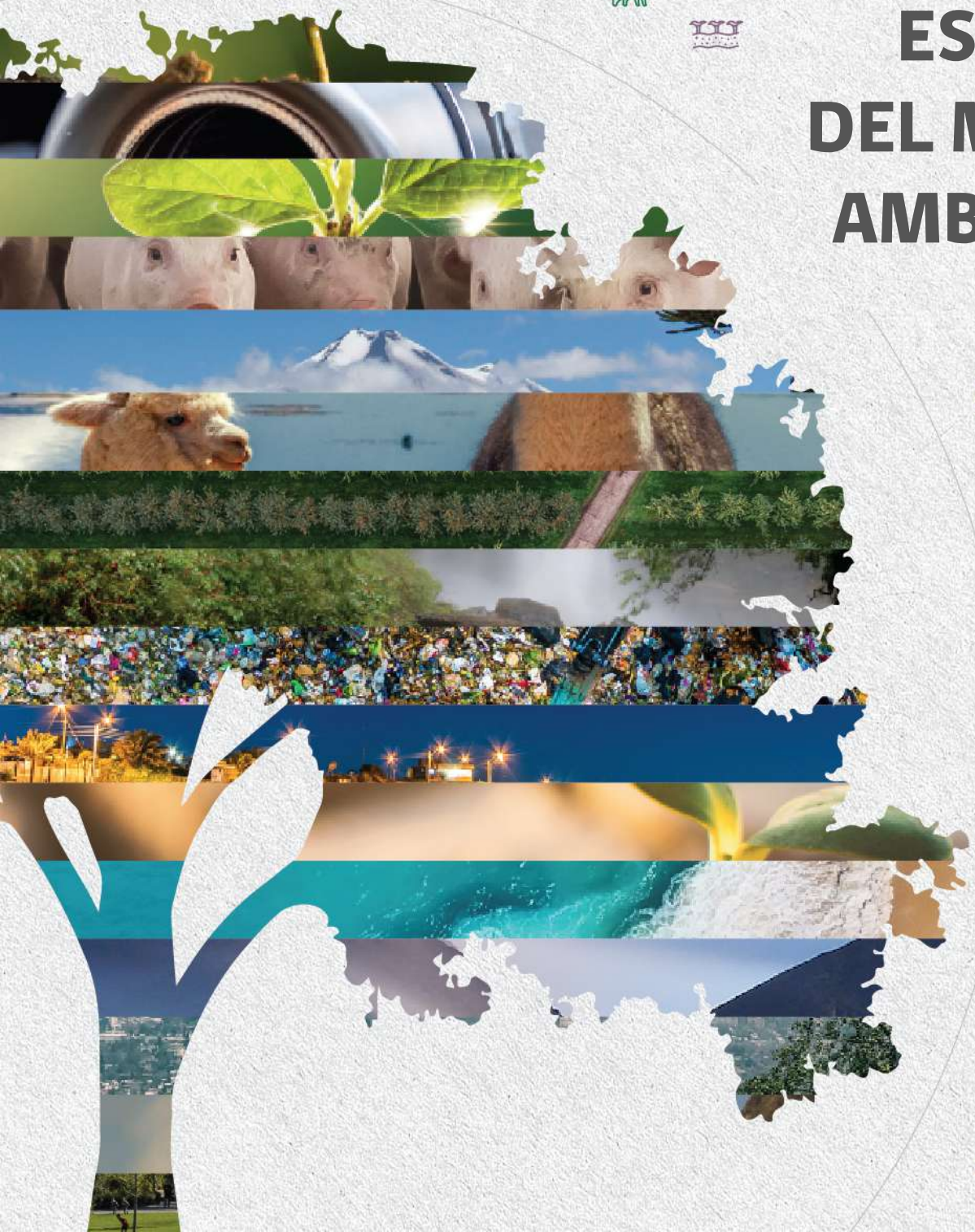
Ministerio del Medio Ambiente

Gobierno de Chile

INFORME DEL

ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE

2020



Ministerio del Medio Ambiente

Gobierno de Chile

INFORME DEL

ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE

2020

INFORME DEL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE 2020
Ministerio del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

MINISTRA DEL MEDIO AMBIENTE

Carolina Schmidt Zaldívar

SUBSECRETARIO DEL MEDIO AMBIENTE

Javier Naranjo Solano

JEFA DIVISIÓN DE INFORMACIÓN Y ECONOMÍA AMBIENTAL

Tatiana García Quevedo

JEFE DEPARTAMENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL

Marcos Serrano Ulloa

ENCARGADO DE INDICADORES Y CUENTAS AMBIENTALES Y RESPONSABLE DEL INFORME

Álvaro Shee Smith

COORDINACIÓN Y EDICIÓN GENERAL

Álvaro Shee Smith

Francisco Hani Ibáñez

EQUIPO DE TRABAJO

DEPARTAMENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL

Leonardo Barraza Hidd

Maritza Barrera Curihuentro

Daniela Cortés Araya

Nelson Figueroa Serrano

Sebastian Franco Peña

Claudia Gajardo Devia

Francisco Hani Ibáñez

María José Herrera Cabrera

Eduardo Kawanabe Martinez

Pamela Lara Molina

Marisol Piña Parraguez

Juan Pizarro Miranda

Viviana Riveros Pizarro

Bárbara Salas Arellano

Marcelo Sánchez Ramírez

Marcos Serrano Ulloa

Álvaro Shee Smith

APOYO DE CONTENIDOS Y EDICIÓN

ADDERE INVESTIGACIONES Y TECNOLOGÍA LTDA :

Claudia Peña Urrutia

Gerardo Rivas Perlwitz

DIAGRAMACIÓN Y DISEÑO

Claudia Moya Velis

Agustín Fuentes Acevedo

Leslie Gatica Trujillo

Rodrigo Garrido Lepe

Solange Clement Vincenti

Francisco Barría González

Ministerio del Medio Ambiente

Santiago de Chile, diciembre de 2020

AGRADECIMIENTOS

Este Tercer Informe del Estado del Medio Ambiente fue elaborado con información ambiental generada por:

- Servicios públicos miembros del Comité Interinstitucional de Información Ambiental, coordinado por el Ministerio del Medio Ambiente, y que actualmente cuenta con la participación de 25 instituciones con sus respectivas 60 subdivisiones administrativas.:

INSTITUCIÓN	SERVICIO
Banco Central de Chile (BCCh)	Banco Central de Chile
Carabineros de Chile	Secretaría General de Carabineros de Chile
Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC)	Dirección Meteorólogica de Chile (DMC)
Instituto Geográfico Militar	Instituto Geográfico Militar
Ministerio de Agricultura (MINAGRI)	Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN)
	Comisión Nacional de Riego (CNR)
	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
	Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)
	Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
	Instituto Forestal (INFOR)
	Oficina de Estudios y Politicas Agrarias (ODEPA)
	Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)
Ministerio de Bienes Nacionales	Subsecretaría de Bienes Nacionales
Ministerio de Defensa	Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR)
	Servicio Aerofotogramétrico de la Fuerza Aérea de Chile (FACH)
	Servicio Hidrografico y Oceanográfico del Estado (SHOA)
	Subsecretaría de Defensa
	Subsecretaría para las Fuerzas Armadas (SSFFAA)
Ministerio de Desarrollo Social y Familia	Subsecretaría de de Desarrollo Social
	Corporación Nacional de Desarrollo Índigena

INSTITUCIÓN	SERVICIO
Ministerio de Economía, Fomento y Turismo	Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático de CORFO
	Corporación de Fomento de la Producción (CORFO)
	Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)
	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
	Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA)
	Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR)
	Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA)
	Subsecretaría de Turismo
Ministerio de Educación	Subsecretaría de Educación
Ministerio de Energía	Agencia de Sostenibilidad Energética
	Centro Nacional para la innovación y fomento de las energías sustentables (CIFES)
	Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN)
	Comisión Nacional de Energía (CNE)
	Subsecretaría de Energía
	Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC)
Ministerio de Hacienda	Dirección de Compra y Contratación Pública (CHILECOMPRA)
	Dirección de Presupuestos (DIPRES)
	Servicio de Impuestos Internos (SII)
	Servicio Nacional de Aduanas
	Subsecretaría de Hacienda
Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género	Subsecretaría de la mujer y la equidad de genéro
Ministerio de Minería	Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO)
	Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)
	Subsecretaría de Minería
Ministerio de Obras Públicas	Dirección de Obras Hidráulicas (DOH)
	Dirección General de Aguas (DGA)
	Dirección General de Obras Públicas (DGOP)
	Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)

INSTITUCIÓN	SERVICIO
Ministerio de Salud	Subsecretaria de Salud Pública
	Subsecretaría de Salud Pública
Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones	Secretaría de Planificación de Transporte (SECTRA)
	Subsecretaría de Transportes
Ministerio de Vivienda y urbanismo	Subsecretaría de Vivienda y Urbanismo
Ministerio del Interior y Seguridad Pública	Oficina Nacional de Emergencia (ONEMI)
	Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE)
Ministerio del Medio Ambiente	Servicio de Evaluación Ambiental (SEA)
	Subsecretaría del Medio Ambiente
	Superintendencia del Medio Ambiente (SMA)
Ministerio del Trabajo y Previsión Social	Subsecretaría del Trabajo y Previsión Social
Policía de Investigaciones de Chile	Policía de Investigaciones de Chile

- Comité Ministerial de Información Ambiental con sus 17 subdivisiones de la Subsecetretaría del Medio Ambiente:

SERVICIO	DIVISIÓN/OFICINA
Subsecretaría del Medio Ambiente	Div. De Información y Economía Ambiental
	División de Calidad de aire/Departamento de Planes y Normas
	División de Calidad de aire/Departamento de Redes de monitoreo
	División de Calidad de aire/Departamento de Ruido, Luminica y Olores
	División de Educación Ambiental y Participación ciudadana
	División de Educación Ambiental y Participación ciudadana/Departamento de ciudadanía
	División de Recursos Naturales y Biodiversidad/Departamento de Áreas Protegidas
	División de Recursos Naturales y Biodiversidad/Departamento de Conservación de Especies
	División de Recursos Naturales y Biodiversidad/departamento de Políticas y Planificación de la biodiversidad
	División Jurídica
	Oficina de Asuntos Internacionales
	Oficina de atención a la ciudadanía y archivo
	Oficina de Auditoría
	Oficina de Cambio Climático
	Oficina de Evaluación Ambiental
	Oficina de Implementación Legislativa y Economía Circular
	Sección de análisis e inteligencia de negocios

CONTENIDOS

PRÓLOGO	
INTRODUCCIÓN	
CAP 01. FUERZAS MOTRICES	
CAP 02. INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL Y DESARROLLO SUSTENTABLE	
CAP 03. GÉNERO Y MEDIO AMBIENTE	
CAP 04. PUEBLOS INDÍGENAS	
CAP 05. AGUAS CONTINENTALES	
CAP 06. OCÉANOS	
CAP 07. BIODIVERSIDAD	
CAP 08. TIERRAS	
CAP 09. INFRAESTRUCTURA VERDE URBANA	
CAP 10. RESIDUOS	
CAP 11. CONTAMINACIÓN LUMÍNICA	
CAP 12. RUIDO AMBIENTAL	
CAP 13. OLORES	
CAP 14. CALIDAD DEL AIRE	
CAP 15. CAMBIO CLIMÁTICO	
CAP 16. CAPA DE OZONO	
CAP 17. EVENTOS EXTREMOS Y DESASTRES	
LISTA DE INDICADORES	
LISTA DE FIGURAS, TABLAS Y RECUADROS	

PRÓLOGO

Nuestro compromiso de avanzar hacia un Chile más sustentable, justo e inclusivo, es el motor que nos mueve como Estado a llevar adelante acciones dirigidas a proteger el medio ambiente y mejorar la calidad de vida de todas las personas.

