puede distinguir que las ecorregiones de bosque dominaban en la zona centro y sur del país, y que los ecosistemas de matorral se distribuían principalmente en la zona centro y norte del país, además de su presencia en la cordillera de los Andes (Figura 1, Tabla 1). Para efectos de esta publicación se utiliza esta clasificación como referencia de los ecosistemas terrestres de Chile.

**Figura 1. Ecorregiones terrestres**



Fuente: Elaboración propia con capas de Luebert & Pliscoff, 2017.

**Tabla 1. Superficie y estado de conservación de los ecosistemas terrestres**

<
Bosque Caducifolio
>

ECOSISTEMA	SUPERFICIE ORIGINAL	UICN A2	UICN A3	UICN FINAL
Bosque caducifolio mediterráneo andino de <i>Nothofagus glauca</i> - <i>N. obliqua</i>	1889 km2	Vulnerable	Preocupación Menor	Vulnerable
Bosque caducifolio mediterráneo costero de <i>Nothofagus glauca</i> - <i>Azara petiolaris</i>	1119 km2	En Peligro Crítico	En Peligro	En Peligro Crítico
Bosque caducifolio mediterráneocostero de <i>Nothofagus glauca</i> - <i>Persea lingue</i>	2513 km2	En Peligro Crítico	En Peligro	En Peligro Crítico
Bosque caducifolio mediterráneo costero de <i>Nothofagus macrocarpa</i> / <i>Ribes punctatum</i>	881 km2	Preocupación Menor	Preocupación Menor	Preocupación Menor
Bosque caducifolio mediterráneo costero de <i>Nothofagus obliqua</i> - <i>Gomortega keule</i>	2623 km2	En Peligro Crítico	En Peligro	En Peligro Crítico
Bosque caducifolio mediterráneo de <i>Nothofagus obliqua</i> - <i>Persea lingue</i>	7785 km2	En Peligro Crítico	En Peligro	En Peligro Crítico
Bosque caducifolio mediterráneo interior de <i>Nothofagus obliqua</i> - <i>Cryptocarya alba</i>	8953 km2	En Peligro Crítico	En Peligro	En Peligro Crítico
Bosque caducifolio mediterráneo-templado andino de	636 km2	Preocupación	Preocupación	Preocupación

 **Download data**

Fuente: Elaboración propia con datos de Luebert & Plischoff, 2017.

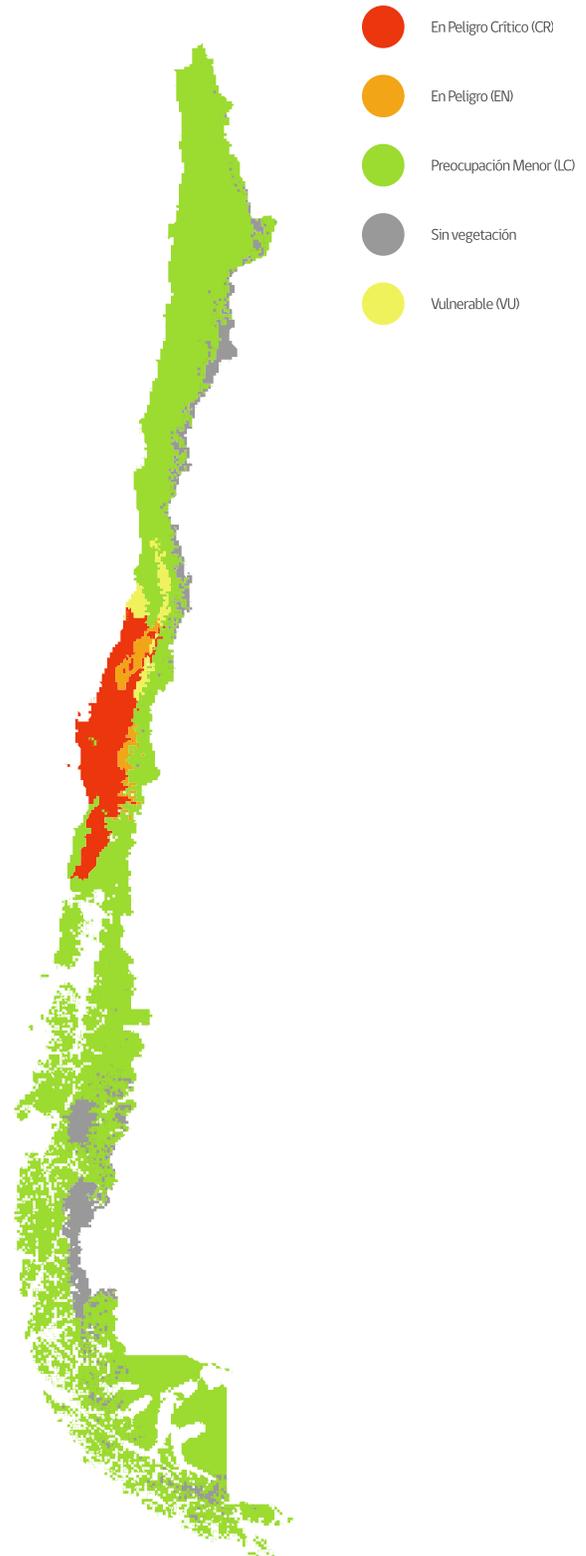
Una forma de definir el nivel de riesgo de colapso o grado de amenaza que presentan los ecosistemas terrestres, es la aplicación de la metodología de las listas rojas de ecosistemas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Esta consiste en un procedimiento estándar que evalúa principalmente cinco criterios basados en los síntomas de riesgo de perder sus características representativas. Los criterios A y B se vinculan a la distribución espacial del ecosistema, donde el primero se refiere a la "reducción de la distribución", y el segundo a "distribución restringida". Los síntomas funcionales de los ecosistemas son evaluados mediante el criterio C "degradación del ambiente abiótico" y el criterio D "interacción de procesos e interacciones biológicas".

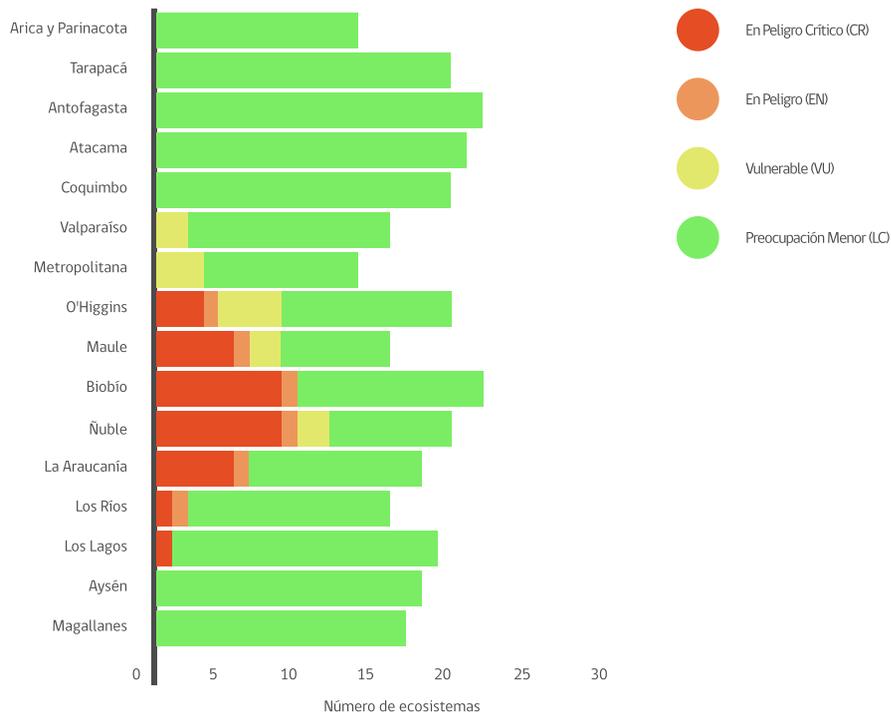
Mientras el último criterio, el criterio E, consiste en un "modelo de estimaciones probabilísticas del riesgo de colapso". Mediante la evaluación de estos criterios en los ecosistemas se obtienen distintas categorías de conservación de los ecosistemas. En orden de mayor a menor riesgo, las categorías son: Ecosistema Colapsado (CO), En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi amenazado (NT) y Preocupación Menor (LC). Adicionalmente, existe una categoría para aquellos ecosistemas que no presentan información suficiente para ser evaluado, la que se denomina como Datos Insuficientes (DD). Dentro de estas categorías se llaman "amenazadas" solo a tres, CR, EN y VU, ya que CO corresponde a un ecosistema extinto, mientras que NT y LC presentan un riesgo menor.

El estado de conservación de los ecosistemas de Chile se definió según la aplicación de la metodología de la UICN a la clasificación de ecosistemas de Luebert & Pliscoff (2017), cuyo análisis fue realizado por los mismos autores. En esta evaluación se aplicaron dos subcriterios, la reducción en la distribución en cualquier periodo de 50 años (A2b) y la reducción en la distribución histórica (A3). De acuerdo al criterio A2b se determinó que hay 12 ecosistemas en categoría de Peligro Crítico, dos En Peligro y tres Vulnerables. Esto corrobora que en los últimos años el proceso de pérdida del hábitat ha continuado, donde el mayor impacto es generado por el cambio de uso de suelo de la industria forestal, lo que se puede observar claramente en la costa de las regiones del Maule y Biobío. Por otro lado, según el criterio A3 se definieron nueve ecosistemas en categoría En Peligro y siete en categoría Vulnerable. De esta forma, considerando la evaluación de ambos criterios, se concluye que existe una mayor reducción de la superficie de los ecosistemas de la zona central de Chile, específicamente en la costa y en el área central. Los resultados presentan 12 ecosistemas en categoría CR, distribuidos entre las regiones de O'Higgins y Los Lagos, dos ecosistemas en categoría EN, entre las regiones de O'Higgins y Los Ríos y cinco ecosistemas en la categoría VU, entre las regiones de Valparaíso y Ñuble (**Figura 2, Figura 3**).



**Figura 2. Estado de conservación de los ecosistemas de Chile**



**Figura 3. Número de ecosistemas por región y categoría de conservación**

[Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de Luebert & Plissock, 2017.

Los pisos vegetacionales que presentan mayor impacto son de las formaciones de Bosque espinoso, Bosque esclerófilo y Bosque caducifolio, por la pérdida de cobertura natural histórica y reciente (**Tabla 1**). Además, es importante destacar que, según los autores los ecosistemas amenazados presentan bajo porcentaje de superficie protegida, aunque esto ha variado ligeramente en la actualidad. Finalmente, es importante señalar que ningún ecosistema se clasificó como un ecosistema colapsado, por lo tanto, no existe ningún ecosistema extinto en el territorio nacional.

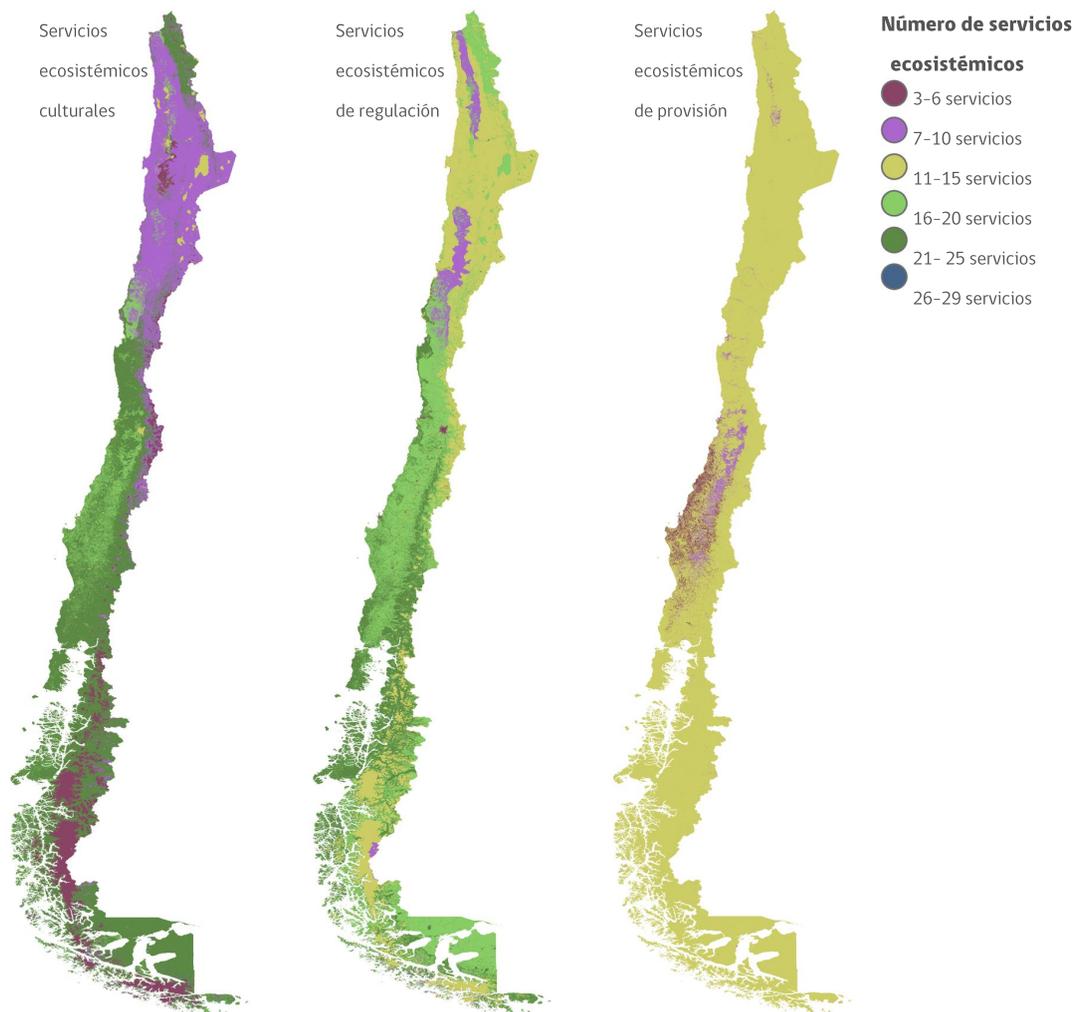
A nivel de ecosistemas se pueden distinguir distintos servicios ecosistémicos de acuerdo al uso que las comunidades tengan de los recursos. Como una referencia a escala nacional sobre la valoración de los servicios ecosistémicos, existe un estudio que se levantó mediante la participación de 34 expertos en servicios ecosistémicos.

El resultado de esto, es una valoración cualitativa de la capacidad potencial de los ecosistemas del país para entregar servicios ecosistémicos (Von Bernath et al., 2018). Los servicios ecosistémicos identificados son de tres tipos: provisión, regulación y culturales. Los servicios de provisión se pueden agrupar de acuerdo a las temáticas de biomasa, el material genético de toda la biota, y el agua. Por su parte, los servicios ecosistémicos de regulación identificados se pueden agrupar en grupos bióticos y abióticos, de transformaciones de inputs bioquímicos o físicos a los ecosistemas y de regulación de las condiciones físicas, químicas y biológicas. Finalmente, los servicios ecosistémicos culturales se clasifican en los grupos: i) Interacciones directas, insitu y de campo con sistemas vivos que dependen de la presencia en el entorno ambiental; y ii) Interacciones directas, insitu y de campo con sistemas vivos que no dependen de la presencia en el entorno ambiental y las interacciones con los componentes abióticos.

En relación a la distribución del número de servicios ecosistémicos identificados, se pueden distinguir zonas con hasta 29 servicios de provisión, 25 servicios de regulación y mantención y 15 servicios culturales. Sin embargo, es relevante destacar que, aunque en algunas zonas el número de servicios ecosistémicos es bajo, pueden tratarse de servicios ecosistémicos esenciales para la vida humana, como ocurre con los ecosistemas de hielos y glaciares, los que son uno de los reservorios de agua dulce más importantes del planeta, además de ser un factor importante en la regulación del clima (**Figura 4**).



**Figura 4. Número de servicios ecosistémicos por ecosistema**



Fuente: Elaboración propia con datos de Von Bernath et al., 2018.

## 2.1.1 Ecosistemas boscosos

Los bosques son expresiones vegetacionales de máximo desarrollo de los ecosistemas planetarios, en los que domina la presencia de especies vegetales arbóreas (Rozzi et al., 1994; Donoso, 1997). Estos ecosistemas incluyen a toda la comunidad de especies que ahí habita, ya sean otras especies vegetales (hierbas y arbustos), animales y a todas las formas de organización (genético, especie, poblaciones, comunidad). Junto con esto se incluye a las conexiones de las comunidades con el sustrato y la atmósfera. Esto se refiere a los procesos ecológicos, como el ciclo del agua, los ciclos biogeoquímicos (nutrientes como nitrógeno, carbono, fosforo, potasio), el flujo de energía y la dinámica de las comunidades (Rozzi et al., 1994).

De acuerdo a la legislación chilena el bosque nativo corresponde a "bosque formado por especies autóctonas, provenientes de generación natural, regeneración natural, o plantación bajo dosel con las mismas especies existentes en el área de distribución original, que pueden tener presencia accidental de especies exóticas distribuidas al azar", pero para que este sea considerado bosque debe tener por lo menos 0,5 hectáreas y 40 metros de ancho con una cobertura de copas de más del 10 % en zonas áridas o semiáridas y más del 25 % en otras condiciones (Ley N° 20.283 sobre Recuperación de bosque nativo y fomento forestal; Minagri/2008).

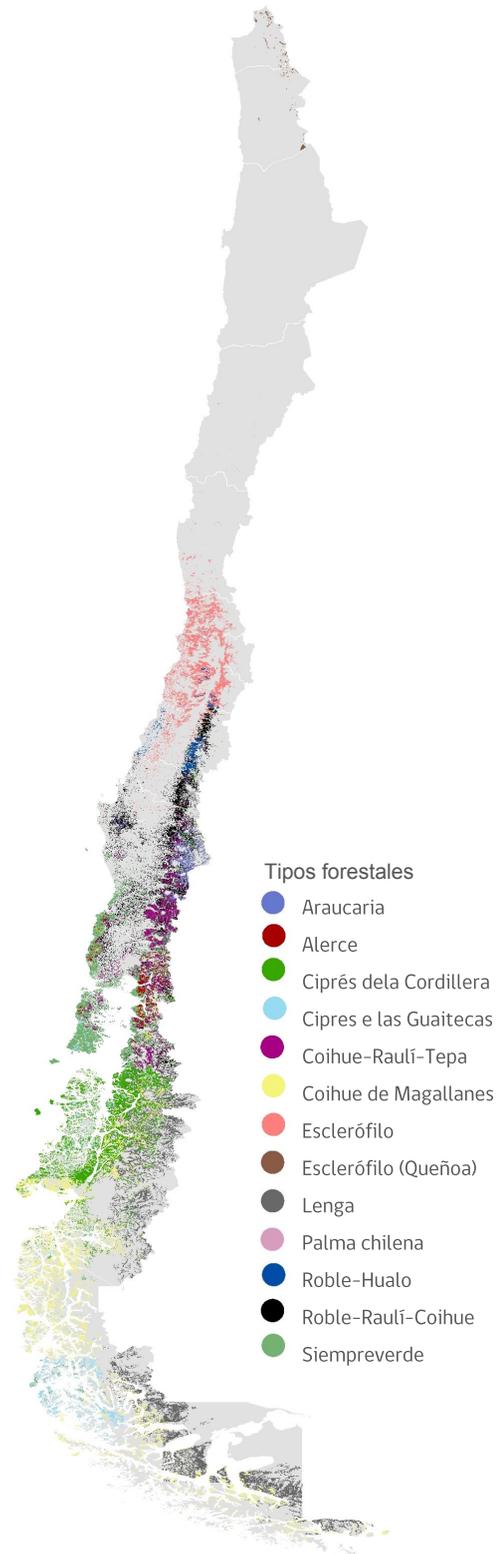


A escala gruesa en Chile se pueden diferenciar seis ecorregiones de bosque nativo, estas son bosque caducifolio, bosque esclerófilo, bosque espinoso, bosque laurifolio, bosque resinoso y bosque siempreverde. A su vez, las formaciones se pueden dividir en 57 ecosistemas (Luebert & Pliscoff, 2017). Una clasificación más acotada y muy utilizada en el sector forestal es la clasificación de Donoso (1981), la que distingue 12 Tipos forestales: Alerce, Araucaria, Ciprés de la Cordillera, Ciprés de las Guaitecas, Coihue de Magallanes, Coihue-Raulí-Tepa, Esclerófilo, Lenga, Palma Chilena, Roble-Hualo, Roble-Raulí-Coihue y Siempreverde.

A nivel nacional existen 14.637.003,5 hectáreas de bosque nativo distribuidas en 15 de las 16 regiones del país, ya que la región de Antofagasta carece de bosque nativo. Sin embargo, la distribución más significativa se concentra desde la región de Valparaíso, incrementándose hacia el sur del país (**Figura 5**).

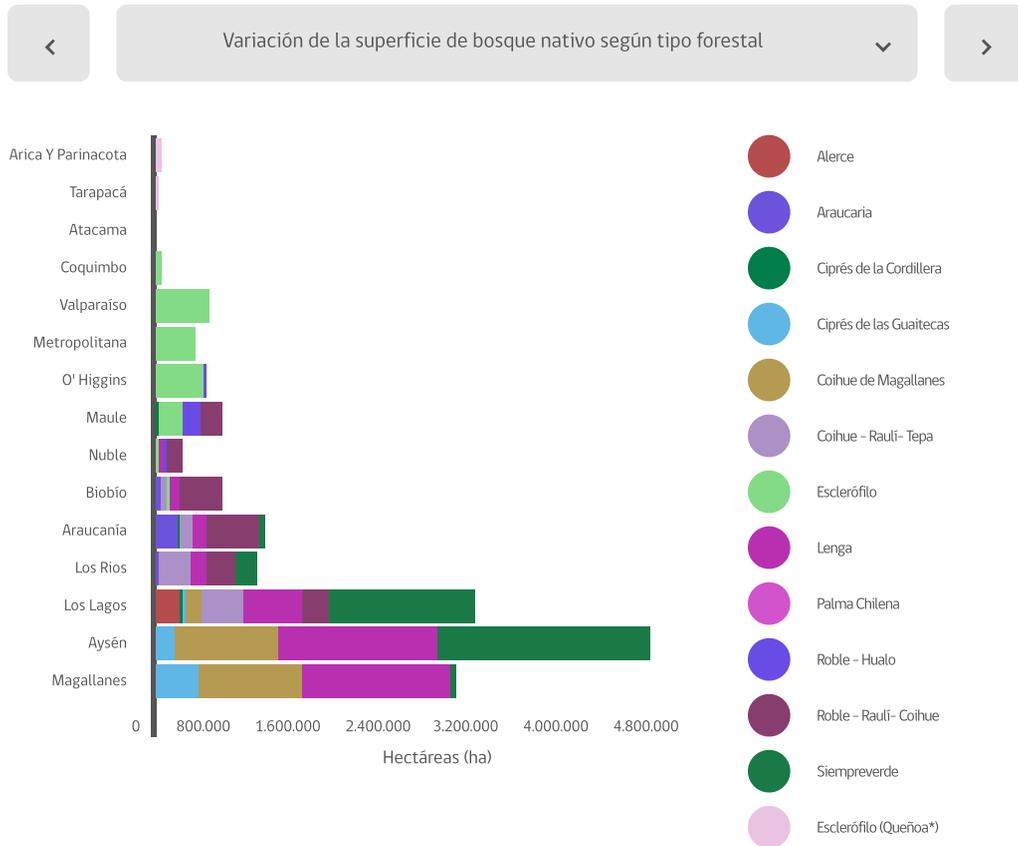
De acuerdo a CONAF (2020a), se distingue que el tipo forestal Lenga (*Nothofagus pumilio*) es el bosque que presenta mayor superficie con 3.633.340,2, ha y se ubica entre las regiones del Maule y Magallanes, encontrándose la mayor superficie en la región de Aysén, seguido por el tipo forestal Siempreverde con 3.504.793,4 hectáreas, ubicado desde la región de Ñuble hasta Magallanes, donde la mayor superficie también se encuentra en la región de Aysén. Mientras, los tipos forestales con superficies más escasas corresponden a Ciprés de la Cordillera y Palma Chilena, con 73.005,5 y 15.085 hectáreas respectivamente (Figura 5). En relación a la diversidad de tipos de bosque, considerando la clasificación de tipos de bosque, las regiones de Los Lagos y Los Ríos son las que presentan más diversidad con 9 tipos forestales cada una. Es preciso recordar que los ecosistemas de mayor amenaza corresponden a los bosques espinoso, esclerófilo, caducifolio y laurifolio, ubicados entre las regiones de O'Higgins y Los Lagos. De estas regiones, la región que concentra mayor superficie amenazada de bosque nativo corresponde a la región de la Araucanía, seguida por las regiones del Maule y Biobío (**Figura 6**).

**Figura 5. Bosque nativo según tipos forestales**



Fuente: Elaboración propia con datos de Corporación Nacional Forestal (CONAF), 2020a.

**Figura 6. Bosque nativo según tipos forestales y estado de conservación, por región**



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Corporación Nacional Forestal (CONAF), 2020a; Luebert & Plissock, 2017.

Es relevante recordar que en la actualidad también existen formaciones boscosas mixtas, lo que corresponde a bosques con dominancia de especies nativas y especies exóticas, generalmente *Eucalyptus* sp. o *Pinus* sp., las que provienen de las plantaciones forestales. Sin embargo, la superficie total de bosque mixto no es significativa en comparación al bosque nativo.

Los ecosistemas de bosque nativo mediante distintos atributos entregan beneficios a las comunidades mediante servicios ecosistémicos. Algunos servicios ecosistémicos de regulación que entregan los bosques son la captura de carbono, la purificación del aire y la regulación del ciclo hidrológico; servicios ecosistémicos de provisión pueden ser los hongos y frutos comestibles, además de la madera bajo un manejo sustentable. Finalmente, los bosques en un contexto cultural pueden ofrecer los servicios ecosistémicos de deportes al aire libre, el sentimiento de arraigo para las comunidades y pueden ser un lugar sagrado para un grupo étnico, entre otros servicios.

### Estado de la vegetación y del bosque nativo de la región Metropolitana

De acuerdo con una clasificación internacional de ecorregiones terrestres, la Región Metropolitana forma parte de las ecorregiones Matorral chileno, Bosque templado valdiviano y la Estepa andina del sur (Olson et al., 2001). Estas ecorregiones fueron catalogadas en estado de conservación "En Peligro", "Vulnerable" y "Relativamente Estable" respectivamente según Dinerstein et al. (1995). Por otra parte, según la clasificación nacional, la Región Metropolitana presenta las ecorregiones Bosque esclerófilo, Bosque espinoso, Bosque caducifolio, Matorral bajo de altitud, Matorral espinoso y Herbazal de altitud (Luebert & Plischoff, 2017). Dentro de estas formaciones, Bosque espinoso está clasificado como Vulnerable (VU), mientras que las demás se encuentran clasificados como Casi Amenazadas (LC) (Luebert & Plischoff, 2017). Es relevante mencionar que la región Metropolitana forma parte del hotspot o "punto caliente" Chilean winter rainfall-Valdivian forests (Mittermeier et al., 2004), el que fue definido de acuerdo su alto endemismo de plantas vasculares y vertebrados, además de un alto impacto antrópico del hábitat (Myers et al., 2000).

Las amenazas y factores de degradación ambiental en la ecorregión mediterránea de Chile, están dados principalmente por actividades humanas. Los principales factores son la pérdida, fragmentación y degradación del hábitat provocado por la expansión agrícola y urbana; los incendios; mascotas abandonadas asilvestradas; la deforestación del bosque nativo; la extracción de tierra de hoja; el sobrepastoreo; y la escasa protección legal de los ecosistemas. También son factores de amenaza los proyectos inmobiliarios y de turismo, como también la minería y la generación hidroeléctrica. Dado a estas amenazas y a su alta sensibilidad a los cambios de uso de tierra, se estima que al año 2100 el ecosistema mediterráneo es el que cambiará en mayor proporción su biodiversidad (Lavorel, 1998; Sala et al., 2000; PNUMA, 2007).

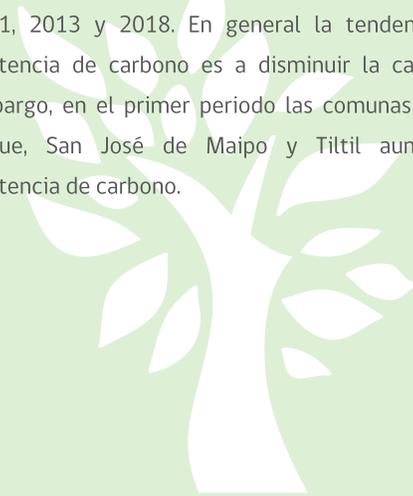


En efecto, de acuerdo a un análisis según el índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) de los ecosistemas de la región Metropolitana en los años 2016, 2017 y 2018, se evidencia que, de los 13 ecosistemas evaluados, 11 (85%) presentan una tendencia de disminución del índice, lo que se puede interpretar como la disminución de la productividad vegetal de cada ecosistema, resultante de procesos naturales o antrópicos, es decir, como la degradación de la vegetación. Los ecosistemas que no presentan degradación son Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Kageneckia angustifolia* / *Guindilia trinervis* y Matorral bajo mediterráneo costero de *Chuquiraga oppositifolia* - *Mulinum spinosum* (MMA, 2019).

En particular, la superficie de degradación del bosque nativo se analizó de acuerdo a las comunas de la región para dos periodos, 2001-2013 y 2013-2018. En el periodo 2001-2013, la comuna de mayor superficie de bosque nativo degradado es la comuna de San José de Maipo con 10.827 hectáreas, seguido por las comunas de Lo Barnechea y Alhué, con 10.610 hectáreas y 10.529 hectáreas respectivamente. Mientras, en el periodo 2013-2018 las comunas que presentan mayor superficie de degradación del bosque nativo son San José de Maipo con 22.515 hectáreas seguido por las comunas de Lo Barnechea y Melipilla, con 11733 hectáreas y 11671

hectáreas respectivamente. De acuerdo a estos análisis la superficie de degradación total del bosque nativo para la Región Metropolitana en los periodos 2001-2013 y 2013-2018 son 69.560 hectáreas y 87.729 hectáreas respectivamente (MMA, 2019).

Además de su valor intrínseco, el bosque nativo es importante debido a los servicios ecosistémicos que entregan para el beneficio de las personas. Algunos de estos servicios son la captura de carbono y la purificación del aire mediante la depositación de material particulado (MP 10). La captura de carbono del bosque nativo de la región Metropolitana se estimó según su variación (en toneladas CO<sub>2</sub> eq entre los años 2001, 2013 y 2018). En general la tendencia de la existencia de carbono es a disminuir la captura. Sin embargo, en el primer periodo las comunas de Alhué, Pirque, San José de Maipo y Tiltil aumentan la existencia de carbono.



## 2.1.2 Ecosistemas de montaña

Una de las características inconfundibles del paisaje chileno es la presencia de las montañas a lo largo de todo el territorio continental. Esto se debe principalmente a las dos cadenas montañosas distribuidas de norte a sur, la Cordillera de los Andes al Este y la Cordillera de la Costa al Oeste. De acuerdo al diagnóstico de montañas de Chile, propuesto por FAO (2012) en base al modelo de Centro de Monitoreo de la Conservación del Medio Ambiente (UNEP-WCMC en inglés). Aproximadamente el 68,3% de su superficie total del país se encuentra ocupado por montañas. Esta propuesta, tanto como la propuesta de Kapos et al. (2000) definen cinco clases de montaña de acuerdo a criterios de altitud y pendiente. La mayor proporción de la superficie de montaña la ocupa la clase de menor altitud (300-1000 msnm), mientras que la clase de mayor altitud (>4500 msnm) presenta la menor superficie (**Figura 7**).

La vegetación de las montañas se encuentra condicionada por distintos factores, el clima, el tipo de suelo, y la exposición a la radiación solar entre otros. La adaptación a las exigentes condiciones que se presentan en las montañas de Chile ha requerido que la vegetación se presente como plantas rastreras, acojinadas, con espinas o achaparradas. De acuerdo a la latitud del territorio, existen distintas especies dominantes en las montañas, algunas de estas son la llareta (*Azorella compacta*) y paja brava (*Festuca orthopylla*) en la zona norte del país; mientras que en la zona central son características la hierba blanca (*Chuquiraga oppositifolia*), el pichi (*Fabiana imbricata*) y el pingopingo (*Ephedra andina*). En la zona sur del país aparece los bosques, como el bosque Valdiviano y el bosque Caducifolio.

Más al sur aparecen especies como el ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodendron uviferum*) y la lenga (*Nothofagus pumilio*), como también aparecen las estepas. Al extremo sur se distingue el cohigüe de Magallanes (*Nothofagus dombeyi*) y el ñirre (*Nothofagus alpina*).

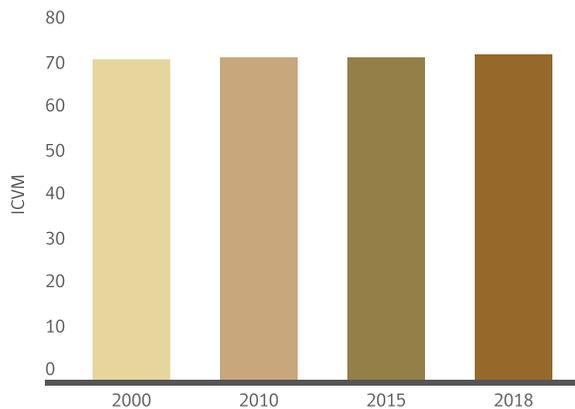
**Figura 7. Clases de montaña**



Fuente: Elaboración propia con datos de Kapos et al., 2000.

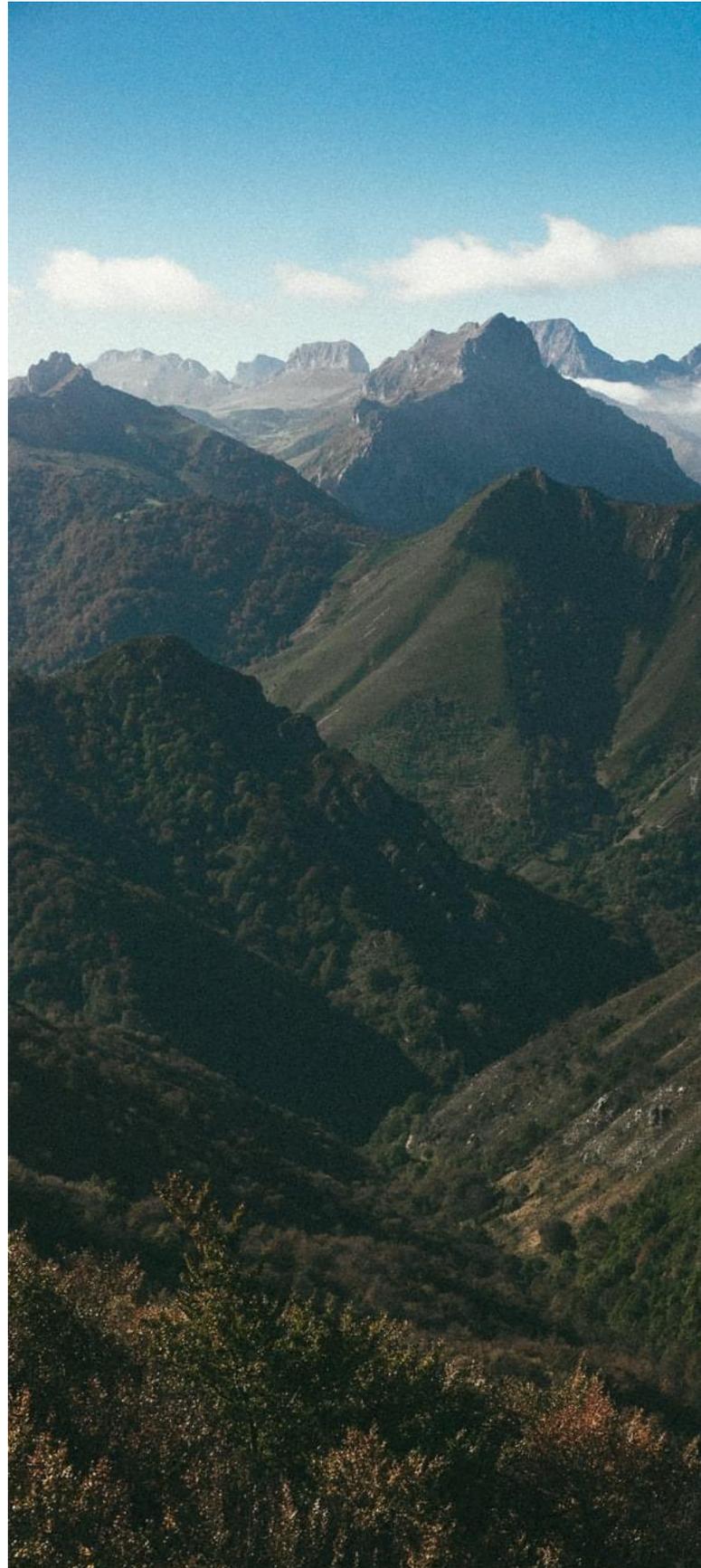
El índice de cobertura verde de las montañas, ODS 15.4.2 de las Naciones Unidas, consiste en el porcentaje de cobertura con vegetación que existe en el área de montañas de un país. Para efectos de este ODS se considera como cobertura verde a la vegetación nativa y exótica, es decir, a los bosques, arbustos, pastizales, estepas, herbazales, y también a las plantaciones y cultivos. El indicador busca monitorear los cambios en la vegetación, comparando el resultado de los índices en distintos momentos. Para el cálculo de este índice en cuanto a la situación chilena, se consideró como área de montaña al área propuesta por Kapos et al. (2000), el que contempla seis clases de montaña según criterios de altitud y pendiente, y las capas de cobertura de suelo propuestas por el proyecto Land cover de ESA CCI (2018), según las clases de uso de suelo que definió el Panel Intergubernamental de Cambio climático (IPCC). De acuerdo al monitoreo del índice de cobertura verde de los años 2000, 2010, 2015 y 2018 la tendencia en Chile es estable y en consecuencia a la gran extensión de territorio clasificado como montaña, el porcentaje de cobertura varía entre 72,9 % (2000) y 73,8 % (2018) aproximadamente (**Figura 8**). Este aumento se presenta principalmente en los usos de cultivos y pastizales.

**Figura 8 . ODS. 15.4.2. Índice de cobertura verde de las montañas, 2000-2018**



 [Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de The European Space Agency Climate Change Initiative (ESA CCI), 2018; Kapos et al., 2000



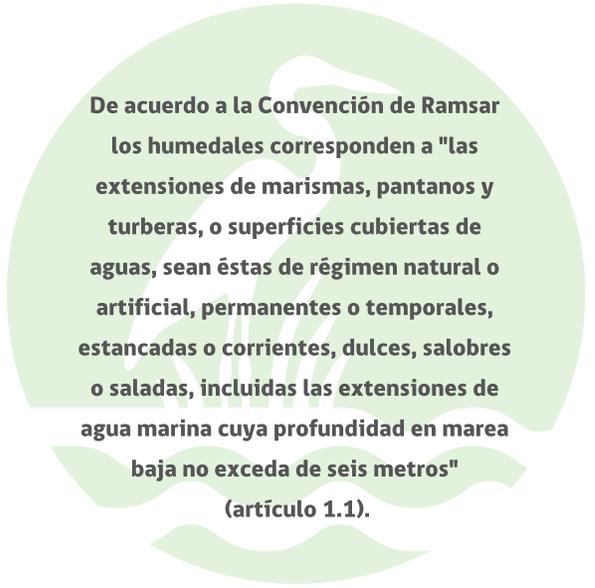
## 2.1.3 Ecosistemas acuáticos

Los ecosistemas de aguas continentales en Chile corresponden a una variedad importante de humedales distribuidos a lo largo de todo el territorio nacional, en distintas latitudes y altitudes. Las características climáticas, geomorfológicas e hidrológicas del territorio modelan los humedales, presentándose hábitats que albergan la biodiversidad. Estos humedales se presentan tanto en la costa como en el territorio continental del país. Los humedales costeros pueden presentar intrusión de agua salina y se incluyen en este grupo a los lagos y lagunas costeras, marismas, estuarios y deltas. Por su parte, los humedales continentales presentan una mayor variedad. En la zona norte y por la Cordillera de los Andes se encuentran salares, lagunas salobres, bofedales, vegas, ríos, lagos y lagunas.

La condición de aislamiento de estos hábitats ha favorecido el endemismo de especies de peces (44 de 48) (Habit et al., 2019), muchos de los cuales se encuentran amenazados. En la zona central aparecen los ríos en sistemas de valles transversales con desembocadura en el mar, también dominan los humedales temporales como quebradas y esteros, y en la cordillera de los andes se presentan las vegas andinas.

Finalmente, en la zona sur del país, además de caudalosos ríos y numerosos lagos y lagunas, se pueden reconocer humedales boscosos, como los hualves o pitrantos, los que permiten la vida de aves, peces, crustáceos, anfibios y reptiles. También se presentan las turberas, las que se sostienen por la presencia del musgo *Sphagnum* sp. y conforman sumideros de gases de efecto invernadero (**Figura 9**).