Proteger nuestra riqueza en biodiversidad, reducir las emisiones, avanzar hacia una economía circular que promueva el uso razonable de recursos naturales y el manejo sustentable de los residuos, asumir un rol proactivo en frenar el cambio climático y ser un país carbono neutral, son parte de las ambiciosas metas de desarrollo sustentable que nos hemos trazado. Sin embargo, estamos conscientes de que éstas solo podrán conseguirse con el compromiso de la sociedad en su conjunto.

En este sentido, resulta un factor clave la colaboración de todos los actores sociales y la ciudadanía informada, que además de ser partícipe en la generación de una cultura ambiental responsable, se involucre también en el diseño, aplicación y cumplimiento de políticas ambientales, con sus consecuentes planes, programas y normas.

Es por eso por lo que hemos desarrollado este tercer Informe del Estado del Medio Ambiente (IEMA), el cual pone a disposición de la comunidad nacional e internacional más de 340 indicadores del comportamiento medioambiental de Chile, agrupados en 17 temáticas.

Éste incorpora por primera vez, además, indicadores de carácter ambiental establecidos en la Agenda 2030 de las Naciones Unidas para alcanzar los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible. Similar a una completa radiografía, este documento indaga en las presiones que se ejercen sobre nuestros ecosistemas, su estado de conservación y las respuestas de la institucionalidad ambiental, orientadas a

En él se ven reflejados importantes avances, como la expansión de áreas terrestres y marinas protegidas; la dictación de planes de descontaminación; las normas de emisiones al aire, agua y suelos; los planes de adaptación al cambio climático y el compromiso de Chile en la acción global contra el mismo. También permite visualizar la efectividad de estas medidas a mediano plazo, y así focalizar los esfuerzos, además de emprender nuevas acciones en las áreas que presentan desafíos pendientes.

De esta manera, el Informe del Estado del Medio Ambiente busca ser una herramienta fundamental de información, que contribuya a la generación de acciones locales y globales en pos del desarrollo sustentable que nos convoca hoy como país y como humanidad.



Carolina Schmidt Zaldívar
Ministra del Medio Ambiente

INTRODUCCIÓN

Proporcionar una vida digna a los casi 18,8 millones de chilenos, sin comprometer aún más el medio ambiente y los recursos del planeta, es uno de los grandes desafíos y responsabilidades que el país ha enfrentado en las últimas décadas. Para ello es clave el buen funcionamiento de los sistemas naturales de soporte vital, en diferentes formas y contextos.

Uno de los instrumentos que tiene el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) para evaluar la situación ambiental de nuestro país es el Informe del Estado del Medio Ambiente (IEMA), que permite monitorear el estado de los distintos componentes del medio ambiente, así como de las acciones y políticas públicas que se implementan para abordar los problemas que los afectan. Tal como lo establece la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, se trata de una publicación que se realiza cada cuatro años, con base en información validada por los distintos servicios públicos con competencia ambiental.

Para la construcción de este tercer informe se tomaron elementos del proceso de Evaluación Ambiental Integral del GEO (Global Environment Outlook, o Perspectivas del Medio Ambiente Mundial) de la Organización de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, que considera un proceso participativo, consultivo y creador de capacidades para la evaluación del estado del medio ambiente. El enfoque GEO permite que el IEMA esté dirigido a un público amplio al ofrecer información que apoya a la gestión, a la toma de decisiones y a la formulación de políticas ambientales.

La evaluación ambiental integral busca responder una serie de preguntas claves para conocer el estado del medio ambiente, entre ellas:

§ ¿Qué le está pasando al medio ambiente y por qué?

§ ¿Cuáles son las consecuencias para el medio ambiente y la población?

§ ¿Qué se está haciendo y cuán eficiente son estas medidas?

Para dar respuesta a estas preguntas se ha utilizado como marco analítico del modelo de DPSIR (por su sigla en inglés: Drivers, Pressures, State, Impact, Response) o Fuerza Motriz, Presión, Estado, Impacto y Respuesta. Este marco intenta mostrar relaciones de causalidad entre las variables que afectan las componentes ambientales y su caracterización específica (**Figura 1**).

En este informe se muestran indicadores referidos a los siguientes aspectos de las diferentes matrices ambientales:

FUERZAS MOTRICES: se refieren a factores o variables indirectas que están detrás de las presiones más específicas que afectan al medio ambiente.

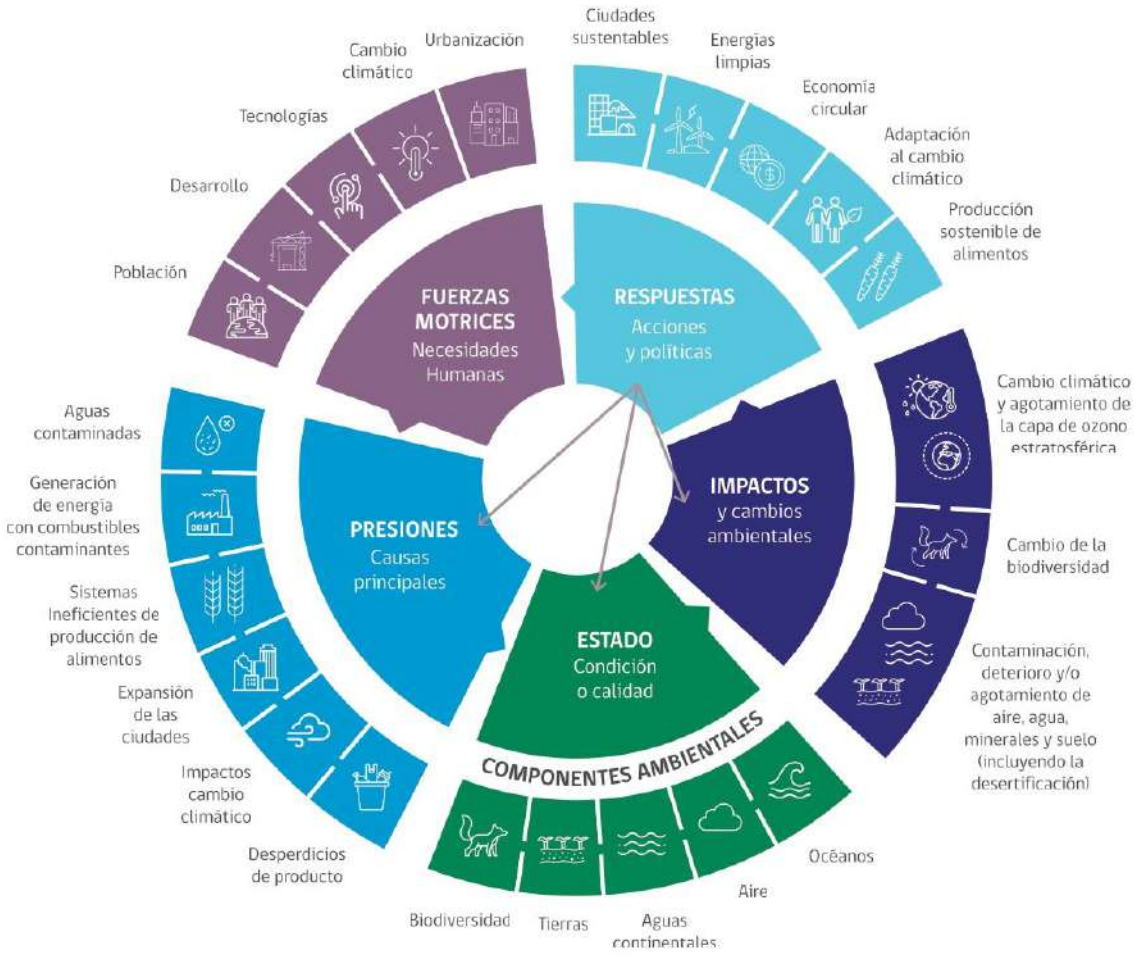
PRESIONES: se refieren a factores o variables directas que afectan el estado de los componentes del medio ambiente, de manera individual o colectiva. Estas presiones pueden ser de orden antrópico o deberse a procesos naturales.

ESTADO: se refiere a la situación en que se encuentran los componentes del medio ambiente, producto de las fuerzas motrices y de las presiones.

IMPACTO: El estado de los componentes ambientales está asociado a impactos de distinto orden, tanto en la calidad de vida o en la salud de las personas, así como en los servicios ecosistémicos que entrega el medio ambiente.

RESPUESTAS: se refiere a las acciones que realizan tanto las autoridades, como la sociedad en general, ya sea en orden a disminuir los impactos ambientales o también para adaptarse a éstos. Estas acciones afectarán el estado de los componentes del medio ambiente, así como las presiones y las fuerzas motrices.

Figura 1. Modelo Fuerza Motriz, Presión, Estado, Impacto y Respuesta



Fuente: Adaptado de ONU Medio Ambiente GEO 6 por MMA.

La información contenida en este informe corresponde a la generada por distintos servicios públicos y el MMA, quienes conforman los Comités Interinstitucional y Ministerial de Información Ambiental, instancias que buscan coordinar los esfuerzos que el sector público realiza en materia de información ambiental, lo cual contribuye de manera concreta a la necesaria sinergia entre la política pública y los distintos sectores de la sociedad.

Este año ponemos a disposición de todo el país el tercer IEMA compuesto por 17 capítulos, que recogen además varios de los indicadores establecidos en la Agenda 2030 de las Naciones Unidas para alcanzar los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Los capítulos del IEMA son los siguientes:

1. Fuerzas Motrices
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable
3. Género y Medio Ambiente
4. Pueblos Indígenas
5. Aguas Continentales
6. Océanos
7. Biodiversidad
8. Tierras
9. Infraestructura Verde Urbana
10. Residuos
11. Contaminación Lumínica
12. Ruido Ambiental
13. Olores
14. Calidad del Aire
15. Cambio Climático
16. Capa de Ozono
17. Eventos Extremos y Desastres

En esta entrega se ha dado especial relevancia al acceso a la información consagrada como un instrumento de gestión ambiental en la Ley 19.300, para ello, la publicación digital de este informe disponible en la página web del Sistema Nacional de Información Ambiental[1] (SINIA) incorpora espacios interactivos, lo que permite al lector acceder a cerca de 340 indicadores y sus correspondientes datos descargables.



1 https://sinia.mma.gob.cl

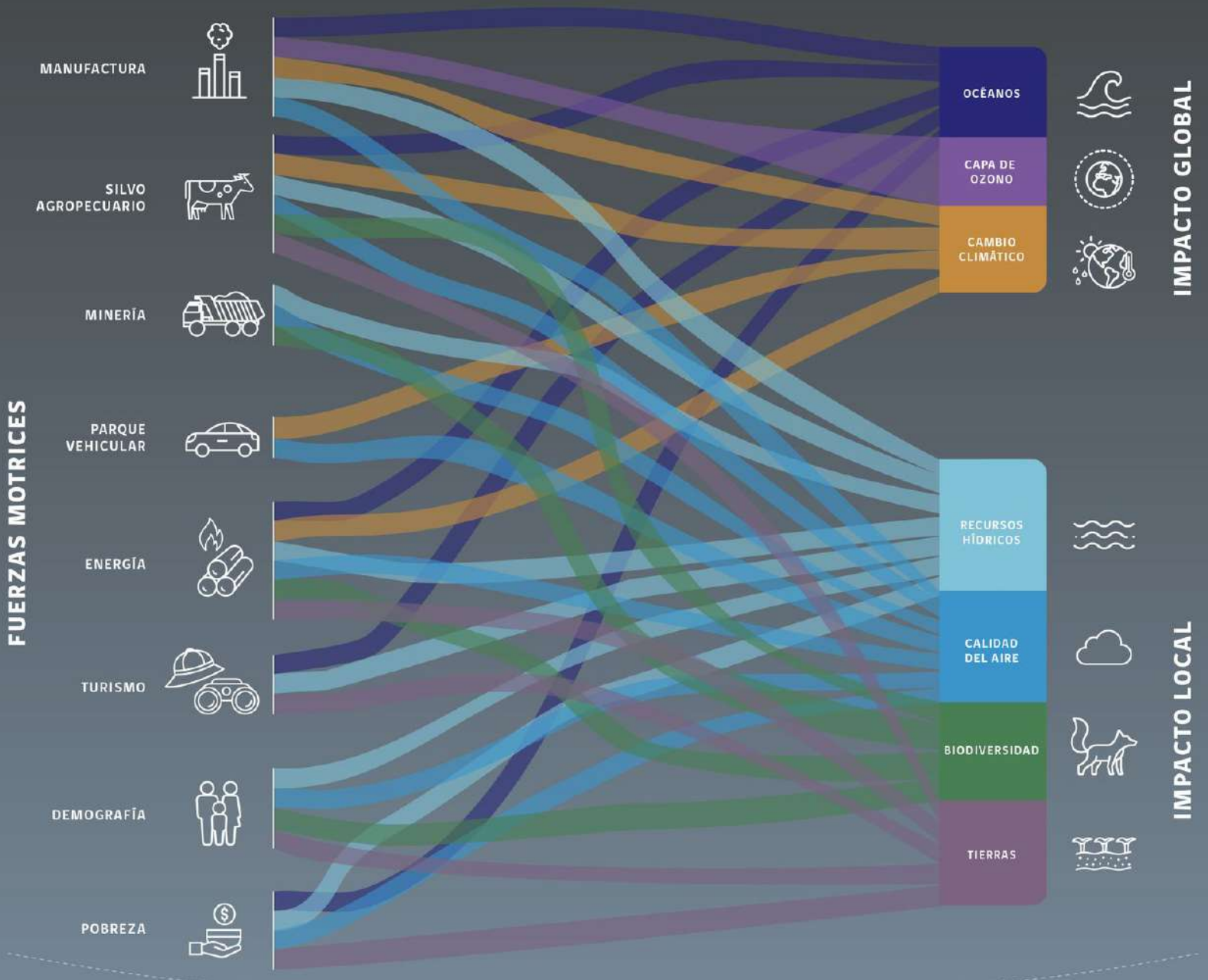


CAPÍTULO **1**

FUERZAS MOTRICES

FUERZAS MOTRICES

Se refieren a las principales fuerzas socioeconómicas y que ejercen presiones del estado del medio ambiente. Estas fuerzas derivan mayormente de acciones humanas con sus propias reglas de movimiento y comportamiento. El presente capítulo presenta una serie de indicadores respecto a la matriz energética, demografía, los sectores productivos, la pobreza y la desigualdad de Chile. Estos indicadores son la base desde la cual surgen varios de los principales problemas ambientales de Chile.



2018
PARQUE VEHICULAR NACIONAL
5.460.302 vehículos → **▲ 6%** respecto al 2017

2018
OFERTA TOTAL ENERGÍA PRIMARIA
66,1% Combustibles fósiles

CHILE
19.107.216
habitantes en 2019
88,4% Zonas urbanas
11,6% Zonas rurales

2019
POBREZA
802 Campamentos
▲66% respecto al 1985

CONTENIDO

Introducción
1. Antecedentes
2. Población
    2.1. Población nacional
    2.2. Población nacional por rango de edad y género
    2.3. Población Mundial
    2.4. Población migrante
3. Antecedentes sociales y económicos
    3.1. Antecedentes sociales: desarrollo, pobreza y desigualdad
    3.2. Antecedentes económicos
4. Energía
5. Consumo de materiales
6. Conflictos socioambientales
Referencias

INTRODUCCIÓN

Las fuerzas motrices se refieren a las principales fuerzas socioeconómicas que ejercen presiones o influencias sobre el estado del medio ambiente. El presente capítulo describe variables e indicadores de tipo demográfico, sociales y económicos, los cuales permiten conocer la situación actual y analizar los principales cambios ocurridos en los últimos años en el país. Asimismo, constituyen algunas de las principales fuerzas motrices, o presiones indirectas, que impactan al medio ambiente. Desde la perspectiva ambiental, los impactos del crecimiento demográfico se ven reflejados principalmente en el aumento de requerimientos de suelo y demanda de recursos naturales y energía. Si bien el aumento de la población es una variable clave para analizar las presiones sobre los sistemas naturales, también se deben analizar antecedentes relacionados a su distribución, patrones migratorios y también antecedentes sociales y económicos, como la pobreza y desigualdad, que determinan los comportamientos de la población, su relación con los territorios que habitan y el acceso a recursos tecnológicos. Por su parte, el crecimiento de la actividad productiva, así como el consumo de energía y el parque vehicular, se encuentran vinculados al aumento del consumo de recursos naturales, emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos, generación de residuos sólidos y líquidos, entre otras presiones que afectan al medio ambiente y la población.

1. Antecedentes

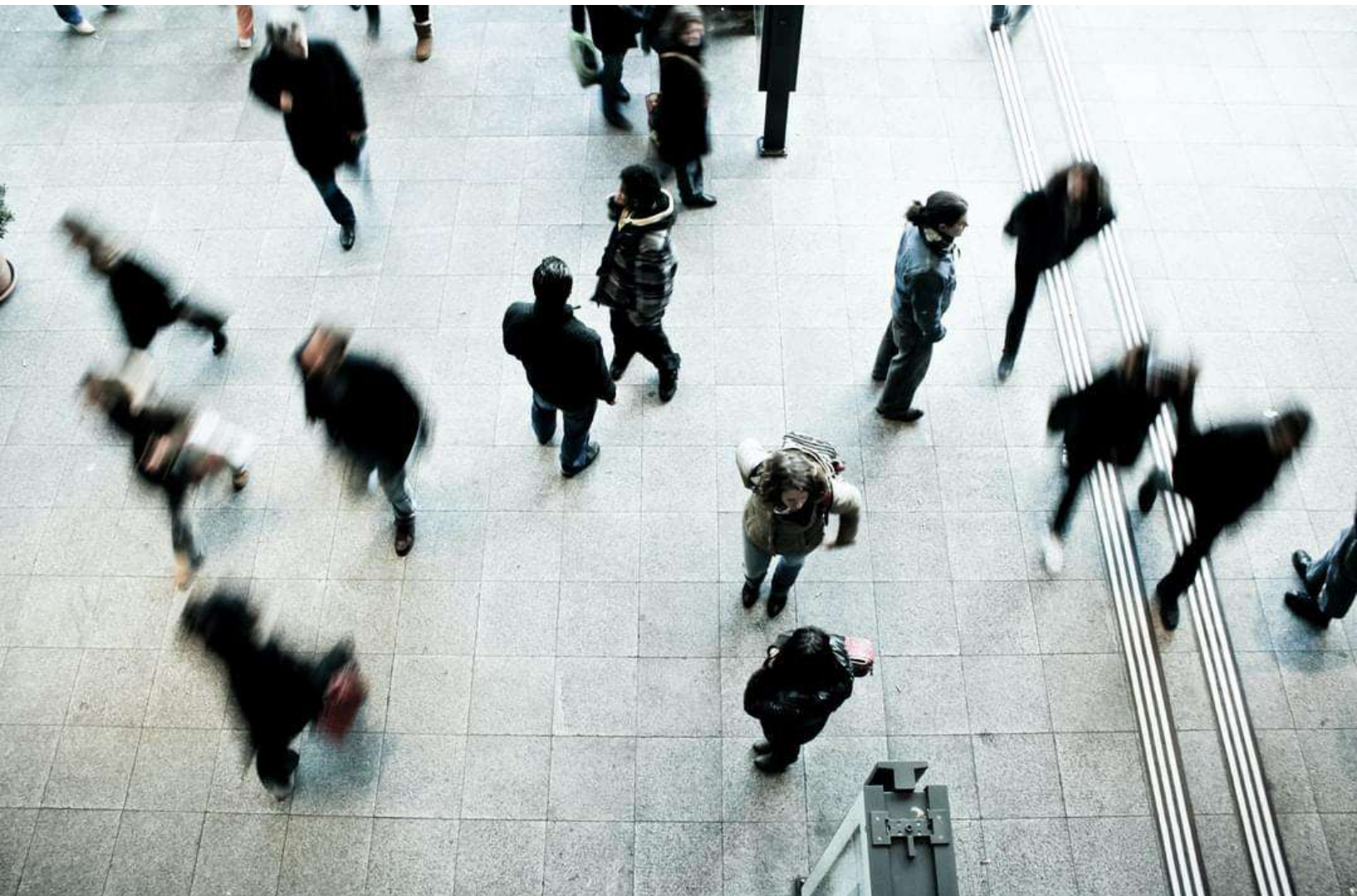
El crecimiento y la composición de la matriz productiva generan diversas presiones sobre los componentes ambientales, directa o indirectamente. Residuos, olores, uso de suelo y gases contaminantes figuran entre las influencias más relevantes sobre el suelo, la calidad del aire y los cuerpos de agua. En la misma línea, la composición de la matriz energética -uno de los grandes desafíos ambientales del país- está asociada a emisiones de contaminantes atmosféricos que afectan la calidad del aire y de gases de efecto invernadero causantes del cambio climático.

De igual modo, la expansión demográfica y la composición social causan presiones sobre el medio ambiente a través de la necesidad de energía, agua potable, alimentos y de servicios para abastecer a la población. En este ámbito socioeconómico, destaca la reducción de la pobreza lograda por Chile. Así como la inmigración y el envejecimiento de la población irrumpen como dos de los fenómenos sociodemográficos más significativos del último tiempo.

Los efectos e impactos que estas fuerzas motrices pueden ocasionar se tratan en los diferentes capítulos de este informe.

2. Población

Muchas de las presiones sobre el medio ambiente son proporcionales al número de habitantes que utilizan los recursos naturales del territorio. Si bien los avances tecnológicos pueden mitigar los impactos, cuando una población crece más allá de la capacidad de carga de su ecosistema, sus poblaciones colapsan. En algunas ocasiones el ecosistema se recupera, pero en otras ocasiones queda afectado permanentemente. Esto ha sucedido a las poblaciones humanas durante su historia, conforme crecen más allá de la capacidad de carga del valle, isla o paisaje que sostiene su sociedad, han tenido que enfrentar hambrunas, plagas o colapsos (Diamond, 2005).



2.1. Población nacional

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas, INE (2019), la población total estimada de Chile para el año 2019 asciende a 19.107.216 habitantes.

En los últimos 15 años el número de habitantes ha presentado un crecimiento sostenido, con una leve aceleración a partir de 2016. Si entre 2008 y 2009 la población aumentó en 183.324 personas, diez años después, entre 2018 y 2019, creció en 355.811. (**Figura 2**).

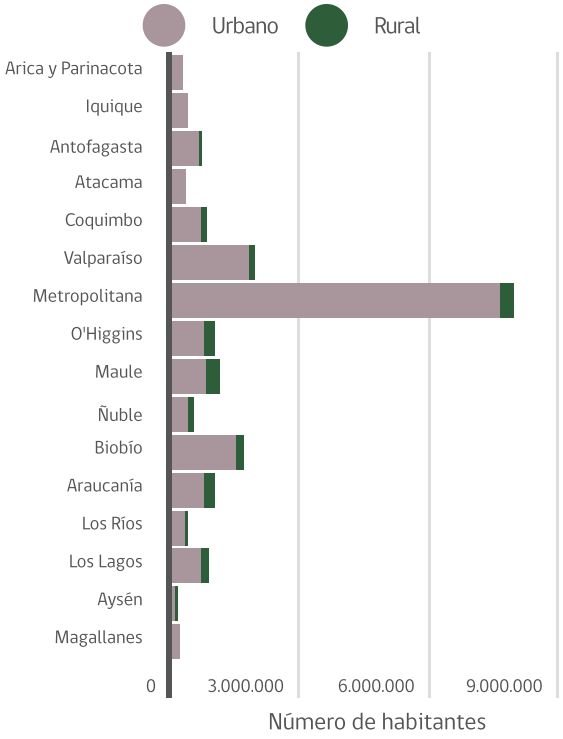
De la población en 2019, la Región Metropolitana concentra la mayor proporción (41,4%), con 7.915.199 habitantes, seguida por Valparaíso (10,1%) y Biobío (8,7%) (**Figura 1**).