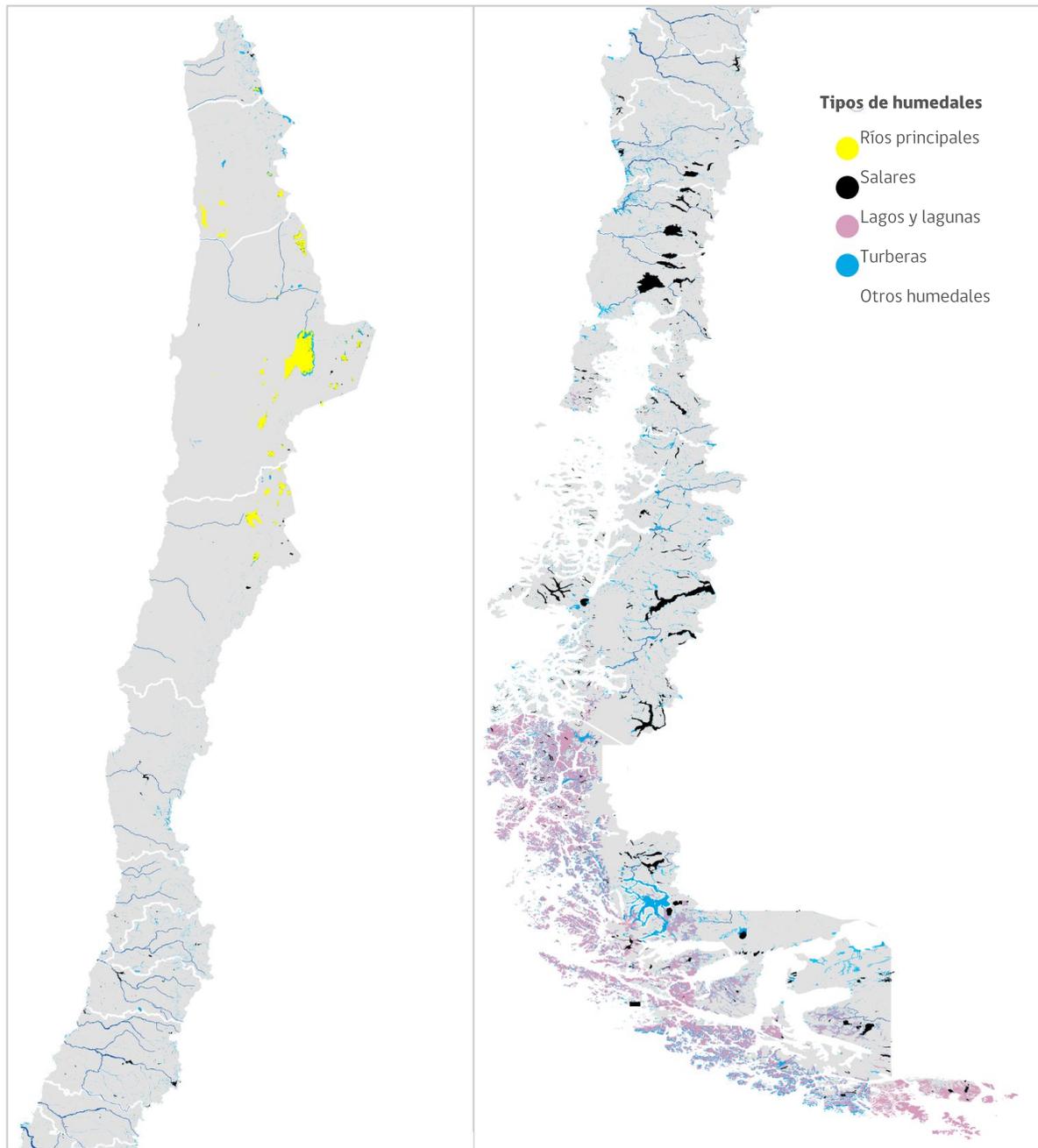
Recientemente el Ministerio del Medio Ambiente ha realizado una actualización del catastro nacional de humedales. Los criterios utilizados para definir un humedal fueron: la presencia de vegetación hidrófita, la presencia de suelos hídricos, y un régimen hidrológico de saturación que genera condiciones anaeróbicas en los suelos y determina la existencia de vegetación hidrófita. Este catastro consideró una clasificación basada en las macrozonas biogeográficas del país: humedales marinos y costeros, humedales continentales (incluyendo a altoandinos), y humedales artificiales (de acuerdo a los usos). De acuerdo a este trabajo, la superficie total reconocida de humedales aumentó de 4,3 millones de hectáreas, según el catastro 2015, a 5.589.633 hectáreas. Por lo tanto, se aumentó aproximadamente 1,3 millones de hectáreas, es decir, un 30%. La región que presentó la mayor superficie de humedales es la región de Magallanes, la que posee más de la mitad de la superficie nacional, con 3.364.213 hectáreas, seguida por Aysén (655.355,5 ha), Antofagasta (484.481,9 ha), Los Lagos (291.002,4 ha) y Los Ríos (155.907,8 ha) (**Ver capítulo de Aguas Continentales**) (Edáfica-MMA, 2020).



**De acuerdo a la Convención de Ramsar los humedales corresponden a "las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros" (artículo 1.1).**



**Figura 9. Ecosistemas acuáticos**



Fuente: Elaboración propia, con datos de Corporación Nacional Forestal (CONAF) 2020a; Dirección General de Aguas (DGA), 2020; Edáfica-Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020.

Con respecto al estado de amenaza que presentan los humedales, se llevó a cabo una evaluación del estado trófico para el año 2019 de un grupo de 21 humedales costeros, ubicados entre las regiones de Coquimbo y La Araucanía. Estos humedales son:

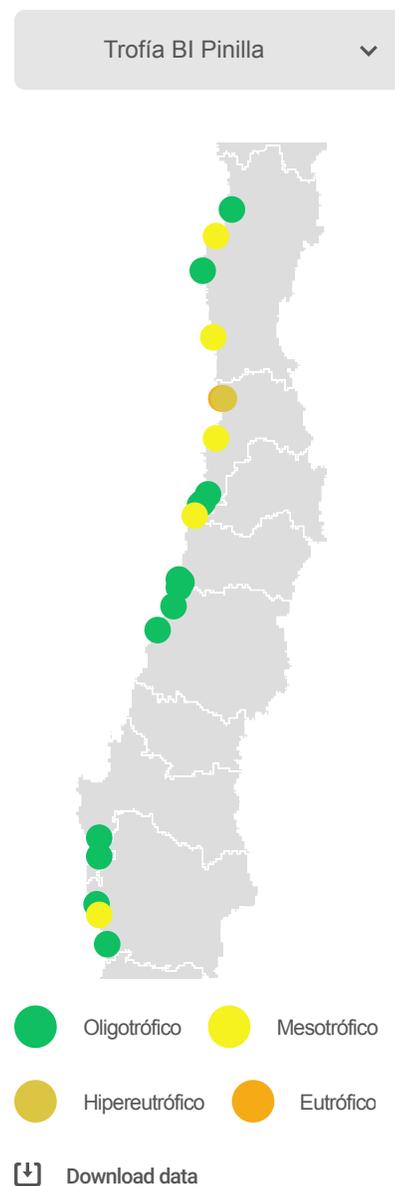
Río Elqui, Río Limarí, Estero Tongoy, Río Choapa, Río Petorca, Río La Ligua, Río Aconcagua, Río Maipo, Laguna El Yali, Estero El Yali, Río Rapel, Estero Nilahue, Laguna Torca, Lago Vichuquén, Río Mataquito, Río Maule, Lago Lanalhue, Lago Lleulleu, Río Imperial, Lago Budi y Río Toltén.

El estado trófico se refiere a la relación entre el estado de nutrientes y el crecimiento de la materia orgánica en un humedal y es un componente de la calidad ambiental. Es común la evaluación del estado trófico mediante indicadores fisicoquímicos y de clorofila, sin embargo, también es posible determinar el estado trófico de un humedal según indicadores biológicos. De esta forma, se puede determinar el estado trófico de acuerdo a las categorías, Oligotrófico, Mesotrófico, Eutrófico o Hipereutrófico, donde solo Oligotrófico se considera en un buen estado de salud e Hipereutrófico se considera como un estado desfavorable para la salud del humedal. Los índices biológicos de estado trófico evaluados fueron IB de fitoplancton (Pinilla, 2010, por su autor) y el Índice biótico E de Maemets para zooplancton. Adicionalmente, se evaluó el índice biótico para Humedales de los 4 grupos taxonómicos más representativos para zoobentos (IBH4). Este se basó en la presencia/ausencia de moluscos, crustáceos, anélidos e insectos. Este índice determina la calidad ambiental con valores de 0 a 4, donde 0 indica muy mala calidad y 4 indica muy buena calidad.

Los resultados fueron distintos para los índices evaluados. Para el indicador de fitoplancton se determinó que Río Petorca se encuentra hipereutrofizado, el Río La Ligua eutrofizado y cinco humedales se clasificaron en un estado trófico medio (mesotrófico): Río Tongoy, Río Choapa, Río Aconcagua y Río Rapel y Lago Budi; los demás humedales se clasificaron con buen estado de salud (oligotrófico). Por otra parte, el resultado del índice de zooplancton determinó un buen estado de salud para la mayoría de estos humedales, a excepción de Río Imperial y Lago Budi, los que se clasificaron con un estado de salud media. En cuanto al IBH4, tres humedales se clasificaron en un estado ambiental malo, ocho humedales en estado ambiental regular, siete en estado ambiental bueno y dos en estado ambiental muy bueno: Lago Lleulléu y Río Toltén (**Figura 10**).

Finalmente, es importante enfatizar que los humedales además de presentar una importancia clave para la vida de organismos de plantas y animales, presentan una importancia social debido a los beneficios que entregan. Dentro de los servicios ecosistémicos que proveen los humedales se encuentran: el reciclaje de nutrientes, la retención de sedimentos, el control de inundaciones y la provisión de hábitat de especies.

**Figura 10. Estado trófico de humedales costeros en el año 2019 según indicadores biológicos**



Fuente: Elaboración propia con datos Bioma-Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2019.

### Humedales altoandinos

Los humedales altoandinos corresponden a ecosistemas de vega, bofedales y lagunas altoandinas. Estos ecosistemas dependen principalmente de la recarga de agua proveniente de escasas precipitaciones que confluyen en los humedales mediante los acuíferos, por lo que son ecosistemas frágiles a los cambios. Sin embargo, estos ecosistemas presentan una diversidad biológica muy particular, con un importante número de especies vegetales y animales propias de estos ecosistemas.

Algunas especies vegetales dominantes en estos ecosistemas son pasto vicuña (*Deyeuxia curvula*), paco (*Oxychloe andina*), paco hembra (*Distichia muscoides*), llareta (*Azorella compacta*), chiquilla (*Tessaria absinthioides*) y paja brava (*Festuca orthophylla*). En cuanto a la fauna de estos humedales, algunas especies características son mamíferos auquénidos; como vicuña (*Vicugna vicugna*), alpaca (*Vicugna pacos*), llama (*Lama glama*), guanaco (*Lama guanicoe*); y otros mamíferos como el chululo (*Ctenomys fulvus*) y la vizcacha (*Lagidium viscacia*). También se presenta una diversidad importante de aves, algunas de estas son el flamenco chileno (*Phoenicoparrus chilensis*), flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus*), parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*), piuquén (*Chloephaga melnoptera*), suri (*Rhea pennata pennata*), pato juarjual (*Lophonetta specularioides*) y tagua gigante (*Fulica gigantea*).



Es importante destacar que estos ecosistemas presentan diversos servicios ecosistémicos a las comunidades andinas, entre los que se encuentra el servicio ecosistémico de provisión de agua, con la que se sustenta tanto la población como diversas actividades productivas, y también los servicios ecosistémicos culturales como el turismo. En particular para las comunidades indígenas altioplánicas estos ecosistemas presentan una importancia tanto cultural como ambiental y económica. Estas comunidades se han beneficiado históricamente de los humedales altoandinos utilizándolos como zonas de forraje y abrevadero de sus animales.

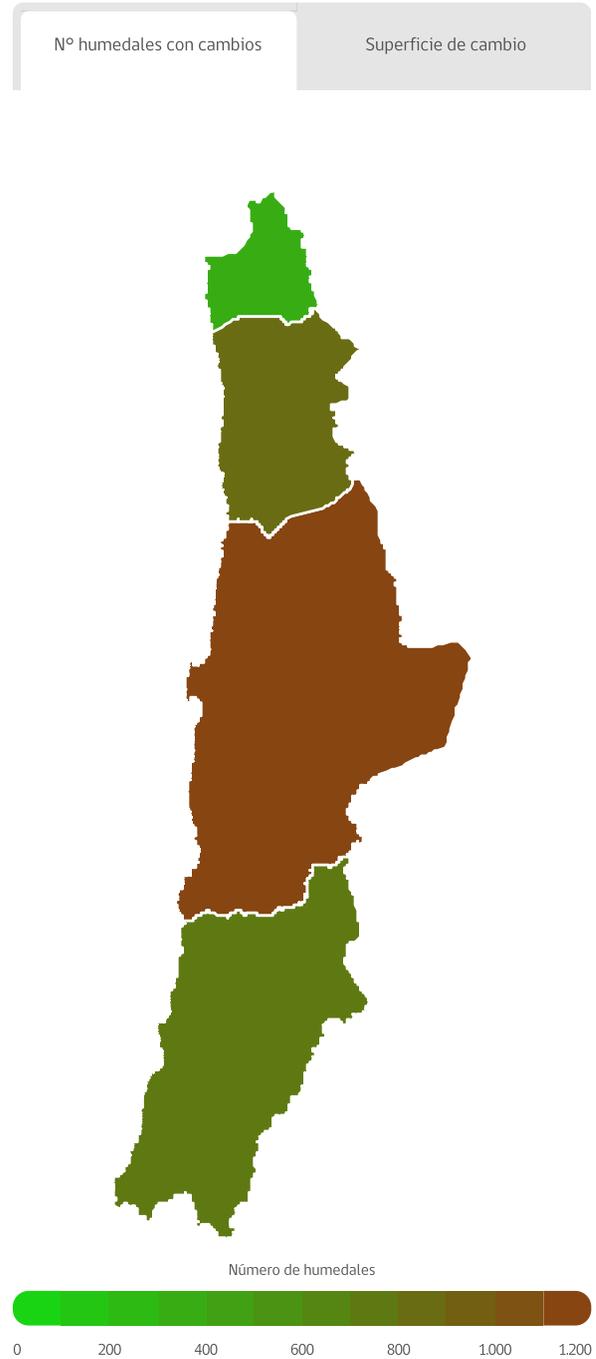
La conservación de los humedales altoandinos es importante tanto para la conservación de la biodiversidad que habita en estos ambientes, como también para conservar la cultura de las comunidades altoandinas y todos los beneficios que estos brindan a las personas. Como una referencia del estado de conservación de la vegetación de los humedales altoandinos, se presenta la superficie de degradación y número de humedales con degradación de la vegetación según región. Este indicador se realizó de acuerdo a la información levantada por un estudio de la SMA. El estudio consistió en detectar los cambios negativos o de degradación de la vegetación de los humedales altoandinos de las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama, ubicados sobre los 2000 m.s.n.m. La detección de cambios en la vegetación se realizó a través de series temporales del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI, por su sigla en inglés), calculado a partir de imágenes de los satélites Landsat 5 y Landsat 7 entre los años 1986 y 2019. Este rango temporal se dividió en dos periodos, un periodo base (1986 y 1999) y un periodo de monitoreo (2000 y 2019). El primer periodo describe el comportamiento de la vegetación, mientras que en el segundo periodo se evaluó si el comportamiento de la vegetación permaneció igual o si cambió respecto al periodo base.

El NDVI es un indicador del vigor y/o cobertura de la vegetación, por lo que su disminución en una serie de tiempo se puede interpretar como la degradación de la vegetación o la disminución de su cobertura. Por lo tanto, se interpretaron como degradadas aquellas superficies de vegetación que en el primer periodo se mantuvieron estables o aumentaron su vigor y/o cobertura, mientras que en el periodo de monitoreo presentaran una tendencia negativa en el NDVI, es decir, que presentarían pérdida de vigor y/o cobertura en la vegetación.

De acuerdo a los resultados, el número de humedales con degradación de la vegetación entre 1986 y 2019 aumenta de norte a sur, donde la región de Arica y Parinacota presentó el menor número de humedales con cambios negativos (690), y la región de Atacama presentó el mayor número con 1271 humedales. Por otra parte, la región que presentó la menor superficie de degradación fue la región de Tarapacá con 1350 hectáreas, mientras que la región con mayor superficie de degradación de la vegetación de los humedales fue la región de Antofagasta con 3453 hectáreas (**Figura 11**).



**Figura 11. Número de humedales altoandinos y superficie de vegetación degradada, 1986-2019**



Fuente: Elaboración propia con datos de Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), 2020.

## 2.2 Especies

Dada la variedad de ecosistemas del país, se presenta una amplia diversidad de hábitats que albergan a más de 31.099 especies nativas, donde cerca del 25 % de estas especies son endémicas del país, es decir, viven solo dentro del territorio chileno. Este total de especies se compone por cuatro reinos de la naturaleza, el reino de las plantas (Plantae), el reino de los animales (Animalia), el reino de los hongos (Fungi) y el reino de las algas (Protistas). Estos reinos a su vez se dividen según características particulares, definiéndose así distintos grupos taxonómicos o grupos biológicos. El grupo biológico que presenta el mayor número de especies es el de animales invertebrados, el que incluye a los insectos y arácnidos, alcanzando el 51,4 % del número total de especies, mientras que los animales vertebrados representan solamente un 6,9 % del total de especies del país. Por otra parte, en el reino de las plantas, el grupo más numeroso es el de las plantas vasculares, las que representan el 15,5 % del total de especies, a lo que las plantas no vasculares agregan el 4,7%. Por su parte, los hongos y algas representan el 15,6 % y 6 % de las especies (**Tabla 2**).

El estado de conservación de las especies nativas del país se refiere a una clasificación de acuerdo al riesgo de extinción que presentan, con el objetivo de protegerlas ante eventuales amenazas, y también para priorizar los esfuerzos de conservación en aquellas especies que se encuentren en una situación más crítica. La clasificación de especies se realiza de acuerdo al Reglamento para Clasificar Especies según Estado de Conservación (RCE) (Decreto N° 29/2011, MMA), donde cada proceso de clasificación se ocupa de un grupo de especies particulares y generalmente distintas a los procesos anteriores. De esta forma, el número total de especies clasificadas aumenta según el aumento de procesos de clasificación realizados.

Desde el año 2007 hasta 2019 se oficializaron 14 procesos de clasificación mediante decretos supremos (Tabla 3), y el 15° y 16° procesos se encuentran en espera de una reunión del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad (CMS), para la discusión y el final pronunciamiento de estos procesos.

**Tabla 2. Número total de especies descritas por grupo biológico y porcentaje respecto al total de especies descritas para Chile**

<
Reino Animalia
>

TIPO	GRUPO	N°	PORCENTAJE (%)
Vertebrados	Anfibios	64	0,21
	Aves	498	1,65
	Mamíferos	162	0,54
	Peces de aguas continentales	44	0,15
	Peces marinos	1.182	3,92
Invertebrados	Reptiles	135	0,45
	Crustáceos	606	2,00
	Insectos y arácnidos	10.254	34,05
	Moluscos	1187	3,94
	Otros invertebrados	3.419	11,35

### Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de MMA, 2016, modificado para: musgos, según Garilletei et al., 2012; Garilletei et al. 2015; Larrain, 2016; Ireland et al., 2017; Cuvertino et al., 2012; plantas vasculares, según Rodríguez et al., 2018; anfibios según Lobos et al., 2013; Charrier et al., 2015; y reptiles según Ruiz de Gamboa, 2016.

**Tabla 3. Número de especies clasificadas según proceso del RCE**

Nº PROCESO	DECRETO (NÚMERO, AÑO, INSTITUCIÓN)	Nº ESPECIES
1	DS Nº 151/2007 MINSEGPRES	33
2	DS Nº 50/2008 MINSEGPRES	71
3	DS Nº 51/2008 MINSEGPRES	61
4	DS Nº 23/2009 MINSEGPRES	133
5	DS Nº 33/2011 MMA	112
6	DS Nº 41/2011 MMA	73
7	DS Nº 23/2011 MMA	111
8	DS Nº 19/2012 MMA	96
9	DS Nº 13/2013 MMA	110
10	DS Nº 52/2014 MMA	103
11	DS Nº 38/2015 MMA	100
12	DS Nº 16/2016 MMA	89
13	DS Nº 6/2017 MMA	121
14	DS Nº 79/2018 MMA	55
Total evaluaciones		1.268

### Download data

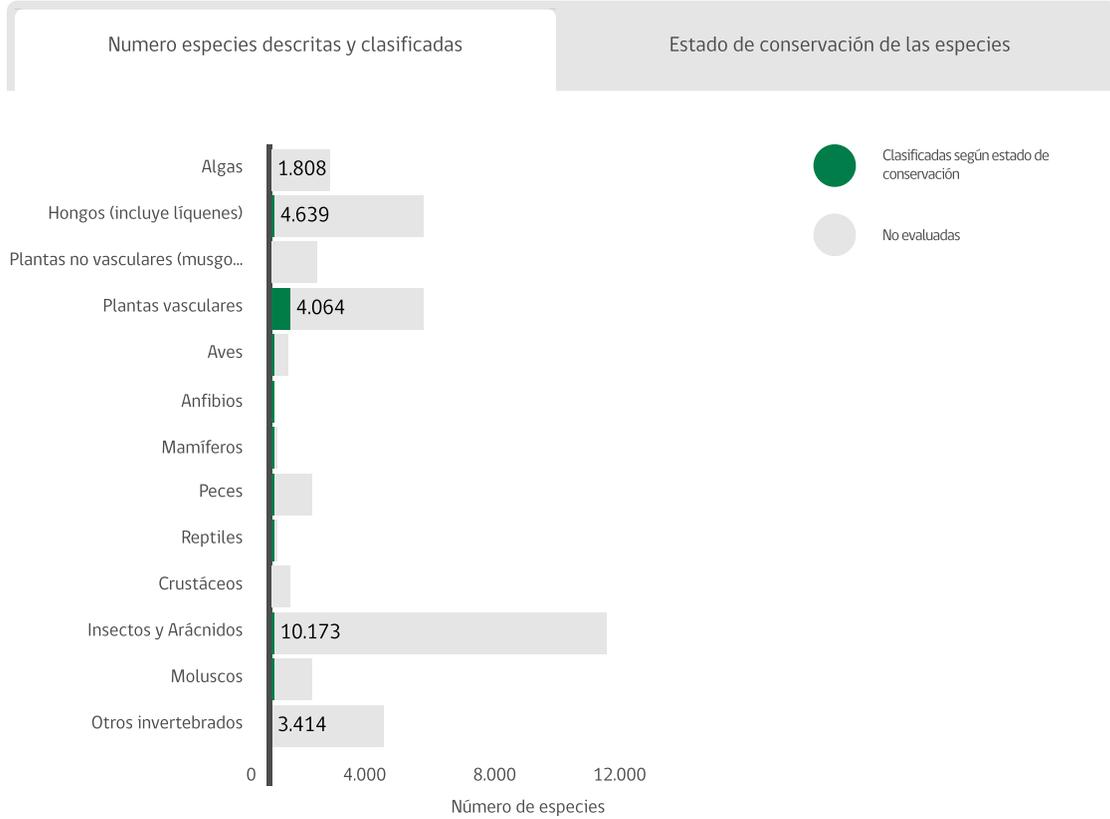
Fuente: Elaboración propia con datos de Decretos del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de Chile (MINSEGPRES).

A través de los 14 procesos del RCE se han clasificado 1159 especies, a las que se suman otras 51 especies de fauna que todavía siguen clasificadas exclusivamente por el Reglamento de la Ley de Caza (DS Nº5 1998/MinAgri), lo que eleva lo que eleva a 1.210 especies con estado de conservación asignado en Chile. Los esfuerzos de clasificación, a través de RCE, presentan mayor número de especies en el grupo de plantas vasculares (591), seguido por los mamíferos (119) y los reptiles (102) (**Figura 12**). En contraste, el grupo de las algas no presenta ninguna especie clasificada y dentro de las plantas no vasculares (musgos, hepáticas y antocerotes) solo una especie ha sido clasificada.

Del total de 1210 especies clasificadas para Chile, 16 se encuentran clasificadas como Extintas (EX) (un roedor y 15 plantas vasculares) y una Extinta en Estado Silvestre (EW). Adicionalmente 770 especies se encuentran amenazadas, lo que significa que existe por lo menos un 10% de probabilidad de extinción en 100 años, y se refiere a las categorías En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN) y Vulnerable (VU). Estas categorías son análogas a las categorías vigentes por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Las demás categorías presentan riesgos de extinción menores y corresponden a: Casi Amenazada (NT), Preocupación Menor (LC), Datos Insuficientes (DD), Rara (R) y Fuera de Peligro (FP) (**Figura 12**).



**Figura 12. Número de especies descritas y clasificadas según estado de conservación al 2019**



[Download data](#)

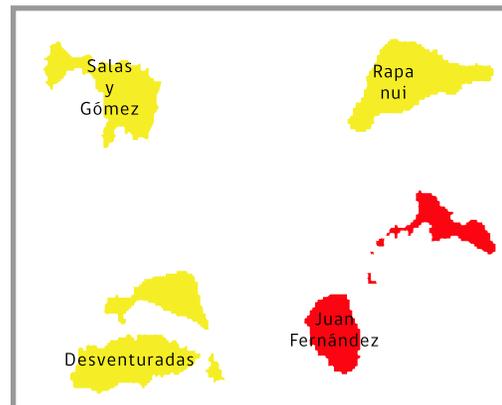
Nota: Incluye hasta el 14to proceso del RCE y la Ley de Caza.

Fuente: Elaboración propia con datos MMA, 2020c.



La distribución de especies amenazadas se extiende por todo el territorio nacional tanto continental, como insular y marino. Considerando la presencia de las especies amenazadas en las regiones administrativas del país, es posible identificar que el archipiélago de Juan Fernández es el lugar que presenta el mayor número de especies amenazadas, con 207 especies. Además, este archipiélago presenta 4 especies vegetales en categoría extinta (EX). Es relevante destacar que la isla Robinson Crusoe de este archipiélago presenta la tasa de endemismo vegetal más alta del país, e incluso la más alta a nivel mundial con 1,9 especies por km<sup>2</sup> (Bernardello et al., 2006). En el territorio continental, la región que presenta más especies amenazadas es la región de Atacama seguida por la región de Antofagasta, con 139 y 132 especies respectivamente. En particular la región de Atacama es la región que presenta mayor número de especies en categoría Extinta, con 8 especies vegetales. Es preciso destacar que en los ecosistemas áridos del norte de Chile existe mayor diversidad de especies, aunque no exista tanta biomasa como en la zona sur del país. Las regiones del extremo sur de Chile son las que presentan el menor número de especies amenazadas con 45 y 47 especies en las regiones de Aysén y de Magallanes respectivamente (**Figura 13**).

**Figura 13. Número de especies amenazadas (CR, EN, VU) por región**



Fuente: Elaboración propia con datos MMA, 2020c.

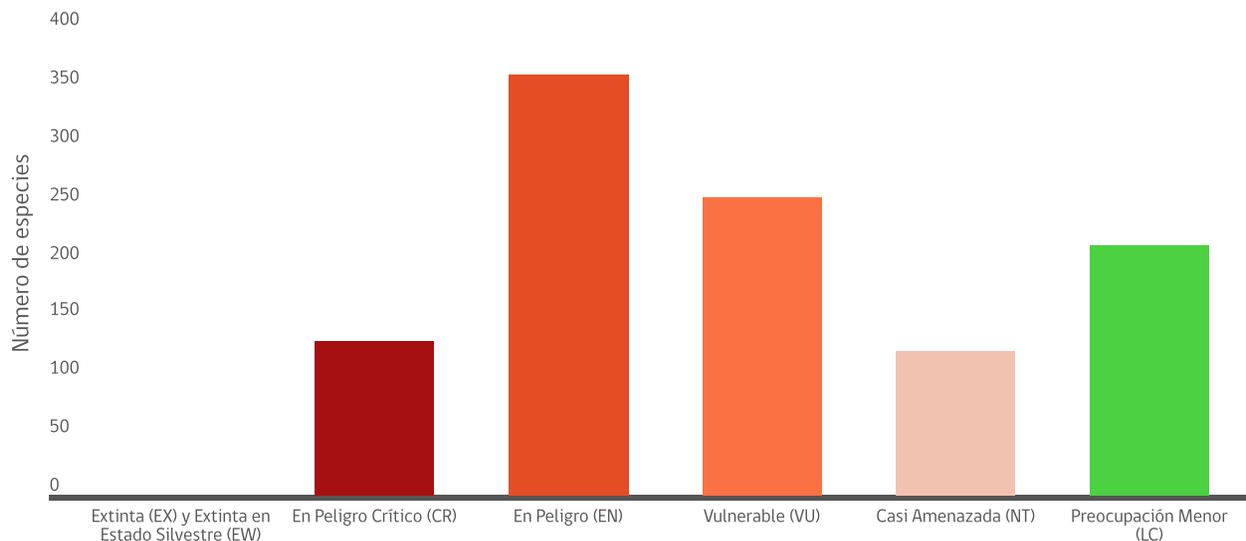


El ODS 15.5.1, el índice de la lista roja, es un indicador que evalúa si la proporción de riesgo de las especies clasificadas incrementa o disminuyen en el tiempo, según el cálculo anual del estado de conservación de un grupo de especies, lo que se basa en un peso asignado a cada categoría de la UICN (EX, EW, CR, EN, VU, NT, LC, DD). La clasificación de estado de conservación de las especies según el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE), permitió aplicar este indicador a 1087 especies. Específicamente 133 especies clasificadas En Peligro Crítico (CR); 360 especies clasificadas En Peligro (EN); 256 especies clasificadas como Vulnerables (VU), 123 especies clasificadas como Casi Amenazadas (NT); y 214 especies clasificadas como Preocupación Menor (LC). Aunque el total de especies clasificadas en categoría Extinta (EX) y Extinta en Estado Silvestre (EW), hasta el decimocuarto proceso del RCE es de 17 especies, solo se incluyó una en el indicador, porque la metodología definida por ODS excluye a aquellas especies clasificadas como EX o EW por primera vez. De acuerdo a estos datos, el índice arrojó un valor de 0,58 para la situación de especies clasificadas por el RCE al año 2019.

Para poder definir si este valor disminuye o aumenta se requiere de aplicar el cálculo del indicador al mismo grupo de especies, por lo que esto no es factible para las especies clasificadas de Chile, ya que en cada proceso del RCE por lo general se aumentan las especies clasificadas y no se vuelve a evaluar las que ya estaban clasificadas (**Figura 14**). En relación a los valores de este índice que fueron calculados por ODS, el valor del índice para el año 2019 fue del 0,75, lo que dista con los datos calculados por el MMA. Esto se debe fundamentalmente a la diferencia de la fuente de datos, pues ODS calcula este indicador con la clasificación de especies de la UICN, mientras que el Ministerio del Medio Ambiente lo aplica según la clasificación de especies del RCE (**Figura 15**).



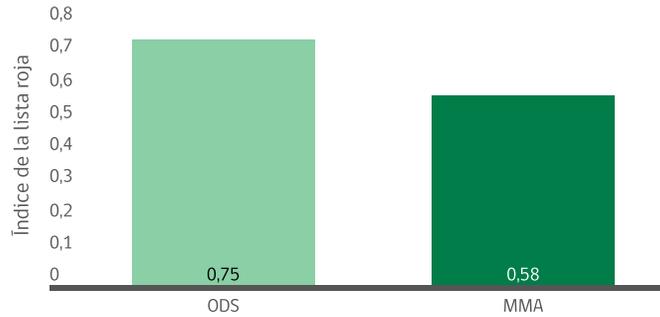
**Figura 14. Número de especies según categoría de conservación utilizadas en el ODS 15.5.1**



 [Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos MMA, 2020c.

**Figura 15. Número de especies según categoría de conservación utilizadas en el ODS 15.5.1**

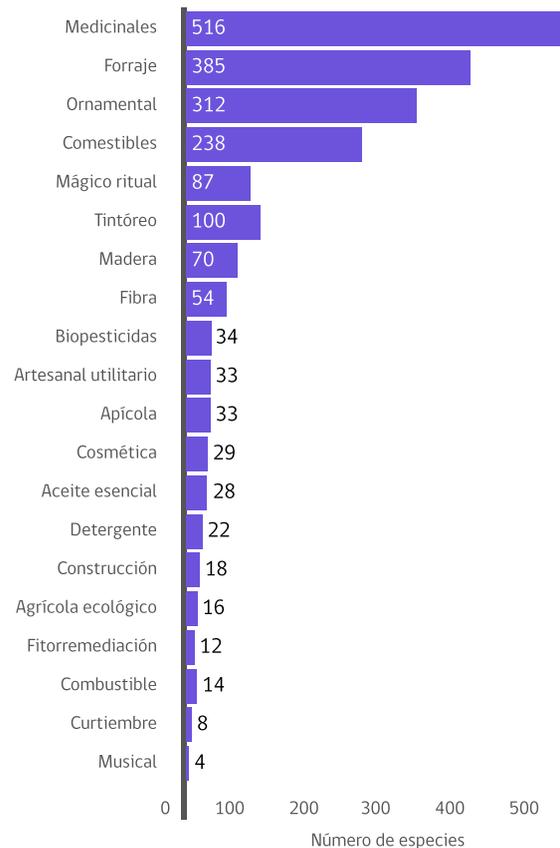


[Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de Sustainable Development Goals (SDG), 2020; Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020c.

En particular para el caso de la flora chilena y de acuerdo a INIA (2016) se identificó que existen 1179 plantas vasculares que presentan algún uso, lo que implica un servicio ecosistémico. El 35% de este total de plantas son endémicas de Chile y hasta el 2016, el 6% presentaba alguna categoría de amenaza. Los usos que presentan mayor número de especies son usos medicinales con 516 especies, el uso para forraje con 365 especies, el uso ornamental con 312 especies y el uso comestible con 268 especies. Además de estos usos se encuentran los usos: mágico o de ritual, tintóreo, madera, fibra, biopesticidas, artesanal utilitario, apícola cosmética, aceite esencial, detergente, construcción, agrícola ecológico, fitorremediación, combustible, curtiembre y musical (**Figura 16**). De la misma forma Díaz et al. (2019) en un trabajo similar, identificaron usos para 995 especies de plantas vasculares. De las cuales 501 presentaron uso medicinal, 228 uso comestible, 341 uso como forraje para animales, 300 utilizadas como ornamentales, 102 con uso tintóreo, 89 utilizadas con fines rituales, 75 utilizadas como fuente de madera, y 51 como fuente de fibra. Más del 43% de las especies útiles son endémicas de Chile y el 4,7% se encuentra bajo alguna categoría de amenaza.

**Figura 16. Número de especies de la flora nativa según uso**



[Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), 2016.

## 2.3 Biodiversidad genética

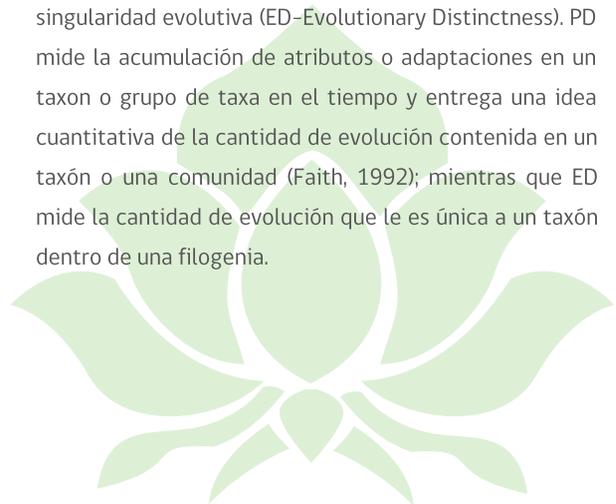
La biodiversidad genética se refiere a la variedad de información hereditaria (ADN) presente en la biodiversidad. Puede variar entre las poblaciones de una misma especie como también de un individuo a otro (Martínez et al., 2018). La diversidad genotípica es heredada a un individuo desde sus progenitores, donde un gen es la unidad física básica de la herencia. Esta diversidad se ve afectada por factores como la mutación, el flujo genético, la selección natural y la deriva genética. El conocimiento de la diversidad genética es muy valioso para la conservación de las especies, y da cuenta de su capacidad de resiliencia. Esta diversidad puede medirse a nivel de individuos en una población, entre poblaciones, entre especies e incluso a nivel de un conjunto de especies. La diversidad dentro de una misma especie se conoce como diversidad genética, y cuando se habla de la diversidad evolutiva encontrada en un conjunto de especies, se habla de diversidad filogenética (Faith, 1992). La variabilidad genética a cualquier escala es importante ya que permite la adaptación a las distintas condiciones ambientales, por ejemplo, la respuesta a depredadores y parásitos, como también a la resistencia a las enfermedades (Martínez et al., 2018). Dentro de los cambios a las condiciones ambientales se encuentra el cambio climático, por lo que es importante preservar la variabilidad intra e interespecífica, con fines de conservación a largo plazo.

La diversidad genética dentro de una especie sirve para identificar los límites, tamaño y fluctuaciones de las poblaciones, identificar los procesos adaptativos o determinar sistemas de reproducción. Un aspecto importante de evaluar en las poblaciones es el estado de endogamia o consanguinidad, lo que se produce por el apareamiento entre individuos emparentados.

En poblaciones con alta endogamia se ve afectada la capacidad de reproducción de las especies y se produce una pérdida de vigor, lo cual afecta directamente a la conservación de estas poblaciones. Por lo tanto, la consanguinidad es crucial de definir en aquellas especies que se encuentran con un alto riesgo de extinción. En efecto, las poblaciones con menor diversidad genética tienen mayor probabilidad de extinguirse.

A escalas taxonómicas sobre el nivel de especie, los estudios genéticos suelen enfocarse en dilucidar las relaciones evolutivas entre especies, mediante análisis filogenéticos. Existen diversos métodos para obtener una filogenia, casi todos ellos basados en los cambios en el ADN por unidad de tiempo (Martínez et al., 2018). Los estudios que han analizado la relación entre biodiversidad y función ecosistémica a menudo muestran que el incluir información de las relaciones evolutivas entre especies aumenta el poder de predicción de la relación entre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Cavender-Bares et al., 2009; Cadotte et al., 2013). De la misma forma, la información entre caracteres y filogenia puede informar sobre las respuestas al cambio antropogénico. Por ejemplo, la distancia filogenética puede predecir el éxito de especies invasoras (Strauss et al., 2006). También se ha mostrado que los ecosistemas más diversos en especies y genética son más productivos, más estables y más seguros (Cadotte et al., 2009).

Las relaciones filogenéticas pueden también utilizarse para medir el valor evolutivo de un conjunto de taxa. Algunos de los índices más común son la Diversidad Filogenética (PD-Phylogenetic Diversity) y el índice de singularidad evolutiva (ED-Evolutionary Distinctness). PD mide la acumulación de atributos o adaptaciones en un taxon o grupo de taxa en el tiempo y entrega una idea cuantitativa de la cantidad de evolución contenida en un taxón o una comunidad (Faith, 1992); mientras que ED mide la cantidad de evolución que le es única a un taxón dentro de una filogenia.



ED junto al estado de conservación de las especies según UICN, resulta en el índice EDGE y otros índices como HEDGE, los que combinan la singularidad evolutiva con la probabilidad de extinción (Isaac et al 2007).

En Chile se han realizado algunos estudios de diversidad filogenética, en especial en flora, que han mostrado interesantes hotspots evolutivos (Daru et al, 2016; González-Orozco et al., 2015) tanto en la zona central (PD), como en el centro-sur de Chile, donde se encontró mayor PD que lo esperado por riqueza de taxa. Destaca en esta área la cordillera de la Costa, que ha actuado como reservorio de historia evolutiva (Scherson et al., 2014). Zonas de alto endemismo filogenético han sido encontradas en el sur (paleo-endemismos) y en la zona del desierto de Atacama (neo-endemismos) (Scherson et al, 2017). Por otro lado, se ha estudiado en la zona central el comportamiento de la PD en escenarios de cambio climático, destacando la importancia de las Áreas Silvestres Protegidas para albergar diversidad evolutiva futura (Fuentes-Castillo et al 2019).

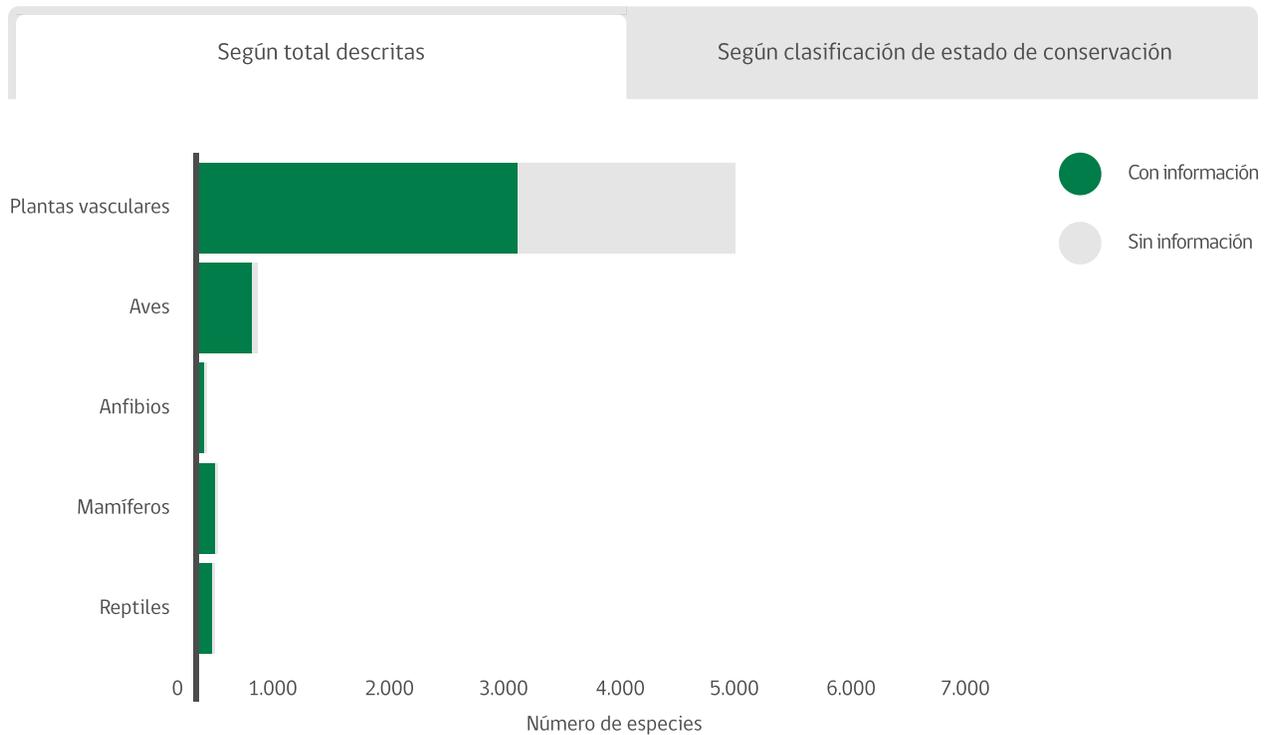
Aún se requieren de muchos esfuerzos, recursos y tiempo para poder abordar estudios de diversidad genética para el total de especies autóctonas de Chile (Martínez et al., 2018). Idealmente esto sería útil para evaluar el estado de endogamia de especies amenazadas y así priorizar los recursos en las especies que se encuentren críticas. Como un proxy sobre la cantidad de especies nativas que presentan estudios genéticos, se pueden considerar los registros de GenBank. Este es una base de datos de secuencias genéticas de los Institutos Nacionales de Salud de Estados Unidos, donde se debe ingresar la información de cualquier secuencia de ADN que se haya obtenido, antes de ser publicada. Sin embargo, esto contempla tanto los estudios que se han hecho para un individuo de una especie, como para una o varias poblaciones. Por lo tanto, hay que considerar este indicador como parcial.



Por una parte, considerando el total especies descritas, para plantas vasculares existen 2755 especies con algún estudio genético, aproximadamente el 59%. En el caso de los animales, para mamíferos existen 146 especies que presentan algún estudio genético (90%), para aves 472 (95%) especies, para reptiles 105 (78%) especies y para anfibios 57 (89%) especies. Por otra parte, considerándose las especies clasificadas hasta el 14 proceso del RCE junto con la ley de caza, 797 especies del total de 1210 presentan algún estudio genético, donde 460 son especies amenazadas y 7 en alguna categoría de extinción (**Figura 17**). Esta información podría ser útil para evaluar el índice EDGE o HEDGE.



**Figura 17. Número de especies nativas con información genética registrada en GenBank**



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos GenBank, 2020.

# 3. Presiones de la Biodiversidad

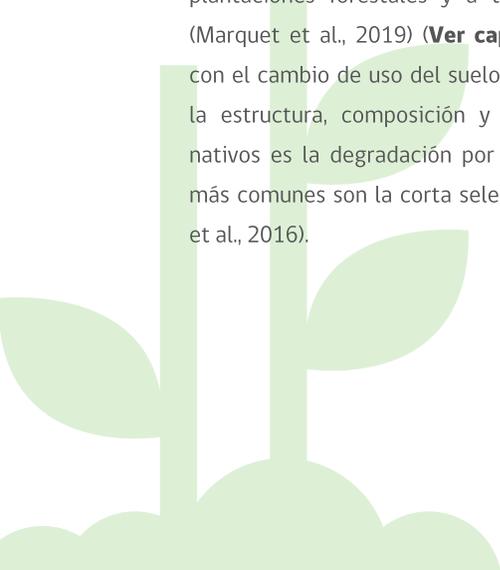
Las presiones consideradas en este capítulo se vinculan a las presiones definidas por el Panel Intergubernamental de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES, por su sigla en inglés). Estas incluyen el cambio de uso de suelo (pérdida del hábitat), contaminación, explotación directa de los recursos, las especies invasoras y el cambio climático (**Ver capítulo de Cambio Climático**).

A estas presiones se añadieron las que se presentan en forma particular en Chile, los incendios forestales y la fragmentación del hábitat y los ecosistemas (MMA, 2020a).

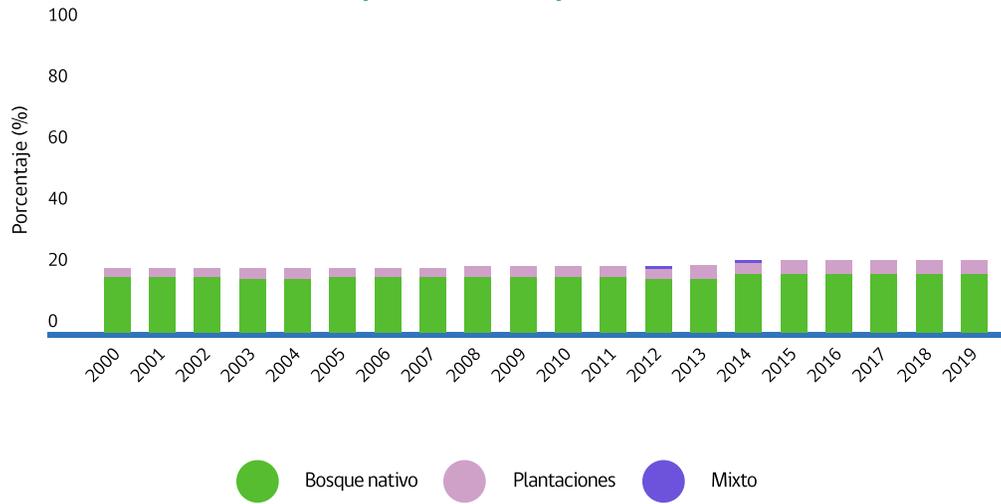
## 3.1 Pérdida del hábitat por cambio de uso de suelo

En Chile, el cambio de uso de suelo es uno de los principales factores antrópico que ha generado cambios en los ecosistemas y sus especies (MMA, 2020a). Esto aborda los cambios de suelo hacia las actividades productivas como la agricultura, silvicultura y ganadería, pero también aborda la ocupación de los asentamientos humanos, rurales o urbanos, además de la expansión urbana (**Ver capítulo de Tierras**) y creación de caminos que esto conlleva. Los usos del suelo de mayor extensión hacia los cuales se ha convertido el bosque nativo por acción antrópica corresponden a praderas y matorrales, plantaciones forestales y a terrenos de uso agrícola (Marquet et al., 2019) (**Ver capítulo de Tierras**). Junto con el cambio de uso del suelo, otro proceso que afecta la estructura, composición y función de los bosques nativos es la degradación por causas antrópicas, cuyas más comunes son la corta selectiva y la ganadería (Lara et al., 2016).

El ODS 15.1.1, "Superficie forestal como proporción de la superficie total del país", permite distinguir que en el periodo 2000–2019, la superficie forestal aumentó de 20,7% a 23,7%, lo que incluye a las plantaciones, el bosque nativo y el bosque mixto. Entre los años 2000 y 2007 existe una estabilidad de la superficie, lo que aumenta entre 2008 y 2011 por incremento de la superficie de plantaciones, en tanto, para el 2012 se presenta una disminución debido a la baja del bosque nativo, ascendiendo nuevamente entre 2013 y 2019. Al 2019 el 19,4% de la superficie total corresponde a bosque nativo, el 4,1% a plantaciones y el 0,2% a superficie mixta (**Figura 18**).



**Figura 18. ODS 15.1.1. Superficie forestal como proporción de la superficie total del país, 2000-2019**



[Download data](#)

Fuente: Elaboración propia, con datos de Corporación Nacional Forestal (CONAF), 2020a.

Además de la pérdida del hábitat, el cambio de suelo conlleva la fragmentación de los ambientes naturales y otros disturbios que afectan a la fauna como el ruido (**Ver capítulo de Ruido Ambiental**) y la luminosidad (**Ver capítulo de Contaminación lumínica**). Por su parte, los efectos de la pérdida del hábitat generalmente se presentan sobre la riqueza de las especies, la abundancia, la distribución de las poblaciones, la diversidad genética y la reducción de la longitud de la cadena trófica (Fahrig, 2003).



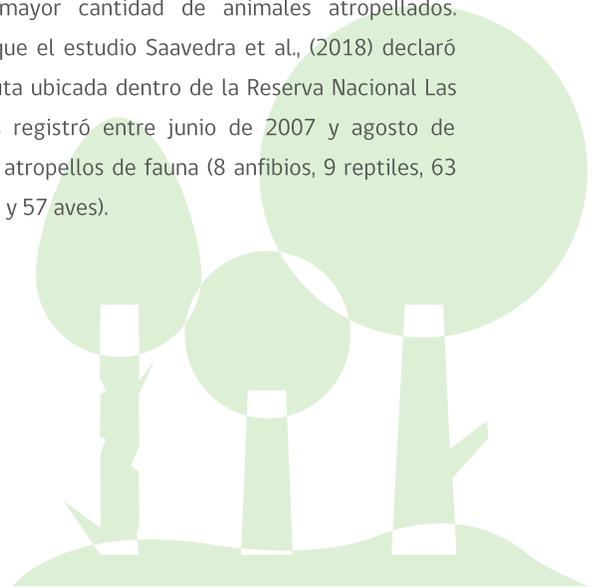
## 3.2 Fragmentación del hábitat y los ecosistemas

La fragmentación del hábitat es una de las amenazas más importantes de la biodiversidad (Fahrig, 2003; Haddad et al., 2015). La fragmentación se refiere a la transformación de una gran extensión de hábitat continuo en parches más pequeños, aislados entre sí, por una matriz de hábitats distintos al original, y ocurre a nivel de paisaje (Bustamante & Grez, 1995; Fahrig, 2003). La fragmentación en general causa efectos negativos para la biodiversidad de acuerdo a distintos aspectos. Algunos de estos son el tamaño del parche, el aislamiento de los parches y el efecto borde (Fahrig, 2003). Sin embargo, existe evidencia de que la fragmentación tiene múltiples efectos simultáneos que se entrelazan de formas complejas y que operan en escalas de tiempo potencialmente largas (Ibáñez et al., 2014).

En Chile se presenta un alto nivel de fragmentación y pérdida de los ecosistemas y hábitats como consecuencia del cambio de uso de suelo. Algunas evidencias de la fragmentación de los ecosistemas en Chile se presentan en estudios de los bosques templados del sur de Chile en las regiones de Los Lagos (Echeverría et al., 2007, 2012) y del Maule (Bustamante et al. 2006; Simonetti et al. 2006). Una de las mayores consecuencias de la fragmentación del paisaje es el aumento de la densidad de bordes del hábitat, los que generalmente presentan distintas condiciones bióticas y abióticas que las que se encuentran en el interior de un parche de hábitat (Ries et al., 2004). Dada esta situación se generan barreras para el desplazamiento las especies (Asensao et al., 2017), presentándose una mayor afectación en especies especialistas de hábitat que en especies generalistas (Brodie et al., 2015).

Por ejemplo, en el caso de las aves de nuestro país, la familia Rhinocryptidae, presenta especies especialistas de bosque como el huehue (Pterotochos tarnii) y el chucao (Scelorchilus rubecula), mientras que la familia Strigidae, presenta especies generalistas como el chuncho (Glaucidium nanum) y el tucúquere (Bubo magellanicus). A nivel genético, dada la falta de conectividad de las poblaciones, se produce la endogamia o reproducción entre parientes, lo que puede llevar a una especie a su extinción.

Las carreteras son infraestructuras lineales que pueden promover efectos de barrera debido a la perturbación y a efectos de mortalidad (Asensao et al., 2017). En efecto, los bordes de hábitat que presentan carreteras son mucho menos permeables que los bordes de hábitat que no los tienen (Asensao et al., 2017). Esta barrera se transforma en una causa directa de mortalidad de la fauna nativa por los atropellos (Trombulak et al., 2000; Sássi et al, 2013; Maschio, 2016; Bauni et al., 2017). Aunque no existe un registro a nivel nacional de animales atropellados, algunas referencias muestran que los atropellos se presentan en animales de las distintas familias, tanto en anfibios, como en reptiles, mamíferos y aves (Bravo et al., 2018; Saavedra et al., 2018; Bravo et al., 2019). En particular Bravo et al., (2018) expone que las regiones de Valparaíso y Coquimbo son las que presenta mayor cantidad de animales atropellados. Mientras que el estudio Saavedra et al., (2018) declaró que una ruta ubicada dentro de la Reserva Nacional Las Chinchillas registró entre junio de 2007 y agosto de 2016, 137 atropellos de fauna (8 anfibios, 9 reptiles, 63 mamíferos y 57 aves).

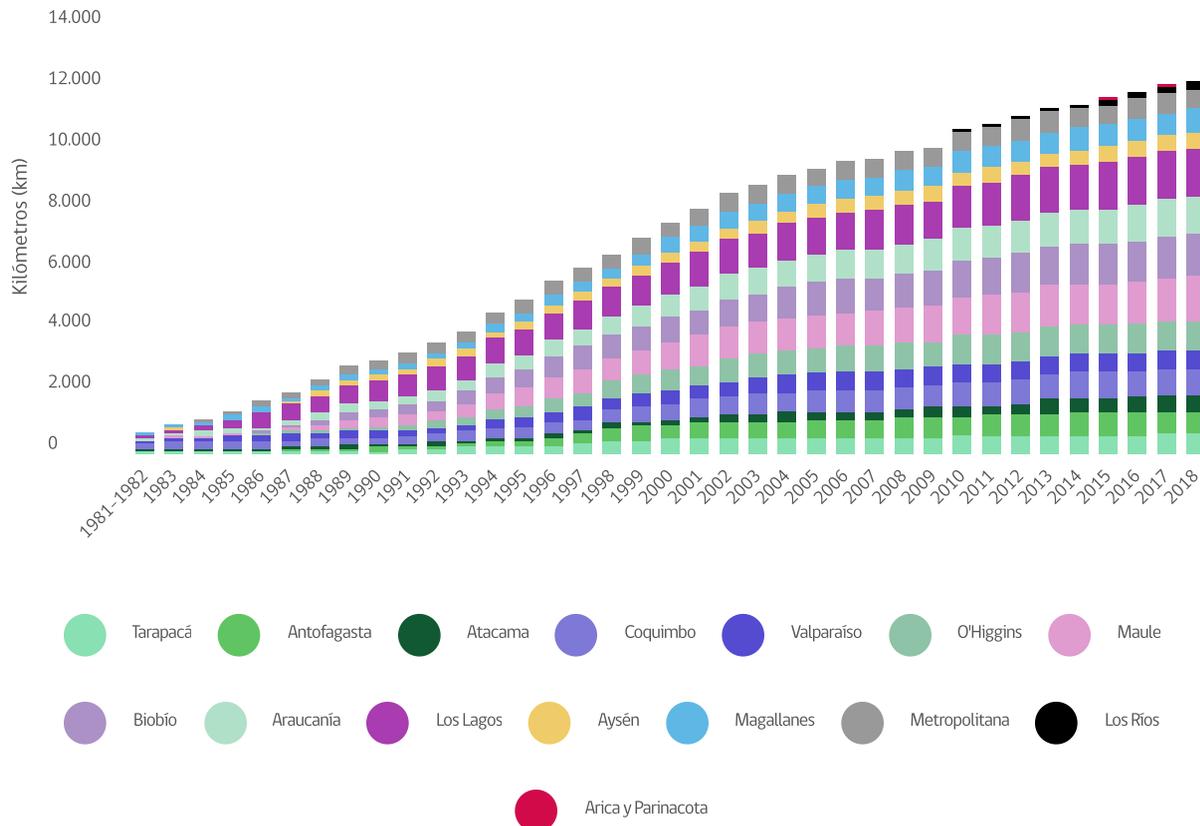


Por su parte Bravo et al., (2019) detectaron ocho puntos calientes de atropellos de aves rapaces en una ruta costera de la región de Coquimbo y determinaron cinco variables podrían estar relacionadas con los atropellos: i) mayor cubierta de árboles, ii) escaso número de postes de alumbrado público, iii) sitios cercanos a quebradas, iv) tramos de carretera sin curvas y v) carreteras de doble vía.

Además, los caminos y carreteras son a su vez impulsores de incendios forestales, caza excesiva y otras degradaciones ambientales, a menudo con impactos irreversibles en los ecosistemas (Laurence et al., 2014), y también facilitan la dispersión de especies de plantas exóticas invasoras, modificando los gradientes naturales de la vegetación (Haider et al., 2018).

Desde este punto de vista, se puede considerar como un proxi de la fragmentación de los hábitats, a los kilómetros lineales de carreteras y caminos pavimentados en zonas no urbanas que se ha construido en el territorio nacional. De acuerdo a los datos de la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas, se evidencia el aumento y acumulación de kilómetros de carreteras y caminos pavimentados construidos desde 1981 a 2018. Las regiones que presentan mayor acumulación kilómetros lineales, son las regiones de la Araucanía, Biobío, Maule y Los Lagos con 1229 km, 1388 km, 1432 km y 1625 km respectivamente. Mientras que las regiones con menor acumulación de kilómetros de caminos construidos son Arica y Parinacota y Los Ríos, dado que estas regiones se crearon en el año 2007, y antes formaban parte de las regiones de Tarapacá y de Los Lagos respectivamente (Figura 19).

**Figura 19. Kilómetros lineales acumulados de caminos y carreteras pavimentadas en áreas no urbanas, 1981-2018**



[Download data](#)

Fuente: Elaboración propia, con datos de Subdirección de Desarrollo, Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas (MOP), 2020.

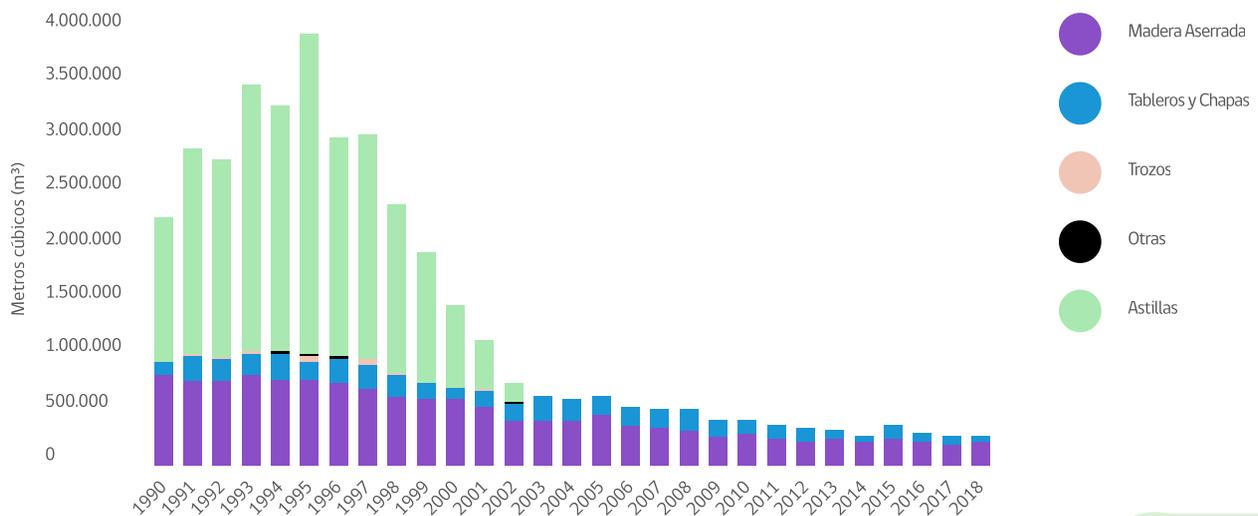
## 3.3 Explotación directa de los recursos naturales

Dentro de los recursos naturales explotados, la extracción de madera es una importante presión para la conservación de la biodiversidad y en particular para el bosque nativo. La madera nativa se extrae para usos industriales y para usos de leña. La madera nativa también es explotada mediante la tala ilegal para distintos usos.

En relación al consumo industrial de madera nativa, desde 1990 a 1995, el consumo de astillas presentó un importante consumo, lo que decrece significativamente desde 1996 al año 2002, mientras que otros tipos de consumo (lampazos, despuntes y aserrín) se presentan hasta el año 2004. Los consumos que se mantienen hasta el año 2018 son madera aserrada, tableros y chapas, y trozos, aunque la tendencia de estos consumos es a disminuir. De estos tres tipos de consumo, el mayor es madera serrada, seguido por tableros y chapas.

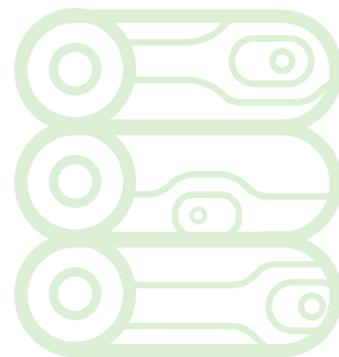
En el año 2018 estos tipos de consumo presentan 212.000 m<sup>3</sup> y 48.000 m<sup>3</sup> respectivamente, mientras que el consumo de trozos es solo de 100 m<sup>3</sup>. En el año 2018 la región de la que provino la mayor cantidad de madera nativa de consumo industrial fue la región de Magallanes, mientras las regiones de la Araucanía, Los Lagos y Los Ríos también son significativas en este sentido (Figura 20) (INFOR, 2019a). Las principales especies nativas explotadas industrialmente son lenga (*Nothofagus pumilio*), raulí (*Nothofagus alpina*), tino (*Weinmannia trichosperma*), laurel (*Laurelia sempervirens*), roble (*Nothofagus obliqua*), quillay (*Quillaja saponaria*), coihue (*Nothofagus dombeyi*) y mañío (*Podocarpus* spp) (Infor, 2019a).

**Figura 20. Variación en el consumo industrial de madera nativa, 1990–2018**



 [Download data](#)

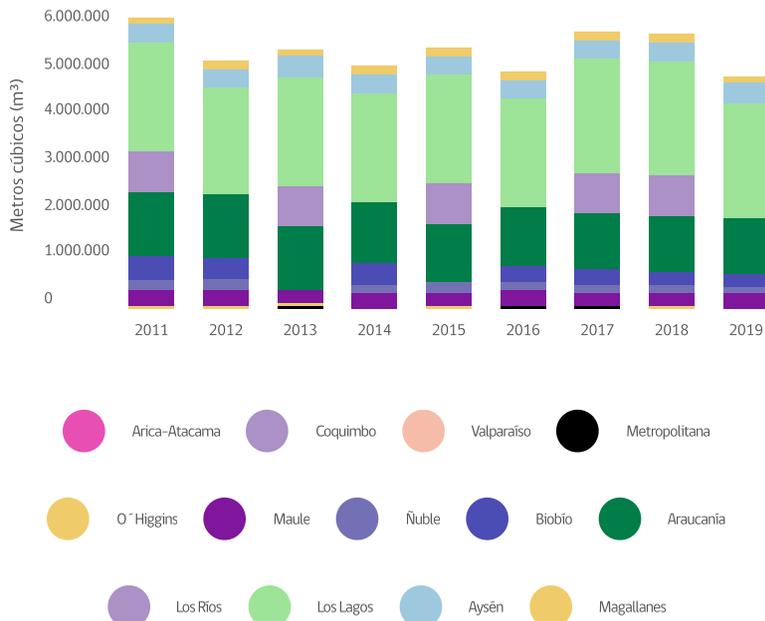
Fuente: Elaboración propia, con datos de Instituto Forestal (INFOR), 2019a.



En cuanto al consumo de madera como leña, de acuerdo a la Corporación de Desarrollo Tecnológico (2019), el 39,6 % del consumo energético residencial del año 2018 fue mediante la combustión de leña, incluyéndose madera nativa y exótica, con un total de 12,77 millones de m<sup>3</sup>. De este total 5,8 millones de m<sup>3</sup> son de madera nativa. En el año 2019 en el país se consumieron 12,85 millones m<sup>3</sup> de leña, manteniéndose la misma cantidad de consumo de madera nativa (5,8 millones m<sup>3</sup>) para este año (INFOR, 2019b).

El consumo de madera nativa como leña se presenta en mayor proporción en la región de Los Lagos, seguido por las regiones de La Araucanía, Los Ríos, Aysén, Biobío, Maule, Ñuble y Magallanes (INFOR, 2019b). Es importante mencionar que entre los años 2011 a 2019 la tendencia del consumo de leña de madera nativa, es decreciente en las regiones de Biobío y La Araucanía, y en menor medida en Ñuble y Maule, mientras que la región de Los Lagos la tendencia es a incrementar el consumo (**Figura 21**).

**Figura 21. Variación del consumo de leña de madera nativa, 2011-2019**



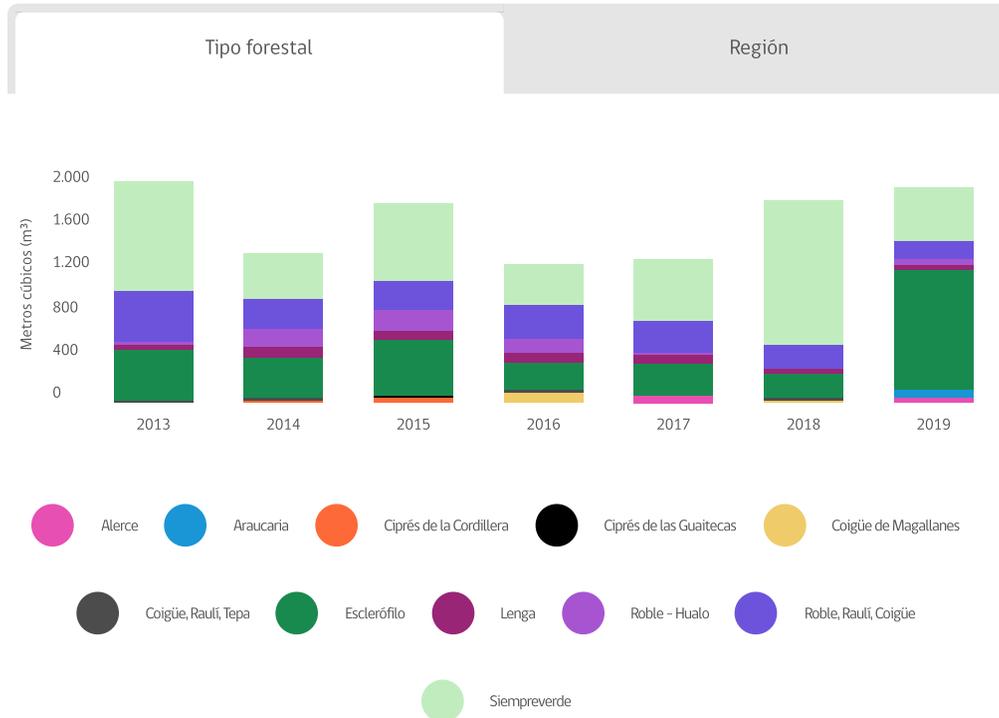
[Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Forestal (INFOR), 2019b.

El bosque nativo se encuentra protegido por la Ley Sobre Recuperación del Bosque nativo y Fomento Forestal (N° 20.283 Minagri/2008), la que prohíbe su extracción, sin embargo, estos ecosistemas se encuentran presionados por eventuales talas ilegales. De acuerdo a CONAF (2020b), entre 2013 y 2019 las cortas no autorizadas asciende a más de 11.793 ha.

De acuerdo a estos datos la tala ilegal fue aumentando año a año, llegando a 2011 ha en 2019. Las regiones que presentan mayor número de casos de tala ilegal son Los Lagos, Ñuble, Metropolitana y O'Higgins. Por su parte, los tipos forestales con mayor extracción no autorizada son los tipos Siempreverde y Esclerófilo, siendo el año 2019 el año que ocurrió la mayor extracción del Tipo forestal Esclerófilo con 1103 ha (**Figura 22**).

**Figura 22. Variación de la corta no autorizada de bosque nativo, 2013-2019**



[Download data](#)

Fuente: Elaboración propia, con datos de Corporación Nacional Forestal (CONAF), 2020b.

Por otra parte, existen otros recursos naturales de explotación directa ligados al bosque, estos son los Productos Forestales No Madereros (PFNM). Algunos de los PFNM nativos corresponden al extracto, polvo y/o tintura de quillay, las hojas de boldo, los hongos (boletus, morchela y otros), frutos de maqui y el musgo Sphagnum sp, el que en 2019 lideró por primera vez las exportaciones de PFNM, con el 24% de estas (INFOR, 2020). Sphagnum sp. es utilizado como sustrato natural en el contexto de la producción, reproducción, establecimiento y transporte de plantas, ya que se caracteriza por su gran capacidad de retención de agua, mantención de la humedad e inhibición del crecimiento de bacterias y hongos.

El impacto de la extracción del Sphagnum sp. trae consecuencias importantes para los ecosistemas, ya que las turberas son claves para el almacenamiento, regulación y filtración de agua en los ecosistemas. La recuperación de los impactos en las turberas por extracción de Sphagnum sp. son muy lentos, ya que la tasa de crecimiento anual del musgo es de alrededor de 3 cm al año (Díaz et al., 2012). El alarmante aumento de las exportaciones de este musgo, como ocurrió de 360 toneladas en 1997 a 2675 toneladas en 2007 (Díaz et al., 2012), llevó a la creación del Decreto 25 "Dispone medidas para la protección del musgo Sphagnum magellanicum" (MinAgri/2018), para asegurar la conservación y la extracción sustentable del recurso. Sin embargo, luego de la publicación de este decreto, no ha habido cambios significativos en el volumen de las exportaciones (INFOR, 2020).

## 3.4 Contaminación

La contaminación del medio ambiente es una de las presiones más importantes de la biodiversidad (MMA, 2020a). En la zona norte, la minería impacta a los ecosistemas, por ejemplo, con los relaves, los que pueden contaminar el suelo y los cursos de agua, inclusive las aguas subterráneas (MMA, 2014; 2020a). Los relaves se refieren a los residuos resultantes de métodos químicos de extracción de metales, por lo que están mezclados con metales pesados y químicos como cianuro, arsénico, plomo y mercurio entre otros (Medvinsky et al., 2015). Adicionalmente, el sector minero utiliza el agua de las vegas y bofedales, lo que afecta directamente a la biodiversidad de estos ecosistemas (MMA, 2014; 2020a).

En la zona central de Chile, se presentan fuentes difusas de contaminación de carga orgánica, provenientes del sector agropecuario, el sector industrial y los asentamientos humanos (Morlans, 2010). La agricultura impacta por el uso de agroquímicos (fertilizantes, plaguicidas, pesticidas, herbicidas) tanto al suelo como a los cursos de agua superficiales y subterráneos, lo que puede causar alternaciones tanto a nivel de población, como a nivel de comunidades o ecosistemas (Suarez et al., 2013). El sector industrial y los asentamientos humanos generan material particulado afectando el aire, los que perjudican a la biodiversidad. Por ejemplo, altas concentraciones de  $\text{NO}_2$  y  $\text{SO}_2$  pueden producir deposición ácida en el agua, modificando su composición y dificultando la supervivencia de especies acuáticas. Además, el ozono y otras partículas pueden ingresar a través de las estomas de las plantas y dañar su estructura (MMA, 2011).

Finalmente, la zona sur del país se destaca por las actividades productivas ligadas a la salmonicultura, la que impacta el medio ambiente con el uso de antibióticos y la eutroficación de las aguas, la que se debe a la excesiva contribución de nutrientes provenientes de las heces de los peces y al alimento que no es consumido. Si bien la cantidad del uso de antimicrobianos ha ido disminuyendo año a año desde 2014, para el año 2018 esta fue de 322,7 toneladas de principio activo de antibiótico, lo que de acuerdo a la biomasa cosechada equivale a un índice de consumo de antibiótico anual de 0,038 % (SERNAPESCA, 2019). De acuerdo al Informe sobre uso de antimicrobianos en la salmonicultura nacional del año 2018, a nivel regional el mayor porcentaje de uso de antimicrobiano en agua dulce se presenta en la región de Los Lagos (46,9%), seguido por la región de La Araucanía (34,7). Mientras que, en el mar, la región de mayor uso de antimicrobiano es la región de Magallanes (61,9%) seguido por la región de Los Lagos (36,5 %) (SERNAPESCA, 2019).



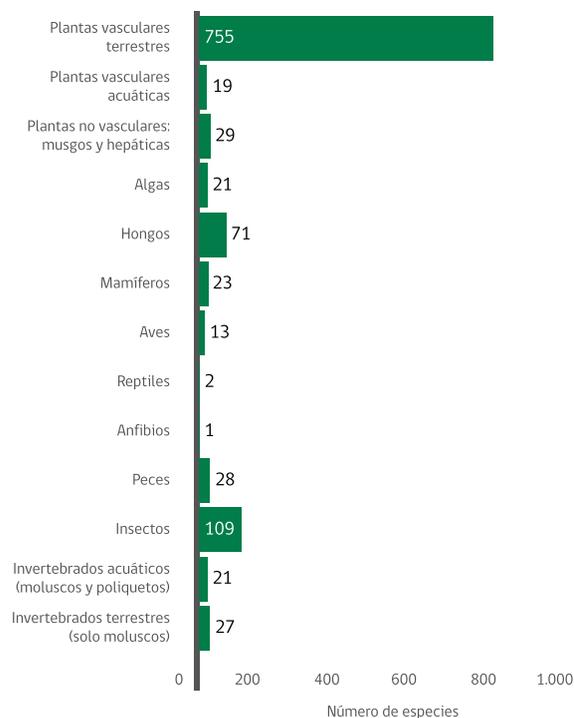
## 3.5 Introducción de especies exóticas invasoras

Las especies exóticas se refiere a las especies que no son nativas de un lugar, es decir son foráneas, alóctonas o no nativas. Pueden ser especies, subespecies o un taxón inferior, las que son introducidas fuera de su área de distribución natural (en el pasado o presente) o potencial de distribución (fuera del área que ocupa naturalmente o presente en el área que no pudiera ocupar sin la acción directa del hombre); incluye cualquier parte, gametos, semillas, huevos o propágulos de dichas especies que podrían llegar a sobrevivir y reproducirse (CBD, 1992; artículo 8h).

Las especies naturalizadas o asilvestradas son aquellas especies exóticas que han sido capaces de reproducirse y han logrado mantener poblaciones estables sin ayuda de los humanos. Se considera como una especie exótica asilvestrada también a las especies nativas del país que han establecido poblaciones en distribuciones distintas a la original. Este es el caso de la murta (*Ugni molinae*) y del maqui (*Aristotelia chilensis*) en la isla de Robinson Crusoe del Archipiélago de Juan Fernández (PNUD, 2017a). Considerándose estos casos, en el país se han logrado identificar 1119 especies exóticas asilvestradas de 13 grupos taxonómicos, donde la mayor proporción es de especies de plantas vasculares (67,5 %), seguido por los insectos (9,7 %) y los hongos (6,3 %).

Los demás grupos presentan una menor proporción, los que incluyen otros grupos de animales, las plantas no vasculares y algas (**Figura 23**; PNUD, 2017a). En relación a estos datos, se debe mencionar que de acuerdo a Rodríguez et al. (2018), la cantidad de plantas vasculares introducidas es de 816 especies.

**Figura 23. Número de especies exóticas asilvestradas/naturalizadas en Chile por grupo biológico**



[Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2017a.

La mayoría de estas especies proviene de Europa (39 %), Eurasia (14 %) y África (13 %), mientras que del 10% de las especies naturalizadas no se sabe su procedencia. En menor proporción las especies presentan otros orígenes como América del Sur, Oceanía, América del Norte, Asia, Cosmopolita, Pantropical (PNUD, 2017a). Las especies asilvestradas en Chile se distribuyen mayoritariamente en las regiones de Chile central, mientras que en las zonas norte y sur el número es menor. En particular la región de Valparaíso es la región que presenta mayor número de especies naturalizadas con 622, seguida por la región del Biobío con 595 especies (**Figura 24**).



**Figura 24. Número de especies exóticas asilvestradas por región**



[Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2017a.

Algunas de las especies exóticas naturalizadas llegan a convertirse en Especies Exóticas Invasoras (EEI). Una EEI es una especie exótica que se establece en un ecosistema o hábitat natural o seminatural; pero además es un agente de cambio, cuya introducción y/o difusión amenaza la diversidad biológica nativa (UICN, CBD). La invasión biológica comienza desde que una especie se mueve desde su lugar de origen mediante intervención antrópica, y continúa con su liberación y su estableciendo en lugares distantes, donde se propaga hasta constituir una población que causa efectos negativos a los ecosistemas (Ríos & Vargas, 2003).

La introducción de las EEI puede ser voluntario o accidental, como ocurre mediante el transporte terrestre y marítimo, los viajes e investigación científica. Por su parte, el turismo internacional y la aceleración del comercio han aumentado el flujo de especies domésticas y silvestres (Baeriswyl, 2017). Los sectores productivos como la silvicultura, agricultura, industria peletera, acuicultura y la han promovido la importación de diversas especies exóticas que hoy son consideradas invasoras (Baeriswyl, 2017). Otras actividades antrópicas que favorecen la introducción de EEI son actividades que generan disturbios como la ganadería, la construcción de carreteras, el comercio de mascotas, el control biológico, la tala de bosques y la quema de vegetación, donde estas dos últimas provocan deslizamiento de tierras y erosión (Ríos & Vargas, 2003; Baeriswyl, 2017; CBD, 2020).





El establecimiento de una especie depende de si las condiciones ambientales son favorables para ella, pues en caso contrario la especie desaparece. Si las condiciones son favorables, entonces esta se reproduce rápidamente aumentando el tamaño de la población, pero sin cambiar su lugar de distribución. La colonización comienza cuando la especie es capaz de moverse del lugar donde se ha establecido, expandiendo su distribución. Finalmente, la invasión se consolida cuando la especie supera las adversidades del ambiente, como el estrés y los disturbios naturales, lo que ocurre debido a flexibilidad ecológica y su capacidad de competencia ante las nativas por alimentos, agua y espacio (Ríos y Vargas, 2003; CBD, 2020).

Entre los efectos que provocan la presencia de EEI, se encuentra la disminución de la riqueza y abundancia de especies autóctonas, como también la transformación de la estructura y de la composición de las especies de los ecosistemas, reprimiéndose o excluyéndose a las especies nativas. Estos efectos pueden ser mucho más graves en los ecosistemas aislados, como las islas (CBD, 2020). También se altera el ciclo de nutrientes de los ecosistemas y se generan cambios en el paisaje perdiéndose la heterogeneidad de este, ya que se homogeniza.

La pérdida de biodiversidad presenta grandes consecuencias sobre el bienestar de las personas, ya que se pierden servicios ecosistémicos, como la provisión de diversidad de alimentos, existen pérdidas en la producción de cultivos (madera, plagas) y también se pierden espacios de recreación. De esta forma se generan impactos sobre la economía y la cultura (CBD, 2020). Junto con lo anterior se intensifican las amenazas a la biodiversidad, pues se aumenta la frecuencia de incendios forestales (PNUD, 2017a). En Chile, de las especies asilvestradas que existen se estima que a lo menos 128 actúan como invasoras (Baeriswyl, 2017).

Para flora se estima que por lo menos 100 especies vegetales asilvestradas son invasoras (PNUD, 2017a), mientras que, para fauna considerando sólo mamíferos, se han reportado entre 13 y 17 EEI en el país (Baeriswyl, 2017). La mayor concentración de EEI vegetales se presenta en la zona central con climas mediterráneos y templados, entre las regiones de Coquimbo y Los Ríos, donde se inclinan por sitios perturbados (Baeriswyl, 2017). Es importante destacar que existen EEI al interior de parques y reservas nacionales.