En cuanto a población urbana y rural, al igual que gran parte del mundo, Chile experimentó una acelerada urbanización durante el siglo XX. Si bien en los últimos años este proceso ha disminuido su velocidad, en 2019 el país ostenta 88,4% de su población viviendo en zonas urbanas.

La población rural en 2019, por su parte, alcanza a 2.223.520 habitantes, con una alta variabilidad en su distribución regional. Así, en las regiones Metropolitana y de Antofagasta, no supera el 4%, mientras en varias regiones de la zona centro-sur del país -como Maule, Ñuble, Araucanía y Los Ríos- representa al menos 25% del total regional.

La urbanización del país respecto del mundo, según estimaciones del Banco Mundial (Banco Mundial, 2020), para el año 2018 el 55,3% de la población mundial vivió en áreas urbanas en comparación con el 88,4% de Chile, lo cual indica que se ha experimentado un proceso de urbanización mucho más acelerado que gran parte del mundo.

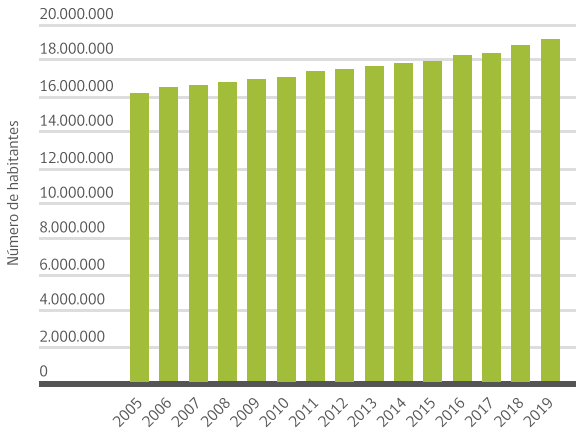
Figura 1. Distribución de la población urbana/rural por región, 2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2019,

Figura 2. Evolución de la poblacion total a nivel país, 2005 - 2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2019,

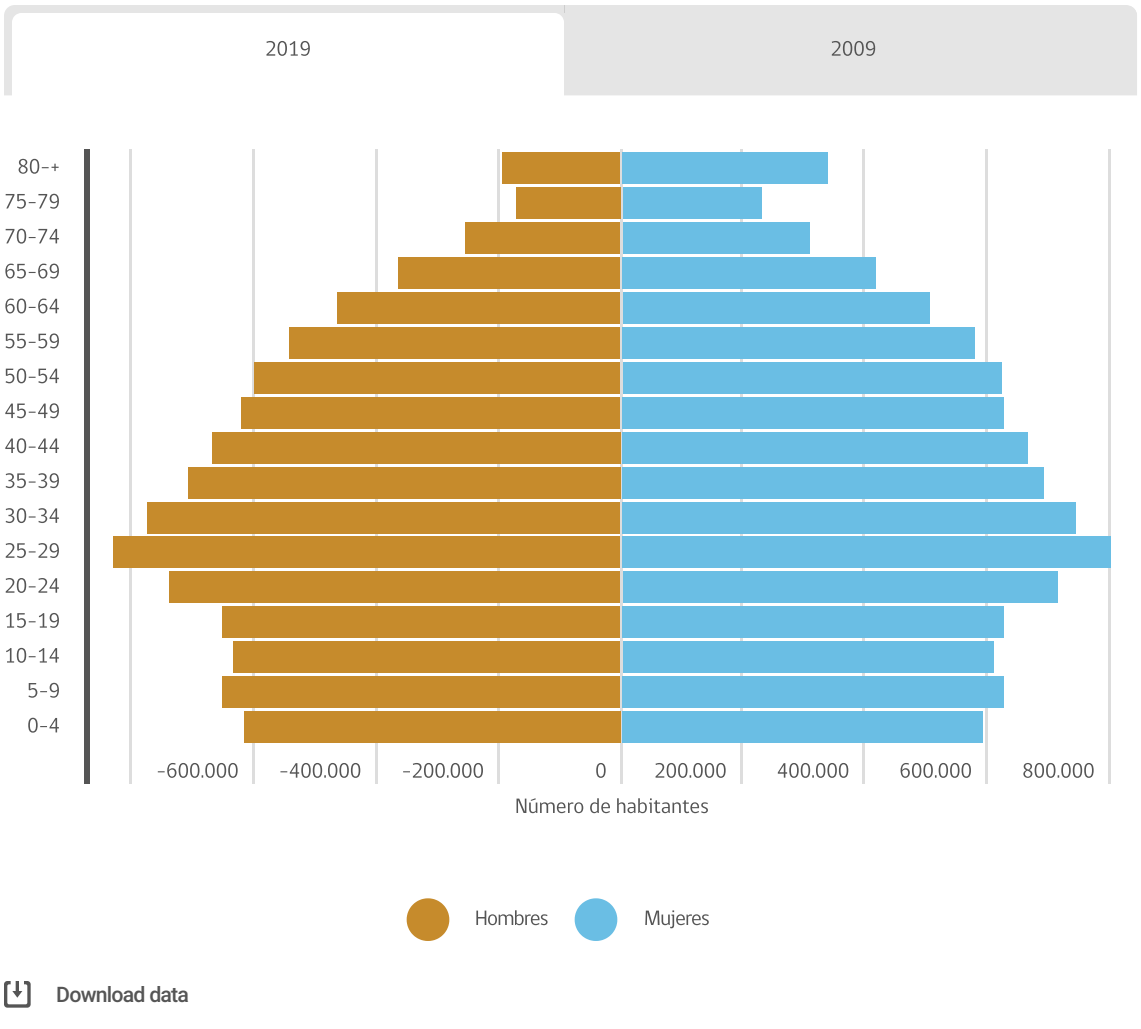
2.2. Población nacional por rango de edad y género

En 2019 el 50,7% de la población nacional lo componen mujeres y 49,3%, hombres. Esta distribución se profundiza conforme se avanza en edad: en las personas adultas desde 65 años, las mujeres representan 57%, subiendo a 64,2% en el segmento mayor o igual a 80 años.

Respecto a la pirámide poblacional, las categorías etarias más frecuentes se encuentran entre los 20 y 39 años, aunque estas, en conjunto, equivalen solo a 31,3% de la población nacional.

Los datos apuntan a que el país está viviendo un proceso de envejecimiento poblacional (**Figura 3**). En efecto, si en 2009 la población menor a 20 años representaba 31,2% y la mayor o igual a 65, el 9,17%, en 2019 estos porcentajes son de 26,1% y 11,8%, respectivamente.

Figura 3. Poblacion nacional por rango de edad y género al año 2019



Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2019,

2.3. Población Mundial

El crecimiento poblacional en el mundo es una fuerza motriz considerable para problemas ambientales globales influidos por presiones antropogénicas que tienen consecuencias en todo el planeta, independientemente de la ubicación geográfica donde se realice la actividad generadora de la presión.

Entre estos problemas globales destaca el cambio climático. A medida que crece la población, las economías y el nivel de vida -y, consecuentemente, el consumo- aumentan las emisiones de gases de efecto invernadero, identificados entre los causantes directos del alza de la temperatura media de la Tierra (Naciones Unidas, s.f.). Esta fuerza motriz afecta en especial a países como Chile, cuya economía se basa principalmente en la exportación de materias primas, al existir la presión por un mayor consumo de recursos naturales.

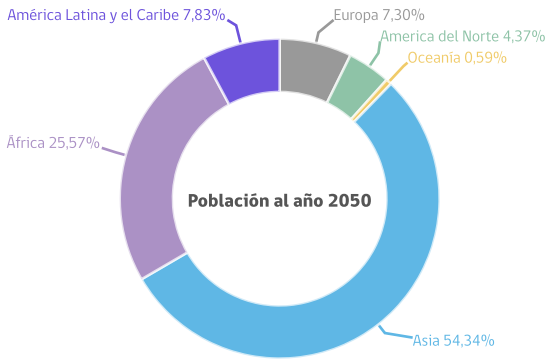
Naciones Unidas (2020) estima para 2020 una población mundial superior a 7.794 millones de habitantes, mientras que para 2050 calcula sobre 9.735 millones. Las proyecciones al año 2100 bordean los 10.800 millones de personas.

En 2020 la región geográfica más poblada sigue siendo Asia, con 59,5% de la población mundial; solo China e India tienen en conjunto más de 2.819 millones de habitantes, equivalentes a más de un tercio de la población mundial. Según las proyecciones, América Latina y el Caribe se mantendrán con una participación en torno a 6% y 8%, al tiempo que se espera una fuerte irrupción de África como una de las zonas de mayor crecimiento demográfico, con una participación que pasará de 17% de la población mundial en 2020 a cerca de 40% en el año 2100. (**Figura 4**).

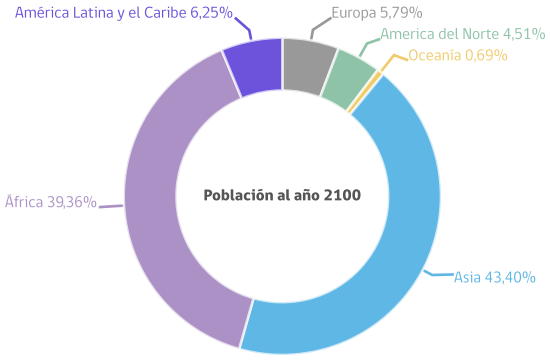
Figura 4. Composición de la población mundial proyectada, 2020 - 2100



Download data



Download data

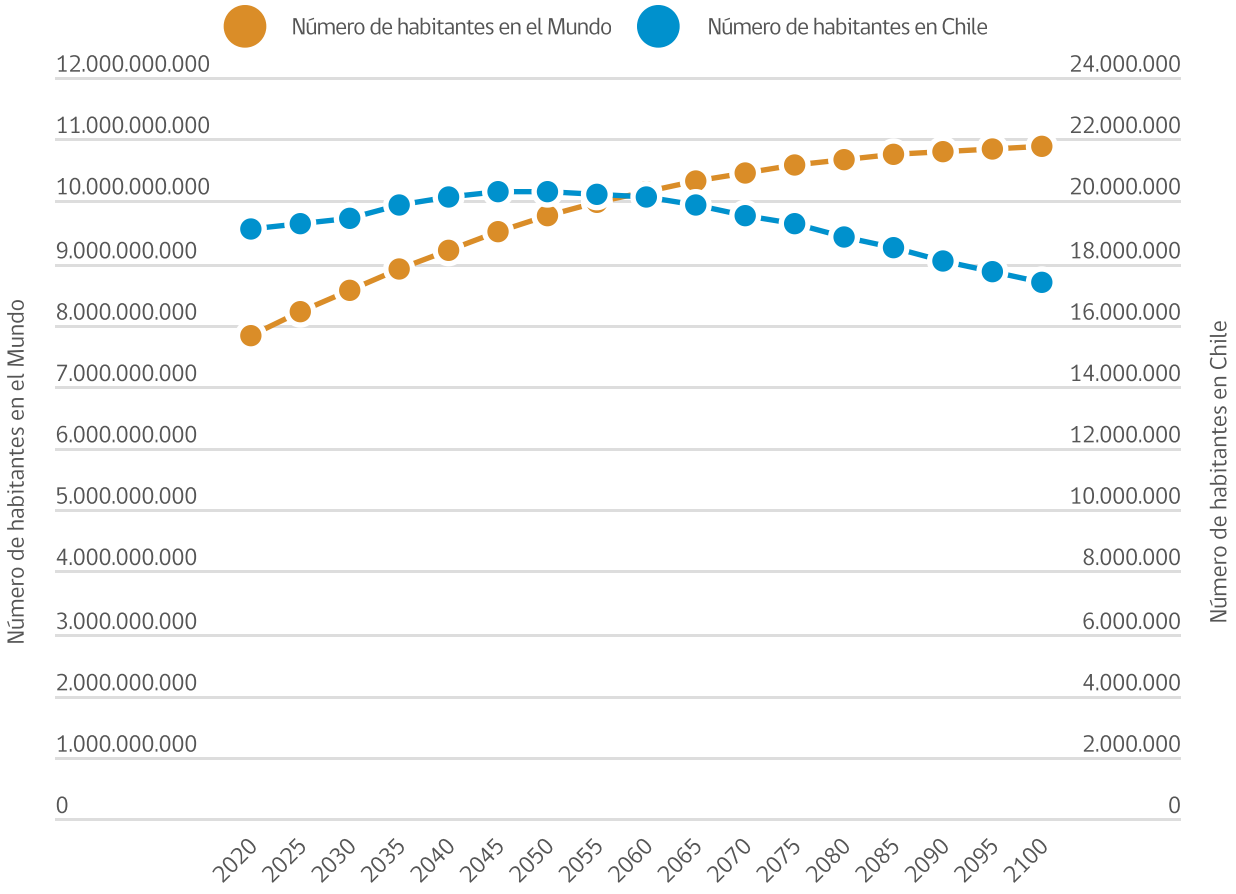


Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Organización de las Naciones Unidas (ONU), 2020.

¿Cómo evolucionará la población de Chile y del mundo? En contraste con el alza que se pronostica para la población mundial, se estima que a partir de 2045 la población de Chile comenzará a descender hasta llegar a 17.332.335 habitantes en el año 2100. Según Naciones Unidas, la población mundial seguirá creciendo, tendiendo a estabilizarse a esa fecha en torno a los 11.000 millones de habitantes.

Figura 5. Proyección de la población de Chile y el mundo, 2020 - 20100



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Organización de las Naciones Unidas (ONU), 2020.

2.4. Población migrante

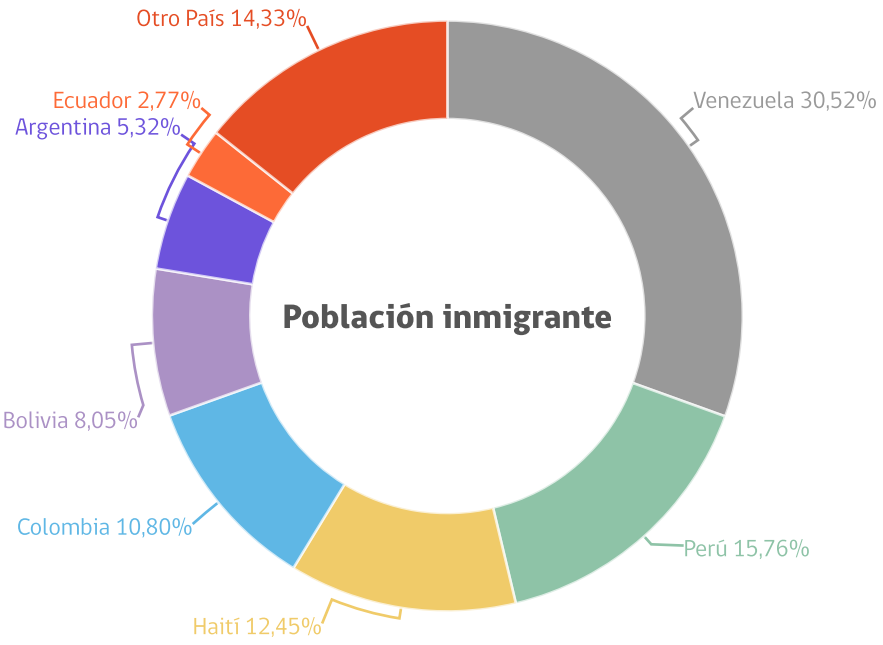
Uno de los fenómenos demográficos más significativos que ha tenido lugar en Chile en los últimos años es el referido a la inmigración. Para 2014 se estimaba que la cantidad de inmigrantes en el país era de 410.988 personas, destacando las comunidades peruana y argentina como las más numerosas, con 130.329 y 66.899 residentes, respectivamente. La situación a 2019 es bastante distinta; acorde a cifras oficiales, el número de inmigrantes asciende a 1.492.522 personas, casi cuatro veces la cantidad estimada en 2014. De ese total, 30,5% corresponde a ciudadanos de nacionalidad venezolana -convirtiéndose en la principal comunidad de inmigrantes del país, con 455.494 personas-, seguida por los ciudadanos provenientes de Perú (15,8%) y de Haití (12,5%) (**Figura 6**).

Migración Interna en Chile

Según datos del Censo 2017, considerando las tasas de inmigración neta (TMN) de cada región, las regiones que presentan un mayor atractivo migratorio son Coquimbo (7,8%), Valparaíso (5,2%) y Maule (3,7%). Por el contrario, las regiones que presentan las tasas más bajas son Antofagasta (-11,4%), Tarapacá (-8,6%) y Atacama (-8,4%).

La tasa de migración neta (TMN) expresa el número de personas de 5 años o más que han migrado en cada uno de los años del período, por cada mil habitantes de 5 años o más de la región. Si es positiva indica que la región atrae población, si es negativa, que la expulsa.

Figura 6. Composición de población inmigrante, 2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Nacioal de Estadísticas (INE) y Departamento de Extranjería e Inmigración, Ministerio del Interior y Seguridad Pública (MinInterior), 2020.

3. Antecedentes sociales y económicos

La relación entre bienestar humano y sostenibilidad ambiental es sinérgica. En efecto, los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) incorporan el ODS 1 y 2, que plantean eliminar la pobreza y el hambre, el ODS 4 que recomienda alcanzar la educación universal, lo mismo que los ODS 3 y 5 sobre salud e igualdad de género, los cuales se correlacionan directamente con aquellos encaminados a proteger el planeta, como el ODS 13 de Acción por el Clima (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2012).

La situación social y económica de Chile, según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), es la siguiente:

"Su capacidad para converger hacia los niveles de vida promedio de la OCDE se ve afectada por una productividad estancada en valores bajos y una pronunciada desigualdad. La tasa de pobreza relativa, a pesar de que se ha ido abatiendo, con 16,1% en 2015 sigue siendo elevada para los estándares de la OCDE. Ese mismo año, el decil de ingresos más altos superaba 2,8 veces la renta mediana, en línea con el promedio de 3,0 veces de Brasil, Costa Rica y México, pero muy por encima del promedio OCDE de 2,0.

La enorme proporción de trabajadores con baja cualificación, la brecha existente en infraestructura y la menguada inversión en investigación, desarrollo e innovación frenan la productividad y se asocian a una constante dependencia nacional de exportaciones de recursos naturales y fabricación de productos de escasa tecnología.

Los bajos niveles de actividad y empleo femenino y juvenil, trabajadores con baja cualificación y grupos indígenas, así como las brechas de ingresos entre hombres y mujeres y la elevada proporción de contratos temporales y de empleo de cuenta propia agravan la persistente disparidad de ingresos.

La productividad y la igualdad también se ven afectadas por el sistema educativo, cuyos resultados son débiles y dispares, reflejando en gran medida los antecedentes socioeconómicos de alumnos y alumnas. Al mismo tiempo, el envejecimiento de la población, previsto como uno de los más acentuados de América Latina, planteará importantes desafíos sociales en materia de inclusión y bienestar durante las próximas décadas" (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2018).



Un ejemplo de cómo los factores socioeconómicos afectan al medio ambiente, es la relación entre la pobreza y la transición hacia combustibles modernos o el uso de instalaciones mejoradas para cocinar (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2012), lo que está ligado con las emisiones de material particulado de la combustión de leña residencial, descritas como una presión en el capítulo de Calidad del Aire

Respecto a la incidencia de las fuerzas motrices asociadas a la actividad económica, en que las presiones se encuentran relacionadas, por ejemplo, a la extracción de recursos y el cambio de uso de la tierra para la producción de bienes de y servicios. Así, conforme el crecimiento económico y la demanda de productos agrícolas aumentan, también lo hacen la conversión de la tierra para usos agrícolas y la utilización de insumos agroquímicos. De modo similar, la demanda del mercado, los patrones comerciales y la globalización pueden ocasionar un transporte accidental de especies invasoras, capaces de causar estragos en los ecosistemas naturales que llegan a colonizar (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2012) (**Ver capítulo de Biodiversidad**). Manifestaciones de los aspectos negativos del crecimiento económico, convertido en una presión, son la emisión de contaminantes atmosféricos (**Ver capítulo de Calidad del aire y capítulo de Cambio Climático**), la generación (**Ver capítulo de Residuos**) y la mayor demanda de recursos hídricos por parte de distintos sectores productivos (**Ver capítulo de Aguas Continentales**)



3.1. Antecedentes sociales: desarrollo, pobreza y desigualdad

En los últimos años Chile ha mostrado una constante mejora en los indicadores asociados a pobreza, desarrollo humano e ingresos. La pobreza ha ido permanentemente a la baja en la medida que sube el producto interno bruto, PIB (**Figura 7**). El porcentaje de personas en situación de pobreza por ingresos a 2017 llegó a 8,6% de la población residente en hogares de viviendas particulares, lo que equivale a más de dos millones de personas.

En lo que se refiere a desigualdad de ingresos, de acuerdo con los datos de la Encuesta de caracterización socioeconómica nacional (Casen) 2017,

ese año marca un aumento del índice Gini respecto a 2015, lo cual rompe la leve tendencia a la baja que este indicador estaba anotando en los últimos años (Ministerio de Desarrollo Social, 2018).

La encuesta revela las cifras asociadas a los ingresos por deciles. Para 2017, el ingreso monetario promedio del hogar se situó en 946.597 pesos; sin embargo, al menos 70% de los hogares en Chile tiene ingresos inferiores a ese promedio nacional (**Figura 8**).

Si bien la pobreza por ingresos ha disminuido considerablemente en los últimos años hasta bajar la barrera del 10%, la pobreza multidimensional[1] sigue siendo un desafío relevante para el país. Acorde a los resultados entregados por la encuesta Casen 2017, el porcentaje de personas en situación de pobreza multidimensional se eleva al 20,7%.

En algunas comunas de Chile todavía más de un 50% de su población vive en situación de pobreza multidimensional (**Figura 9**), como ocurre en comunas de las Regiones del Biobío, Araucanía y Arica y Parinacota.

Por el contrario, las comunas con los menores niveles de pobreza, incluso inferior al 5%, son algunas del sector oriente de Santiago como Providencia (3%), Vitacura (3%) y Las Condes (4%), junto con comunas de la Región de Magallanes como Timaukel (1%), Torres del Paine (2%) y Laguna Blanca (3%).

Índice de Gini: mide hasta qué punto la distribución del ingreso (o, en algunos casos, el gasto de consumo) entre individuos u hogares dentro de una economía, se aleja de una distribución perfectamente equitativa.