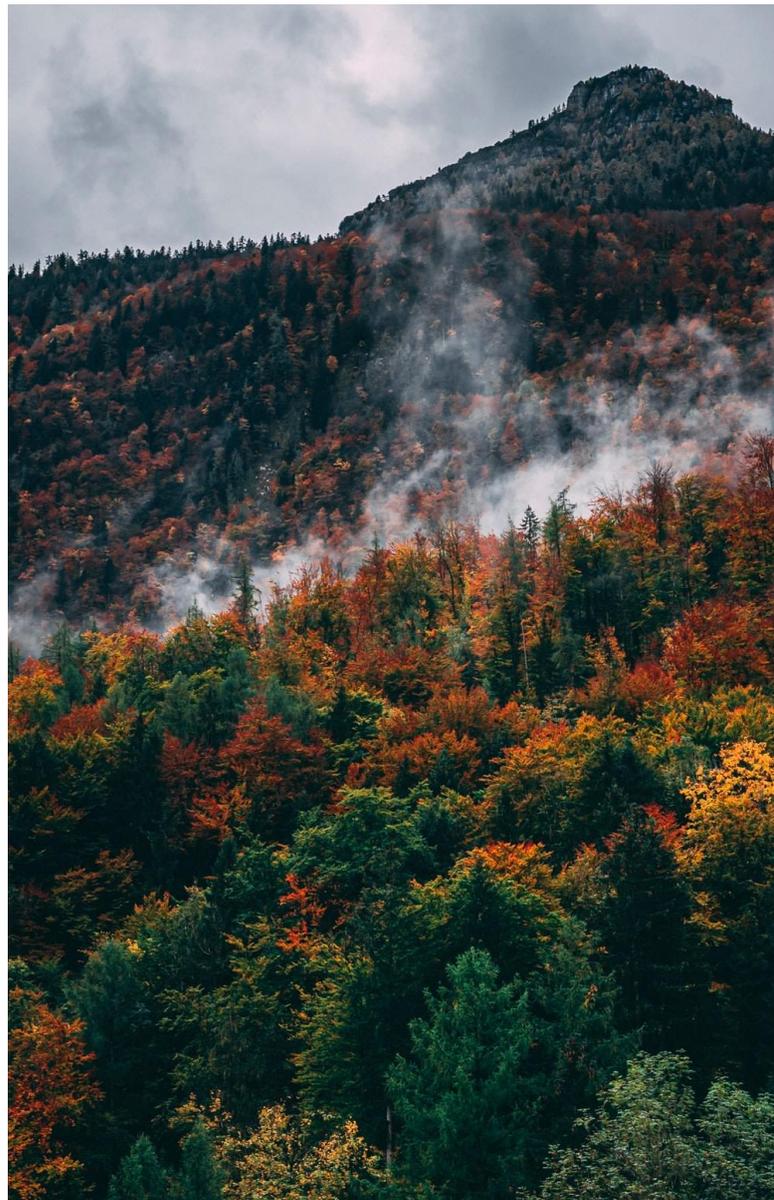
## 3.6 Incendios forestales

Los incendios forestales son un factor importante para la degradación y pérdida del bosque nativo y su biodiversidad. Evidentemente el fuego produce cambios en la vegetación, el suelo y la fauna de estos ecosistemas. Aunque los incendios forestales forman parte de la dinámica natural de los ecosistemas, si estos se presentan en una escala mayor pueden impactar la funcionalidad de estos, como ocurre con el ciclo geoquímico, el ciclo hidrológico y los procesos geomorfológicos (CONAF, 2020c). Estos cambios funcionales influyen en la calidad de los hábitats de las especies. Adicionalmente, estos incendios afectan la capacidad de captura de carbono de estos ecosistemas y emiten carbono a la atmósfera, además de contribuir al calentamiento global al incrementarse la absorción de calor. En Chile el 99 % de los incendios forestales son provocados por la acción humana, ya sea en forma accidental o intencional (González, 2020).

En los últimos años los incendios forestales se han incrementado, en cuanto al número y la superficie de éstos. Es importante destacar que en los últimos años las temporadas de incendios han incrementado su duración de cinco meses a aproximadamente siete meses y medio. También es relevante la sequía que ha experimentado el país en los últimos años, ya que esto favorece la ocurrencia de un siniestro (González et al., 2020). Es importante destacar que el riesgo de incendio varía de acuerdo a los distintos usos de suelo, donde las plantaciones forestales son el uso de suelo que presenta el riesgo más alto de incendios, lo que también ocurre en paisajes homogéneos. En contraste, el menor riesgo se presenta en el bosque nativo. Es por esto que los cambios de usos de suelo alteran el régimen de los incendios. Junto con esto el riesgo aumenta en los lugares más cercanos a ciudades o caminos (Miranda et al., 2020). Luego de ocurrido el incendio, las plantaciones forestales presentan mayor capacidad de adaptación en cuanto a la reproducción, dispersión de semillas y rebrote de plántulas que el bosque nativo. Esto se debe a que las especies exóticas y en especial las plantaciones.

(*Pinus sp*), pertenecen a ecosistemas que naturalmente presentan una mayor frecuencia de incendios, por lo que evolucionaron con estas dificultades, a diferencia de las especies nativas del país (Pauchard & García, 2020).

Los incendios forestales en Chile se presentan con mayor frecuencia entre las regiones de Valparaíso y La Araucanía (**Ver capítulo de Eventos extremos y Desastres**). En particular, los incendios de la temporada 2016-2017 sobresalen de la tendencia histórica, ya que en esta temporada se produjeron megaincendios de aproximadamente 570.196 hectáreas quemadas, el registro más alto de incendios forestales que existe en Chile.



# 4. Impacto a la biodiversidad

## 4.1 Pérdida histórica de los ecosistemas boscosos actualmente amenazados

De todos los ecosistemas de Chile, los que presentan menor superficie remanente se concentran en la zona centro sur de Chile, entre las regiones de Valparaíso y Los Lagos, donde se concentran los principales centros urbanos, las actividades agrícolas y las plantaciones forestales.

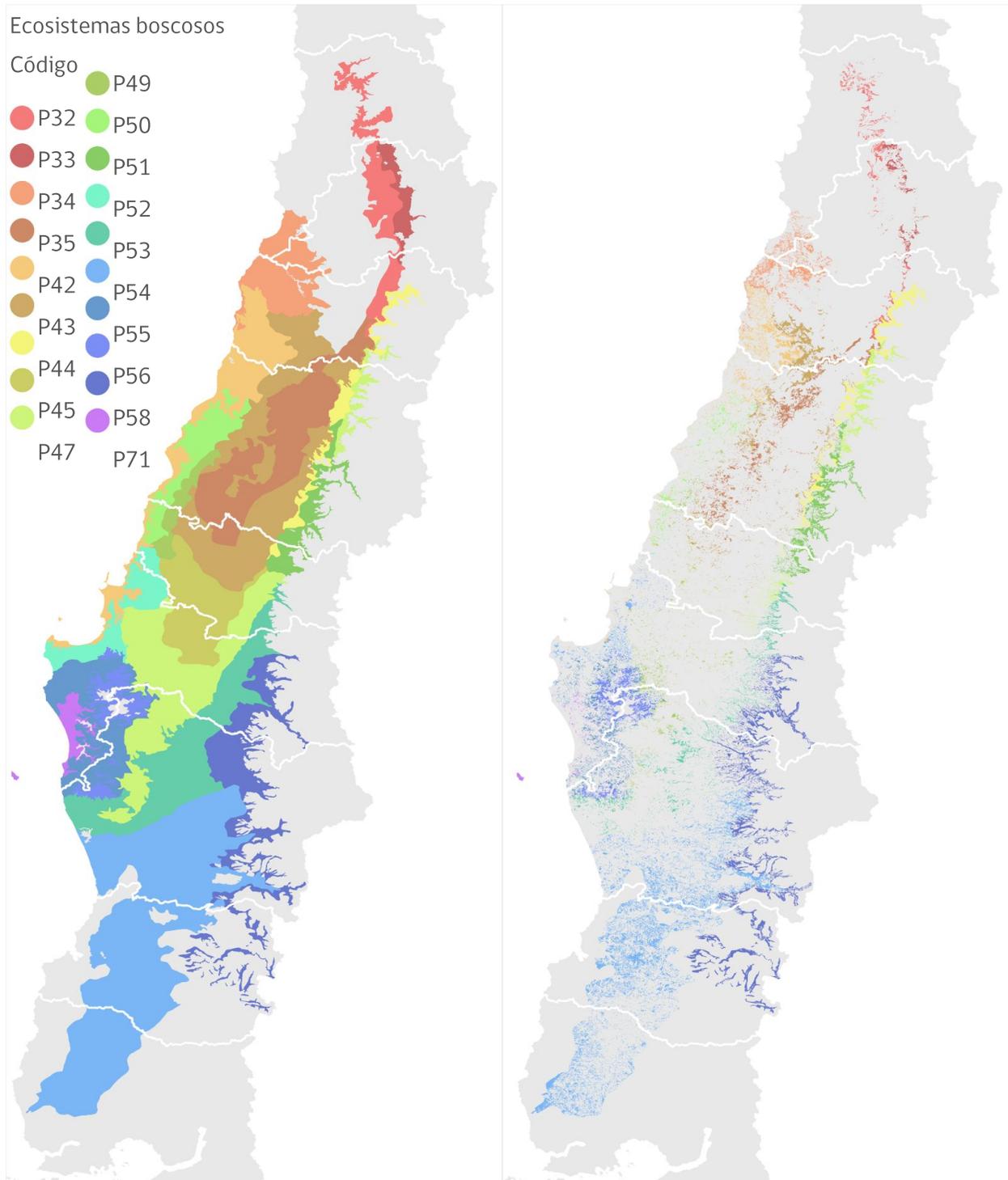
Estos ecosistemas corresponden a bosques espinosos, bosques esclerófilos, bosques caducifolios y en menor medida a bosques laurifolios. Justamente, estos ecosistemas en la actualidad se encuentran clasificados en alguna de las categorías de estado de conservación que se consideran como amenazados (CR, EN, VU).

De acuerdo a distintos estudios la pérdida del bosque nativo en Chile, se debe principalmente por el cambio de uso de suelo, de bosque nativo a plantaciones de especies exóticas, principalmente de Eucaliptus sp. y Pinus sp.

El impacto sobre el bosque nativo implica un impacto sobre toda la biodiversidad que compone estos ecosistemas, tanto para especies vegetales, como animales y hongos, ya que los bosques conforman hábitats y microhábitats, que permiten la reproducción y alimentación de las poblaciones de las distintas especies. Junto con esto, las personas pierden los beneficios que estos ecosistemas les brindan.



**Figura 25. Pérdida histórica de los ecosistemas boscosos actualmente amenazados**



Fuente: Elaboración propia con datos de Corporación Nacional Forestal (CONAF), 2020; Luebert & Pliscoff, 2017.



Al comparar la distribución original y la distribución actual de estos ecosistemas. Es decir, la distribución antes de que tuvieran cualquier intervención antrópica, y la distribución que actualmente componen los relictos de bosque, se evidencia la pérdida histórica que han sufrido estos ecosistemas (Figura 25). La superficie estimada de los remantes de los ecosistemas amenazados incluye áreas degradadas, por lo que la superficie remanente real debe ser menor (Tabla 4) (Luebert & Plissock, 2017).

La superficie original de los ecosistemas boscosos amenazados ha disminuido en su mayoría más del 50% (Tabla 4). De los 20 ecosistemas amenazados, 12 se encuentran clasificados en peligro crítico, ocho de bosques caducifolios, tres de bosque esclerófilo y uno de bosque laurifolio. De los demás ecosistemas, dos se encuentran clasificados En Peligro (EN) y seis en categoría vulnerable (Tabla 4).

**Tabla 4. Superficie remanente y pérdida histórica de los ecosistemas boscosos actualmente amenazados**

		Bosque Caducifolio	Bosque Esclerófilo	Bosque espinoso	Bosque laurifolio
CÓDIGO	ECOSISTEMA BOSCOZO	SUPERFICIE REMANENTE (KM2)	PÉRDIDA HISTÓRICA (%)	UICN FINAL	
P51	Bosque caducifolio mediterráneo andino de <i>Nothofagus glauca</i> - <i>N. obliqua</i>	1127	40,32	Vulnerable	
P49	Bosque caducifolio mediterráneo costero de <i>Nothofagus glauca</i> - <i>Azara petiolaris</i>	282	74,77	En Peligro Crítico	
P50	Bosque caducifolio mediterráneocostero de <i>Nothofagus glauca</i> - <i>Persea lingue</i>	613	75,60	En Peligro Crítico	
P52	Bosque caducifolio mediterráneo costero de <i>Nothofagus obliqua</i> - <i>Gomortega keule</i>	540	79,40	En Peligro Crítico	
P53	Bosque caducifolio mediterráneo de <i>Nothofagus obliqua</i> - <i>Persea lingue</i>	1270	83,68	En Peligro Crítico	
P47	Bosque caducifolio mediterráneo interior de <i>Nothofagus obliqua</i> - <i>Cryptocarya alba</i>	1801	79,87	En Peligro Crítico	
P58	Bosque caducifolio templado andino de <i>Nothofagus alpina</i> - <i>Dasyphyllum diacanthoides</i>	2783	51,30	En Peligro	
P56	Bosque caducifolio templado costero de <i>Nothofagus alpina</i> - <i>Persea lingue</i>	835	52,29	En Peligro Crítico	
P54	Bosque caducifolio templado de <i>Nothofagus obliqua</i> - <i>Laurelia sempervirens</i>	4922	74,96	En Peligro Crítico	

 **Download data**

Fuente: Elaboración propia con datos de Luebert & Plissock, 2017.

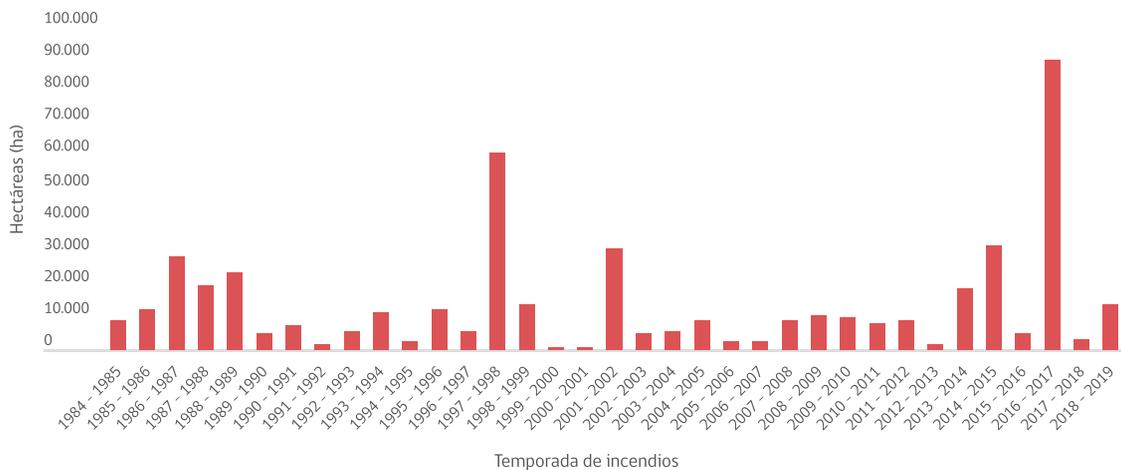
## 4.2 Incendios Forestales

Los bosques nativos al ser impactados por los incendios forestales presentan baja capacidad de regeneración post-fuego, ya que a lo largo de su evolución la flora que los compone no ha desarrollado estrategias de regeneración. Esta condición facilita el establecimiento de especies colonizadoras que no son propias a los ecosistemas originales (Ávila et al., 1981).

El impacto más directo de los incendios forestales es la muerte de los individuos que conforman los ecosistemas y con ello la pérdida de los hábitats que proveen para otras especies. Los árboles que sobreviven a los incendios se vuelven muy vulnerables a enfermedades y a ataques de incendios y hongos. Por otra parte, los incendios forestales también dañan los procesos fisiológicos de las plantas, como la fotosíntesis (Donoso, 1997; Maldonado, 2005).

Históricamente los bosques nativos han sido impactados por los incendios forestales. Desde 1985 a 2018 han ocurrido 22 megaincendios, y de acuerdo a esta superficie quemada según uso de suelo, el 20 % corresponde a bosque nativo, 17 % a matorrales y 8% a pastizales (González et al., 2020). Dentro de la temporada 2016-2017 se encuentra el megaincendio más extenso de la historia de Chile. De acuerdo a esta temporada se quemaron 90.301 hectáreas de bosque nativo, mientras que en las dos temporadas siguientes esta cifra desciende a 3.004 ha y 14.294 ha respectivamente (**Figura 26**).

**Figura 26. Superficie de bosque nativo afectado por incendios de las temporadas entre 1984-2019**



[Download data](#)

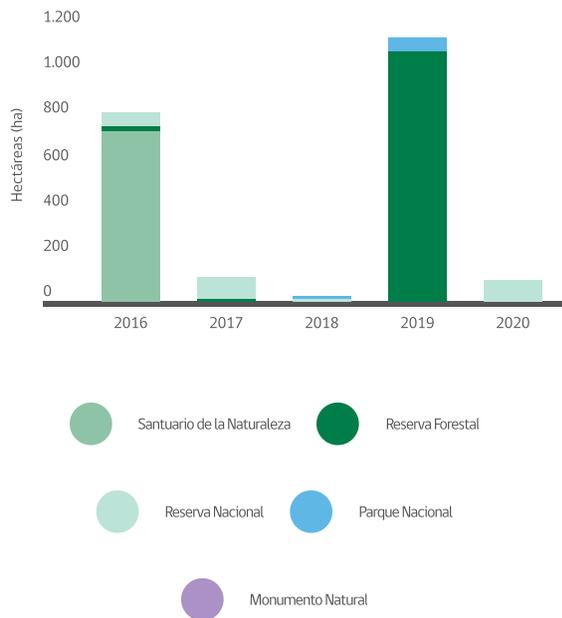
Fuente: Elaboración propia, con datos de Corporación Nacional Forestal (CONAF), 2020e.



Los impactos que han provocado los incendios forestales al bosque nativo son especialmente críticos en los ecosistemas de climas mediterráneos. Muchos de estos ecosistemas se encuentran actualmente amenazados debido a la pérdida de cobertura original. En efecto el 47% de la de los ecosistemas amenazados quemados se encuentran en peligro crítico, principalmente bosque esclerófilo y bosque caducifolio (Galleguillos et al., 2020). Los ecosistemas boscosos amenazaos se componen por especies en categoría en peligro de extinción, como ruil (*Nothofagus alessandrii*), queule (*Gomortega keule*) y pitao (*Pitavia punctata*), y especies vulnerables como el hualo (*Nothofagus glauca*).

Por otra parte, es importante destacar que los incendios forestales han impactado parte de las áreas protegidas del país (SNASPE y santuarios de la naturaleza), las que son el principal refugio de la biodiversidad nativa. En este sentido, se destaca que la mayor superficie se presenta en los santuarios de la naturaleza en el año 2016 (santuarios Quebrada de la Plata y Serranía el Ciprés) y en reservas forestales en el año 2019, las que corresponden a las reservas Lago Peñuelas y Ñuble (**Figura 27**).

**Figura 27. Superficie de áreas protegidas afectada por incendios forestales, entre 2016 y 2019**



[Download data](#)

Nota: Los Santuarios de la Naturaleza están calculados según los incendios de magnitud, es decir sobre 200 ha.

Fuente: Elaboración propia, con datos de Corporación Nacional Forestal (CONAF) 2020f, 2020g.

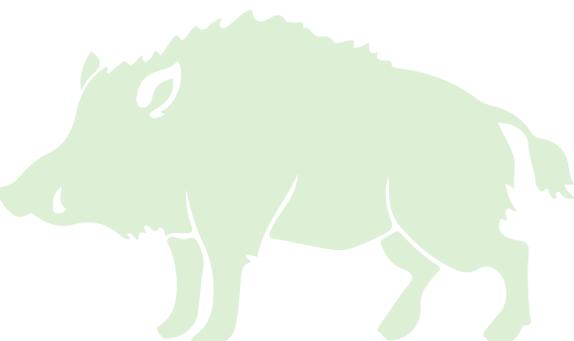


## 4.3 Especies exóticas invasoras

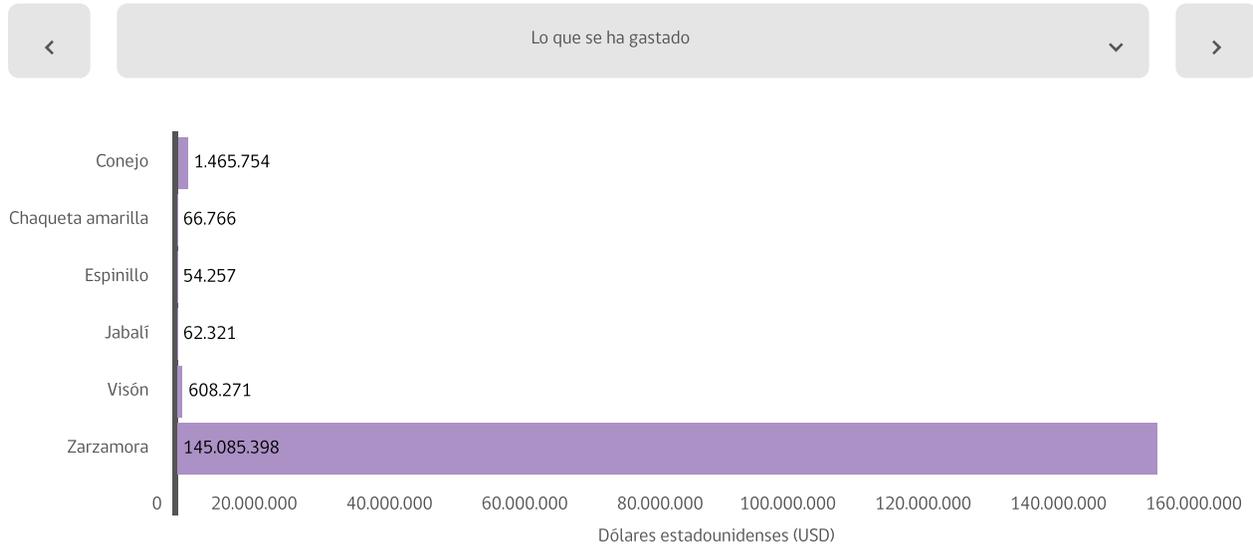
Dentro de los impactos de las EEI se pueden distinguir los impactos ecológicos, económicos y socioculturales. Los impactos ecológicos dependen del comportamiento de la EEI y de las interacciones con el ecosistema al que invade. Se considera como un impacto ecológico directo si la especie invasora interactúa con el ecosistema de la misma forma que lo hace una especie nativa, pero la EEI muestra una mayor capacidad de competencia, por lo que la reemplaza. También se considera como impacto ecológico directo si las EEI impactan por depredación, herbivoría, parasitismo o mutualismo. El impacto ecológico depende del nivel de tolerancia a las limitantes ambientales, como la cantidad de alimento y agua disponible, y la cantidad de luz en el caso de las plantas. Si en el lugar del establecimiento no existen depredadores se favorece el éxito de la invasión, como ocurre con el castor en Tierra del Fuego, y en algunas islas. En ocasiones las especies exóticas se hibridan con las nativas, es decir, se cruzan individuos de distintas especies, por lo que puede causar la extinción de la especie nativa, porque el híbrido no es capaz de reproducirse. Justamente esto ocurre con el picaflor de Arica y el picaflor de Cora, nativo de Perú. Adicionalmente las EEI son capaces de generar cambios en las comunidades y ecosistemas, en los que las especies nativas no logran adaptarse. También alteran la frecuencia, intensidad y estacionalidad de los incendios forestales, ya que aumentan la biomasa inflamable y alteran el tiempo de secado de la biomasa.

Los impactos económicos que provocan las EEI se relacionan con los servicios ecosistémicos que son necesarios para el bienestar de las personas. Algunos de estos impactos económicos se producen al aumentar los costos de control de EEI en los cultivos. Con la presencia de plagas y patógenos además se reducen las cosechas. Otros impactos económicos pueden estar asociados a la disminución de agua disponible, al degradarse la cuenca hidrográfica. En el caso de las aguas de lastre, estas pueden introducir EEI que podrían causar la degradación de pesquerías. Junto con esto, las EEI pueden ser portadores de enfermedades, lo que causa consecuencias sociales y con ello económicas. Por otra parte, el impacto sociocultural de las EEI también se relaciona con los servicios ecosistémicos que proveen los ecosistemas naturales. Por ejemplo, pueden afectar al turismo, el interés y posibilidad de observar el paisaje, y a las especies autóctonas. Se pueden afectar también otras actividades recreativas, como deportes o meditación al aire libre. De esta forma se podría alterar la identidad de las culturas.

En el contexto del proyecto GEF EEI se estimó el impacto económico en Chile de siete especies exóticas invasoras. Es importante destacar que las especies elegidas se seleccionaron en base a la información disponible, ante otras que pueden tener impactos importantes, pero no se contaba con información. Las especies elegidas fueron espinillo (*Ulex europaeus*), zarzamora (*Rubus sp.*), conejo (*Oryctolagus cuniculus*), castor (*Castor canadensis*), visón (*Neovison vison*) jabalí (*Sus scrofa*) y avispa chaqueta amarilla (*Vespula germanica*). Para estimar el impacto anual de las especies, el que incluye impactos a sectores productivos y a biodiversidad, se utilizó la metodología de Valoración Económica Total de Impacto (VET).



**Figura 28. Valoración económica del impacto de Especies Exóticas invasoras en Chile**

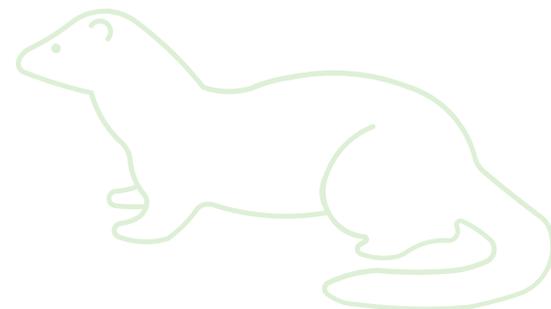


 Download data

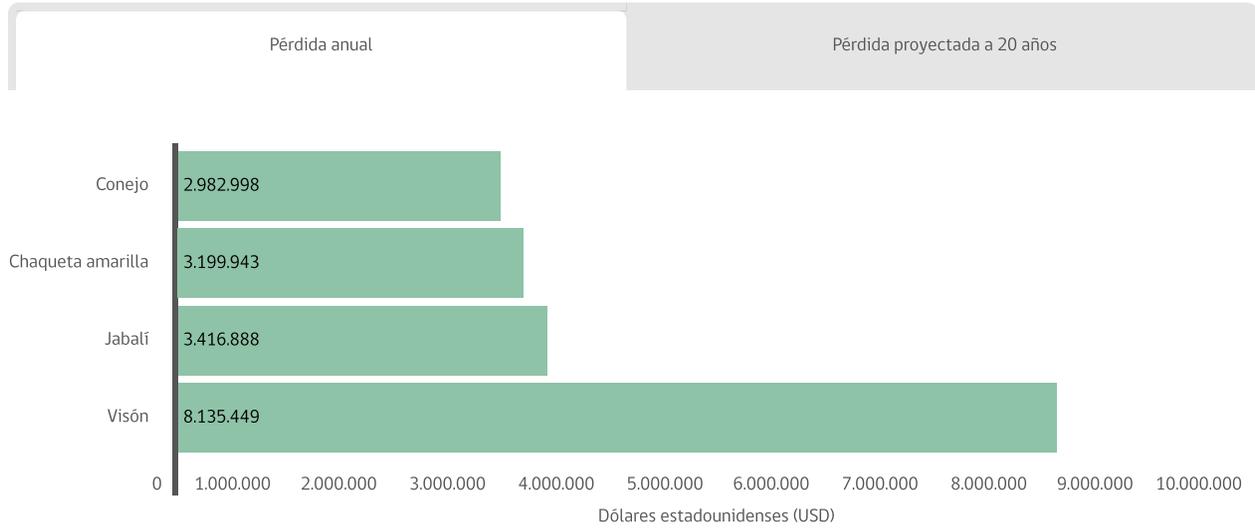
Fuente: Elaboración propia con datos de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) 2017b.

Las estimaciones representan un piso mínimo de beneficios perdidos, debido a que no todos los impactos identificados pudieron ser valorados económicamente (PNUD, 2017b). Excluyéndose los resultados del castor de este estudio, se destaca que lo que el país ya ha gastado (hasta 2017) para cada especie, es decir la pérdida histórica de cada especie, la zarzamora ha generado pérdidas superiores a MMUSD \$145. Si se considera la pérdida anual calculada, se destaca el jabalí con pérdidas superiores a MMUSD \$38 millones y la chaqueta amarilla supera los MMUSD\$21. Por otra parte, se presentan la pérdida proyectada a 20 años, al que se le aplicó una tasa de descuento social del 6 %. De acuerdo a esta proyección se destaca el jabalí, la chaqueta amarilla y el visón con pérdidas de aproximadamente MMUSD\$603, MMUSD\$496 y MMUSD\$416 respectivamente. Adicionalmente se presenta la pérdida total proyectada a 20 años, lo que se refiere a la suma de la pérdida histórica y la proyección a 20 años (**Figura 28**).

Los impactos que provocan directamente a la biodiversidad se evaluaron para cuatro especies animales en base a los estudios realizados para las áreas del Sistema de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) sobre la Disposición a Pagar (DAP) por la protección de la biodiversidad. Estas especies fueron conejo, avispa chaqueta amarilla, jabalí y visón. Se estimó la pérdida anual y la pérdida proyectada a 20 años, con una tasa social de descuento de 6%. Como resultado del valor económico del impacto a la biodiversidad producido por estas especies, se destaca que a 20 años el valor más alto es el visón con MMUSD\$ 406,7; seguido de la avista chaqueta amarilla con MMUSD\$ 274,1; lo sigue el jabalí con MMUSD\$179,4; y, finalmente, el conejo con MMUSD\$ 88,7 (**Figura 29**).



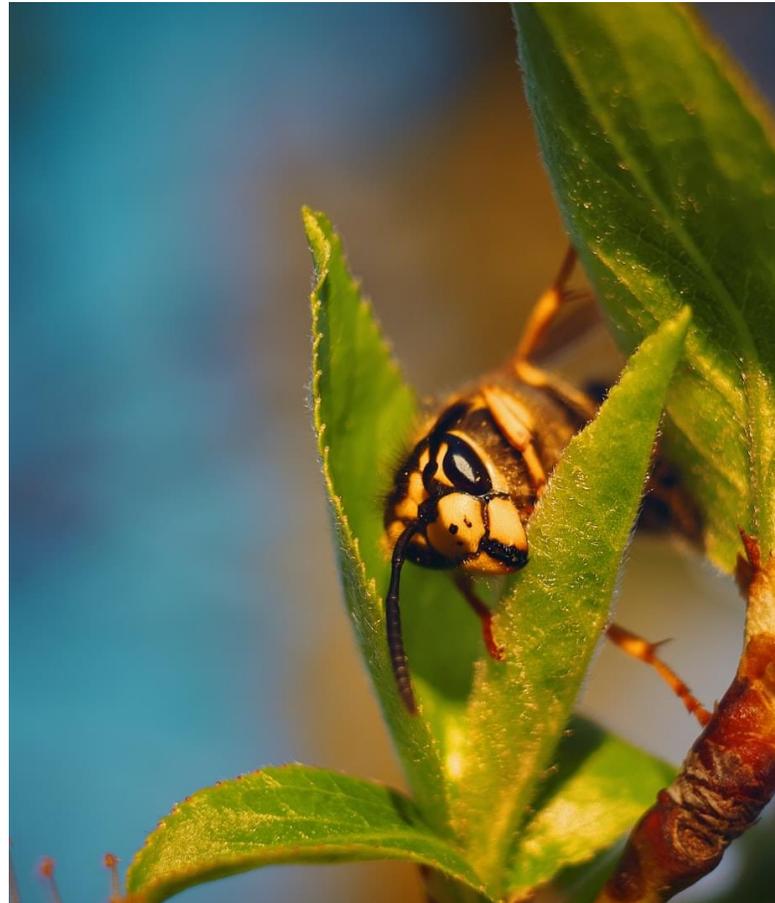
**Figura 29. Valor económico mínimo de impacto de las EEI a la biodiversidad**



[Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) 2017b.

La pérdida anual mínima causada por las siete especies exóticas invasoras analizadas por este estudio, alcanza aproximadamente los USD\$87.939.327 (incluyendo al castor). Adicionalmente este estudio advierte que de no hacer nada, Chile en 20 años, habría perdido como mínimo aproximadamente USD\$2.003.593.238. De este monto, aproximadamente USD\$948.906.211 corresponden a las pérdidas por los impactos de las especies exóticas invasoras a componentes de la biodiversidad.



### Castor, una especie exótica invasora

El castor, *Castor canadensis*, es un roedor semiacuático, nativo de América del Norte, es, por lo tanto una especie exótica en los ecosistemas del territorio chileno. Además de ser exótica, es una de las especies más invasoras que se encuentran presentes en Chile. Esta especie fue introducida en el país de forma involuntaria, luego de que en 1946 la marina argentina trajera 25 parejas de castores con el objetivo de instalar una industria peletera en Tierra del Fuego (Anderson et al., 2009). Esta iniciativa no prosperó y trajo consigo la reproducción incontrolada de los castores en la Patagonia, lo que se vio favorecido por la ausencia de su depredador natural y por la disponibilidad de recursos alimenticios y del hábitat adecuado, generalmente en bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) (Bandini et al., 2008).

El castor es considerado una especie ingeniero, ya que modifica el paisaje para construir su madriguera (Anderson et al., 2009). En ocasiones cava en las orillas de humedales como ríos o lagos, y otras veces construye represas o diques con el objetivo de bloquear la corriente, generando un estanque. En medio del estanque construyen una madriguera con forma de cúpula. Los diques y las madrigueras las fabrican con troncos, ramas y barro, para lo que roen y derriban árboles con sus dientes. Estas madrigueras los ayudan a protegerse de los depredadores en su hábitat de origen. Como una estimación a la cantidad de castoreras en la actualidad, el estudio de Cerda et al. (2019) identificó 33.437 castoreras en la zona en la isla grande de Tierra del Fuego y lugares aledaños en la región magallánica, donde aproximadamente el 35% están situadas en turberas y otros humedales, y el 26 % se sitúa en bosques de lenga. De acuerdo a este número de castoreras, se estimó una población total de 49.152 castores al año 2019.

Los impactos de castor constituyen la mayor alteración a nivel de paisaje en los bosques subantárticos desde la última Edad de Hielo (Anderson et al., 2008).

Esto ocurre tanto en el territorio chileno como en territorio argentino, donde han causado destrucción e inundación de los bosques, turberas y pastizales. Además del impacto en la biomasa en los ecosistemas, las represas alteran la hidrología natural del paisaje, ya que cambian el régimen de descarga anual de un río, disminuyen la velocidad de la corriente, expanden la superficie de los suelos inundados, y aumentan la retención de sedimentos y materia orgánica (Naiman et al., 1988; Wright et al., 2002). También se altera el ciclo químico de las cuencas, se generan pérdidas de la capacidad de retención de carbono de bosques y turberas, y se generan problemas de inundación hacia caminos y conflictos en las bocatomas de plantas de potabilización de agua.

Además del impacto en la biomasa en los ecosistemas, las represas alteran la hidrología natural del paisaje, ya que cambian el régimen de descarga anual de un río, disminuyen la velocidad de la corriente, expanden la superficie de los suelos inundados, y aumentan la retención de sedimentos y materia orgánica (Naiman et al., 1988; Wright et al., 2002). También se altera el ciclo químico de las cuencas, se generan pérdidas de la capacidad de retención de carbono de bosques y turberas, y se generan problemas de inundación hacia caminos y conflictos en las bocatomas de plantas de potabilización de agua.

Como el castor ha provocado distintos tipos de impactos, para su estimación en términos económicos se consideró como impacto basal la multiplicidad de impactos presentados desde el inicio del impacto del castor hasta el presente, por lo que no existe una unidad temporal fija. Adicionalmente, para la estimación de la pérdida se diferenció en lugares donde la pérdida era total o parcial, según el estado de degradación en la formación vegetal en la que produjo el impacto. Así, se estimó que *C. canadensis* ha impactado 9.942 hectáreas en forma total y 17.225 hectáreas en forma parcial, generándose una pérdida basal de USD\$ 73 millones.

De este monto total, el 86% corresponde a pérdida de ingresos económicos por producción de madera. En el caso de las pérdidas relacionadas a la ganadería y a la captura de carbono, se consideró que estos impactos se generaron hace 10 años, mientras que las pérdidas en biodiversidad se consideraron para los cinco últimos años (Figura 30; Cerda et al., 2019).

**Figura 30. Valoración económica del impacto económico del castor**



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Cerda et al., 2019.

Prevención y Control del Castor (*Castor canadensis*), una Especie Exótica Invasora en la Patagonia Chilena”, el que busca implementar acciones que ayuden a evitar el avance de la especie y preservar los bosques y otros ecosistemas nativos que hoy se ven afectados. Este proyecto GEF liderado por el Ministerio del Medio Ambiente, tiene por objetivo desarrollar estrategias técnicas y financieras, así como también planes de coordinación y gobernanza, permitiendo la generación de capacidades humanas y tecnológicas para la gestión del castor. Adicionalmente, el plan considera mecanismos de coordinación binacional debido a que existen ecosistemas afectados tanto de la Patagonia chilena como de la argentina. Hasta el año 2019, se han implementado tres proyectos piloto en la región de Magallanes: i) Valle La Paciencia (dentro del Parque Natural Karukinka) ii) Cuenca del Río Marazzi (propiedad estancieros y ganaderos; y iii) en la Reserva Nacional Laguna Parrillar.



# 5. Respuestas a las presiones de la biodiversidad

## 5.1 Convenios Internacionales en Biodiversidad

El principal convenio internacional en relación a la biodiversidad en el que Chile participa es el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD, por su sigla en inglés) de la Organización de las Naciones Unidas. Este convenio tiene como objetivos la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de sus beneficios. Este es el primer acuerdo global sobre todos los niveles de la diversidad biológica (genéticos, especies y ecosistemas) y además reconoce que la conservación de la diversidad biológica es una meta común de la humanidad y la base fundamental del proceso de desarrollo. Chile ratificó este convenio el año 1994, por lo que debe cumplir las 20 Metas de Aichi, las que fueron establecidas en función de cinco Objetivos Estratégicos, que los países firmantes debieran alcanzar al año 2020 y deben reportar sus avances periódicamente.

Por otra parte, en los últimos años han cobrado relevancia las evaluaciones sobre el estado de la biodiversidad y sus ecosistemas realizadas por la Plataforma Intergubernamental de Ciencia y Política sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES, por su sigla en inglés). Este es un organismo intergubernamental independiente establecido por los Estados para fortalecer la interfaz ciencia-política de la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica y el bienestar humano a largo plazo, lo que incluye los efectos del cambio climático.

Este organismo realiza evaluaciones sobre temas y metodologías específicas a nivel regional y mundial. También propone mensajes clave a los tomadores de decisiones y hacedores de política, para una mejor formulación de políticas nacionales en materias de biodiversidad y servicios ecosistémicos, basados en la mejor información científica disponible. Por último, realiza investigación y divulgación, garantizando el mayor alcance de su trabajo. Cuenta con 137 Estados miembros y Chile es parte desde 2012, año de su creación. En enero 2020 en Chile se dio inicio a la creación de una instancia de diálogo chilena de ciencia-política IPBES. Sus objetivos son catalizar la interacción de distintos actores del país (academia, gobierno, industria, ONGs) con IPBES, presentando resultados y recomendaciones a la política pública en base a la mejor ciencia del país.

Adicionalmente, Chile participa de otros tratados o convenios internacionales en el marco de la conservación de la biodiversidad. Algunos de estos son:

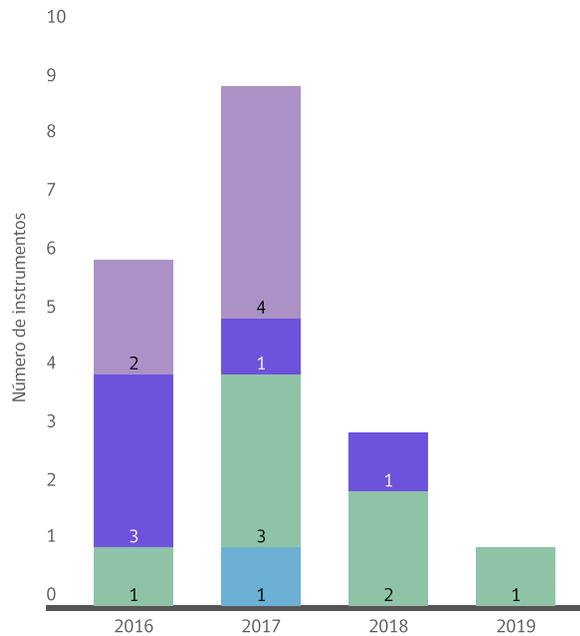
- Acuerdo para la Conservación del Albatros y Petreles (ACAP),
- Grupo de Conservación de Flamencos Altoandinos (GCFA),
- Convenio para la conservación y el manejo de la vicuña (*Vicugna vicugna*),
- Alianza Gato Andino (AGA),
- Convenio para la Conservación de Focas Antárticas,



- Convención para la protección de flora y fauna y las bellezas escénicas de América o “Convención de Washington”, que consagra los Parques y Reservas Nacionales,
- Otros acuerdos relacionados a la biodiversidad (**Ver Capítulo Institucionalidad ambiental y desarrollo sustentable, y los Objetivos de Desarrollo Sostenible 15.6.1 y 15.8.1 en este capítulo**).

## 5.2 Gestión y Políticas Públicas en Biodiversidad

**Figura 31. Número de nuevas políticas y medidas elaboradas por la institucionalidad públicas que han integrado los valores de la biodiversidad**



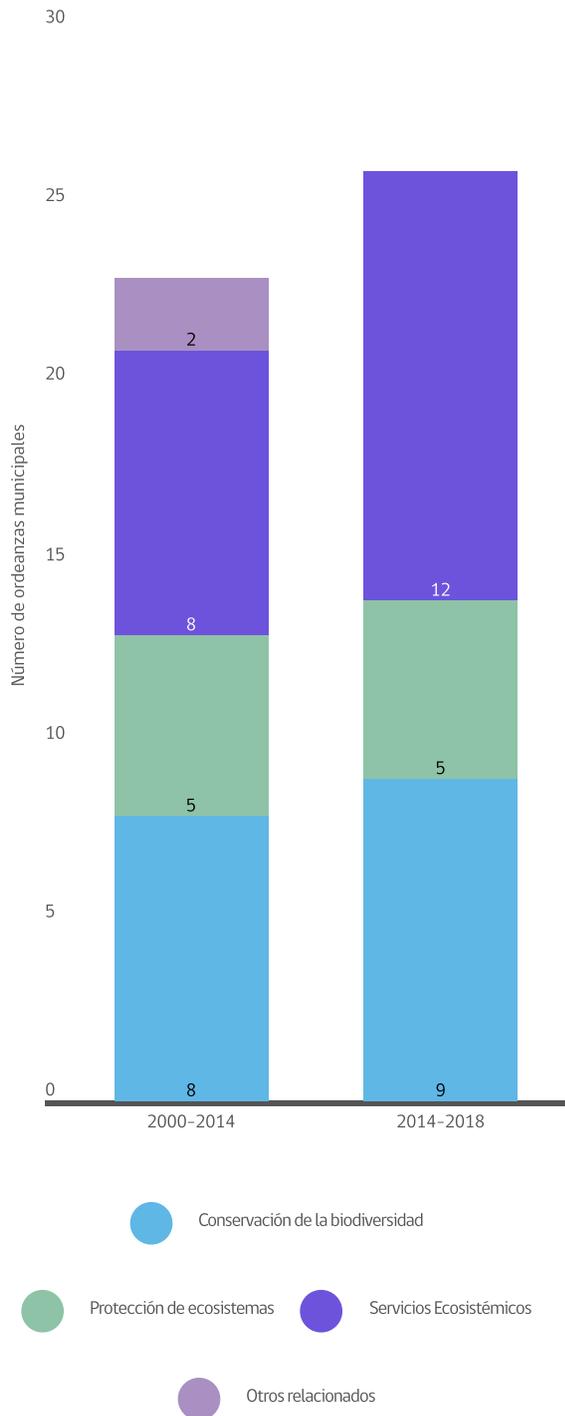
La Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030, es un instrumento de política pública que establece los principales lineamientos estratégicos y metas nacionales en materia de conservación y uso sustentable de la biodiversidad al año 2030, Cuenta con una Visión y Misión de corto, mediano y largo plazo, siete principios rectores, ejes estratégicos y cinco objetivos que los articulan, con los cuales se espera: promover el uso sustentable de la biodiversidad para el bienestar humano; desarrollar la conciencia, el conocimiento y la participación de la ciudadanía en el resguardo de la biodiversidad como fuente de bienestar; proteger y restaurar la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos; fortalecer la institucionalidad y buena gobernanza; e integrar objetivos de biodiversidad en otros instrumentos sectoriales, generando un marco orientador que articule los principales desafíos del país en este ámbito (MMA, 2018). Este instrumento se creó en respuesta a la solicitud de la CBD de actualizar las estrategias nacionales de biodiversidad de acuerdo al “Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi”, por lo tanto, aborda todas las metas de Aichi según distintos lineamientos y objetivos.



[Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020a.

**Figura 32. Número ordenanzas municipales relacionadas con biodiversidad y sus SSEE**



[Download data](#)

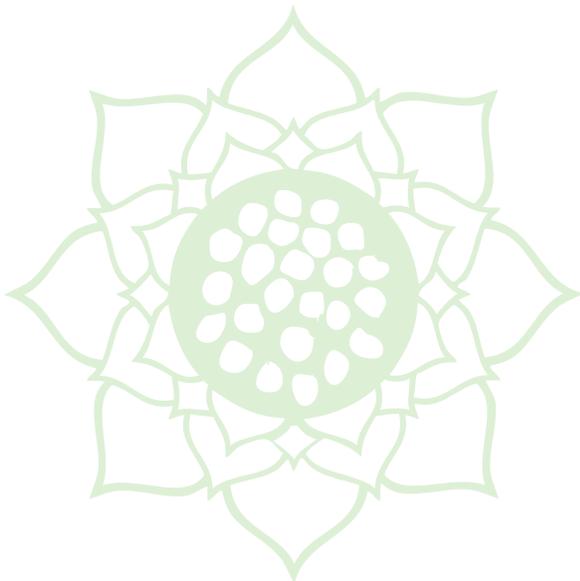
Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020a.

Además de la Estrategia Nacional de Biodiversidad existen otros instrumentos de política pública a nivel nacional que lo complementan y/o profundizan en algunas temáticas. Chile ha ido gradualmente incorporando un enfoque ecosistémico en políticas públicas a nivel nacional como regional en los distintos sectores como Obras públicas, Energía, Agricultura, Turismo y Urbanismo (MMA, 2020a). La tendencia de inclusión de valores de biodiversidad en nuevos instrumentos de políticas públicas a nivel nacional, en el periodo 2016-2019, presenta el mayor número de instrumentos en el año 2017, con 9 instrumentos. En los siguientes años presenta un importante decrecimiento, terminando el año 2019 con solo un nuevo instrumento, el que corresponde al Plan de Adaptación de Turismo. Es relevante enfatizar que este indicador cuantifica sólo los nuevos instrumentos, es decir, no contempla la vigencia de los instrumentos en cada año, pues al considerar ese criterio, en efecto, el año que presentó el mayor número de instrumentos con valor de biodiversidad vigentes fue el 2019. El tipo de instrumento a nivel nacional más desarrollado en el periodo 2016-2019 corresponde a planes nacionales (7 instrumentos), mientras que existe sólo una estrategia, la ENB2017-20130 (Figura 31). Por otra parte, existen siete instrumentos a escala nacional que a diciembre del año 2019 se encontraban en etapa de desarrollo, o que aún no han sido aprobados, donde se destaca el Plan Nacional de Restauración a Escala de Paisajes.

A escala regional, en el periodo 2016-2019 solo existe un nuevo instrumento que incluya valores de biodiversidad, el que corresponde a la Política Regional para la Conservación de la Biodiversidad de la Región del Biobío (2018). Mientras que, a escala comunal el instrumento de mayor relevancia corresponde al Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM), el que permite un modelo de gestión participativo, y además se integra el factor ambiental según estándares internacionales (ver capítulo de Institucionalidad ambiental y desarrollo sustentable). En esta misma escala local, al comparar los periodos 2000-2014 y 2014-2018, existe un incremento del 12% de las

ordenanzas municipales relacionadas con biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, por lo que se considera un avance menor (**Figura 32**; MMA, 2020a). En cuanto a las temáticas de estas ordenanzas decretadas la que presenta mayor proporción corresponde a servicios ecosistémicos, seguido por conservación de la biodiversidad.

Hasta el año 2019, el proyecto de ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP), se encuentra en trámite legislativo. Este proyecto crea un servicio público, dependiente del Ministerio del Medio Ambiente, que se encargará de la conservación de la biodiversidad con una mirada integradora del territorio. El principal instrumento de este servicio será la administración de un sistema nacional de áreas protegidas (SNAP), que incluirá todas las categorías de áreas protegidas, tanto terrestres como marinas. Se contempla que este servicio promueva e incentive la conservación de la naturaleza tanto fuera como dentro de las áreas protegidas, gestionando el manejo o control de las amenazadas o presiones que enfrenta la biodiversidad. El servicio, además proveerá de recursos humanos y financieros que satisfagan el financiamiento de las áreas protegidas y del patrimonio natural en general.



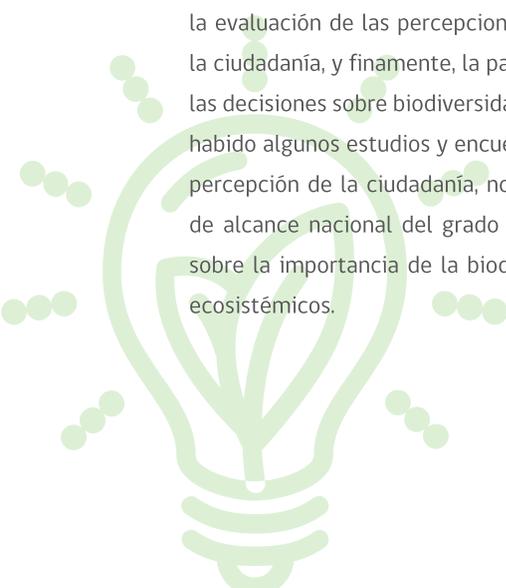
## 5.3 Objetivos de Desarrollo Sostenible en el marco de la estrategia nacional de biodiversidad y los convenios internacionales de biodiversidad

El ODS 15.9.1 “Avances en el logro de las metas nacionales establecidas en conformidad con la segunda Meta de Aichi para la diversidad biológica del Plan estratégico para la diversidad biológica 2011-2020”, evalúa si los países han establecido objetivos nacionales de conformidad con Meta de Aichi N°2, en su estrategia nacional de biodiversidad y planes de acción, además del progreso en los objetivos establecidos. La Meta de Aichi N°2 corresponde a: “Integración de los valores de diversidad biológica en la planificación para el desarrollo, reducción de la pobreza y cuentas ambientales”. De acuerdo al Sexto Informe Nacional de Biodiversidad de Chile, en la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2010, existen siete lineamientos establecidos en función de esta Meta de Aichi (MMA, 2018,2020). Estos lineamientos se relacionan a: el fomento de la importancia de la biodiversidad mediante instrumentos de educación ambiental, el fomento de la investigación en biodiversidad, la difusión y transferencia de conocimientos, la recopilación y rescate de saberes tradicionales, el monitoreo de la salud de biodiversidad, la evaluación de las percepciones y comportamiento de la ciudadanía, y finalmente, la participación ciudadana en las decisiones sobre biodiversidad. Aunque hasta 2019 ha habido algunos estudios y encuestas que dan ideas de la percepción de la ciudadanía, no ha habido evaluaciones de alcance nacional del grado de valoración ciudadana sobre la importancia de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

De acuerdo a lo señalado en Sexto Informe de Biodiversidad esta meta no presenta cambios significativos y de acuerdo a la escala establecida para este indicador ODS, el estado de avance corresponde a “existe un objetivo nacional, pero no hay progreso”. Por otra parte, este ODS evalúa el número de países que han integrado los valores de la biodiversidad en los sistemas nacionales de contabilidad y presentación de informes, definidos como la implementación del Sistema de Cuentas Ambiental y Económica, lo que en Chile se cumple y es velado por el Ministerio del Medio Ambiente.

El ODS 15.8.1 “Proporción de países que han aprobado la legislación nacional pertinente y han destinado recursos suficientes para la prevención o el control de las especies exóticas invasoras”, se compone de dos partes, donde la primera se enfoca en los compromisos de los países con los acuerdos multinacionales relevantes, y la segunda evalúa la traducción de los acuerdos de políticas a la acción por parte de los países para implementar políticas y prevenir y controlar activamente las especies exóticas invasoras y la dotación de recursos para esta acción.

En relación a la adopción de los convenios internacionales propuestos por la Parte A (1) del indicador, el país ha adoptado participación en 8 de los 10 convenios propuestos, ya sea como convenio ratificado, adhesión o como signatario.



Estos son el Convenio de Diversidad Biológica (CBD), la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES), la Convención internacional de Protección Fitosanitaria (IPPC), La Convención Ramsar sobre humedales de importancia Internacional, la Convención sobre Conservación de Especies Migratorias de la Fauna Silvestre (CMS), el Acuerdo sobre la aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la OMS (MSF), y la Convención del Patrimonio Mundial (WHC). Mientras que, los dos convenios de los que el país no participa son del Convenio Internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques (BWM) y el Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad. No obstante, Chile ha avanzado en la implementación del BWM mediante el Programa de Asociaciones GloBallast GEF/PNUD/OMI que desarrolló la Organización Marítima Internacional (OMI), entre los años 2008 y 2017. Este programa tuvo la finalidad de asistir a los países en desarrollo a reducir la transferencia de organismos acuáticos perjudiciales y agentes patógenos por el agua de lastre de las naves y para la implementación del convenio BWM. Por su parte, el Protocolo de Cartagena fue firmado en el momento de su creación, pero hasta el año 2019 no ha sido ratificado.

Este ODS contempla la integración de una estrategia para prevenir y controlar especies exóticas invasoras, parte A (2) (a). En el caso de Chile, la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-20130 aborda la temática de las EEI, lo que se presenta explícitamente en el lineamiento "Definición e implementación de acciones para la prevención, control o erradicación de las especies exóticas invasoras y disminución de los efectos adversos que producen en los hábitats" (Lineamiento 5, objetivo V). Esto se refuerza con el Programa Nacional de Control de Especies Invasoras (Línea de acción 2.2), que está comprometido en el plan de acción de la estrategia. Este programa contempla la coordinación en el sector público de acciones en función de la prevención, control y/o erradicación de las EEI. Hasta 2019, la estrategia y el plan de acción han sido implementados parcialmente.

Además de lo anterior, en el marco del proyecto GEF EEI, el Comité Operativo para el Control de las Especies Exóticas Invasoras creó en el año 2014 la Estrategia Nacional Integrada para la Prevención, el Control y/o la Erradicación de las Especies Exóticas Invasoras.

**COCEI está compuesto por:**  
**Carabineros de Chile, CONAF, DIRECTEMAR,**  
**Ministerio de Relaciones Exteriores, Museo**  
**Nacional de Historia Natural, ODEPA, Policía de**  
**Investigaciones de Chile, SAG, SERNAPESCA,**  
**Subsecretaría de Fuerzas Armadas, Subsecretaría de**  
**Pesca y Acuicultura.**

Por otra parte, el ODS 15.81 evalúa la inclusión de legislación nacional y política relevante para especies exóticas invasoras, parte A (2) (b). En relación a este punto se destaca que hasta la actualidad se han registrado más de 40 documentos legales sobre especies invasoras (leyes, decretos y resoluciones). Estas han sido declaradas por el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, y por los Ministerios de Agricultura, de Salud, y de Economía, Fomento y Turismo. Dentro de estos documentos es relevante mencionar que 28 resoluciones tienen relación con la plaga o presencia de la microalga *Didymosphenia geminata*, didimo, y 5 decretos declaran reglamentos sobre plagas hidrobiológicas.

Finalmente, este indicador ODS evalúa las respuestas políticas, legislación y recursos para gestionar las EEI (parte B). Con respecto a este enfoque, Chile creó en el año 2014 el Comité de Control y Erradicación de las Especies Exóticas Invasoras (COCEI), el que está presidido por el Ministerio del Medio Ambiente y está integrado por 11 instituciones, en su mayoría públicas. Estas instituciones poseen distintas disposiciones legales y poderes que les permiten abordar el problema de las EEI. Por ejemplo, pueden desarrollar planes, políticas nacionales, y programas en función de la prevención monitoreo y manejo.

Junto con esto, las instituciones están capacitadas para promover la conciencia pública sobre los problemas de EEI, como también pueden registrar información sobre EEI y pueden hacer cumplir disposiciones legales pertinentes sobre el control de especies exóticas.

En relación con el financiamiento público, el país no ha asignado parte del presupuesto nacional para gestionar la amenaza de las EEI, pero han existido fondos concursables para proyectos sobre EEI como Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), y proyectos Fondecyt-Conicyt. A nivel internacional Chile ha sido apoyado financieramente para desarrollar dos proyectos sobre EEI. Estos son el proyecto “Fortalecimiento de los marcos nacionales para la gobernanza de las EEI – Pilotaje en el archipiélago Juan Fernández” (2015–2017) y el proyecto “Fortalecimiento y Desarrollo de Instrumentos para el Manejo, Prevención y Control del Castor Canadensis, Especie Exótica Invasora en la Patagonia Chilena” (2017–2021); ambos proyectos financiados por Global Environmental Facilities (GEF). En el marco de estos proyectos se ha tenido intercambio y cooperación con Argentina mediante reuniones binacionales. Otra colaboración internacional en temáticas de EEI es en el proyecto MoU Chile-Ecuador; el que incluye un tema específico de trabajo denominado “Biodiversidad y Especies Exóticas Invasoras”, el que se considera la colaboración para la gestión de EEI.

Dentro de las iniciativas de origen privado se han financiado proyectos sobre el control y prevención de EEI por parte de agencias no gubernamentales internacionales como las ONGs Island Conservation, The David and Lucile Packard Foundation, American Bird Conservancy, Franklina foundation, National Geographic Species Recovery, National Geographic Early Career, National Fish and Wildlife Foundation, Oikonos: Mohamed Bin Zahed y National Fish and Wildlife Foundation.



## 5.4 Infraestructura y Planificación ecológica

La pérdida y degradación de la biodiversidad, sumada al cambio climático, son las mayores crisis ambientales que enfrenta el planeta y la humanidad (IPBES, 2019). Para abordarlas es muy relevante la creación de áreas protegidas sobre todo de aquellos ecosistemas subrepresentados en los sistemas nacionales de protección. No obstante, hoy se requiere ir más allá de la protección de territorios aislados y avanzar hacia una red interconectada de áreas núcleos, que garantice los flujos esenciales de procesos ecológicos, especies y genes, muchas veces discontinuados por la degradación y la fragmentación (Secretaría CBD, 2020) El desarrollo de infraestructura ecológica o verde, redes ecológicas, los greenways y otras prácticas compatibles, se cuentan entre las herramientas más extendidas que los países u organizaciones internacionales se han brindado para atender estos requerimientos vitales de funcionalidad ecológica (Comisión Europea, 2010; MITECO 2020; Santiago+Infraestructura Verde, 2020; Minambiente, 2020). Se trata de un enfoque multi-escala con aplicaciones que pueden ir desde nivel supranacional, al nacional, regional y local, en contextos tanto naturales como seminaturales, urbanos y periurbanos.

La Infraestructura Ecológica es una red de ecosistemas naturales, seminaturales y, en algunos casos, antropogénicos que, en su conjunto, contribuyen a mantener la biodiversidad, proteger las funciones y los procesos ecológicos para asegurar la provisión de servicios ecosistémicos imprescindibles para el bienestar de la sociedad (MMA-U de Concepción, 2018). La Infraestructura Ecológica se diseña, planifica y maneja estratégicamente con la finalidad de resguardar la biodiversidad y proveer un amplio rango de servicios ecosistémicos y bienestar a los habitantes de un territorio (MMA-U. de Concepción, 2016).

En tal sentido, la infraestructura ecológica no es algo suntuario sino una necesidad esencial para mantener y recuperar la resiliencia de los territorios y las poblaciones frente a los factores de degradación climáticos y antropogénicos. La Infraestructura ecológica, fue mencionada tempranamente por Glendening en 1999 (Benedict & McMahoan, 2001), quien aseguró que “así como se planifica cuidadosamente las inversiones en nuestra infraestructura capital (nuestros caminos, puentes, embalses y canales de regadío), también es necesario invertir en nuestro medio ambiente o infraestructura verde (nuestros bosques, humedales, esteros y ríos)”.

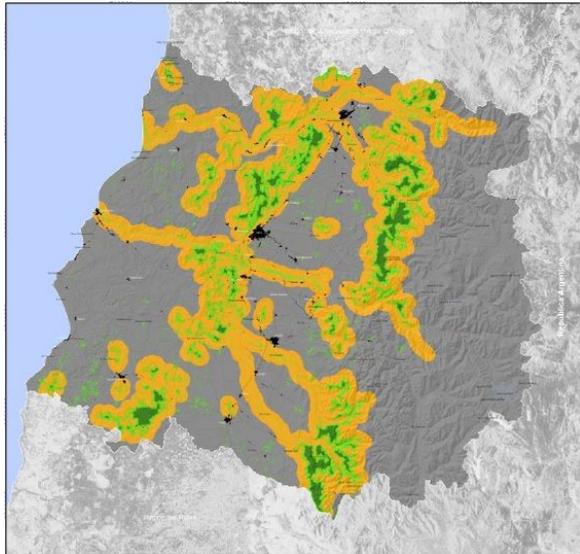
En efecto, la infraestructura ecológica tiene gran utilidad en el ordenamiento territorial y en las planificaciones sectoriales, toda vez que informa sobre los procesos y componentes de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que deberían preservarse o restaurarse para asegurar la continuidad de los procesos ecológicos y, por ende, el bienestar socio-ecológico de la población en el largo plazo.

En Chile se han diseñado la infraestructura ecológica en el marco de procesos de planificación ecológica regional en varias regiones de la zona central del país (Valparaíso, Región Metropolitana, O'Higgins, Maule, Biobío, Araucanía). También se ha hecho planificación ecológica a escala local en comunas de la Región Metropolitana y Valparaíso, en el marco del Proyecto GEF Montaña. A modo de ejemplo se presenta la planificación ecológica realizada para la región del Maule por MMA-U. de Concepción, (2018). En la actual infraestructura ecológica de la región se distingue que sólo el 2% de la superficie corresponden a áreas núcleo (de protección), las que no son continuas y se ubican en la zona andina.

Mientras las áreas de conectividad ocupan el 9% de la región, se ubican mayoritariamente en la zona andina y no aseguran una conectividad funcional del paisaje. En la actual situación, la mayor proporción de los paisajes corresponden a terrenos dedicados a uso antrópico (**Figura 33**). Por otra parte, la propuesta de infraestructura ecológica se elaboró asumiendo la implementación de los objetivos de la restauración del paisaje: recuperación de hábitat para la biodiversidad, regulación hídrica y productividad del suelo. Las zonas a restaurar mediante restauración ecológica tendrían los

atributos ecológicos necesarios para constituir áreas núcleo y de conectividad en la región. Con esta propuesta, las áreas núcleo para protección pasarían de ocupar 2,2% de la región a 3,5%. Estas áreas se concentrarían en la zona costera, cuya urgencia de restauración es mayor respecto a los Andes. Estos nuevos núcleos generarían una red ecológica sustentada por las zonas propuestas de conectividad, permitiendo la movilidad de poblaciones de especies a través del paisaje. Estas áreas pasarían de ocupar el 8,1% de la región al 14% (**Figura 34**).

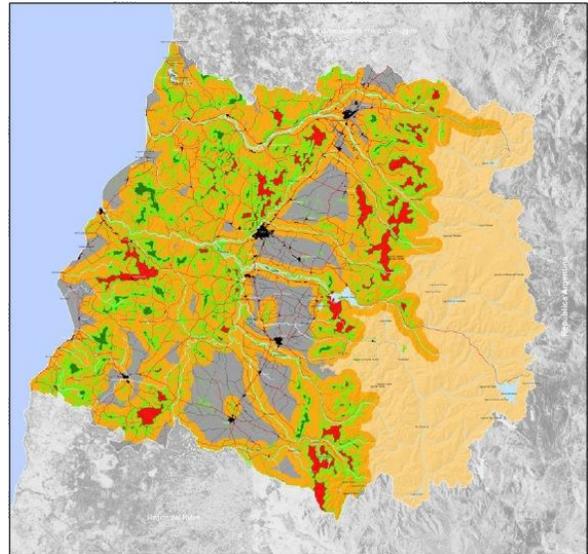
**Figura 33. Infraestructura ecológica actual de la región del Maule**



- Leyenda
- Área núcleo
  - Área de conectividad
  - Áreas de amortiguación
  - Uso sustentable

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (MMA)-Universidad de Concepción, 2018.

**Figura 34. Propuesta de Infraestructura ecológica para la región del Maule**



- Leyenda
- Área núcleo para protección
  - Área núcleo para conectividad
  - Áreas de conectividad
  - Áreas de amortiguación
  - Áreas de amortiguación andina
  - Área de uso sustentable

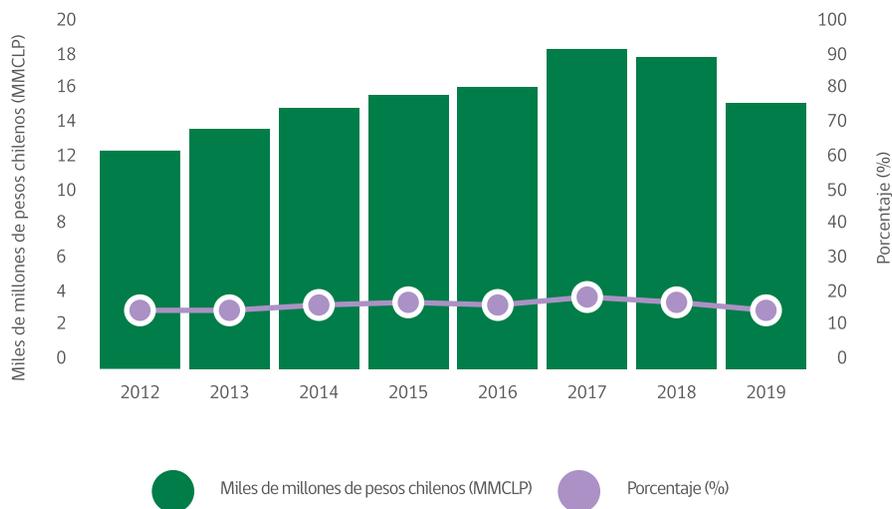
Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (MMA)-Universidad de Concepción, 2018.

# 5.5 Financiamiento para la Conservación de la Biodiversidad

Como una referencia del gasto del Estado en biodiversidad se pueden considerar los montos anuales estimados por el proyecto BIOFIN (PNUD) desde el año 2010 al año 2014, los que incrementaron de alrededor de 34 miles de millones de pesos a 56 miles de millones de pesos, donde un cuarto de este monto correspondía al presupuesto anual de CONAF para las áreas protegidas del SNASPE en el año 2014. Este monto cobra relevancia, pues las áreas protegidas corresponden al principal instrumento para la conservación de la biodiversidad in situ del país.



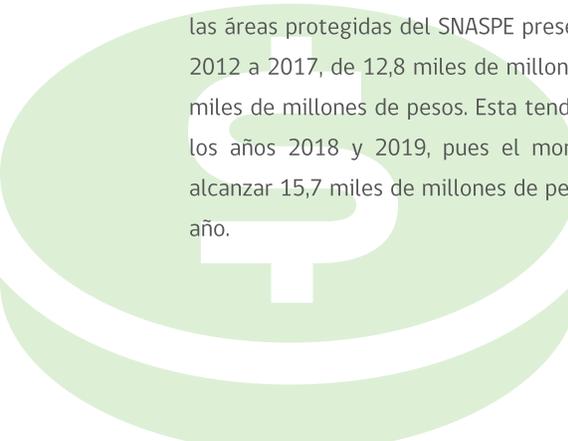
**Figura 35. Presupuesto anual asignado a áreas protegidas por CONAF y porcentaje respecto del presupuesto anual de CONAF**



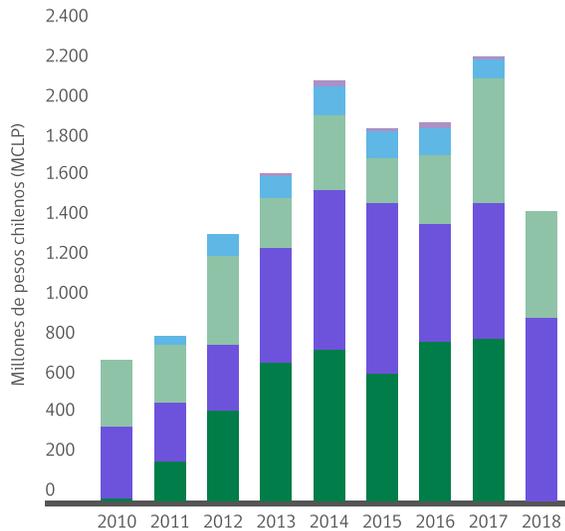
Fuente: Elaboración propia con datos de Biblioteca del Congreso Nacional (BCN), 2020.

En los últimos años el presupuesto anual designado para las áreas protegidas del SNASPE presentó un alza desde 2012 a 2017, de 12,8 miles de millones de pesos a 18,8 miles de millones de pesos. Esta tendencia cambia para los años 2018 y 2019, pues el monto decrece hasta alcanzar 15,7 miles de millones de pesos en este último año.

En general el comportamiento de estos montos se condice con la tendencia de los porcentajes del presupuesto anual total de CONAF, llegando al 17% en el 2019, el porcentaje más bajo entre 2012 y 2019 (Figura 35, BCN, 2020).



**Figura 36. Fondos concursables nacionales para proyectos de biodiversidad**



Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020a.

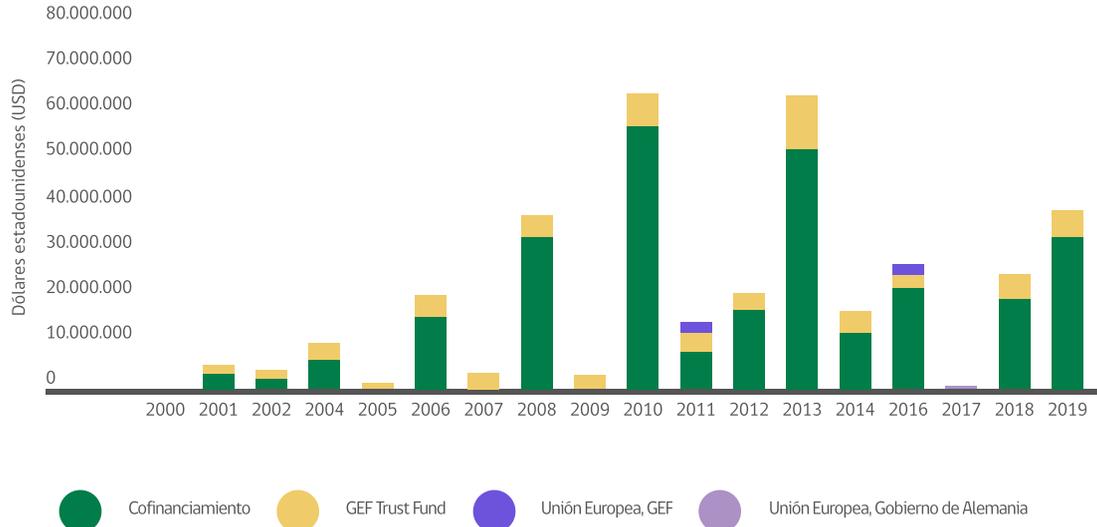
Por otra parte, es importante destacar los fondos concursables anuales para proyectos destinados a la biodiversidad. Estos fondos corresponden a los Fondos de Protección Ambiental (FPA) que imparte el Ministerio del Medio Ambiente, el Fondo de Investigación de Bosque Nativo (FIBN) que imparte CONAF y los distintos fondos de fomento para el bosque nativo que se definen en la Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal (Ley 20.283 Minagri/2008). En general los fondos del FPA para biodiversidad han incrementado desde 2010 en adelante, presentándose el mayor monto en el año 2017, con 637 millones de pesos, mientras que en el año 2019 el monto desciende a 542 millones de pesos. Por su parte, los FIBN alcanzan su máximo en el año 2015 con 952 millones de pesos, mientras que el año 2018 desciende a los 927 millones de pesos.



En general el fomento para proyectos de Productos no madereros incrementa entre 2010 y 2018, lo que también ocurre para el fomento de la producción maderera, pero en otras proporciones. Finalmente, el fondo ligado estrictamente a la conservación de la biodiversidad correspondiente al fomento de Bosques de Preservación es el concurso que ofrece menores montos a lo largo de los años 2010 a 2018, el que alcanza su máximo en 2017 con 29 millones de pesos (Figura 36).

Desde una perspectiva internacional, el Estado es bonificado por fondos donados principalmente por la asociación internacional Global Environmental Facility (GEF). Esto se vincula directamente con el ODS 15.a.1 y 15.b.1 "Asistencia oficial para el desarrollo y gasto público en conservación y uso sostenible de la diversidad biológica y los ecosistemas". Desde el año 2000 en adelante, los fondos GEF han beneficiado el país para proyectos de biodiversidad, considerando los montos desde el año 2000 al año 2019, los aportes fueron de USD\$69.837.395, presentándose los mayores aportes en el año 2013 con USD\$11.950.885, mientras que en los años 2018 y 2019 las donaciones fueron de USD\$5.396.804 y USD\$5.802.968 respectivamente (Figura 37).

**Figura 37. Donación internacional al Estado para proyectos sobre Biodiversidad**

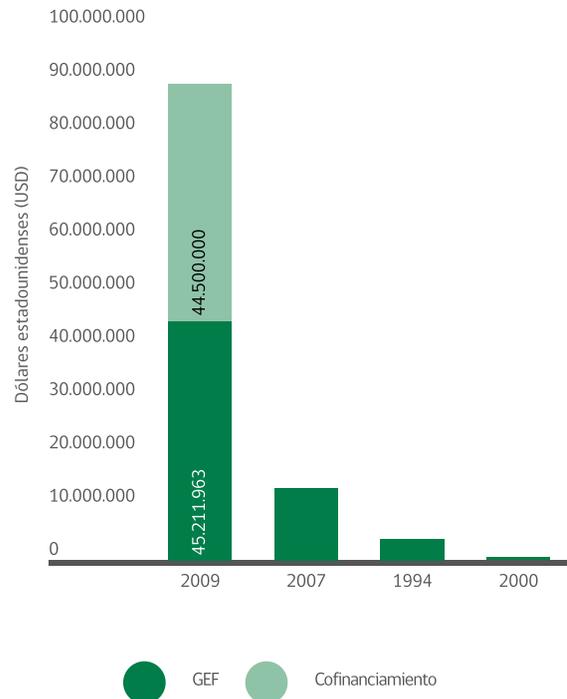


[Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de Global Environment Facility (GEF), 2020; Programa de las Naciones unidas para el Desarrollo (PNUD), 2020.

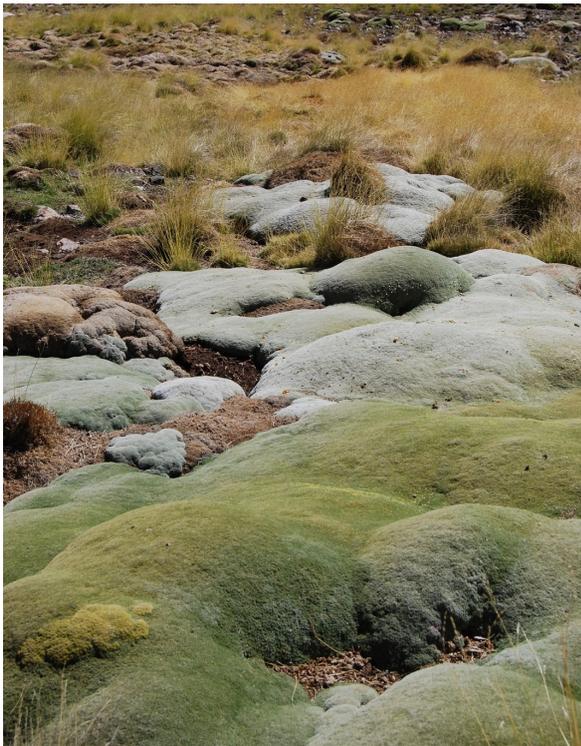
Otro donante internacional en el periodo 2000–2019 corresponde a la Unión Europea, la que donó USD\$2.600.000 y USD\$1.900.000 en los años 2011 y 2016 respectivamente (Figura 37). Por otra parte, existen algunos proyectos donados a varios países en los que se incluye Chile, donde no se diferencian los montos asignados a cada país. Estos fondos presentan el mayor aporte a los países el año 2009 con USD\$45.211.963 (Figura 38).

**Figura 38. Fondos donados a varios países en los que se incluye Chile**



[Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de Global Environment Facility (GEF), 2020.



## 5.6 Biodiversidad y comunidades

La conservación de la biodiversidad es un concepto que incluye la componente social como parte del sistema socio-ecológico, ya que, sin la participación de las comunidades la conservación biológica no es posible. Bajo este umbral se presentan algunas iniciativas para fortalecer el vínculo entre la biodiversidad y las personas.

Bajo la premisa de conocer para conservar, el Ministerio del Medio Ambiente, desde el año 2016 se ha dictado cursos e-learning para docentes y la ciudadanía en la Academia de Formación Ambiental Adriana Hoffmann. Algunos de estos cursos relacionados con biodiversidad son “Educación Ambiental y Biodiversidad” y “Aprendiendo sobre la biodiversidad”. Además, se dicta el curso de autoaprendizaje “Especies Exóticas: una amenaza para el patrimonio natural” para la ciudadanía (<https://mma.gob.cl/academia/>).

Paralelamente, el año 2017 se elaboró la “Guía de apoyo docente en biodiversidad”, material de apoyo al docente y a los educadores ambientales, con la finalidad de que éstos incorporen la temática en sus prácticas educativas para lo cual el material se presenta en distintos ecosistemas. Este material junto a otros materiales de apoyo a la educación en biodiversidad, se pueden encontrar en el “Repositorio de Educación Ambiental”, plataforma lanzada en 2019 que almacena recursos educativos y materiales pedagógicos y ciudadano (<https://repositorioambiental.mma.gob.cl/>).

Una iniciativa importante en cuanto a educación ambiental en biodiversidad es la Red Nacional de Centros de Educación Ambiental. Esta red existe desde el año 2017 y agrupa a diferentes entidades públicas y privadas que realizan educación ambiental al aire libre, siendo su principal temática de desarrollo la biodiversidad, lo que permite difundir un gran número de actividades y ampliar la oferta educativa en estas materias.

Junto con esto, CONAF cuenta con un programa nacional de educación para la conservación en las áreas silvestres protegidas del Estado y su entorno, con énfasis en la planificación y evaluación de efectividad de las acciones de educación implementadas a públicos objetivo determinados (CONAF, 2020d).

Otra iniciativa que vincula la temática social con la biodiversidad es el Proyecto GEF Comunidades Mediterráneas Sostenibles. Desarrollado entre los años 2015 y 2020. Este proyecto busca desencadenar un proceso de cambio en la Ecorregión Mediterránea de Chile que aumente la sustentabilidad del uso de la tierra y los servicios ecosistémicos, utilice la biodiversidad de manera sustentable, favorezca la recuperación de suelos degradados y aumente la resiliencia de las comunidades frente a los efectos del cambio climático. El proyecto es ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente, implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y financiado con aportes del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF). El objetivo del Proyecto GEF CMS es desarrollar, demostrar e integrar el logro de beneficios ambientales globales por parte de organizaciones comunitarias en la gestión con enfoque de paisaje de territorios seriamente amenazados en la Ecorregión Mediterránea chilena. Para ello, y trabajando a diferentes escalas (paisaje, sector y predio) aborda cuatro componentes: i) gestión sustentable de territorios para la conservación de la biodiversidad; ii) el monitoreo local de las reservas de carbono; iii) el mejoramiento de los flujos de servicios por parte de los agro-ecosistemas en favor de las comunidades locales; y iv) el desarrollo de capacidades comunitarias y la gestión de conocimientos.

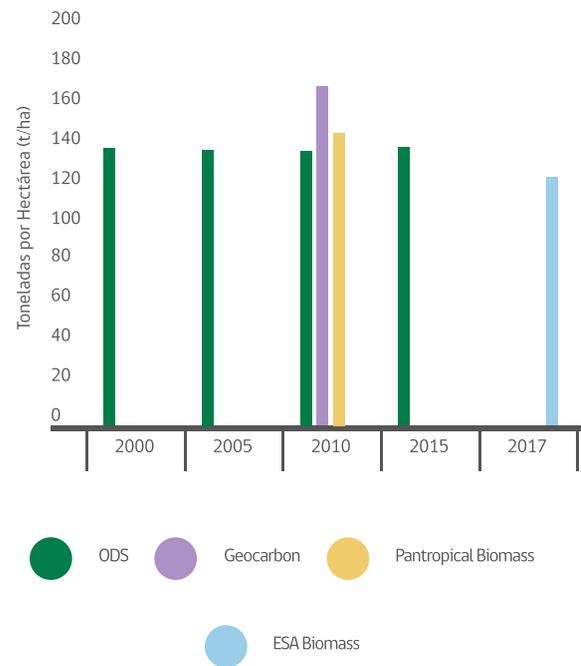


Junto con ello, se contemplan dos componentes transversales: seguimiento y evaluación, y gestión del proyecto. Este proyecto apoya directamente a 678 familias (mayoritariamente vinculadas con la Agricultura Familiar Campesina), 36 organizaciones comunitarias y organizaciones de la sociedad civil, y otros actores públicos y privados, en las regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble, Biobío y La Araucanía.

## 5.7 Manejo Sustentable del uso de la Biodiversidad

En el contexto del uso de los recursos naturales y particularmente si se trata de biodiversidad, es necesario el manejo sustentable de los recursos para velar por la conservación de estos. Uno de los recursos bióticos más explotados en Chile son los recursos madereros. Esto se relaciona a las plantaciones forestales que, si bien no son un recurso nativo, y más bien conforman una amenaza para la biodiversidad nativa, su manejo es importante para aminorar su carácter de amenaza. De acuerdo a este enfoque se presentan algunos aspectos sobre los Progresos en la gestión forestal sostenible (ODS 15.2.1).