Índice de Desarrollo Humano (IDH): mide el nivel de desarrollo humano de un territorio, basado en tres indicadores: longevidad, medida en función de la esperanza de vida al nacer; el nivel educacional, medido en función de una combinación de la tasa de alfabetización de adultos (ponderación, dos tercios) y la tasa bruta de matrícula combinada: primaria, secundaria y superior (ponderación, un tercio); y el nivel de vida, medido por el PIB real per cápita (PPA en dólares)

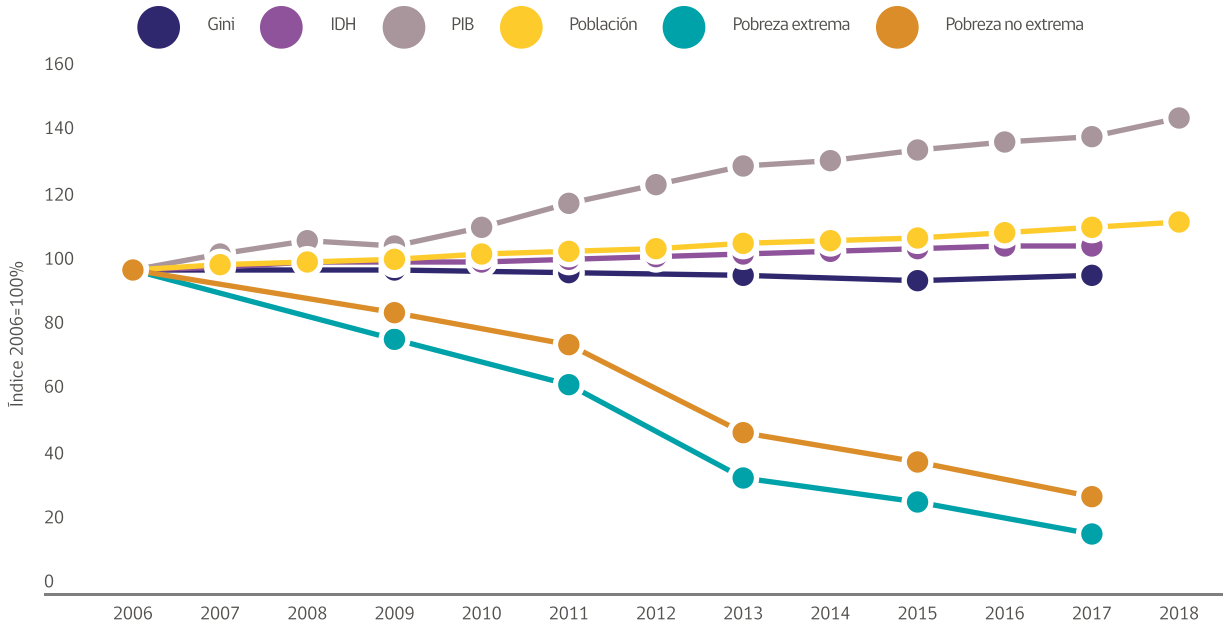
PIB: Producto Interno Bruto.

Pobreza: Un hogar se considera afectado por la pobreza si sus ingresos son inferiores al mínimo establecido para satisfacer las necesidades básicas de sus miembros

Pobreza extrema: un hogar se considera afectado por la extrema pobreza si su ingreso per cápita es inferior al valor de una canasta básica de alimentos.

[1] El Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) identifica múltiples carencias a nivel de los hogares y las personas en los ámbitos de la salud, la educación y el nivel de vida. Utiliza microdatos de encuestas de hogares (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, s.f.). El Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) de Chile actualmente cuenta con cinco dimensiones y 15 indicadores. Las dimensiones de educación, salud, trabajo y seguridad social y vivienda y entorno tienen un peso de 22.5%, mientras que la dimensión de redes y cohesión social tiene un peso de 10%. (Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2020).

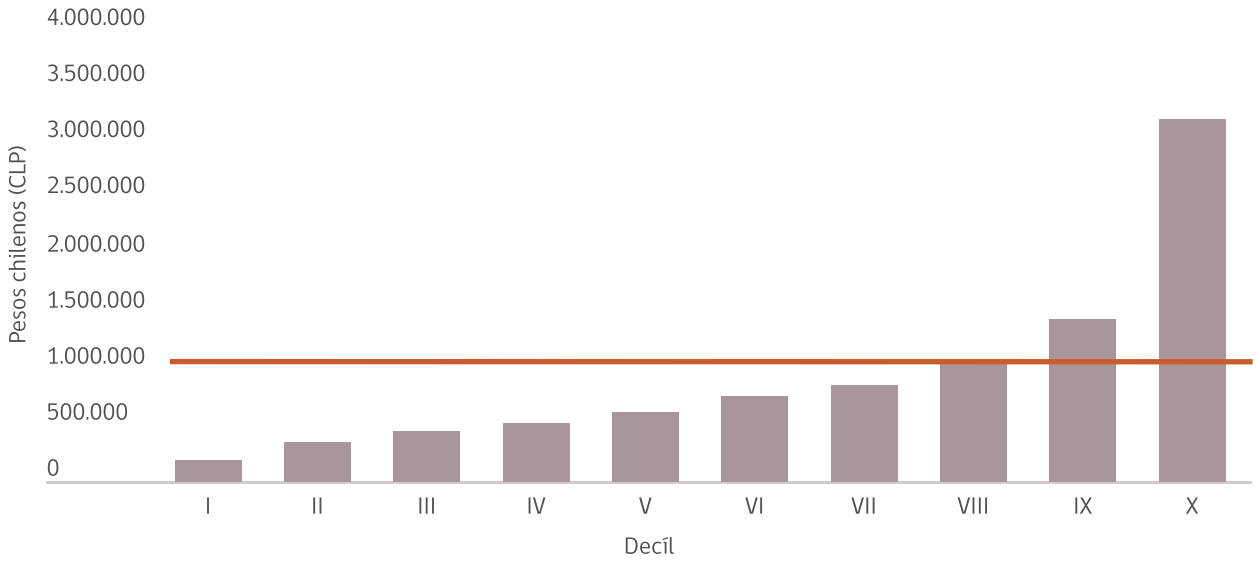
Figura 7. Variaciones del PIB, pobreza, Gini e IDH, 2006-2018



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de :PIB: Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OCDE) , 2018; IDH: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2017; GINI: Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF), 2017; Pobreza extrema: Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF), 2017; Pobreza: Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF), 2017; Población: Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2017.

Figura 8. Ingreso monetario promedio del hogar por decil de ingreso autónomo per cápita del hogar, 2017



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF), 2017.

Figura 9. Pobreza multidimensional y pobreza por Ingreso, 2017

Pobreza Multidimensional | Pobreza por ingreso



% de población en pobreza multidimensional por comuna

Download data

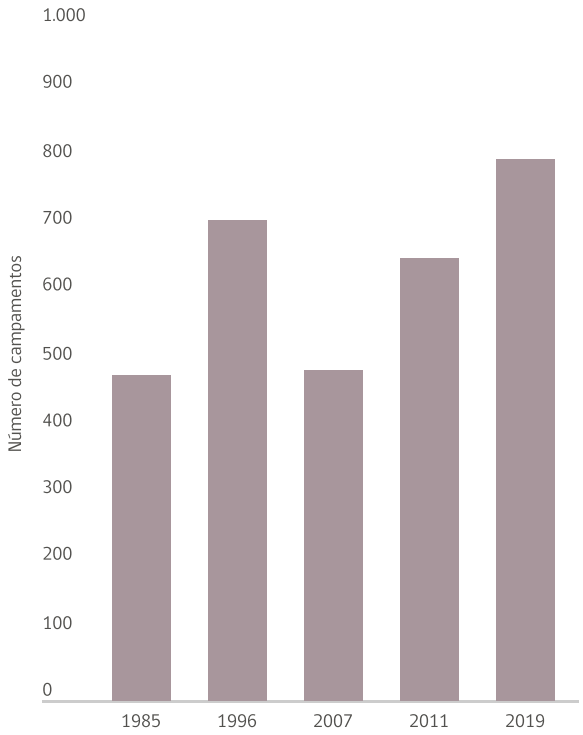
Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF), 2017.

Un indicador ligado a la pobreza más extrema está relacionado con la cantidad de asentamientos habitacionales irregulares en Chile. Según el Catastro nacional de campamentos, para 2018 existen 802 campamentos en el país (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2019). La cifra, que muestra fluctuaciones en el tiempo, es la más alta desde 1985 (**Figura 10**).

La reducción de la pobreza en Chile se ha conseguido gracias a importantes avances en la provisión de bienes y servicios de primera necesidad, como, por ejemplo, la electricidad.

Una de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS 7.1, es: "De aquí a 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos". En tal sentido, la proporción de población en Chile con acceso a electricidad respecto de la población total ha tenido una enorme expansión para las áreas rurales desde 1996, alcanzando 98% de cobertura en 2017. En zonas urbanas, por su parte, la cobertura eléctrica se ha mantenido constantemente alta en el período, por sobre 99% (**Figura 11**).

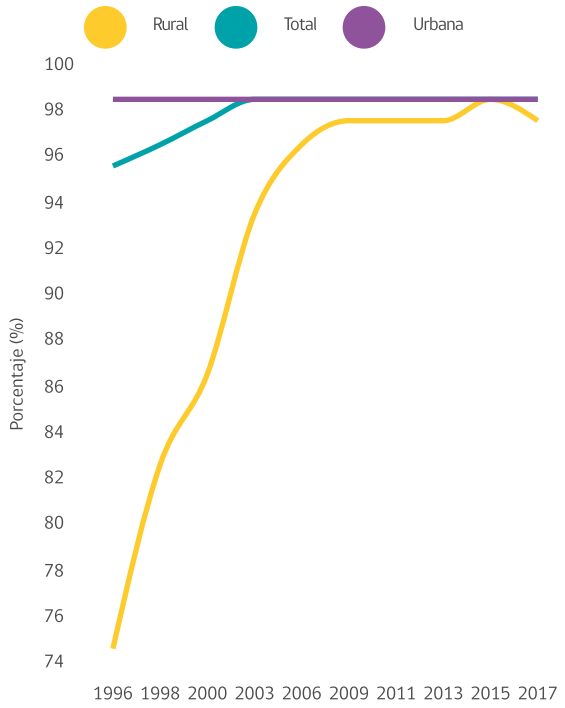
Figura 10. Evolución campamentos en Chile, 1986 - 2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), 2020

Figura 11. ODS 7.1.1: Proporción de la población con acceso a la electricidad, 1996-2017



Download data

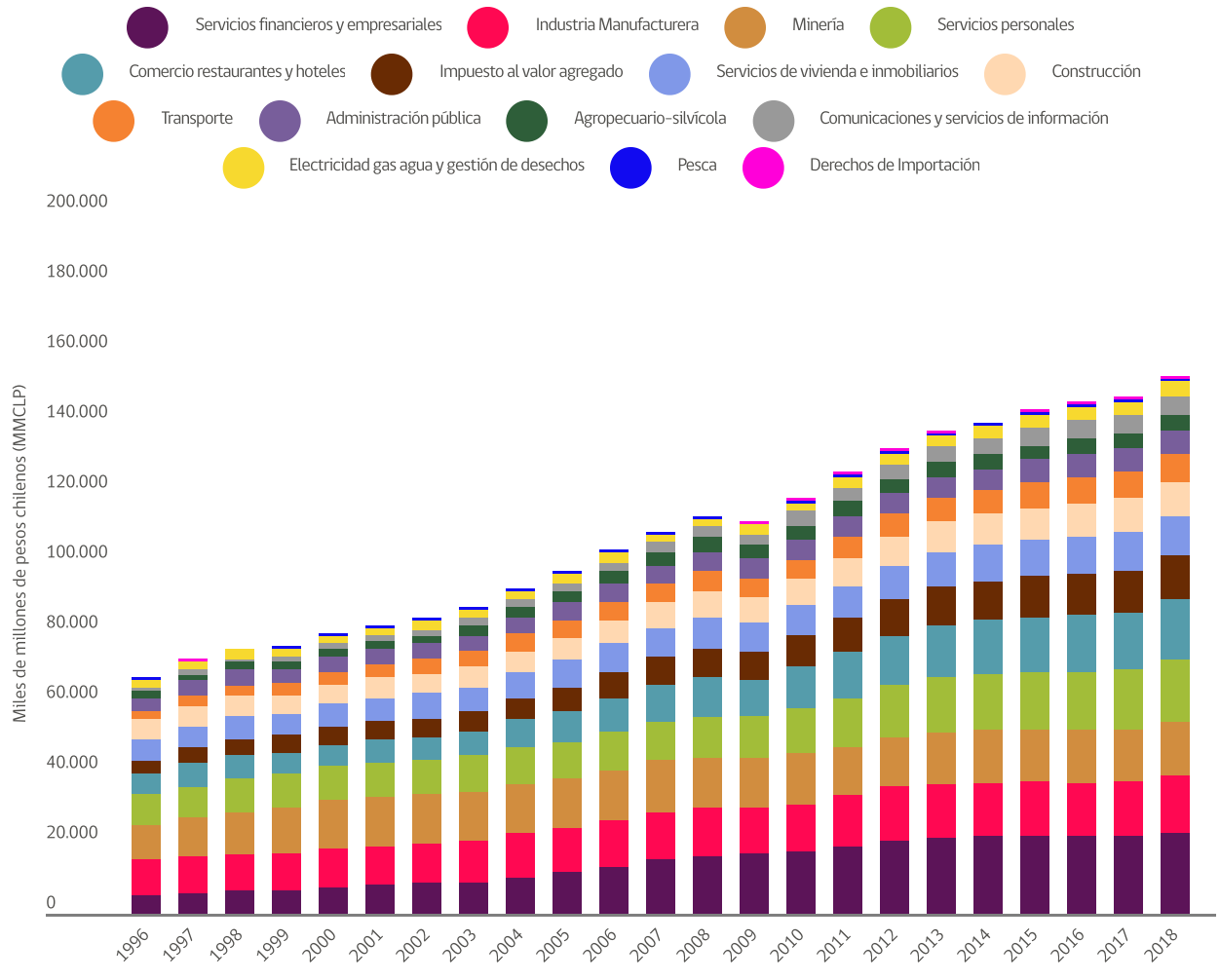
Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF), 2017.