**Figura 39. ODS 15.2.1 Subindicador 2, Stock de biomasa sobre el suelo en áreas forestales**



[Download data](#)

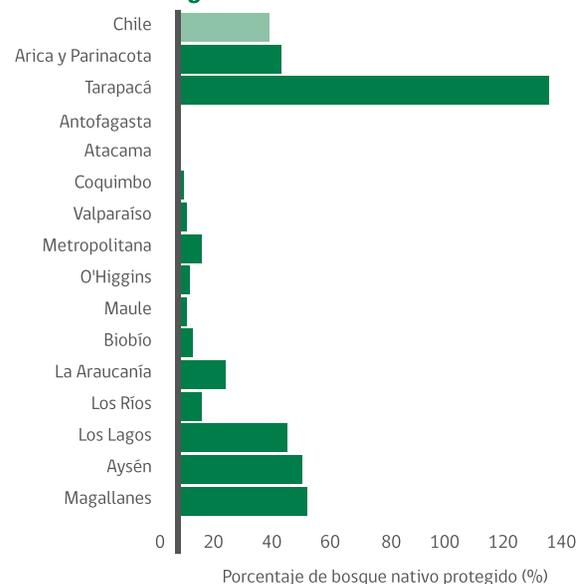
Fuente: Elaboración propia con datos de Corporación Nacional Forestal (CONAF), 2020a; Avitable et al., 2016; Santoro et al., 2019; SGD, 2020.



Desde la mirada internacional, la biomasa del sector forestal, tanto del bosque nativo como de las plantaciones forestales se relaciona la captura de carbono. Como información preliminar de la cuantificación de la biomasa forestal nacional, se consideraron los resultados de tres proyectos internacionales, que aplican metodologías basadas en el análisis e interpretación de imágenes satelitales. Estos proyectos son: i) biomasa sobre el nivel del suelo en las regiones de los trópicos (proyecto Pantropical biomass) de Avitable et al (2016); ii) proyecto EU FP7 GEOCARBON de la Comisión Europea ([www.geocarbon.net](http://www.geocarbon.net)), el que combina los resultados de Avitable et al. (2016) y de Santoro et al (2015); iii) la iniciativa de cambio climático de biomasa de la Agencia Espacial Europea (ESA, por su sigla en inglés), de Santoro et al. (2019). De acuerdo a estas bases de información se estimó el stock de biomasa (t/ha) del país, con lo que se estimó la relación (r) entre el valor actual y el valor del año anterior disponible, de manera de determinar si el stock de biomasa aumenta o disminuye. Se consideró el proyecto de Santoro et al. (2019) como la estimación más reciente de biomasa forestal, ya que utilizó imágenes satelitales del año 2017, con lo que se estimó una biomasa total forestal del país de 125,2 t/ha. Al relacionar este dato con la estimación de biomasa forestal de Chile del año 2015, calculado por la organización de los ODS (140,25 t/ha), resultó un r de 0,89. Por otra parte, se consideraron los resultados de los proyectos Pantropical Biomass y Geocarbon, como estimaciones de la biomasa del año 2010, ya que fueron elaborados con imágenes satelitales entre los años 2000 y 2010. Al calcular la relación r entre la estimación 2017 (originada por el proyecto ESA biomass), con las estimaciones 2010, se obtuvieron los r de 0,85 y 0,73 respectivamente. En general, las tres relaciones r calculadas evidencian una disminución de la biomasa forestal del país. En relación a las estimaciones para el año 2010, se destaca que los proyecto Geocarbon y Pantropical Biomass permiten una estimación de toneladas por hectárea mayor a la calculada por la organización de ODS, siendo estas de 171 t/ha y 147,5 t/ha respectivamente, ante 138,5 t/ha calculadas por la organización de ODS (**Figura 39**).

Por otra parte, se consideró la proporción de área forestal ubicada dentro de áreas protegidas legalmente establecidas, para lo que se incluyó solo el bosque nativo dentro de las áreas del SNASPE y los Santuarios de la Naturaleza en relación al total de bosque nativo de cada región, y lo mismo a nivel nacional. De acuerdo a un total de 14.411.031 hectáreas de bosque nativo registradas al año 2015, las áreas protegidas del Estado hasta diciembre 2019 protegen un 29,7 %. Según el análisis realizado a nivel regional, las regiones que presentan mayor porcentaje de bosque nativo protegido son la región de Magallanes y la Antártica Chilena y la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, con un 43 % y 40,7 % respectivamente. Por su parte, se destaca que la región de Tarapacá presenta un porcentaje de protección del 125%, ya que en el año 2015 la superficie total de bosque nativo de la región era de 7.300 ha, lo que aumentó a 33.246 ha en el año 2016, manteniéndose esta cifra hasta la actualidad (**Figura 40**).

**Figura 40. ODS 15.2.1. Subindicador 3. Proporción de áreas forestales dentro de áreas protegidas legalmente establecidas**

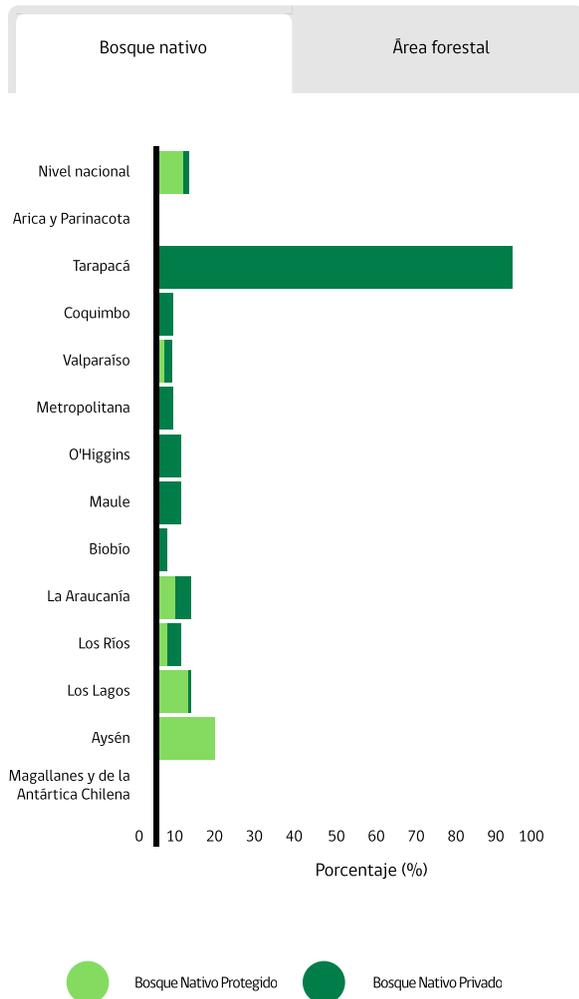


[Download data](#)

Nota: este indicador incluye solo bosque nativo.

Fuente: Elaboración propia con datos de Corporación Nacional Forestal (CONAF), 2020a; Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020b.

**Figura 41. ODS 15.2.1. Subindicador 4. Porcentaje de bosque nativo y área forestal bajo plan de manejo vigente al 2019, según totales del año 2015**



[Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de Corporación Nacional Forestal (CONAF), 2020h; Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020b.

Otro aspecto que considera la gestión forestal sostenible es la superficie forestal con planes de manejo a largo plazo. Considerando solo el bosque nativo protegido, a nivel regional, el mayor porcentaje de superficie con plan de manejo a largo plazo está en la región de Aysén con un 14 % del bosque nativo manejado, seguida por la región de Los Lagos con 8%, donde solo 8 regiones presentan algún porcentaje de bosque manejado.

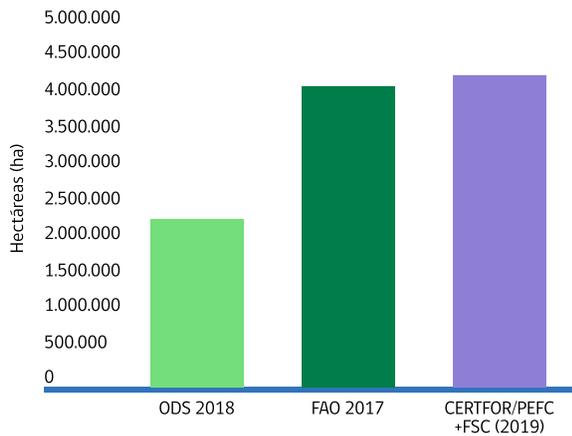
Dados estos resultados, a nivel nacional el porcentaje de bosque manejado, considerando solo las áreas protegidas, es de 6 % del bosque nativo. Sin embargo, si se consideran los planes de manejo en áreas privadas el porcentaje de bosque nativo con plan de manejo a largo plazo aumenta resultando la región de Tarapacá la de mayor porcentaje con el 89%, seguida por las regiones de Aysén y Los Lagos, 14,6 % y 9 %. De esta manera el porcentaje a nivel nacional de bosque nativo con plan de manejo a largo plazo aumenta al 8% (Figura 41).

Paralelamente, si se incluyen los planes de manejo de plantaciones y considerando el total de áreas forestales del país (bosque nativo, bosque mixto y plantaciones), las regiones que presentan mayor porcentaje de áreas con plan de manejo a largo plazo son Maule con 32,5%, seguido por las regiones de la Araucanía y Biobío, con 27 % y 25 % respectivamente. A nivel nacional considerando todas las áreas forestales, el porcentaje de áreas con plan de manejo a largo plazo es del 16 % (Figura 41).

Se debe considerar que los planes de manejo privados, son una estimación con un alto margen de error. Esto se debe a que cada vez que se aprueba una modificación en los planes de manejo privados, éstos vuelven a ser incluidos en las bases de datos. Por lo tanto, existe una sobrestimación de las áreas privadas con planes de manejo.



**Figura 42. ODS 15.2.1. Subindicador 5. Área forestal bajo un esquema de certificación de manejo forestal verificado independientemente**

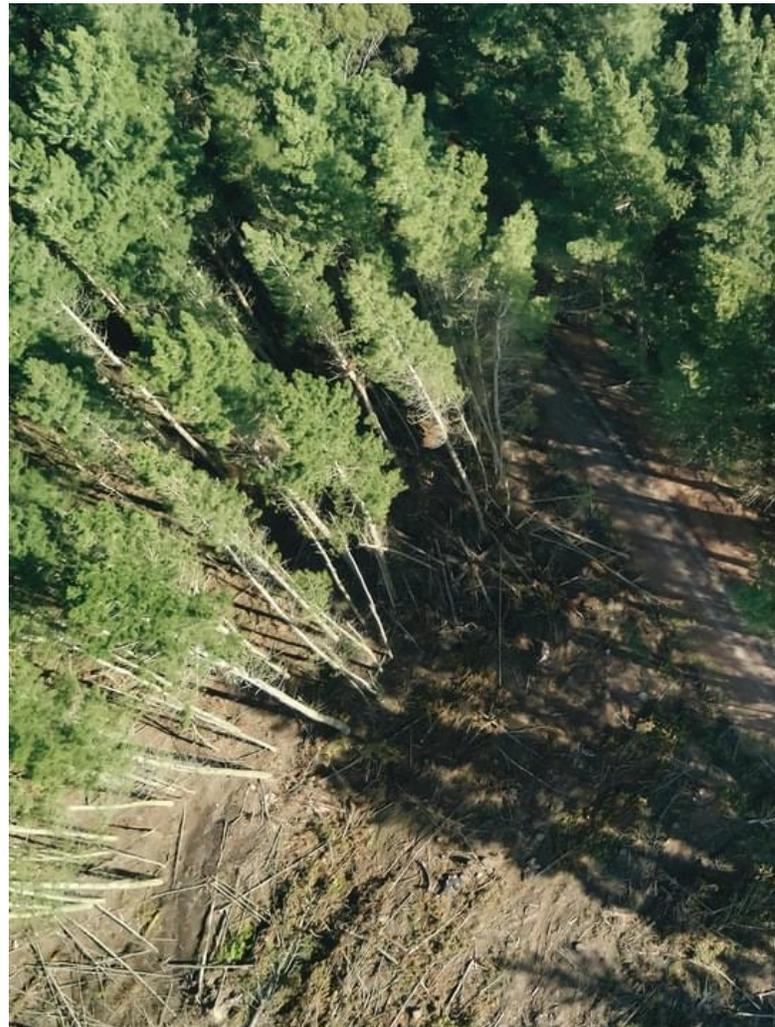


**Download data**

Fuente: Elaboración propia con datos de CERTFOR/PEFC, 2020; Forest Stewardship Council (FSC)–Chile,2020; Sustainable Development Goals (SDG), 2020.

Finalmente, el ODS 15.2.1 aborda un subindicador sobre el Área forestal bajo un esquema de certificación de manejo forestal verificado. Donde la Certificación Forestal consiste en una evaluación de buenas prácticas forestales basadas en criterios e indicadores de sostenibilidad. De esta forma se contribuye con estas buenas prácticas a la conservación de la biodiversidad y los valores sociales, culturales y ambientales. Por su parte, la certificación forestal otorga reconocimiento internacional y permite a gestores y propietarios diferenciar sus productos. De acuerdo a la información facilitada por el Sistema Chileno de Certificación de gestión forestal sustentable en conjunto con el Programa para el Reconocimiento de Certificación Forestal (CERTFOR/PEFC) y el Consejo de Administración Forestal (FSC, por su sigla en inglés), las hectáreas totales de bosque certificadas hasta el año 2019 son 4.318.419, es decir 4.418, 419 Mha. Al relacionar este resultado con las 4.187,34 Mha reportadas por la FAO el año 2017, se obtiene una proporción de 1,03. Esto implica una categoría verde de acuerdo a la clasificación establecida por la FAO, la que da cuenta de un aumento en el área de manejo forestal verificado independientemente (Figura 42).

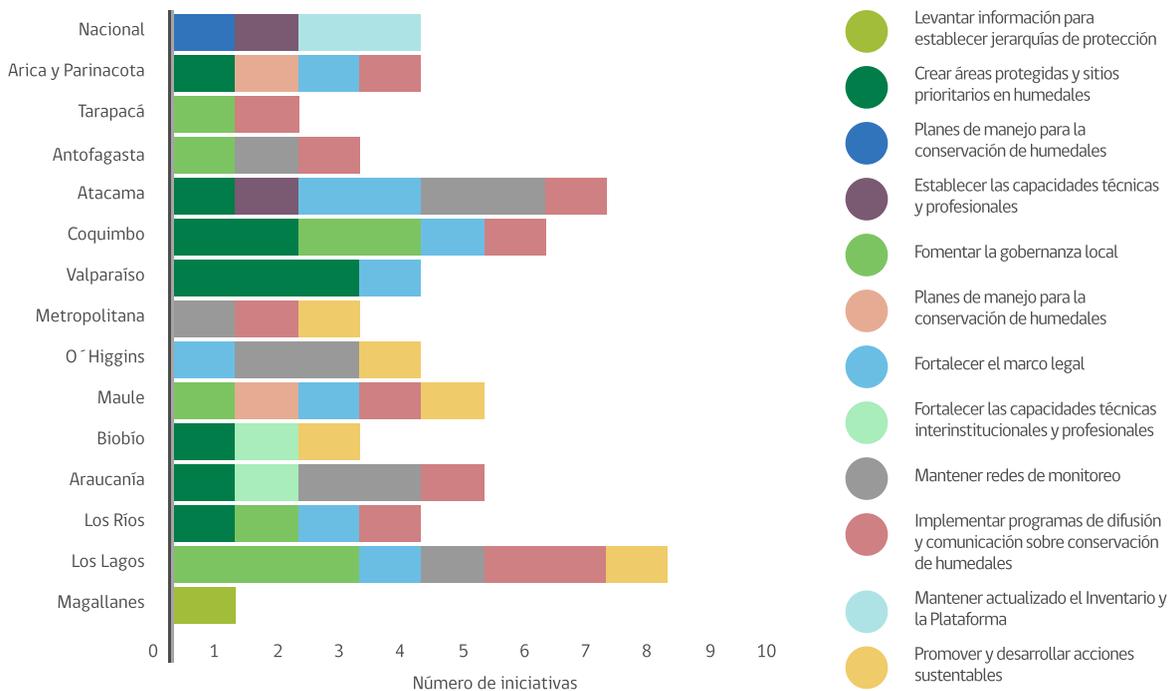
Además de lo anterior, el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, que tiene por objeto incorporar la variable ambiental a los proyectos de inversión, es administrado por el Servicio de Evaluación Ambiental, el cual además tiene entre sus facultades la de uniformizar los criterios, requisitos, condiciones, antecedentes, certificados, trámites, exigencias técnicas y procedimientos de carácter ambiental que establezcan los ministerios y demás organismos del Estado competentes, mediante el establecimiento, entre otros, de guías trámite<sup>1</sup>. El Servicio de Evaluación Ambiental ha dictado diversas guías para orientar las metodologías de evaluación de impacto ambiental en materias relativas a la biodiversidad, disponibles en el siguiente hipervínculo: <https://sea.gob.cl/documentación>.



[1] Artículo 81 letra d) de la ley N° 19.300.

## 5.8 Acciones de Conservación de Humedales

**Figura 43. Acciones de gestión en humedales 2019**

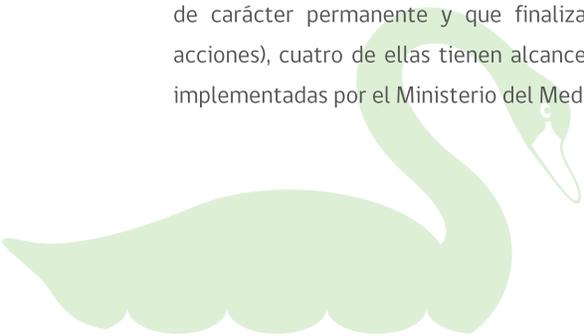


[Download data](#)

Fuente: Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2019b.

Las acciones de gestión en relación con humedales, corresponden a un compendio de diversos instrumentos y dan cuenta del avance en este ámbito, en el marco de la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030 (MMA, 2018). Los instrumentos o acciones contempladas son de diversos tipos, tales como la creación de mesas de diálogo público-privada para la conservación de humedales, normas secundarias de calidad ambiental, creación de áreas protegidas y acuerdos voluntarios para la gestión de cuencas, entre otros. Del total de acciones de carácter permanente y que finalizan el 2019 (63 acciones), cuatro de ellas tienen alcance nacional y son implementadas por el Ministerio del Medio Ambiente.

Otras 59 acciones tienen alcance regional, implementadas y coordinadas por las Seremis del Medio Ambiente del país. Las regiones que cuentan con mayor cantidad de acciones en curso y que finalizan el 2019, corresponden a las regiones de Los Lagos y Atacama, con ocho y siete iniciativas respectivamente. Por su parte, el tipo de acción de gestión de humedales que cuentan con mayor cantidad de proyectos, corresponden a programas de difusión y comunicación sobre conservación de humedales para distintos públicos objetivos e instancias de educación formal (11 acciones), y a la creación de áreas protegidas de humedales y establecer áreas de alto valor ambiental, incluyendo los sitios prioritarios (10 acciones) (Figura 43).



En relación a la gestión de humedales desde el 2019 se encuentra en etapa de implementación el proyecto GEF “Conservación de humedales costeros de la zona centro-sur de Chile, a través del manejo adaptativo de los ecosistemas de borde costero” liderado por el MMA. La iniciativa busca mejorar el estado ecológico y de conservación de ecosistemas costeros del Centro-sur de Chile de alto valor ecológico, incluyendo los humedales y sus cuencas adyacentes para ser integradas en el desarrollo local a través de un manejo sustentable. Los tres objetivos principales de este proyecto son: generar y difundir información que permita aumentar el conocimiento sobre la importancia de los humedales, su biodiversidad, usos y beneficios que entregan; fortalecer las instituciones y regulaciones asociadas a la protección y desarrollo sustentable de los humedales; por último, realizar acciones que permitan la gestión y restauración en los humedales pilotos y sus zonas aledañas. El proyecto GEF humedales Costeros será ejecutado en cinco humedales piloto: Desembocadura del Río Elqui (región de Coquimbo), Humedal de Mantagua (región de Valparaíso), Humedal de Cahuil (región de O’Higgins), Humedal sitio prioritario Rocuant Andalién (región del Biobío) y Humedal de Quele (región de la Araucanía). Es importante destacar que en el marco de este proyecto GEF, el Ministerio del Medio Ambiente comenzó el proceso de elaboración de la primera Estrategia Nacional de Conservación de Aves 2020-2030. Esta busca proteger su hábitat y asegurar su rol ecológico, económico y cultural. La estrategia se elaborará con los actores de los distintos sectores públicos y privados, la academia, organizaciones de la sociedad civil y comunidades locales.

Desde el punto de vista de la protección legal de los humedales, el Ministerio del Medio Ambiente creó el Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022 (Res. Ex N°17/2019 del MMA). Este Plan busca contribuir a detener la pérdida y deterioro de los humedales, y a preservar su biodiversidad mediante la creación de áreas protegidas. Para ello, se priorizaron 40 humedales distribuidos a lo largo del país, los que suman más de 250.000 hectáreas, más otros humedales en revisión,

donde en general la categoría de área protegida propuesta más frecuente fue Santuario de la Naturaleza. El año 2018 se oficializó el SN Laguna Tebenquiche (DS N°95, mayo 2019), el que contempla 1998,6 hectáreas. Mientras durante el año 2019, se oficializaron seis Santuarios de la Naturaleza: SN Zaino Laguna del Copín (DS N°10, febrero 2020), SN Bahía Lomas (DS N°16, abril 2020), SN El Natri (DS N°29, marzo 2020), SN Humedal del Río Maipo (DS N°1, enero 2020), SN Humedales del Río Chepu (D.S. N°3, enero de 2020) y SN Carrizal Bajo (D.S. N°39, noviembre de 2019). De esta forma el año 2019 se agregó 68.979,3 hectáreas de humedales protegidas, terminando el periodo 2016-2019 con un total de 70.277,9 hectáreas de humedales protegidas de acuerdo al Plan Nacional de Protección de Humedales. En tanto, el Parque Nacional Salar de Huasco (DS N°24, agosto 2019) y los Santuarios de la Naturaleza Humedales del Río Maullín (D.S. N°2, enero de 2020) y Dunas de Longotoma-Salinas de Pullally (D.S. N°4, enero de 2020), se encuentran en trámite de toma de razón en Contraloría General de la República, lo que agrega 119.756 hectáreas de protegidas de humedales. Este último Santuario aborda el sector de la desembocadura del Río Petorca y la Ligua, y parte de ambos cauces en el sector costero, por lo que la creación de esta área



## 5.9 Monitoreo

La capacidad para monitorear los cambios en el estado de la biodiversidad y su impacto es fundamental para la conservación de especies y el manejo de los ecosistemas (Navarro et al., 2017). En este contexto, la recolección de datos es la base para establecer, desarrollar e implementar indicadores de los atributos del estado de la biodiversidad. Esta información es la base para la toma de decisiones del manejo y gestión de los ecosistemas y las especies. En este sentido, se presentan las principales iniciativas relacionadas al monitoreo de la biodiversidad a gran escala. Todas estas iniciativas contribuyen a generar información robusta respecto del estado y tendencias de la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos que ella provee.

Desde el año 2011 la Red de Monitoreo Ambiental de Ecosistemas Acuáticos de Chile, realiza campañas de monitoreo anuales en humedales dentro y fuera de las áreas protegidas, para conocer su estado. Esto permite verificar cambios en el estado de salud de los subsistemas límnicos que integran la cuenca hidrográfica. El diagnóstico ambiental ha analizado 23 parámetros físico-químicos de calidad del agua medidos desde el año 2011 al presente, e indicadores biológicos. Esta red de monitoreo está a cargo del MMA, quien ha realizado en un trabajo conjunto con otros servicios públicos y especialistas. Algunos resultados de este proyecto se pueden revisar en el Capítulo de Aguas Continentales y en el apartado de ecosistemas acuáticos de este capítulo.

El Sistema de Monitoreo Nacional de Dendroenergía y Carbono Forestal, iniciado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) entre los años 2011-2012, busca la cuantificación de datos a través del análisis de parcelas permanentes para conocer cómo es el crecimiento, la biomasa y el porcentaje de carbono que están capturando estas formaciones. Este proyecto se está ejecutando entre las regiones de Atacama y Magallanes. Al año 2019 se han instalado 2165 parcelas de 2300

planificadas. Este proyecto se estima que continúe hasta el año 2023 (CONAF, 2020d).

En el año 2015, mediante un proyecto GEF se creó una iniciativa nacional interinstitucional (MMA, MIN AGRI, CONAF, CIREN, INFOR, GEF, FAO), conducida principalmente por el Instituto Forestal (INFOR). Este es el Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales Nativos (SIMEF), el que incorpora el levantamiento de datos de especies nativas no arbóreas y de fauna en muchos puntos del país. El SIMEF fortalece la coordinación interinstitucional, evitando la duplicidad de tareas entre organismos del Estado, para evaluar de una manera más precisa la degradación de los bosques y los cambios de uso del suelo. El SIMEF implementa un sistema integrado de monitoreo y evaluación de los ecosistemas forestales nativos del país, el cual complementa las iniciativas de monitoreo existentes, recopilando y generando información que facilita el diseño y análisis de las políticas públicas y privadas del sector forestal.

En paralelo a este proyecto el Ministerio del Medio Ambiente elaboró en 2016 el documento “Diseño de una Red de Monitoreo de Biodiversidad y Cambio Climático”, que busca integrar una red colaborativa entre distintas instituciones públicas, académicas, privadas y no gubernamentales que generan o podrían generar información sobre biodiversidad en el país. Para ello identificó una serie de indicadores a nivel nacional a los que se les podría realizar seguimiento, y abordó aspectos de gobernanza, intercambio de información, gestión de datos, y procedimientos a seguir.

A escala regional, en el marco del proyecto GEF Corredores de montaña, desde 2019 se encuentra operativo el Sistema de Información y Monitoreo de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos-Región Metropolitana de Santiago (SIMBIO-RMS). Este sistema tiene como objetivo disponer información sobre



biodiversidad y los servicios ecosistémicos que provee, de manera actualizada, continua y permanente, abordando sus distintos componentes (estructura, composición y función), y analizando e integrando diferentes escalas espaciales de los ecosistemas mediterráneos de la región Metropolitana de Santiago (MMA, 2019).

El Sistema de Información y Monitoreo de Biodiversidad (SIMBIO) busca facilitar el acceso a la información en línea de datos e información sobre biodiversidad incorporando ecosistemas, restauración ecológica, humedales, áreas protegidas, sitios prioritarios, especies invasoras, registro de especies entre otras, apoyando de forma oportuna y eficiente la gestión integral de la biodiversidad. El sistema dispondrá de métricas de biodiversidad en diferentes ámbitos, a escalas de ecosistemas, áreas protegidas y de municipios entre otras, con los datos sistematizados de todas las temáticas incluidas en el SIMBIO, permitiendo que pueda ser usado para las actividades de las diferentes áreas de trabajo de la División de Educación Ambiental. Se proyecta que esté en operación en el año 2021.

Finalmente, el Ministerio del Medio Ambiente ha venido desarrollando el proyecto de Datos primarios de biodiversidad para políticas públicas, investigación y gestión en conservación. Estos datos se refieren a los registros de datos multimedia que detallan hechos acerca del qué, dónde, quién, cómo y cuándo de la aparición y el registro correspondiente. También a los datos crudos (sin procesar) que los investigadores generan como parte de su investigación. Las principales fuentes de datos primarios corresponden a colecciones de historia natural, observaciones o avistamientos de campo y a monitoreo de la biodiversidad. Los datos de presencia de especies o datos primarios de biodiversidad son un elemento fundamental a la hora de tomar decisiones respecto a elaboración de políticas públicas, gestión en conservación y desarrollo sostenible. En la actualidad estos datos presentan una baja cobertura taxonómica e incompleta cobertura

espacial, además de otros problemas técnicos asociados a las diferencias de escala de los datos. Adicionalmente, la regulación sobre el acceso, uso e intercambio de los datos que se generan con fondos públicos es insuficiente.

En este contexto, se requiere desarrollar políticas que promuevan el acceso abierto y la colaboración científica, donde el intercambio de datos debería considerarse como una actividad obligatoria. Además, estas políticas deberían ser capaces de regular la articulación de plataformas informáticas que permitan apoyar el almacenamiento, estandarización, manejo y análisis de datos de biodiversidad a científicos y tomadores de decisiones. En la actualidad el MMA está desarrollando algunas estrategias para movilizar y hacer disponibles los datos de biodiversidad de presencia de especies. Estas son:

- Política nacional de datos de biodiversidad: Manejo y accesibilidad de los datos primarios de biodiversidad.
- Estrategia nacional para el fortalecimiento de colecciones de historia natural: Política nacional, que incorpore lineamientos sobre publicación, acceso y uso de los datos, aseguramiento de los especímenes tipo, informatización de colecciones, gestores de colecciones, protocolos de intercambio de muestras, protocolos sobre depósitos de ejemplares, entre otros.
- Implementación en Chile de la red internacional de bases de datos de biodiversidad Global Biodiversity Information Facility (GBIF).



Vinculado a la temática de datos primarios en biodiversidad, desde el año 2019 el Ministerio del Medio Ambiente ha estado trabajando en la administración del proyecto de ciencia ciudadana iNaturalistCL, administrado globalmente por NatGeo y la Academia de Ciencias de California. Los usuarios de esta aplicación reportan la georreferenciación de avistamientos de las distintas especies que son validadas por la misma comunidad. Una vez validados se reportan al nodo GBIF. La georreferenciación se ingresa junto con fotografías o sonidos de alguna especie, para ir formando un catastro país y con ello generar políticas públicas para la conservación de la biodiversidad. Desde mayo de 2020 el Ministerio del Medio Ambiente será el Administrador para iNaturalistCL, y aunque hasta el año 2019 la plataforma no se lanzó públicamente, la plataforma se encontró operativa, aumentando la cantidad de datos reportados día a día, con más de 5000 observadores.



## 5.10 Conservación in situ: Áreas protegidas oficiales

Desde una perspectiva internacional, un área protegida es “un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados” (UICN; Dudley, 2008). Mientras que, a nivel nacional las áreas protegidas corresponden a “Porciones de territorio, delimitadas geográficamente y establecidas mediante un acto administrativo de autoridad competente, colocadas bajo protección oficial con la finalidad de asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza o conservar el patrimonio ambiental” (DS N°40/2013, MMA).

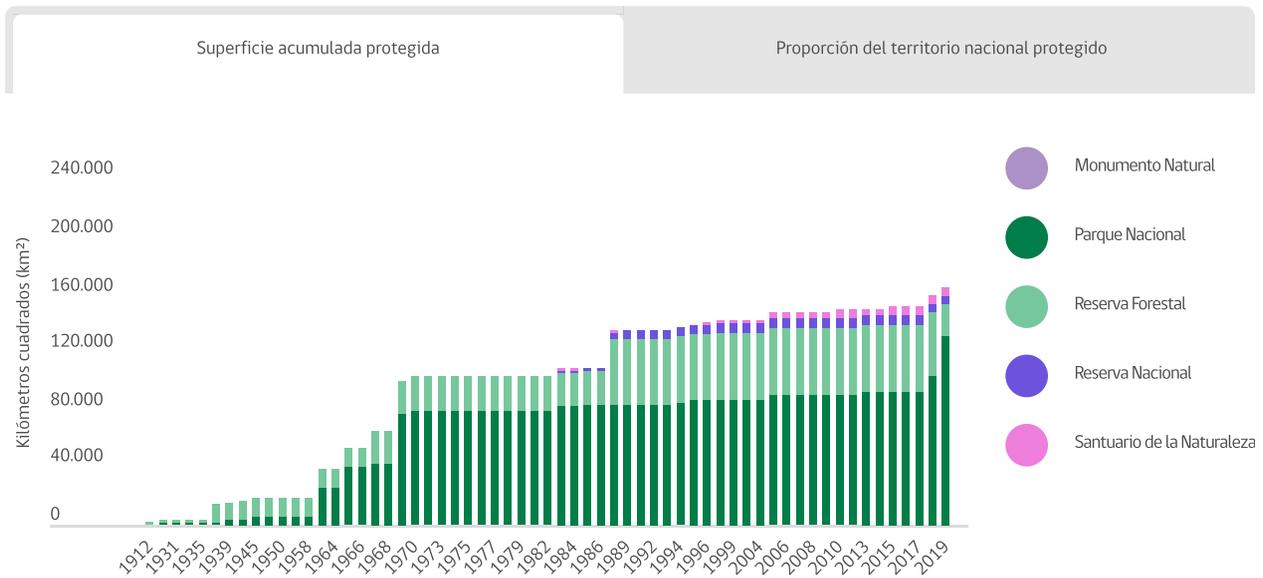
Las áreas protegidas son el principal instrumento para la conservación de la biodiversidad del país. Se consideran oficiales a aquellas áreas protegidas que han sido declaradas mediante un decreto. Estas se pueden diferenciar entre las áreas protegidas terrestres y las marinas. En este capítulo se presentan solo las áreas protegidas terrestres, ya que las marinas se presentan en el **capítulo de Océanos**.

Las áreas protegidas terrestres pueden presentar distintas figuras de protección, las que se diferencian de acuerdo a objetivos y restricciones establecidas. Estas figuras pueden ser parques nacionales, reservas nacionales, reservas forestales, monumentos naturales, y santuarios de la naturaleza. En términos generales, las áreas protegidas que presentan mayor restricción para su uso son los Parques Nacionales, es decir, se enfocan plenamente a la preservación de la biodiversidad. En contraste, las Reservas Nacionales permiten algunos usos sustentables, por ejemplo, la utilización de recursos faunísticos para lana y la recolección de madera caída para artesanías. A excepción de los santuarios, las demás áreas forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE), el que es administrado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF), cuyas áreas corresponden a terrenos fiscales. Los Santuarios Nacionales son custodiados por el Ministerio del Medio Ambiente, y pueden ser de tenencia privada o pública. Si bien las categorías de áreas protegidas son administradas por distintas instituciones, el Ministerio

del Medio Ambiente supervigila todo el sistema (Res. Ex. N° 1291/2019, MMA). Esto implica la supervisión de avance del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado, con la finalidad de evaluar el manejo efectivo de estas áreas, una adecuada normativa y el cumplimiento con los compromisos internacionales, entre otros. Desde este rol el MMA ha creado el Registro Nacional de Áreas protegidas (<http://areasprotegidas.mma.gob.cl/>).

Desde 1907, año en que se creó la primera área protegida (Reserva Forestal), la creación de las áreas protegidas ha aumentado considerablemente hasta el año 2019, con una superficie total de áreas protegidas terrestres oficiales corresponde a aproximadamente, 164.842,4 km<sup>2</sup>, lo que corresponde a aproximadamente un 22 % del territorio nacional. La mayor proporción de protección corresponde a los parques nacionales (17,47%), seguido por las reservas forestales (2,86%) (Figura 44).

**Figura 44. Variación de la superficie acumulada protegida y proporción del territorio nacional protegido al 2019**

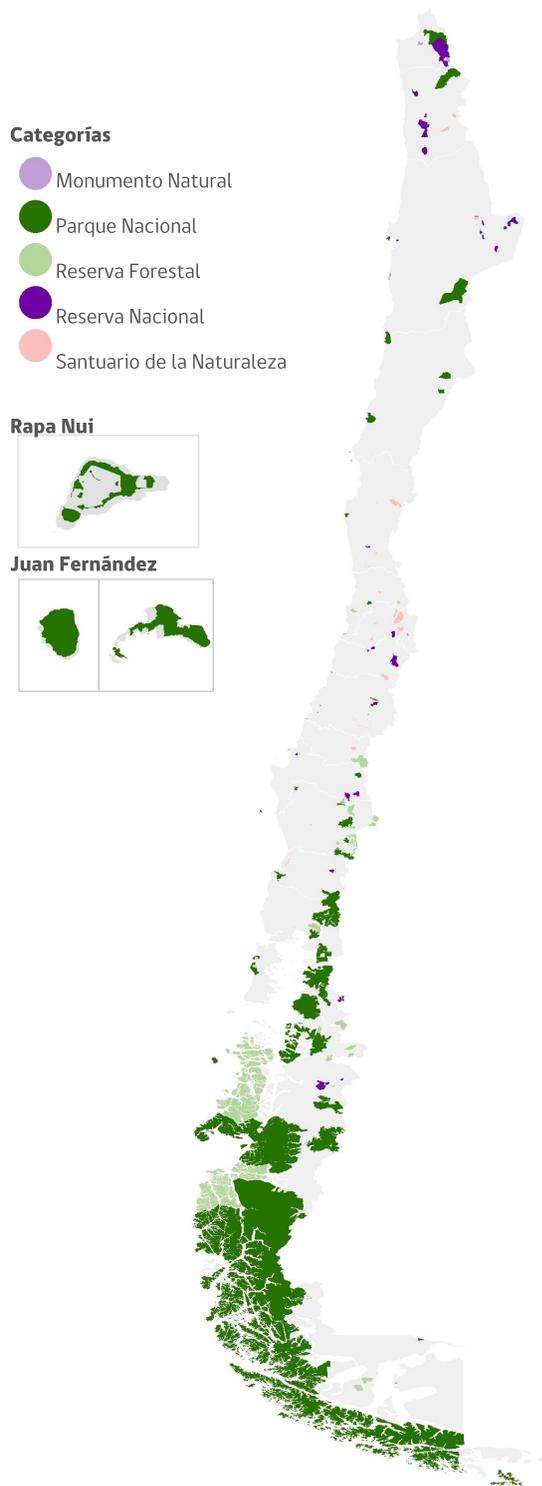


Download data

Nota: Considera datos hasta diciembre de 2019

Elaboración propia con datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020b.

**Figura 45. Áreas protegidas oficiales terrestres**



Nota: Considera datos hasta diciembre de 2019.

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020b.

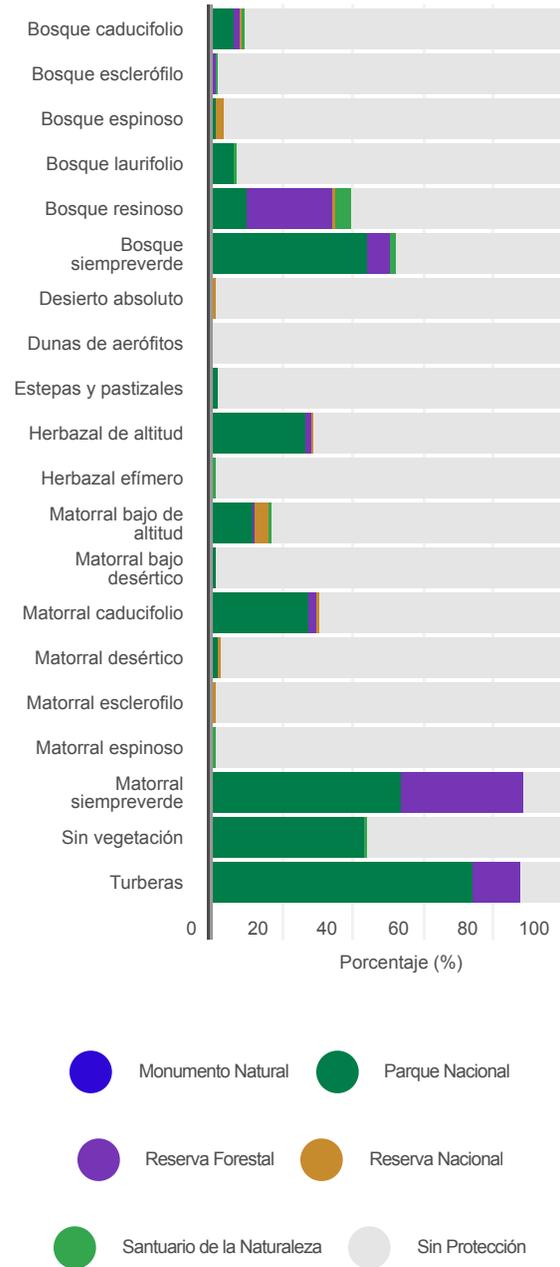
La distribución de las áreas protegidas en el territorio presenta mayor proporción en la zona sur del país, especialmente en las regiones de Magallanes y de Aysén, sin embargo, todas las regiones presentan áreas protegidas (**Figura 45**).



Las áreas protegidas cubren parte de las ecorregiones naturales del territorio. La representatividad de estas ecorregiones terrestres según la clasificación de Luebert & Pliscoff (2017) y de acuerdo a las figuras de protección presenta mayor superficie en las ecorregiones Matorral siempreverde (88 %) y en Turberas (87 %). Es importante destacar que ocho de las 20 ecorregiones alcanzan o superan el 17 % de representatividad, ya que esto se relaciona con la Meta de Aichi N°11, establecida por la Convención sobre Diversidad Biológica sobre la representatividad de los ecosistemas. En contraste, existen dos ecorregiones que no presentan ningún tipo de protección, estas son Dunas de aerófitos y Herbazal efímero (Figura 46).



**Figura 46. Proporción de las ecorregiones terrestres protegidas al 2019**



[Download data](#)

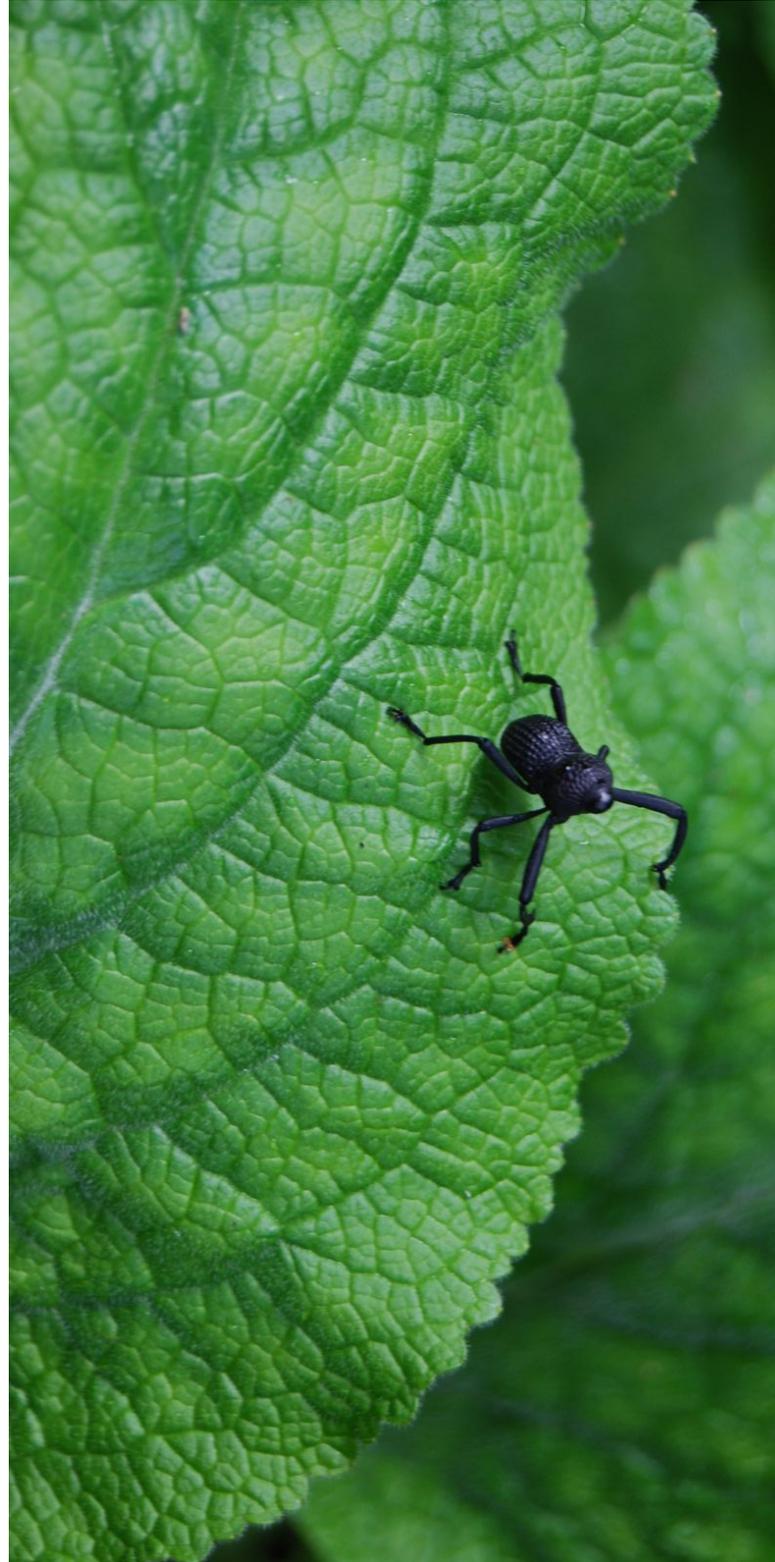
Nota: Considera datos hasta diciembre de 2019.  
 Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA) 2020b; Luebert & Pliscoff, 2017.

## 5.11 Otras áreas protegidas

Desde una perspectiva internacional, un área protegida es “un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados” (UICN; Dudley, 2008). Mientras que, a nivel nacional las áreas protegidas corresponden a “Porciones de territorio, delimitadas geográficamente y establecidas mediante un acto administrativo de autoridad competente, colocadas bajo protección oficial con la finalidad de asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza o conservar el patrimonio ambiental” (DS N°40/2013, MMA).

En Chile, además de las áreas protegidas oficiales existen otras figuras de áreas protegidas, algunas de orden internacional y otras nacionales, tanto estatales como privadas. Las áreas protegidas internacionales corresponden a las Reservas de la Biósfera y a los sitios Ramsar. Las Reservas de la Biósfera corresponden a “zonas de ecosistemas terrestres o costero/ marinos, o una combinación de los mismos, reconocidas en el plano internacional como tales en el marco del Programa sobre el Hombre y la Biósfera de la Unesco”, y son declaradas por la UNESCO. Mientras que los sitios Ramsar, son reconocidos y designados por los gobiernos del mundo que son Partes Contratantes en la Convención de Ramsar y forman la mayor red mundial de “áreas protegidas”. Este convenio fue ratificado en Chile, por lo que forma parte de la legislación nacional (DS N° 771/1981, MINREL).

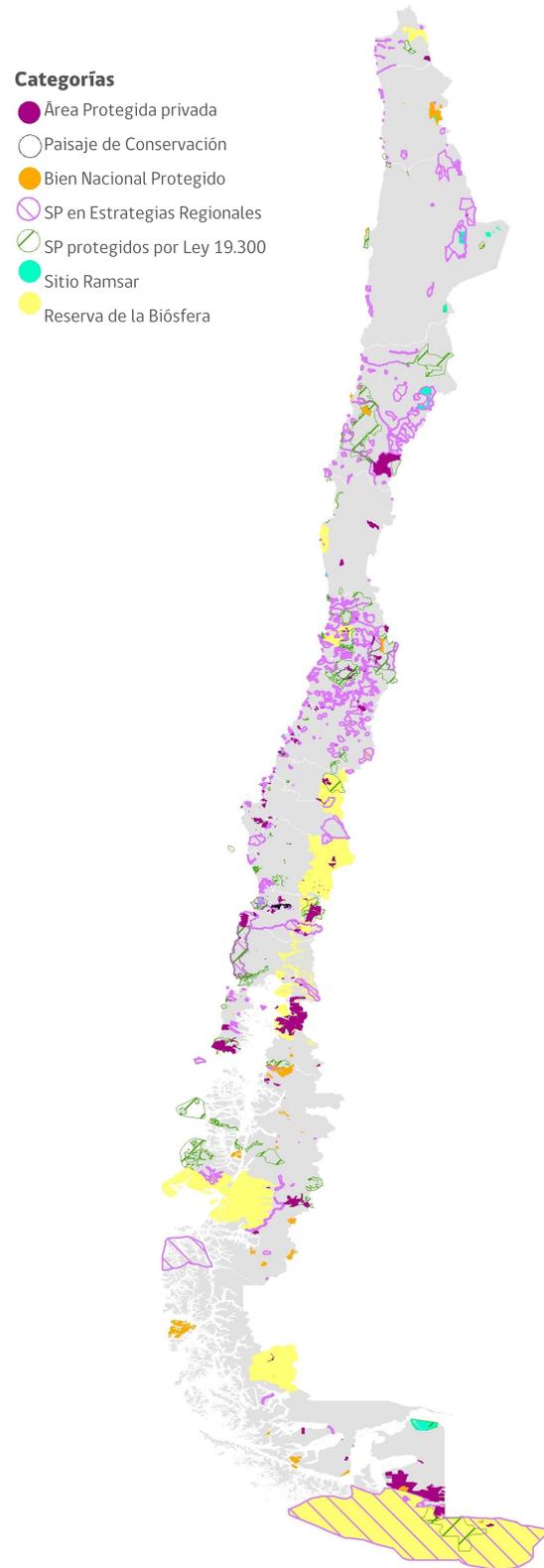
Hasta el año 2019, se han declarado 10 Reservas de la Biósfera, lo que abarcan cerca de 11,4 millones de hectáreas, de las cuales cerca de 3 millones de hectáreas corresponden a áreas marinas. Estas son Laguna San Rafael, Lauca, Cabo de Hornos, Archipiélago



Juan Fernández, Bosques templados Lluviosos, Araucarias, Bosque Fray Jorge, La Campana-Peñuelas, Torres del Paine y Corredor Nevados de Chillán- Laguna del Laja (Figura 47). Más del 42% de la superficie total de Reservas de la Biósfera se encuentra hasta el año 2019 protegida oficialmente mediante 44 figuras de áreas protegidas terrestres y marinas.

En cuanto a los Sitios Ramsar, hasta el año 2019 se declararon 14 sitios, de los cuales nueve están dentro de áreas del SNASPE y el resto cuenta con diversas figuras de protección y administración. Estos sitios abarcan a 362.020 hectáreas y corresponden a: Salar de Surire, Salar de Huasco, Salar de Tara, Salar de Pujsa, Sistema Hidrológico de Soncor del Salar de Atacama, Salar de Aguas Calientes IV, Complejo Lacustre Laguna del Negro Francisco y Laguna Santa Rosa, Las Salinas de Huentelauquén, Santuario de la Naturaleza Laguna Conchalí, Parque Andino Juncal, Humedal El Yalí, Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, Bahía Lomas y Humedales Costeros de la Bahía Tongoy (Figura 47).

**Figura 47. Áreas de interés para la conservación de la biodiversidad**



Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020b.



En relación a las Áreas Protegidas Privadas es relevante mencionar la donación de más de 407.000 hectáreas de terrenos privados a las áreas protegidas estatales por parte de la Fundación Tompkins Conservation en abril del 2019, la donación privada más grande de la historia. Con esta donación se crearon cinco Parques Nacionales y se expandieron otros tres, constituyéndose así la actual Ruta de Parques de la Patagonia (Promis et al., 2019).

En el contexto de las áreas protegidas también, se creó un nuevo instrumento para la conservación privada de la naturaleza. Este es el Derecho Real de Conservación Medioambiental (DRCM, Ley 20.930 MMA/2016), el que “consiste en la facultad de conservar un patrimonio ambiental de un predio o de ciertos atributos o funciones de éste”. Donde los atributos o funciones pueden ser tangibles, como lo son los componentes bióticos (flora o fauna) o abióticos como el agua y el suelo, o intangibles, como el valor paisajístico y servicios ecosistémicos. Este derecho se constituye mediante la celebración de un contrato por escritura pública, en forma libre y voluntaria, firmado por el dueño del inmueble y el beneficiario del derecho, que puede ser una persona natural o jurídica determinada, ya sea esta pública o privada. El DRCM es de duración indefinida a menos que se establezca un plazo determinado. Este derecho es transferible, transmisible, inembargable e indivisible, y se deben establecer por lo menos una de las siguientes obligaciones o restricciones: i) restricción o prohibición de determinadas actividades de uso o explotación; ii) obligación de hacerse cargo o de contratar servicios para la mantención, administración o uso y aprovechamiento racionales del bien raíz, entre otros; iii) obligación de ejecutar o supervisar un plan de manejo.

Es importante mencionar que, durante mayo 2020, bajo el patrocinio del MMA y elaborado por la Asociación de Iniciativas de Conservación en Áreas Privadas y de Pueblos Originarios de Chile, ASI Conserva Chile, se lanzó el “Estándar para áreas bajo protección privada (APP)”.

La elaboración de este estándar se basó en la Herramienta de Evaluación y Efectividad del Manejo (HEEM), en el reciente estándar de la Lista Verde de Áreas Protegidas y Conservadas, de la UICN, y también en los aportes de los talleres participativos realizados durante el año 2019. De esta forma se establecieron 5 principios, 15 criterios y 51 indicadores. Este estándar se puede adoptar voluntariamente y su gradualidad ha sido definida según tres niveles para cada indicador. Mediante estos niveles se puede dar cuenta del grado de desarrollo de la iniciativa de conservación privada.



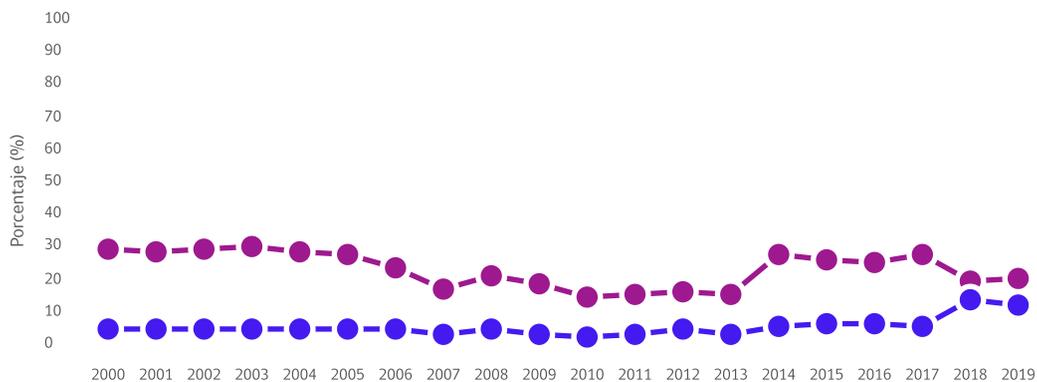
## 5.12 Planes de manejo

Las áreas protegidas requieren de una gestión efectiva que permitan la conservación de la biodiversidad. Por lo tanto, es necesario establecer medidas para la conservación de la biodiversidad acordes a cada área mediante planes de manejo. La creación de planes de manejo implica la utilización de recursos y esfuerzos importantes tanto para crearlos como para implementarlos, por lo que hasta la actualidad no todas las áreas protegidas poseen un plan de manejo vigente. Se consideran como vigentes a los planes de manejo no mayores a 10 años de antigüedad.

Incluyéndose solamente las áreas protegidas oficiales terrestres, y considerándose el número total de áreas protegidas, en los últimos cuatro años la proporción de áreas que cuenta con plan de manejo vigente ha

disminuido de un 29 % implementado en el 2016 a un 24 % implementado en el 2019. Por otra parte, en relación a la superficie total de áreas protegidas respectivas de cada año, el escenario es más desfavorable, ya que el porcentaje aumenta de un 9,3% implementado en el año 2016 a un 15,3 % implementado al año 2019. Esta variación de los porcentajes se vincula al incremento del número de áreas protegidas y a la generación de planes de manejo de áreas de gran extensión. En el transcurso de los años, el año 2003 fue el que presentó el mejor escenario en cuanto al porcentaje del número de áreas protegidas con plan de manejo, con un 33%, mientras que, al considerar solo el porcentaje de la superficie con plan de manejo vigente, el mejor escenario se presentó en el año 2018 con un 17% (**Figura 48**).

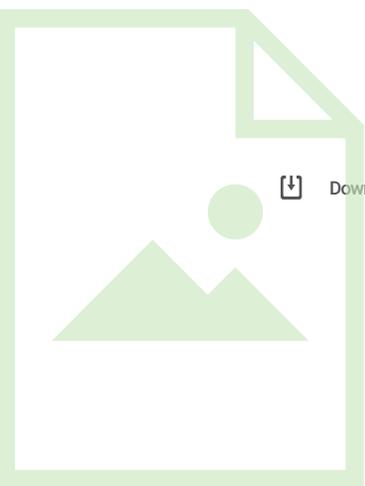
**Figura 48. Proporción de áreas protegidas terrestres con plan de manejo vigente, 2000-2019**



- Proporción de número de áreas protegidas con plan de manejo vigente
- Proporción de superficie de áreas protegidas con plan de manejo vigente

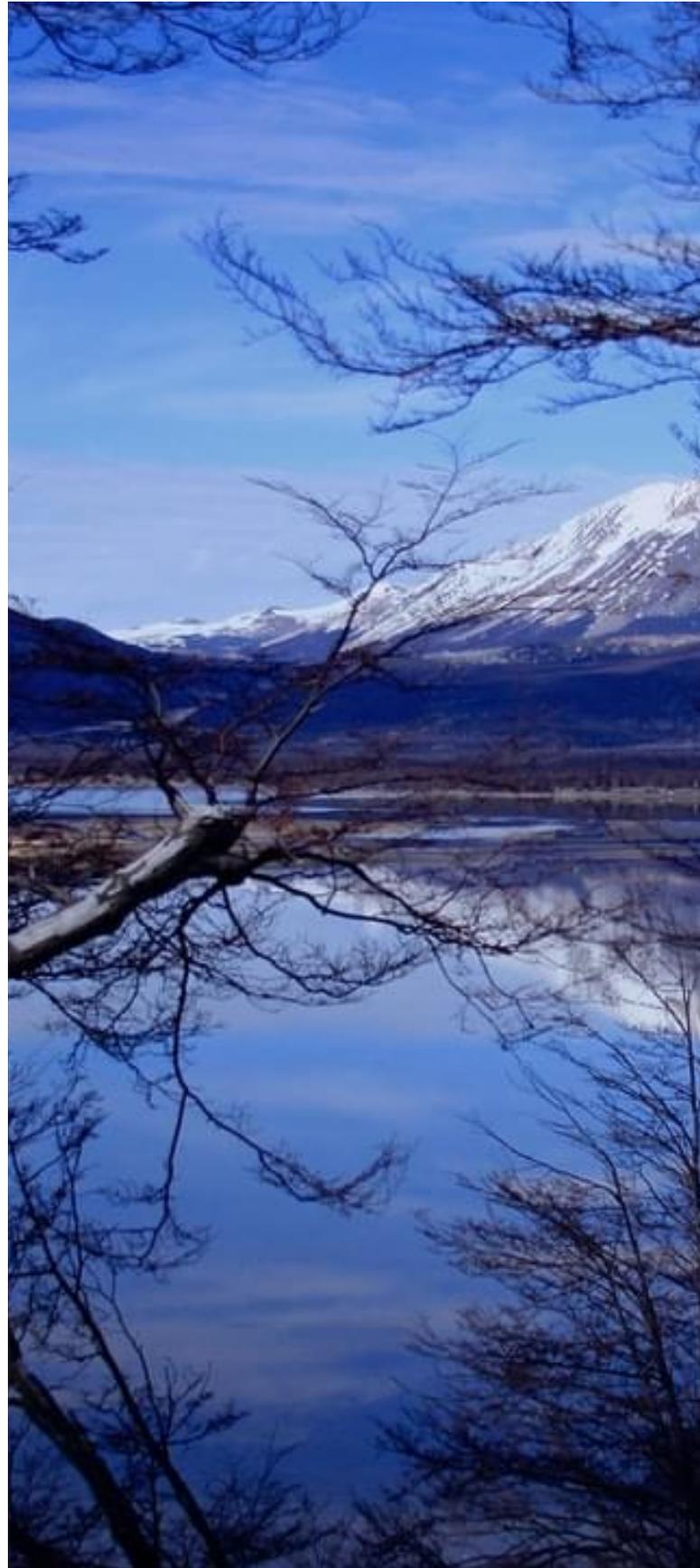
 Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA) 2020b; Corporación Nacional Forestal (CONAF) 2020i.



En relación a los planes de manejo de las áreas protegidas oficiales es importante destacar el comienzo de la implementación de una nueva metodología de planificación. Esta consiste en los Estándares Abiertos para la práctica de la Conservación, la cual es producto del trabajo de múltiples actores a nivel mundial, quienes se agrupan en la Alianza para las Medidas de Conservación (Conservation Measures Partnership; CMP, 2013). Estos estándares, promueven el manejo adaptativo de las áreas protegidas, facilitando la evaluación progresiva de los planes de manejo, adaptándolos ante las distintas eventualidades generadas en las propias áreas protegidas. Esto es importante, porque permite que en las áreas protegidas se puedan tomar medidas inmediatas ante eventos que dañen a las reservas, sin la necesidad de implementar grandes cambios a nivel estratégico (Salafsky et al., 2001).

En el caso de las áreas protegidas terrestres, el año 2016 se inició la implementación de la nueva metodología de planificación del SNASPE en cuatro unidades piloto, basada en la estructura y lenguaje general de los Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación, a las que se sumaron cuatro más el 2017. Esto incluyó a tres parques nacionales, tres reservas nacionales y un santuario de la naturaleza. Con los resultados de estas implementaciones, CONAF desarrolló el Manual para la planificación del manejo de las áreas protegidas del SNASPE (CONAF, 2017). Por otra parte, en el marco del proyecto GEF "Creación de un Sistema Nacional de Áreas Protegidas para Chile: Estructura Financiera y Operacional" (MMA-GEF-PNUD), WCS inició un proceso de análisis, adaptación y sistematización de estándares para la planificación del manejo en iniciativas de conservación privada y áreas marinas costeras protegidas de múltiples usos, el que implica la aplicación de la metodología de Estándares Abiertos. Este proyecto incluyó tres pilotos, un Santuario de la Naturaleza, un AMCP-MU y un sitio Ramsar. Al año 2019 la mayoría de los planes de manejo vigentes de áreas protegidas oficiales se han elaborado con la metodología de Estándares Abiertos.



## 5.13 Planes de recuperación, conservación y gestión de especies (RECOGE)

Los planes Recoge son un instrumento de protección ambiental que tiene como objetivo principal mejorar el estado de conservación de las especies nativas de Chile, contribuyendo al desarrollo sustentable de nuestro país. Esta herramienta se enfoca en mejorar la coordinación de los distintos órganos de la administración del Estado, para lograr una gestión eficaz en la conservación de especies nativas e involucrar al sector privado y a la sociedad civil en la conservación de la biodiversidad.

Desde el año 2010 el Ministerio del Medio Ambiente se encuentra facultado para aprobar los Planes Recoge para aquellas especies clasificadas por el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (Ley N°20.417, MINSEGPRES/2010). La elaboración de estos planes se apoya en el procedimiento establecido en el Reglamento para la elaboración de planes Recoge (DS N°1 MMA/2014). Dicho procedimiento considera la conformación de Grupos de Elaboración de los Planes, quienes deben nombrar un Grupo de Seguimiento del Plan. Adicionalmente el procedimiento contempla la creación de un Comité de Planes, el cual actúa como órgano rector para la elaboración de planes y los prioriza en función del estado de riesgo en que se encuentran las especies.

Hasta el año 2019 se han publicado tres planes Recoge: i) lucumillo (*Myrcianthes coquimbensis*), un arbusto y especie endémica clasificada En Peligro, este crece solo a lo largo de la costa, desde Totalillo hasta Punta Barrancones, en la provincia de Elqui; ii) ruil (*Nothofagus alessandrii*), clasificada En Peligro, es un árbol endémico que constituye un elemento florístico austral-templado y se distribuye por la cordillera de la costa de la región

del Maule, desde el sector hasta la ribera norte del río Curanilahue; iii) flora costera del norte de Chile, el que considera 92 especies asociadas a formaciones vegetales costeras del norte del país, entre las regiones de Arica y Parinacota y de Atacama.

Por otra parte, hasta el año 2019, dos planes Recoge se encontraban en trámite de firma presidencial, los que fueron aprobados por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad el 24 de enero de 2019. Estos son i) garra de león (*Leontochir ovallei*), una planta endémica herbácea y bulbosa, clasificada En Peligro, que se distribuye en la costa de la región de Atacama, entre las comunas de Copiapó y Huasco; ii) chinchilla de cola corta (*Chinchilla chinchilla*), un roedor clasificado En Peligro Crítico, que se distribuye en ambientes cordilleranos y altiplánicos, actualmente las únicas poblaciones conocidas se distribuyen en las regiones de Antofagasta y Atacama.

Otros tres planes se encontraban enviados para el pronunciamiento del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad. Estos planes son para las especies: i) fardela blanca (*Ardenna creatopus*), un ave marina migratoria clasificada En Peligro, que nidifica solamente en tres islas de Chile (Robinson Crusoe, Santa Clara e Isla Mocha); huemul (*Hippocamelus bisulcus*) en Nevados de Chillán, clasificada En Peligro, este plan aplica sólo a la población norte de la especie, en las regiones de Ñuble y Biobío; iii) canquén colorado (*Chloephaga rubidiceps*), una de las cinco especies de ganso que habitan en Chile, el más pequeño y amenazado de todos, clasificado En Peligro. Nidifica exclusivamente en unos pocos lugares de Magallanes.

Adicionalmente, hasta la citada fecha existían planes en redacción para lagartos gruñidores de Chile central (regiones Metropolitana, Valparaíso y O'Higgins), aves terrestres de Juan Fernández (región de Valparaíso, exclusivamente en la Comuna de Juan Fernández) y golondrinas de mar del norte de Chile (regiones de Arica y Parinacota a la de Coquimbo). Finalmente, algunos planes Recoge que fueron proyectados para iniciar su elaboración en el año 2020 son picaflor de Arica (*Eulidia yarrellii*), región de Arica y Parinacota; gaviotín chico (*Sternula lorata*), regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta; queule (*Gomortega keule*), regiones del Maule, Ñuble y Biobío; zorro de Darwin (*Lycalopex fulvipes*), regiones de Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos; cactáceas de Chile Chico (cinco especies), región de Aysén General Carlos Ibáñez del Campo; y Plan Recoge Ranita del Loa (*Telmatobius dankoi*), región de Antofagasta.



## 5.14 Restauración ecológica y de paisajes

Uno de los grandes desafíos que tiene actualmente el país es el de desarrollar proyectos de restauración ecológica. La restauración ecológica es el proceso de ayudar al restablecimiento de un ecosistema que ha sido dañado o destruido (SER, 2004). La restauración de los ecosistemas depende fuertemente del nivel de degradación de la vegetación y el suelo, de la vegetación remanente y de los objetivos de la interpretación, los cuales deben incorporar los procesos físicos y biológicos que influyen en estos ecosistemas, y los tipos de perturbaciones que los afectan. Adicionalmente, la restauración de los ecosistemas degradados puede mejorar la provisión de servicios ecosistémicos y ayudar en la conservación de la biodiversidad (Holl & Aide, 2011).

Según algunos acuerdos internacionales en que Chile participa, se presentan distintas metas sobre restauración que los países debe cumplir. El Convenio de Diversidad Biológica, mediante las metas de Aichi, estableció que los países deben restaurar el 15% de sus ecosistemas degradados para el año 2020. Además, Chile se ha comprometido a reforestar al menos 100.000 ha para el año 2030 utilizando principalmente especies nativas (Acuerdo Climático de París COP21, Declaración de Bosques de Nueva York, Iniciativa 20x20). Junto con esto, la nueva Política Forestal Chilena (2015-2035) presenta el objetivo de restaurar 500.000 hectáreas de ecosistemas degradados o fragmentados. Adicionalmente, hoy en día para mantener la certificación del Consejo de Administración Forestal (FSC, por su sigla en inglés) las empresas forestales

deben convertir más de 45.000 hectáreas de plantaciones exóticas en bosques nativos.

En relación a la restauración forestal, el escenario actual es que no existe información exhaustiva sobre cuánta tierra se ha restaurado hasta la fecha (Bannister et al., 2018). De acuerdo a Smith et al. (2015), hasta el año 2015 hubo 60 experiencias de restauración en diferentes tipos de vegetación en Chile. La mayoría de estos esfuerzos son experiencias a pequeña escala (<1ha), y muy pocas abarcan grandes áreas (> 100 ha). Además, la mayoría de los experimentos de restauración forestal en Chile a menudo se mantienen y monitorean solo por un período corto (2-4 años). De acuerdo a CONAF, entre 1998 y 2015, se establecieron 8.032 hectáreas de plantaciones con especies nativas, un promedio de 472 hectáreas por año. Las especies de árboles más plantadas durante ese período fueron algarrobo (*Prosopis chilensis*; 1.565 ha), quillay (*Quillaja saponaria*; 1.474 ha), coihue (*Nothofagus dombeyi*; 1.020 ha) y araucaria (*Araucaria araucana*; 979 ha) (Smith et al., 2015).



**Figura 49. Distribución de iniciativas de restauración ecológica, 2017-2019**



 [Download data](#)

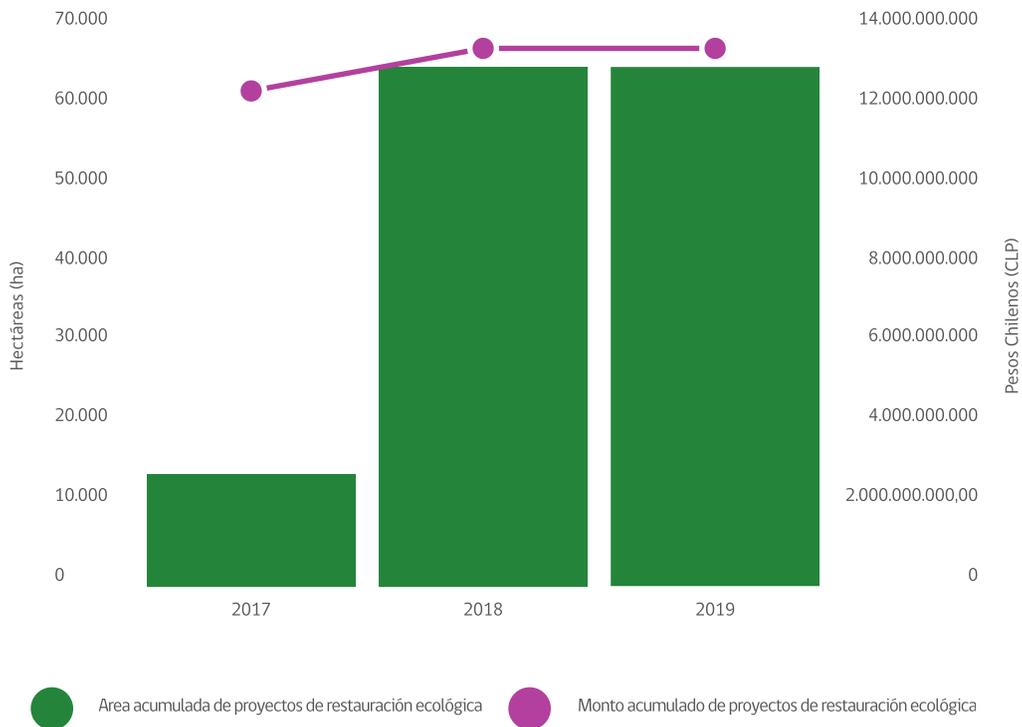
Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020d.

En el año 2017 el Ministerio del Medio Ambiente creó el Registro Nacional de Restauración Ecológica (<https://restauracionecologica.mma.gob.cl/>). Este registro, cuenta con información de iniciativas desarrolladas por entidades públicas y privadas, las cuales se encuentran orientadas a cumplir diferentes objetivos de restauración ecológica. Al 2019 existen 94 iniciativas registradas en distintas comunas principalmente ubicadas en la zona central del país, cuya superficie a ser restaurada alcanza al menos 65.186 hectáreas. La cantidad de iniciativas no incrementaron del año 2018 al 2019.

Por otro lado, la región del Biobío cuenta con la mayor inversión económica en iniciativas de restauración ecológica, seguida por la región del Maule. Considerando todas las iniciativas ingresadas en el registro, se alcanza la cantidad de \$13.517.675.333 invertidos en restauración (Figura 49, Figura 50). Considerándose todos estos esfuerzos de restauración ecológica realizados hasta el año 2019, se considera que el cumplimiento de la Meta de Aichi N°15 sobre la restauración de 15 % de los ecosistemas degradados, presenta un progreso hacia la meta, pero a un ritmo insuficiente (MMA, 2020a).

La región del Libertador Bernardo O' Higgins es la que concentra la mayor superficie comprometida en iniciativas de restauración, con 40.068 hectáreas, seguida por las regiones del Biobío y Metropolitana, en las cuales la superficie de restauración corresponde a 12.373 y 10.237 hectáreas, respectivamente.

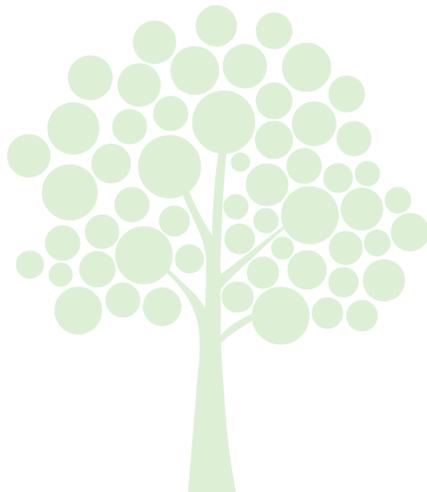
**Figura 50. Iniciativas de restauración ecológica acumuladas, monto total invertido y hectáreas totales, 2017-2019**



[Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020d.

En la actualidad, los ministerios de Agricultura y del Medio Ambiente trabajan coordinadamente en la formulación del “Plan Nacional de Restauración de Paisaje”. El anteproyecto de este plan fue sometido a consulta pública, para recoger observaciones de la ciudadanía y enriquecer la propuesta, la cual se espera sea validada políticamente a fines de 2020. El objetivo de este es “Promover el enfoque de restauración integral a escala de paisaje orientado a recuperar la funcionalidad de los ecosistemas y suelos degradados mediante la generación de los servicios ecosistémicos, la resiliencia de los territorios y comunidades ante los impactos del cambio climático”. El plan presenta entre otras metas, la incorporación al proceso de restauración de 1.500.000 hectáreas de paisajes estratégicos, priorizándose en aquellos que presentan mayor vulnerabilidad social, económica y ambiental. También se incluyen como metas la reducción de especies amenazadas, la reducción de la tasa de pérdida del bosque nativo y la reducción del riesgo de incendios forestales. La aprobación de este plan activaría la ejecución de proyectos de restauración y contribuiría a aminorar los cuellos de botella que presenta la restauración en Chile, según lo planteado por Bannister et al. (2018). Éstos consisten en la falta de un plan nacional para la restauración del paisaje forestal, la deficiente calidad y bajo suministro de especies de plantas nativas y a los pobres resultados en la fase de establecimiento.



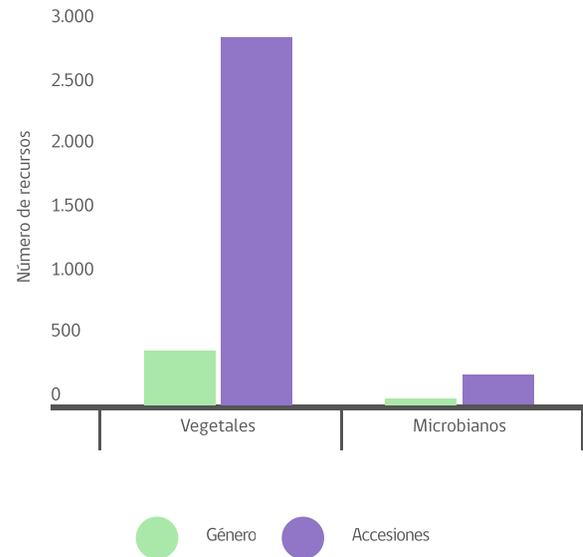
## 5.15 Conservación ex situ

La conservación ex situ se refiere a la conservación de las especies fuera de su hábitat natural. Esta es una opción posible para conservar especies amenazadas, como ocurre por ejemplo con toromiro (*Sophora toromiro*), un árbol endémico de Rapa Nui, que actualmente se encuentra clasificado en categoría de Extinto en Estado Silvestre (EW), lo que significa que ya no existe en su hábitat natural, pero si existen individuos que se conservan fuera de sus hábitats, es decir en forma ex situ. Estos individuos se encuentran en el Jardín Botánico Nacional y en otros jardines botánicos del mundo. Es así como los jardines botánicos junto a parques botánicos, viveros, bancos de germoplasma, arboretos, zoológicos y centros de rescate conforman tipos de conservación ex situ.

A nivel nacional, el Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA) es la institución encargada de la conservación y uso sostenible de los recursos genéticos. El 2001 el INIA inició un programa de conservación de semillas de plantas nativas y en el año 2013 estableció la Red de bancos de germoplasma.

Estos bancos conservan los recursos genéticos bajo condiciones adecuadas. Al año 2019 el programa de plantas nativas del INIA ha logrado coleccionar 2.921 accesiones de 434 géneros de especies vegetales. Esto corresponde al 9% del total de accesiones de la red de bancos de germoplasma (exóticas 30.170 y nativas 2.921). A esto se agrega que el banco de recursos genéticos microbianos de esta institución, ha logrado coleccionar 237 accesiones de 48 géneros de microorganismos, los que incluyen tanto bacterias (48) como hongos nativos (189). El total de accesiones de microorganismos de INIA al año 2019, incluyendo nativas y exóticas corresponde a 4083 accesiones (**Figura 51**; INIA, 2020).

**Figura 51. Recursos genéticos nativos INIA al 2019**



Fuente: Elaboración propia con datos Instituto Investigación Agropecuaria (INIA), 2020.

**Tabla 5. Recursos genéticos forestales nativos**

INSTITUCIÓN	Nº ESPECIES	ACCESIONES
INFOR	6	92
CMGF	1	
CONAF	5	
Colección de Campo Universidad de Chile	26	
Jardín Botánico Chagual	118	206
Jardín Botánico Nacional	400	7352
Arboreto Universidad Austral de Chile	48	
Colección Atriplex spp., Las Cardas, U. de Chile	1	
Jaime Espejo	2	2

Fuente: Elaboración propia con datos de Gutiérrez et al., 2015.

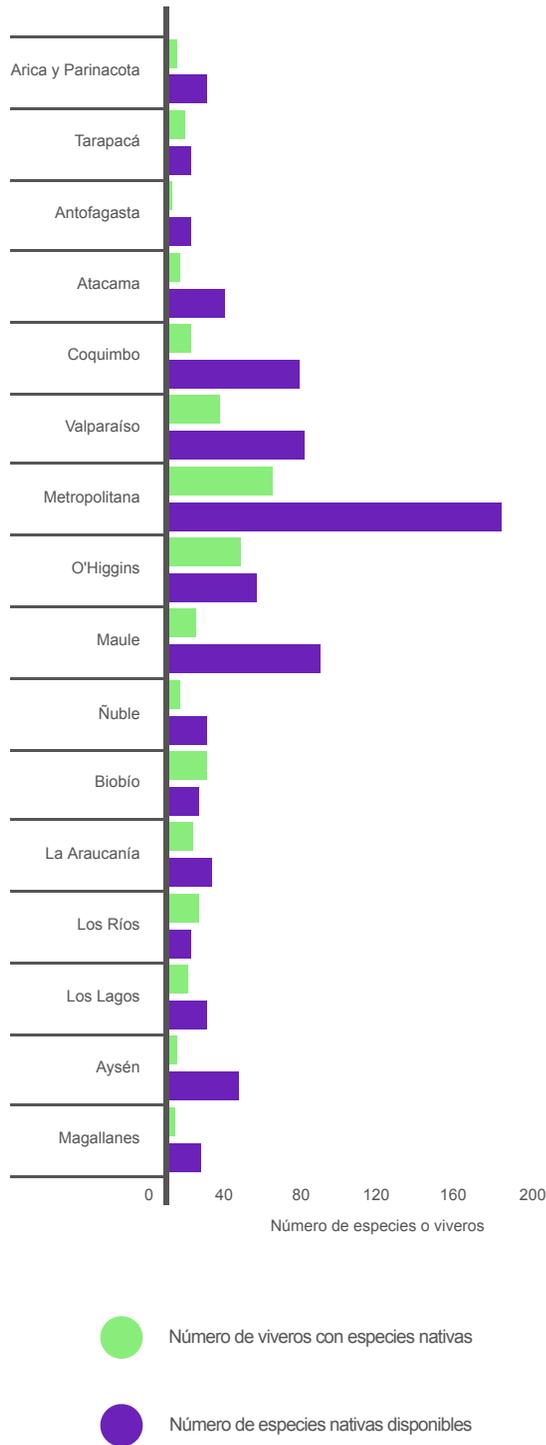
Por otra parte, algunas instituciones se enfocan en la conservación de Recursos genéticos Forestales (RGF), donde una de las principales instituciones es el Instituto Forestal (INFOR). La mayoría de los esfuerzos por conservar RGF se enfocan en especies exóticas de la industria forestal de *Pinus sp* y *Eucaliptus sp*. Sin embargo, existen algunas iniciativas de conservación de RGF de especies nativas presentes en rodales de conservación como en los jardines botánicos, arboretos y bancos de semillas (Gutiérrez et al., 2015). Se destaca que el Jardín botánico nacional conserva RGF de 400 especies nativas, mientras que el Jardín Botánico Chagual conserva RGF de 118 especies (**Tabla 5**).

Según Salazar et al. (2006) la conservación ex situ de recursos fitogenéticos se realiza en Chile en 31 instituciones, donde el 55% son públicos y el 45 %son privados. No obstante, este número contempla la conservación tanto de especies exóticas como nativas. De acuerdo a una encuesta a 53 expertos en el área de la conservación ex situ de flora nativa, se estimó que las principales instituciones que realizan acciones de conservación ex situ de la flora son 17, las que corresponden a seis Jardines botánicos (Aguas Antofagasta, Nacional Viña del Mar, Chagual, Talca, UACH, Carl Skottsberg), cuatro arboretos (Antumapu, Rinconada, UACH, Frutillar UCH), cuatro parques botánicos (Quilapilún, Hualpén, Coronel, Omora) y 4 bancos de semillas (U Tarapacá, SAG, INIA), donde uno de estos bancos se ubica dentro de uno de los jardines botánicos mencionados (Sandoval, 2020). Otro resultado fue que el 37,5% de los encuestados dijo contar con la infraestructura adecuada para realizar su labor, y el 52,9% conserva más de 30 especies, tanto nativas como endémicas y amenazadas. Por otra parte, un 40% declara trabajar en la conservación de la flora de un área geográfica en particular (Sandoval, 2020). Para mejorar estas falencias y avanzar en la conservación ex situ de la flora nacional, actualmente el Ministerio del Medio Ambiente se encuentra trabajando para desarrollar el Programa de Conservación ex situ de Plantas Nativas de Chile.