3.2. Antecedentes económicos

Chile ha registrado un crecimiento del producto interno bruto casi ininterrumpido a lo largo de las últimas tres décadas. Para 2018 se estima un PIB de 153.663 miles de millones de pesos. Las actividades económicas que tienen una mayor participación son los servicios financieros y empresariales (14,9%), los servicios personales y el comercio (11,7%), junto a restaurantes y hoteles (11,3%).

Al comparar este desempeño con el de 1996 se observan cambios significativos en el PIB total y en la participación de las diferentes actividades económicas. Ese año el PIB ascendía a 67.477 miles de millones de pesos y las actividades económicas estaban lideradas por la minería (14,9%), la industria manufacturera (14,8%) y los servicios personales (12,8%). Cabe destacar que los servicios financieros y empresariales solo tenían 7,8% de participación (**Figura 12**).

Figura 12. Producto Interno Bruto (PIB) por actividad económica, 1996-2018



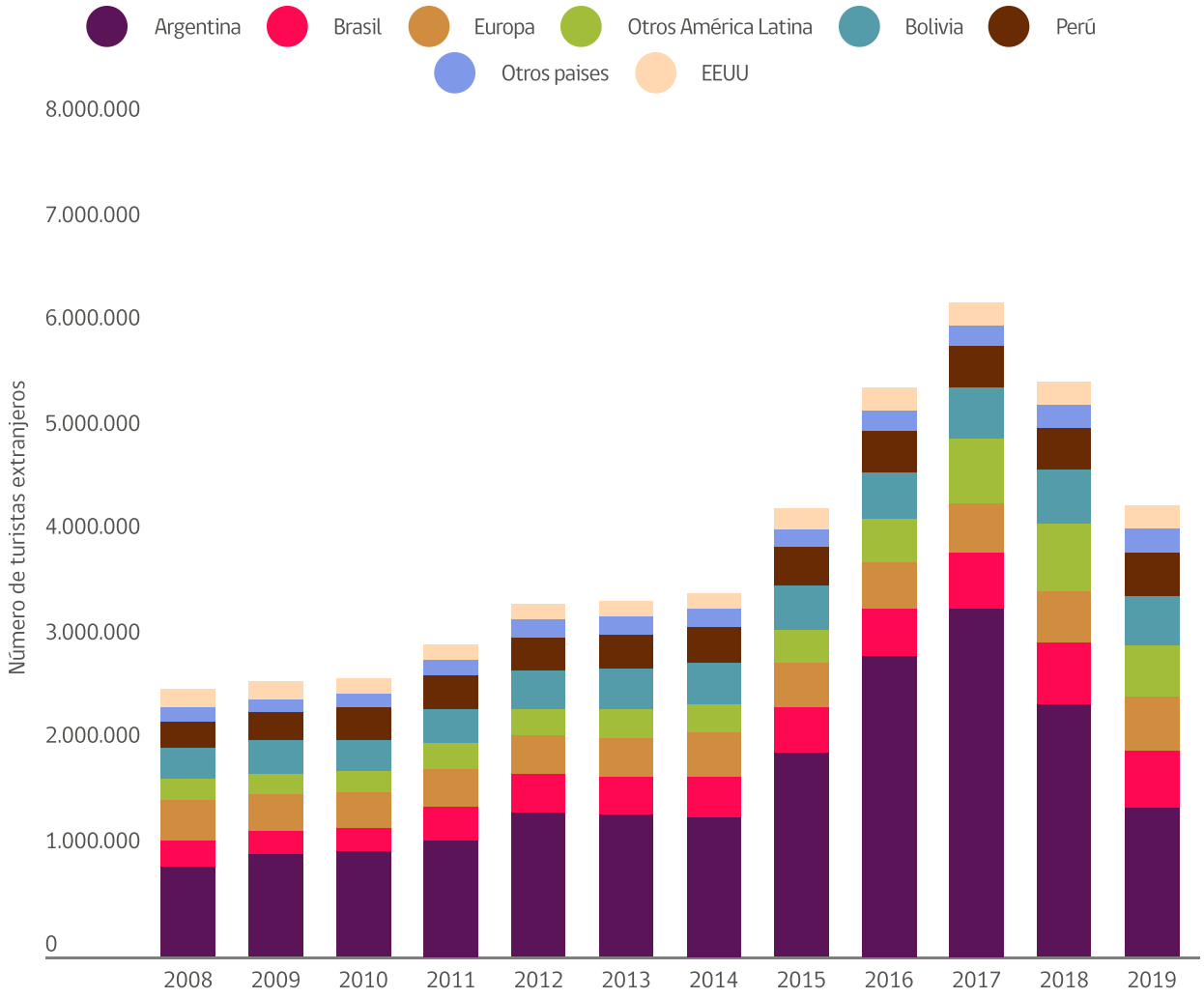
Download data

Fuente: Elaboración propia, con datos de Banco Central de Chile, Datos obtenidos en agosto de 2019.

El turismo, en particular el internacional, es una actividad económica que cobra cada vez más relevancia en Chile. Las estadísticas oficiales del Servicio Nacional de Turismo (Sernatur) evidencian un sostenido incremento de los turistas extranjeros a partir de 2008, alcanzando su máximo en 2017, con 6.449.883 visitantes, para luego bajar hasta los 4.517.962 turistas en 2019, cifra similar a la de 2015 (**Figura 13**).

Históricamente, la mayor cantidad de turistas extranjeros proviene de Argentina, que en 2019 constituyeron 33,2%, lo que significa un gran retroceso en comparación con 2017, cuando ese porcentaje llegó a 53%. A partir de 2009 se advierte un alza casi constante de los turistas provenientes de Brasil y Europa, que en 2019 representaron 12,6% y 11,9%, respectivamente.

Figura 13. Turistas extranjeros, 2008 – 2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR), 2020.

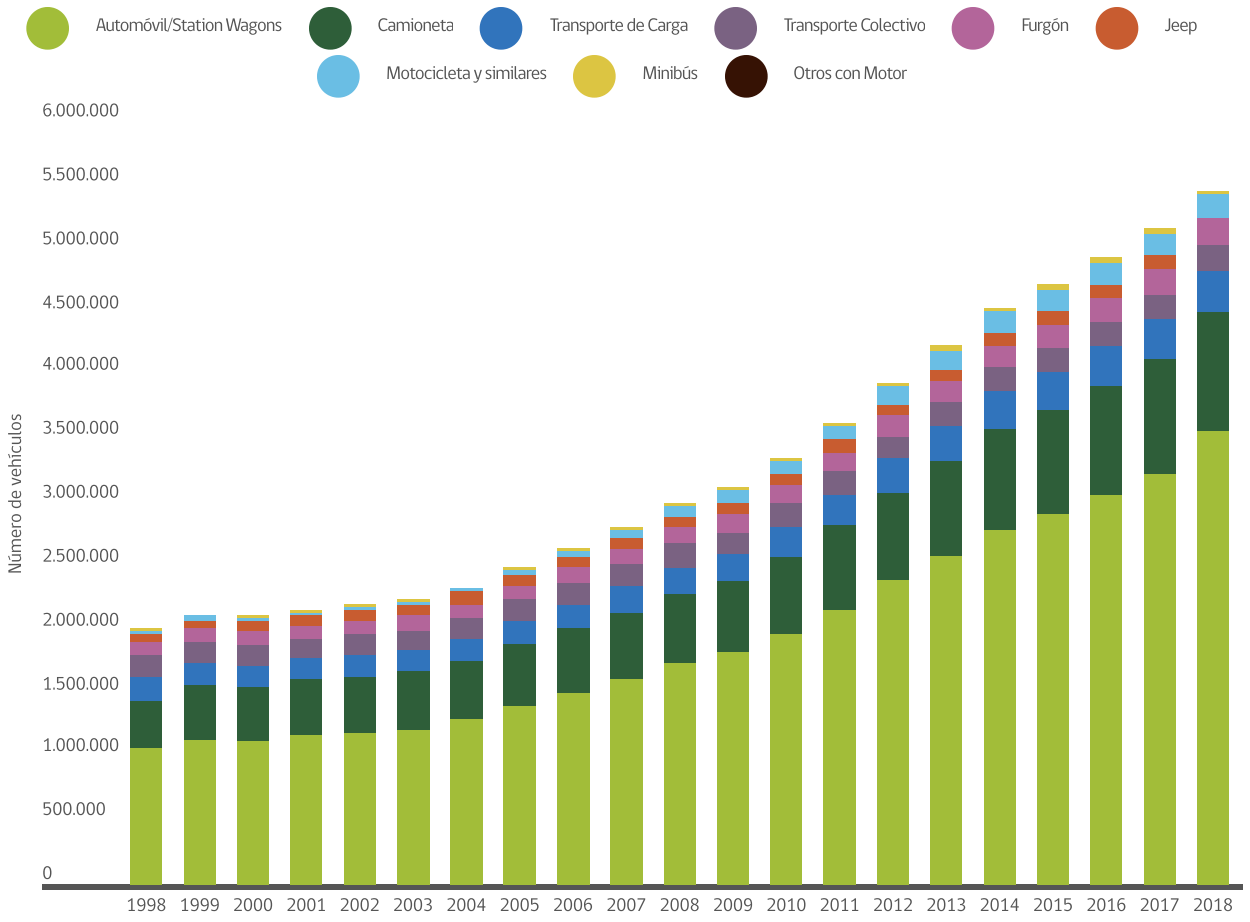
El caso de Puerto Río Tranquilo

Puerto Tranquilo es un pequeño poblado a orillas del lago General Carrera que hace honor a su nombre la mayor parte del año. Sus habitantes, unos pocos centenares, sobrellevan el crudo invierno de la Patagonia más bien aislados, pues la nieve y la lluvia intensas dificultan los accesos. Todo cambia en verano, cuando los turistas, chilenos y extranjeros, aprovechando el clima más favorable, acuden en masa al lugar para tomar ahí una embarcación que los llevará a conocer un prodigio geológico de impresionante belleza: el Santuario de la Naturaleza Capillas de Mármol, el atractivo más reconocido y visitado de la Región de Aysén, la cual recibió más de 200 mil viajeros en la temporada alta 2019 (Servicio Nacional de Turismo [Sernatur] Aysén, 2019). (Servicio Nacional de Turismo de la Región de Aysén, 2009).