En relación a los viveros con disponibilidad de especies nativas, al año 2019 existen 3493 especies nativas disponibles, distribuidas en 224 viveros a lo largo del país, considerando tanto viveros privados como públicos (CONAF, 2020j). La distribución de los viveros se concentra en la zona central del país, particularmente entre las regiones de Coquimbo y del Maule. Esto se condice con la distribución regional del número de especies nativas disponibles. En particular, la región que presenta la mayor cantidad de viveros y de especies nativas es la región Metropolitana (53 viveros y 169 especies), seguido por las regiones de Valparaíso (25 viveros y 69 especies) y O'Higgins (36 viveros y 45 especies) (**Figura 52, Figura 53**). La capacidad de producción de especies nativas del país se relaciona directamente con la capacidad de restaurar los ecosistemas, pues se requiere en la mayoría de los casos de plántulas de especies nativas con una buena calidad de planta. Por otra parte, es importante que los viveros se encuentren bien distribuidos en el territorio en función de la variedad de ecosistemas y especies del país.



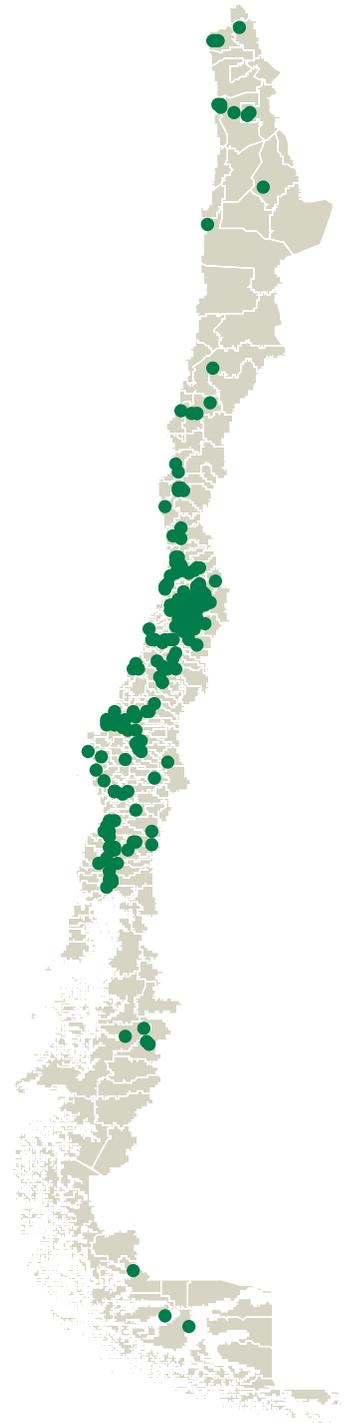
**Figura 52. Número de viveros y especies nativas disponibles por región al 2019**



[Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de Corporación Nacional Forestal (CONAF), 2020j.

**Figura 53. Distribución de viveros con especies nativas disponibles al 2019**



[Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de Corporación Nacional Forestal (CONAF), 2020j.

Con respecto a los convenios internacionales y legislación sobre disponibilidad de recursos genéticos, se presenta el ODS 15.6.1 “Número de países que han adoptado marcos legislativos, administrativos y normativos para asegurar la distribución justa y equitativa de los beneficios”. Este ODS se refiere a los esfuerzos de los países para aplicar el Protocolo de Nagoya y el Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (TIRFAA).

El objetivo del Protocolo de Nagoya es la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. El Protocolo de Nagoya creó el Centro de intercambio de información sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se deriven de su utilización (ABS, por su sigla en inglés), este es una herramienta clave para facilitar la implementación del Protocolo de Nagoya, al mejorar la seguridad jurídica y la transparencia sobre procedimientos de acceso y monitoreo de la utilización de recursos genéticos a lo largo de la cadena de valor.

Por otra parte, los objetivos de TIRFAA son la conservación y el uso sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura y la

distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de su uso, para lograr una agricultura sostenible y la seguridad alimentaria, en armonía con el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Este Tratado ha establecido el Sistema multilateral de acceso y participación en los beneficios, que facilita el intercambio de recursos fitogenéticos para fines de investigación y mejoramiento agrícola, al proporcionar un marco transparente y confiable para el intercambio de recursos genéticos de cultivos.

En relación al cumplimiento de este ODS, Chile no ha suscrito el Protocolo de Nagoya Sin embargo, el país es signatario del tratado Internacional TIRFAA desde el año 2002 y ratificó este tratado el año 2016. En Chile los recursos fitogenéticos se protegen a través de leyes, reglamentos y políticas que regulan la investigación, producción, comercio de semillas y plantas frutales. Adicionalmente, estos recursos se protegen mediante la regulación de los privilegios y derechos de propiedad industrial y los derechos de los obtentores de nuevas variedades vegetales. Chile hizo su primer informe en línea sobre el cumplimiento del TIRFAA el año 2019, donde se expone que no ha hecho uso del Sistema multilateral, debido a que los potenciales usuarios no tienen claro cuál sería el beneficio de su uso (ODEPA, 2019) (Tabla 6).

**Tabla 6. ODS 15.6.1 Número de países que han adoptado marcos legislativos, administrativos y normativos para asegurar la distribución justa y equitativa de los beneficios**

ODS 15.6.1 NÚMERO DE PAÍSES QUE HAN ADOPTADO MARCOS LEGISLATIVOS, ADMINISTRATIVOS Y NORMATIVOS PARA ASEGURAR LA DISTRIBUCIÓN JUSTA Y EQUITATIVA DE LOS BENEFICIOS	2016	2017	2018	2019
Países que son partes en el Protocolo de Nagoya	✗	✗	✗	✗
Países que tienen marcos o medidas legislativas, administrativas y de políticas informadas al Centro de intercambio de información sobre acceso y participación en los beneficios	✗	✗	✗	✗
Países que son Partes contratantes del Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura	✓	✓	✓	✓
Países que cuentan con medidas o marcos legislativos, administrativos y de políticas informados a través del Sistema de informes en línea sobre el cumplimiento del Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura	✗	✗	✗	✓
Número total informado de acuerdos estándar de transferencia de material que transfieren recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura al país	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

# Referencias

- Anderson, C., Martínez, G., Lencinas, M., Wallem, P., Moorman, M. & Rosemond, A. (2009). Do introduced North American beavers *Castor canadensis* engineer differently in southern South America? An overview with implications for restoration. *Mammal Review* 39, 33-52.
- Ascensao, F., Silva, Costa, A. & Bager, A. (2017). The effect of roads on edge permeability and movement patterns for small mammals: a case study with Montane Akodont. *Landscape Ecology* 32, 781-790
- Ávila, G., Aljaro, M. & Sillva, B. (1981). Observaciones en el estrato herbáceo del matorral después del fuego. *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso*, 4, 99-105.
- Avitabile, V., Herold, M., Lewis, S.L., Phillips, O.L., Aguilar-Amuchastegui, N., Asner, G. P., Brienen, R.J.W., DeVries, B., Cazzolla Gatti, R., Feldpausch, T.R., Girardin, C., de Jong, B., Kearsley, E., Klop, E., Lin, X., Lindsell, J., Lopez-Gonzalez, G., Lucas, R., Malhi, Y., Morel, A., Mitchard, E., Pandey, D., Piao, S., Ryan, C., Sales, M., Santoro, M., Vaglio Laurin, G., Valentini, R., Verbeeck, H., Wijaya, A. & Willcock, S. (2014). Comparative analysis and fusion for improved global biomass mapping. In *Global Vegetation Monitoring and Modeling* (pp. 251-252). Avignon, France.
- Avitabile, V., Herold, M., Heuvelink, G. B. M., Lewis, S. L., Phillips, O. L., Asner, G. P., Armston, J., Ashton, P. S., Banin, L., Bayol, N., Berry, N. J., Boeckx, P., de Jong, B. H. J., DeVries, B., Girardin, C. A. J., Kearsley, E., Lindsell, J. A., Lopez-Gonzalez, G., Lucas, R., Malhi, Y., Morel, A., Mitchard, E. T. A., Nagy, L., Qie, L., Quinones, M. J., Ryan, C. M., Ferry, S. J. W., Sunderland, T., Laurin, G. V., Gatti, R. C., Valentini, R., Verbeeck, H., Wijaya, A. & Willcock, S. (2016). An integrated pan-tropical biomass map using multiple reference datasets. *Global Change Biology*, 22 (4): 1406-1420. doi:10.1111/gcb.13139
- Baeriswyl, F. (2017). Proyecto MMA/GEF/PNUD Fortalecimiento de los Marcos Nacionales para la Gobernabilidad de las Especies Exóticas Invasoras (EEI). Proyecto Piloto en el Archipiélago Juan Fernández. Informe Final 2013-2017.
- Baldini, A., Oltremari, J. & Ramírez, M. (2008). Impacto del castor (*Castor canadensis*, Rodentia) en bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) de Tierra del Fuego, Chile. *Bosque* 29(2), 162-169.
- Bannister, J., Vargas, R., Ovalle, J., Acevedo, M., Fuentes, A., Donoso, P., Promis, A. & Smith, C. (2018). Major bottlenecks for the restoration of natural forests in Chile. *Restoration Ecology* 26(6), 1039-1044.
- Bauni, V., Anfuso, J. & Schivo, F. (2017). Mortalidad de fauna silvestre por atropellamientos en el bosque atlántico del Alto Paraná, Argentina. *Ecosistemas* 26(3): 54-66

- Benedict, M. & E. McMahon. 2001. Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century, The Conservation Found, Sprawl Watch Clearinghouse Monograph Series. 32pp.
- Bernardello, G., Anderson, G.J. & Stuessy, T.F., Crawford, D.J. (2006). The angiosperm flora of the Archipelago Juan Fernandez (Chile): origin and dispersal. *Canadian Journal of Botany. Journal Canadien De Botanique.* 84,1266-1281.
- Bioma-Ministerio del Medio Ambiente. (2019). Informe final Red de monitoreo Ambiental de ecosistemas acuáticos de Chile 2018-2019: Insumo para plataforma de humedales de Chile. Santiago, Chile.
- Chile, Biblioteca del Congreso Nacional. (2020). Presupuesto de la nación sobre la base de DIPRES. Obtenido el 15 de agosto de 2020 de <https://www.bcn.cl/presupuesto/periodo/2019/partida/13/capitulo/05/montos-reales>
- Bravo, V., Celis, C., González, P., Piñones, C. (2018). Fauna impactada en las carreteras y caminos de Chile. Seminario de Ciencias de las Áreas Silvestre Protegidas de Atacama. Copiapó, Chile.
- Bravo, V., Piñones, C., Norambuena, H. & Zuleta, C. (2019). Puntos calientes y factores asociados al atropello de aves rapaces en una ruta costera de la zona semiárida de Chile central. *Ornitología Neotropical* 30, 208-216.
- Bustamante R. & Grez A. (1995). Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. *Ambiente y Desarrollo* XI (2): 58-63.
- Bustamante, R., Grez, A. & Simonetti, J. (2006). Efectos de la Fragmentación del bosque maulino sobre la abundancia y diversidad de especies nativas. En: Grez, A. Simonetti, J & Bustamante, R. (Eds). *Biodiversidad en ambientes fragmentados de Chile: patrones y procesos a diferentes escalas* (83-98). Santiago, Chile: Editorial Universitaria.
- Brodie, J.F., Giordano, A.J. & Ambu, L. (2015). Differential responses of large mammals to logging and edge effects. *Mammalian Biology* 80,7-13.
- Cadotte, M., Cavender-Bares, J., Tilman, D., & Oakley, T. (2009). Using phylogenetic, functional and trait diversity to understand patterns of plant community productivity. *PloS one* 4, e5695.
- Cadotte, M., Albert, C. H. & Walker, S. C. (2013). The ecology of differences: assessing community assembly with trait and evolutionary distances. *Ecology Letters* 16(10), 1234-1244.
- Cavender-Bares, J., Kozak, K. H., Fine, P. V. A. & Kembel, S. W. (2009). The merging of community ecology and phylogenetic biology. *Ecology Letters* 12(7), 693-715.
- Cerda, C., Cruz, G., Bidegain, I., Segovia, A., Araos, A., Juricic I., Aravena, J., Aranibar, A. & Pizarro, C. (2019). Valoración económica y sociocultural del impacto del castor en Tierra del fuego y resto de la región magallánica. Informe final. Santiago, Chile.
- Charrier, A., Correa, C., Castro, C. & Méndez, M. (2015). A new species of *Alsodes* (Anura: Alsodidae) from Altos de Cantillana, Central Chile. *Zootaxa* 3915(4), 540-550.

- Corporación CertforChile –PEFC National Governing Body. (2020). Sistema Chileno de Certificación Forestal Sustentable
- Comisión Europea. (2010). Una infraestructura verde. Obtenido el 1 de julio de 2020 de [https://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/green\\_infra/es.pdf](https://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/green_infra/es.pdf)
- Conservation Measures Partnership. (2013). Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación versión 3.0. Obtenido el 1 de julio de 2020 de <https://cmp-openstandards.org/wp-content/uploads/2018/02/CMP-Open-Standards-V3-Spanish.pdf>
- Convenio sobre Diversidad Biológica. (2020). Especies exóticas invasoras. Obtenido el 30 de abril de 2020 de [www.cbd.int/invasive](http://www.cbd.int/invasive)
- Cuvertino, J., Ardiles, V., Osorio, F. & Romero, X. (2012). New records and additions to the Chilean bryophyte flora. *Ciencia e Investigación Agraria* 39(2), 245–254.
- Chile, Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2019). Informe final de usos de la energía de los hogares Chile (2018). Santiago, Chile: Yáñez C., Fissore A., Leiva A.
- Chile, Corporación Nacional Forestal. (2017). Manual para la planificación del manejo de las áreas protegidas del SNASPE. Santiago, Chile.
- Chile, Corporación Nacional Forestal. (2020a). Catastro de uso de suelo y vegetación. Obtenida el 15 de enero de 2020 de <http://sit.conaf.cl/>
- Chile, Corporación Nacional Forestal. (2020b). Superficie (has) de Cortas No Autorizadas por Tipo Forestal, en el periodo 2013 al 2020. Información no publicada.
- Chile, Corporación Nacional Forestal. (2020c). Responsabilidad e incendios forestales. *Chile forestal* 393, 2.
- Chile, Corporación Nacional Forestal. (2020d). Informe Cuenta Pública Participativa Gestión 2019. Santiago, Chile.
- Chile, Corporación Nacional Forestal. (2020e). Incendios forestales, Estadísticas históricas. Obtenida el 6 de junio de 2020 de <https://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/estadisticas-historicas/>
- Chile, Corporación Nacional Forestal. (2020f). Incendios forestales en las áreas del Sistema nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado. Información no publicada.
- Chile, Corporación Nacional Forestal. (2020g). Capas shapes de incendios de magnitud de las temporadas 2014 hasta 2019. Información no publicada.
- Chile, Corporación Nacional Forestal. (2020h). Registro de Planes de manejo. Información no publicada.
- Chile, Corporación Nacional Forestal. (2020i). Planes de manejo de las áreas del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado. Información no publicada.
- Chile, Corporación Nacional Forestal. (2020j). Viveros, listado de viveros forestales 2019. Obtenida el 15 de junio de 2020 de <https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/viveros/>

- Díaz, J., León, P., Marticorena, A., Celiz, J. & Giovannini P. Native Useful Plants of Chile: A Review and Use Patterns. *Economic Botany*, XX(X), 1–15.
- Dinerstein, E., Olson, D. M., Graham, D. J., Webster, A. L., Primm, S. A., Book-Binder, M. P. & G., Ledec. (1995). A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. Washington D. C., USA: World Bank, WWF.
- Chile, Dirección General de Aguas. (2020). Ríos principales: "Fuentes\_line\_Pricipales\_3.shp". Mapoteca DGA.
- Donoso, C. (1981). Tipos Forestales de los bosques nativos de Chile. Investigación y Desarrollo Forestal. Documento de Trabajo N° 38. Santiago, Chile: CONAF-FAO-PNUD.
- Donoso, C. (1997). *Ecología Forestal: El bosque y su medio ambiente* (5a Ed.). Santiago, Chile: Editorial Universitaria.
- Dudley, N. (Ed.). (2008). *Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas*. Gland, Suiza: UICN.
- Echeverría, C., Newton, A., Lara, A., Rey, J. M., & Coomes, D. (2007). Impacts of forest fragmentation on species composition and forest structure in the temperate landscape of southern Chile. *Global Ecology and Biogeography* 16(4), 426–439.
- Echeverría, Cristian, Newton, Adrian, Nahuelhual, Laura, Coomes, David, & ReyBenayas, Jose María (2012). How landscapes Change: Integration of spatial patterns and human processes in temperate landscapes of southern Chile. *Applied Geography*, 32(2), 822–831
- Edáfica-Ministerio del Medio Ambiente. (2020). Inventario de humedales urbanos y actualización catastro nacional de humedales. Informe etapa III. Santiago, Chile.
- España, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2020). Estrategia Estatal de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas. Obtenido el 20 junio de 2020 de [https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/conectividad-fragmentacion-de-habitats-y-restauracion/Infr\\_verde.aspx](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/conectividad-fragmentacion-de-habitats-y-restauracion/Infr_verde.aspx)
- Faith, D. P. (1992). Conservation evaluation and phylogenetic diversity. *Biology Conservation* 61(1), 1–10.
- Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 34, 487–515.
- Forest Stewardship Council- Chile. (2020). Superficie total certificada FSC en Chile (ha) distinguiendo plantaciones y bosque nativo. Información no publicada.
- Fuentes-Castillo, T., Scherson, R. Marquet, P., Fajardo, J. Corcoran, D. Román, M. J. & Pliscoff, P. (2019). Modelling the current and future biodiversity distribution in the Chilean Mediterranean Hotspot. The role of protected areas network in a warmer future. *Diversity and Distributions* 25(12): 1897–1909.

- Galleguillos, M., Castillo I. & Moncada M. (2020). Impactos en la biodiversidad en la zona mediterránea de Chile. Capítulo 9. En: González et al. 2020 Incendios forestales en Chile: causas, impactos y resiliencia (p-39-42). Santiago, Chile: Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Universidad de Chile, Universidad de Concepción y Universidad Austral de Chile.
- Garilleti, R., Mazimpaka, V. & Lara, F. (2012). New *Ulota* species with multicellular spores from southern South America. *The Bryologist* 115(4), 585-600.
- Garilleti, R., Mazimpaka, V. & Lara, F. (2015). *Ulota larrainii* (Orthotrichoideae, Orthotrichaceae, Bryophyta) a new species from Chile, with comments on the worldwide diversification of the genus. *Phytotaxa* 217(2): 133-144.
- GenBank. Buscador de nucleótido. Obtenido el 10 de septiembre de 2020 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>
- Geoadaptive. (2020). Clasificación y priorización de HUMEDALES de Chile. Santiago, Chile
- Global Environmental Facility. (2020). Proyectos. Obtenido el 30 de mayo de 2020 de <https://www.thegef.org/projects>
- González, M.E., Sapiains, R., Gómez-González, S., Garreaud, R., Miranda, A., Galleguillos, M., Jacques, M., Pauchard, A., Hoyos, J., Cordero, L., Vásquez, F., Lara, A., Aldunce, P., Delgado, V., Arriagada, Ugarte, A.M., Sepúlveda, A., Farías, L., García, R., Rondanelli, R., J., Ponce, R., Vargas, F., Rojas, M., Boisier, J.P., C., Carrasco, Little, C., Osses, M., Zamorano, C., Díaz-Hormazábal, I., Ceballos, A., Guerra, E., Moncada, M. & Castillo, I. (2020). Incendios forestales en Chile: causas, impactos y resiliencia. Santiago Chile: Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Universidad de Chile, Universidad de Concepción y Universidad Austral de Chile.
- González-Orozco, C., Mishler, B., Miller, J., Laffan, S., Knerr, N., Unmack, P., Georges, A., Thornhill, A., Rosauer & D., Gruber, B. (2015). Assessing biodiversity and endemism using phylogenetic methods across multiple taxonomic groups. *Ecology and Evolution* 5(22), 5177-5192.
- Gutiérrez, B., Ipinza R. & Barros, S. (Eds.). (2015). Conservación de Recursos Genéticos Forestales, Principios y Prácticas. Santiago, Chile: Instituto Forestal.
- Habit, E., K. Górski, D. Alò, E. Ascencio, A. Astorga, N. Colin, T. Contador, P. de los Ríos, V. Delgado, C. Dorador, P. Fierro, K. García, Ó. Parra, C. Quezada- Romegialli, B. Ried, P. Rivera, C. Soto-Azat, C. Valdovinos, I. Vera-Escalona, S. Woelfl (2019). Biodiversidad de ecosistemas de agua dulce. En: Marquet, P. et al. (Eds.), Biodiversidad y cambio climático en Chile: Evidencia científica para la toma de decisiones. Informe de la mesa de Biodiversidad. Santiago, Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.
- Haddad, N.M., Brudvig, L.A., Clobert, J., Davies, K.F., González, A., Holt, R.D., Lovejoy, T.E., Sexton, J.O., Austin, M.P., Collins, C.D., Cook, W.M., Damschen, E.I., Ewers, R.M., Foster, B.L., Jenkins, C.N., King, A.J., Laurance, W.F., Lively, D.J., Margules, C.R., Melbourne, B.A., Nicholls, A.O., Orrock, J.L., Song, D.X. & Townshend, J.R., (2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances* 1(2):1-9.

- Holl, K. & Aide, T. (2011). When and where to actively restore ecosystems? *Frest and Management* 261(10), 1558-1563.
- Ibáñez, I., Katz, D., Peltier, D., Wolf, S. & Connor, B. (2014). Assessing the integrated effects of landscape fragmentation on plants and plant communities: The challenge of multiprocess-multiresponse dynamics. *Journal of Ecology* 102(4), 882-895.
- Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (2016, noviembre). Conservación de los recursos genéticos chilenos. Trabajo presentado en el Seminario Internacional Recursos Genéticos y Cambio Climático, INIA Intihuasi, La Serena, Chile.
- Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (2020). Actualización de los recursos genéticos del INIA al 2019. Información no publicada.
- Chile, Instituto Forestal. (2019a). Anuario Forestal 2019. Boletín Estadístico N°168.
- Chile, Instituto Forestal. (2019b). Base de datos Observatorio de los Combustibles Derivados de la Madera. Información no publicada. Santiago, Chile.
- Chile, Instituto Forestal. (2020). Productos Forestales No Madereros. Boletín N°35.
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES secretariat, Bonn, Germany: S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneeth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, & C. N. Zayas (Eds.).
- Isaac, N., Turvey, S., Collen, B., Waterman, C. & Baillie, J. (2007). Mammals on the EDGE: Conservation Priorities Based on Threat and Phylogeny. *Plos one* 2(3), e296.
- Ireland, R., Bellolio, G., Larraín, J. & Rodríguez, R. (2017). Studies on the moss flora of the Bío-Bío Region of Chile: Part 3. *PhytoKeys* 77(4):1-20
- Kapos, V., J. Rhind, M. Edwards, M. Prince & C. Ravilious. (2000). Developing a map of the world's mountain forests. In: M. Price & N. Butt (Eds.), *Forests in Sustainable mountain development: A stage of knowledge report for 2000* (p.4-9). United Kingdom: CAB International, Wallingford.
- Lara, A., Zamorano C., Miranda A., González M. & Reyes, R. (2016). Bosques Nativos. En: *Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile. Comparación 1999-2015*. Universidad de Chile, Santiago, Chile: Instituto de Asuntos Públicos, Centro de Análisis de Políticas Públicas.
- Larraín, J. (2016). The mosses (Bryophyta) of Capitán Prat Province, Aisén Region, southern Chile. *PhytoKeys* 68(1),91-116
- Laurance, W.F., Clements, G.R., Sloan S., O'Connell C.S., Mueller N.D., Goosem M., Venter O., Edwards D.P., Phalan B., Balmford A. & Van Der Ree R. (2014). A global strategy for road building. *Nature* 513, 229-232.

- Lavorel, S. (1998). Mediterranean Terrestrial Ecosystems: Research Priorities on Global Change Effects. *Global Ecology and Biogeography*, 7: 157–166.
- Lobos, G., Vidal, M., Correa, C., Labra, A., Díaz-Páez, H., Charrier, A., Rabanal, F., Díaz, S. & Tala, C. (2013). Anfibios de Chile, desafíos para la conservación. Ministerio del Medio Ambiente, Fundación Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile y Red Chilena de Herpetología.
- Luebert, F. & Pliscoff, P. (2006). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Santiago, Chile: Editorial Universitaria.
- Luebert, F. & Pliscoff, P. (2017). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile (2ª Ed.). Santiago, Chile: Editorial Universitaria.
- Maldonado, F. (2005). Apuntes del Curso Ciencia y Manejo del Fuego. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Marquet, P., A. Lara, A. Altamirano, A. Alaniz, C. Álvarez, M. Castillo, M. Galleguillos, A. Grez, Á. Gutiérrez, J. Hoyos-Santillán, D. Manushevich, R. M. Garay, A. Miranda, E. Ostria, F. Peña-Cortés, J. Pérez-Quezada, A. Sepúlveda, J. Simonetti & C. Smith. (2019). Cambio de uso del suelo en Chile: Oportunidades de mitigación ante la emergencia climática. Informe de la mesa Biodiversidad. Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.
- Martínez-Tillería, K., Núñez-Ávila, M., León, C. A., Pliscoff, P., Squeo, F. A., & Armesto, J. J. (2017). A framework for the classification Chilean terrestrial ecosystems as a tool for achieving global conservation targets. *Biodiversity and Conservation*, 26(12), 2857–2876.
- Martínez, K., León-Lobos, P., Poulin, E. (2018). Diversidad genética. En: Ministerio del Medio Ambiente. Biodiversidad de Chile, patrimonio y desafíos (3ª Ed.) (p.61–69). Santiago, Chile.
- Maschio, G.F., Santos-Costa, M.C. & Prudente, A.L. (2016). Roadkills of snakes in a tropical rainforest in the Central Amazon Basin, Brazil. *South American Journal of Herpetology* 11: 46–53.
- Medvinsky-Roa, G., Caroca, V., & Vallejo, J. (2015). Informe sobre la situación de los Relaves Mineros en Chile para ser presentado en el cuarto informe periódico de Chile para el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, perteneciente al consejo Económico Social de la Naciones Unidas. Informe de Fundación Terram y Fundación Relaves. Obtenido el 17 de agosto de [https://tbinternet.ohchr.org/Treaties/CESCR/Shared%20Documents/CHL/INT\\_CESCR\\_CSS\\_CHL\\_20605\\_S.pdf](https://tbinternet.ohchr.org/Treaties/CESCR/Shared%20Documents/CHL/INT_CESCR_CSS_CHL_20605_S.pdf)
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Wellbeing: general synthesis*. Washinton DC, USA: Island Pres
- Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). Experiencia colombiana en infraestructura verde se da a conocer en foro internacional. Obtenida el 2 de julio de 2020 de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/3742-experiencia-colombiana-en-infraestructura-verde-se-da-a-conocer-en-foro-internacional>

- Chile, Ministerio del Medio Ambiente (2011). Análisis general de impacto económico y social del anteproyecto de revisión de la norma de emisión de NO, HC y CO para el control del NOx en vehículos en uso, de encendido por chispa (AGIES). Santiago, Chile.
- Chile, Ministerio del Medio Ambiente (2014). Quinto informe nacional de biodiversidad de Chile. Obtenido el 3 de noviembre de 2020 de [https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/08/Libro\\_Convenio\\_sobre\\_diversidad\\_Biologica.pdf](https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/08/Libro_Convenio_sobre_diversidad_Biologica.pdf)
- Chile, Ministerio del Medio Ambiente. (2016). Informe del estado del medio ambiente. Santiago, Chile.
- Chile, Ministerio del Medio Ambiente–Universidad de Concepción. (2016). Informe final. Metodología bases para la revisión de sitios prioritarios (SP) y otras áreas de alto valor ecológico (AVE), y propuesta de áreas con potencial de restauración para el desarrollo de una infraestructura ecológica con aplicación en una región piloto. Concepción, Chile: Núñez, M., C. Echeverría, M., Aguayo, & R., Fuentes.
- Chile, Ministerio del Medio Ambiente–Universidad de Concepción. (2018). Planificación ecológica de la infraestructura ecológica de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos y programa regional de prioridades de restauración ecológica en el contexto de los incendios de la temporada 2016–2017: aplicación en Región del Maule. Concepción, Chile: Echeverría, C., Fuentes R., Barrera, F. Aguayo M., Engler, A., Garrido, P., Vega, D. & Herrera A.
- Chile, Ministerio del Medio Ambiente. (2018). Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017–2030. Santiago, Chile.
- Chile, Ministerio del Medio Ambiente. (2019a). Reporte 2019, Sistema de Información y Monitoreo de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (SIMBIO), Región Metropolitana de Santiago. Santiago, Chile: MMA–ONU Medio Ambiente.
- Chile, Ministerio del Medio Ambiente. (2019b). Quinto Reporte del Estado del Medio ambiente 2019. Departamento de Información Ambiental.
- Chile, Ministerio del Medio Ambiente. (2020a). Sexto Informe Nacional de Biodiversidad de Chile. Santiago, Chile.
- Chile, Ministerio del Medio Ambiente. (2020b). Registro Nacional de Áreas Protegidas. Obtenido el 4 de enero de 2020 de <http://areasprotegidas.mma.gob.cl/>
- Chile, Ministerio del Medio Ambiente. (2020c). Nómima de especies según estado de conservación actualizado al 14 er proceso RCE 20 de diciembre 2018. Obtenido el 16 de enero de 2020 de <http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/informacion-procesos-2014.htm>
- Chile, Ministerio del Medio Ambiente. (2020d). Registro Nacional de Restauración Ecológica. Obtenido el 10 de febrero de 2020 de <https://restauracionecologica.mma.gob.cl/>

- Miranda, A., Carrasco, J. & González, M. (2020). La interfaz urbano-rural y el riesgo de incendios forestales. En: González et al. (2020). Incendios forestales en Chile: causas, impactos y resiliencia (p.15-18). Santiago, Chile: Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Universidad de Chile, Universidad de Concepción y Universidad Austral de Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente-Global Environment Facility-Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2016). Diagnóstico y Caracterización de las Iniciativas de Conservación Privada en Chile. Santiago, Chile: Salesianos Impresores.
- Mittermeier, R.A., P.R. Gil, M. Hoffmann, J. Pilgrim, T. Brooks, C.G. Mittermeier, J. Lamoreux & G.A.B. da Fonseca (Eds.). (2004). Hotspots Revisited: Earth's Biologically Wealthiest and most Threatened Ecosystems. México, México D.F: CEMEX.
- Morlans, A. (2010). Contaminación Difusa en Acuíferos: Estudio de Caso en la Comuna de Colina, Región Metropolitana. (Memoria para optar al título de Ingeniera Civil). Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.
- Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. da Fonseca & J. Kent. (2000). "Biodiversity hotspots for conservation priorities". *Nature*, 403, 853-858.
- Naiman, R., C. Johnston & J., Kelley. (1988). Alteration of North American streams by beaver. *Bioscience* 38: 753-761. En: Baldini A., Oltremari J., Ramírez M. (2008). Impacto del castor (*Castor canadensis*, Rodentia) en bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) de Tierra del Fuego, Chile. *Bosque* 29(2), 162-169, 2008.
- Navarro, L., Fernández, N., Guerra, C., Guralnick, R., Kissling, W., London M., Muller, F., Turak, E., Balvanera, P. Costello, M., Delavaud, A., El Serafi, G, Ferrier, S., Geijzendorffer, I., Geller, G., Jetz, W., Eun, K., Hyejin, K. & Pereira, H. (2017). Monitoring biodiversity change through effective global coordination. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 29:158-169.
- Chile, Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. (2019). Primer informe nacional sobre cumplimiento - TIRFAA. Obtenido el 10 de junio de 2020 de <http://www.fao.org/3/ca4440es/ca4440es.pdf>
- Olson, D., Dinerstein, E., Wikramanayake, E., Burgess, N., Powell, G., Underwood, E., D'Amico, J., Itoua, I., Strand, H., Morrison, J., Loucks, C., Allnutt, T., Ricketts, T., Kura Y., Lamoreux, J., Wettengel, W., Hedao, P. & Kassem, K. (2001). Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth. *BioScience* 51(11), 933-938.
- Pauchard, A. & R. García. (2020). Plantas exóticas y cambios en el régimen de incendios. En: González et al. (2020) Incendios forestales en Chile: causas, impactos y resiliencia (p. 31-33). Santiago, Chile: Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Universidad de Chile, Universidad de Concepción y Universidad Austral de Chile.
- Pinilla G. 2010. An index of limnological conditions for urban wetlands of Bogota city, Colombia. *Ecological Indicators* 10(4), 848-856.

- Pliscoff, P. (2015). Aplicación de los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) para la evaluación de riesgo de los ecosistemas terrestres de Chile. Informe Técnico elaborado por Patricio Pliscoff para el Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile.
- Pliscoff, P. & Luebert, F. (2008). Ecosistemas Terrestres. En: CONAMA (2008). Biodiversidad de Chile, Patrimonio y desafíos (p. 74-87). (3a Ed.). Santiago, Chile: Salesianos impresores.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2017a). Catálogo de las especies exóticas asilvestradas/naturalizadas en Chile. Santiago, Chile: Laboratorio de Invasiones Biológicas (LIB) Universidad de Concepción, Proyecto GEF/MMA/PNUD Fortalecimiento de los Marcos Nacionales para la Gobernabilidad de las Especies Exóticas Invasoras: Proyecto Piloto en el Archipiélago de Juan Fernández.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2017b). Valoración económica del impacto de siete especies exóticas invasoras sobre los sectores productivos y la biodiversidad en Chile. Santiago, Chile: Cerda, C., Skewes, O., Cruz, G., Tapia, P., Araos, A., Baeriswyl, F., Critician, P.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2007). Estado y Tendencias del Medio Ambiente: 1987-2007. En: Perspectivas del Medio Ambiente Mundial Geo-4, medio ambiente para el desarrollo (39-194). Randers, Dinamarca: Phoenix Design Aid.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2020). Proyectos. Obtenido el 15 de mayo de 2020 de <https://www.cl.undp.org/content/chile/es/home/projects.html>
- Promis, A., Cortés, D. & Espinoza, I. (2019). Ruta de los Parques Nacionales de la Patagonia: Conservación de la última naturaleza al sur del mundo. Biodiversidata Boletín N°8, 94-108.
- Ries L., Fletcher, R., Battin J. & Sisk, T. (2004). Ecological Responses to Habitat Edges: Mechanism, Models and Variability Explained. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 35(1): 491-522
- Ríos, H. & Varga, O. (2003). Ecología de las especies invasoras. Bogotá D. C., Colombia: Jardín Botánico Celestino Mutis Pérez - Arbeláiz N° 14.
- Rodríguez, R., Marticorena, C., Alarcón, D., Baeza, C., Cavieres, L., Finot, V., Fuentes, N., Kiessling, A., Mihoc, M., Pauchard, A., Ruiz, E., Sánchez, P. & Marticorena, A. (2018). Catálogo de las plantas vasculares de Chile. Gayana Botánica 75(1), 1-430.
- Rozzi, R., Armesto J. & Figueroa, J. (1994). Biodiversidad y conservación de los bosques nativos de Chile: una aproximación jerárquica. Bosque 15(2), 55-64.
- Ruiz de Gamboa, M. (2016). Lista actualizada de los reptiles de Chile. Boletín Chileno de Herpetología 3: 7-12
- Saavedra, B., Povea, P., Louit, C. & Chávez, C. (2018). Atropellos de fauna en la ruta D-705, sector: Illapel-Aucó-Los Pozos (Coquimbo, Chile), incluida la Reserva Nacional Las Chinchillas. Revista Biodiversidata Boletín N° 6 20-27.

- Sala O.E., F.S. Chapin III, J.J. Armesto, E. Berlow, J. Bloomfield, R. Dirzo, E. Huber-Sanwald, L.F. Huenneke, R.B. Jackson, A. Kinzig, R. Leemans, D.M. Lodge, H.A. Mooney, M. Oesterheld, N.L. Poff, M.T. Sykes, B.H. Walker, M. Walker & D.H. Wall. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287 (5459): 1770-1774
- Salafsky, N., R., Margoluis & K. Redford. (2001). *Adaptive Management: A Tool for Conservation Practitioners*. Washington, D.C.: Biodiversity Support Program, Adaptive Management.
- Salazar, E., León, P., Rosas & M., Muñoz. (2006). Estado de la conservación Ex situ de los recursos fitogenéticos cultivados y silvestres en Chile. Santiago, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA 156.
- Sandoval, A. (2020). Informe Consultoría: Elaboración de un Programa de Conservación ex situ de Plantas Nativas de Chile. Vicuña, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA-INTIHUASI, Banco base de Semillas.
- Santiago + Infraestructura Verde. (2020). Hacia un sistema de infraestructura verde para Santiago de Chile. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile. Obtenido el 2 de julio de 2020 de: <http://infraestructuraverdesantiago.cl/#leermas>
- Santibañez, F., Santibañez, P., Caroca, C., González, P., Gajardo, N., Perry, P., Simonetti, J., & Pliscoff, P. (2013). Plan de acción para la protección y conservación de la biodiversidad, en un contexto de adaptación al cambio climático. Santiago, Chile. Ministerio de Medio Ambiente - Fundación Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile.
- Santoro, M., Beaudoin, A., Beer, C., Cartus, O., Fransson, J.E.S., Hall, R.J., Pathe, C., Schmillius, C., Schepaschenko, D., Shvidenko, A., Thurner, M. & Wegmüller, U. (2015). Forest growing stock volume of the northern hemisphere: Spatially explicit estimates for 2010 derived from Envisat ASAR. *Remote Sensing of Environment* 168, 316-334
- Santoro, M. & Cartus, O. (2019). ESA Biomass Climate Change Initiative (Biomass cci): Global datasets of forest above-ground biomass for the year 2017, v1. Centre for Environmental Data Analysis, 02 December 2019. Obtenido el 25 de abril de [doi:10.5285/bedc59f37c9545c981a839eb552e4084](https://doi.org/10.5285/bedc59f37c9545c981a839eb552e4084). <http://dx.doi.org/10.5285/bedc59f37c9545c981a839eb552e4084>
- Sássi, C., Nascimento A; Miranda R & Carvalho G. Levantamento de animais silvestres atropelados em trecho da rodovia BR482. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 65(6), 1883-1886.
- Scherson, R., Albornoz, A, Moreira, A & Urbina, R. (2014). Endemicity and evolutionary value a study of Chilean endemic vascular plant genera. *Ecology and Evolution* 4 (6), 806-816.
- Scherson, R., Thornhill, A., Urbina-Casanova, R., Freyman, W., Pliscoff, P. & Mishler, B. (2017). Spatial phylogenetics of the vascular flora of Chile. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 112, 88-95.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2020). Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi. Obtenido el 15 de mayo de 2020 de <https://www.cbd.int/doc/strategic-plan/2011-2020/Aichi-Targets-ES.pdf>

- Chile, Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. (2019). Informe sobre uso de antimicrobianos en la salmicultura nacional año 2018. Valparaíso, Chile.
- Simonetti, J., Grez, A. & Bustamante, R. (2006). Interacciones y procesos en el bosque maulino fragmentado. En: Grez, A. Simonetti, J & Bustamante, R. (Eds). Biodiversidad en ambientes fragmentados de Chile: patrones y procesos a diferentes escalas (99-114). Santiago, Chile: Editorial Universitaria.
- Smith, C., González, M., Echeverría, C. & Lara, A. (2015). Estado actual de la restauración ecológica en Chile, perspectivas y desafíos. Anales del Instituto de la Patagonia. Chile 43(1), 11-22.
- Society for Ecological Restoration. The SER International Primer on Ecological Restoration. (2004). Tucson Arizona, USA.
- Suarez, R., Brodeur, J. & Zaccagnini M. E. (2013). Los Agroquímicos y el Ambiente. En: Programa de Formación Integral en el Uso Responsable de los Fitosanitarios. Buenos Aires, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Chile, Superintendencia del Medio Ambiente. (2019). Priorización de humedales altoandinos 2019. Equipo de Geoinformación, Departamento de Gestión de la Información. Información no publicada.
- Sustainable Development Goals. (2020). SDG indicators. Obtenido el 20 de mayo de 2020 de <https://unstats.un.org/sdgs/indicators/database/>
- Strauss, S. Y., Webb, C. O. & Salamin, N. (2006). Exotic taxa less related to native species are more invasive. Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America 103(15), 5841-5845.
- Tansley, A.G. (1935). The use and abuse of vegetational concepts and terms. Ecology 16(3):284-307.
- The European Space Agency Climate Change Initiative. (2018). ESA CCI Land cover. Obtenido el 2 de agosto de 2020 de <https://www.esa-landcover-cci.org/?q=node/164>
- Trombulak, S. C., & Frissell, C. A. (2000). Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. Conservation Biology 14(1), 18-30.
- Von Bernath, Z., Torres, M., de la Barrera, F., Lobos, G., Ruiz, V., Serey, I. & Tironi, A. (2018). "Identificación de ecosistemas continentales y los servicios que estos proveen", informe final. Santiago, Chile: Cienciambiental Consultores.
- Wright, J.P., C.G., Jones & A.S., Flecker. (2002). An ecosystem engineer, the beaver, increases species richness at the landscape scale. Oecología 132: 96-101 In: Baldini A., Oltremari, J., Ramírez, M. (2008). Impacto del castor (*Castor canadensis*, Rodentia) en bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) de Tierra del Fuego, Chile. Bosque 29(2): 162-169.