Este flujo masivo dinamiza la economía local, al tiempo que afecta la vida de los residentes e impacta en el entorno, ejerciendo enorme presión sobre el destino y sus servicios, como, por ejemplo, la gestión de saneamiento. Hay instrumentos de planificación y normativa que intentan cautelar el patrimonio natural y cultural, procurando un uso turístico sustentable. Así lo recoge el plan de acción para la zona de interés turístico Chelenko (Gobierno Regional de la Región de Aysén y Servicio Nacional de Turismo de la Región de Aysén, 2017), a la que pertenece Puerto Tranquilo, que identificó, entre otras necesidades, el manejo adecuado de los residuos y la realización de estudios de capacidad de carga que permitan gestionar localidades y sitios naturales frágiles, ante la verdadera avalancha humana que se produce en los meses estivales.

Entre los bienes con un mayor crecimiento en los últimos años, están los vehículos motorizados. Chile ha experimentado una constante alza en la cantidad de vehículos presentes en el país. Para el 2018 los vehículos motorizados alcanzaron la cifra de 5.460.302 unidades, de los cuales el 65,2% corresponde a la categoría de Automóvil/Station Wagons. Cabe destacar que la cantidad de vehículos motorizados aproximadamente se duplicó en 15 años, dado que para el 2003 se tenían 2.234.776 vehículos (**Figura 14**).

Figura 14. Parque vehicular, 1998 – 2018



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Datos consultados en Julio de 2019.

4. Energía

El siglo XX fue testigo del crecimiento de la población mundial, la producción industrial y el consumo de combustibles fósiles. Y a pesar de las ganancias que ha tenido la sociedad por el crecimiento, esto ha conllevado un costo para los sistemas ambientales en los que han dominado prácticas insostenibles. El continuo deterioro de los recursos naturales podría obstaculizar la capacidad de satisfacer las necesidades de una población en crecimiento y debilitar la actividad económica (OCDE, 2012).

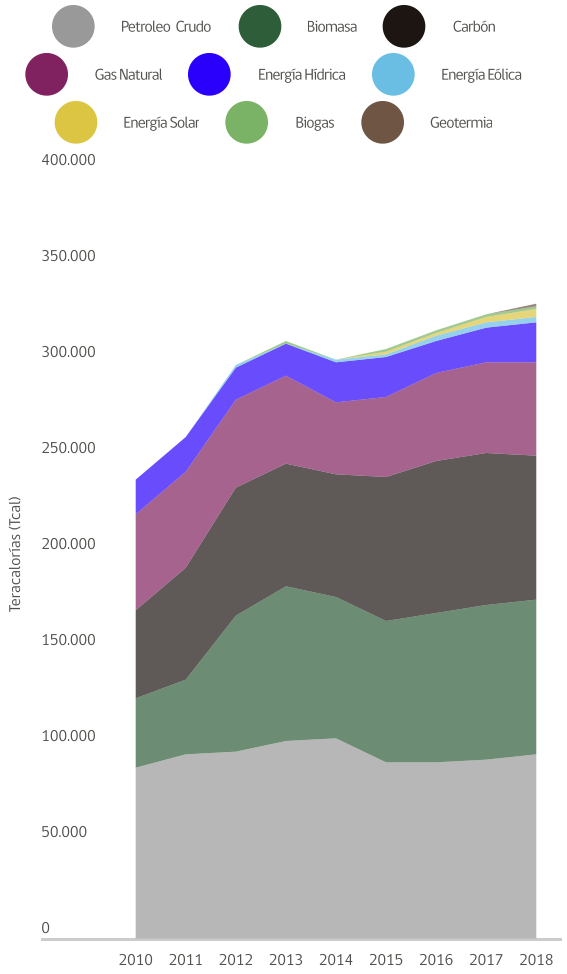
En Chile, la afectación se encuentra vinculada principalmente al uso de combustibles fósiles importados. La insuficiente oferta de gas natural a mediados de los años 2000 se tradujo en un marcado incremento del uso del carbón y diésel para la generación de electricidad, elevando las emisiones de contaminantes atmosféricos locales y de gases de efecto invernadero (OCDE y Comisión Económica para América Latina y el Caribe [Cepal], 2016).

En 2018, el país importó cerca de 200.048 teracalorías (Tcal) de energía primaria[2], lo que equivale a 60,5% de la oferta primaria. Estas importaciones son petróleo crudo, carbón y gas natural, cuyas cantidades importadas representan, en relación con el total de cada tipo de energía, 97,7%, 79,2% y 91,7%, respectivamente. Además, Chile importó energía secundaria[3] en forma de derivados del petróleo por una cantidad que asciende a 89.317 teracalorías, de las cuales 67,1% (59.920 Tcal) corresponde a petróleo diésel.

La oferta total de energía primaria ha mostrado importantes cambios, con la irrupción y constante evolución de las energías renovables no convencionales, tales como la eólica, solar y geotérmica.

Sin embargo, en 2018 estas representan en conjunto solo 2,85% de las 330.770 teracalorías que sumó la oferta primaria total. Las energías con mayor participación son el petróleo crudo (28,76%), la biomasa (24,67%) y el carbón (22,67%) (**Figura 15**).

Figura 15. Oferta total de energía primaria, 2010 – 2018



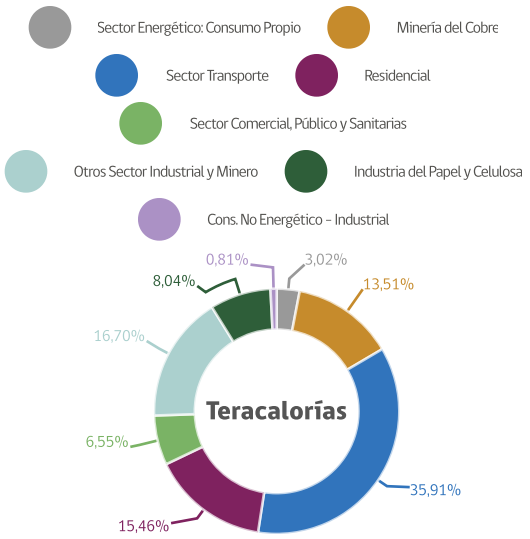
Download data

Fuente: Elaboración propia, con datos de Comisión Nacional de Energía (CNE), 2020.

[2] Energía primaria: es la energía que se encuentra en la naturaleza antes de ser sometida a procesos de transformación. Se halla en el carbón, el petróleo, el gas natural, la radiación solar, el agua embalsada o en movimiento, las mareas, el viento, el uranio, calor almacenado en la tierra (geotermia), etc. (Ministerio de Energía, 2015).
[3] Energía secundaria: son los productos resultantes de las transformaciones o elaboración de recursos energéticos naturales (primarios) o, en determinados casos, a partir de otra fuente energética ya elaborada (por ejemplo, el alquitrán). El único origen posible de toda energía secundaria es un centro de transformación y el único destino posible, un centro de consumo (Ministerio de Energía, 2015)..

El consumo energético en Chile llegó en 2018 a 301.168 teracalorías. El sector industrial y minero representan en conjunto 38,2%, donde la minería del cobre por sí sola explica 13,5%. El sector transporte también tiene una participación relevante, que alcanza a 35,9%. (**Figura 16**).

Figura 16. Consumo energético, 2018



Download data

Fuente: Elaboración propia, con datos de Comisión Nacional de Energía (CNE) 2020.

Pobreza Energética

Desarrollar un marco conceptual y metodológico para abordar la pobreza energética en el país fue el objetivo del estudio "Pobreza energética: análisis de experiencias internacionales y aprendizajes para Chile", realizado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Ministerio de Energía (2018).

En el estudio se determinó la naturaleza multidimensional de la pobreza energética, lo que permite entenderla y examinarla de una manera más integral y acorde a la realidad chilena. Así, como dimensiones de la pobreza energética figuran:

1. Acceso, conectividad, calidad y seguridad de la energía.
2. Asequibilidad económica
3. Habitabilidad de viviendas y eficiencia energética.
4. Sustentabilidad
5. Educación y alfabetización energética.

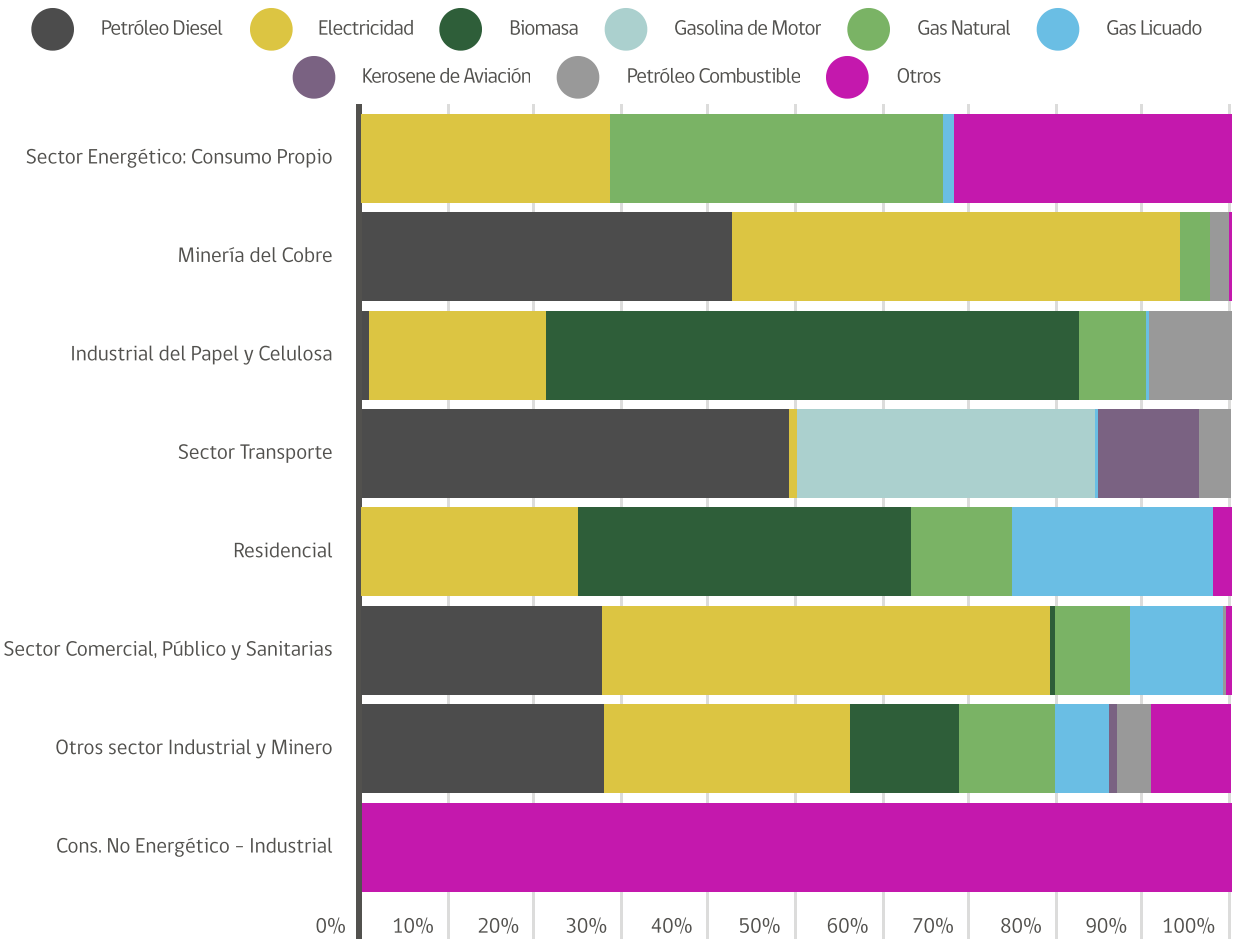
Una forma de calcular los impactos de la pobreza energética en la salud de la población es midiendo la cantidad de infecciones respiratorias de personas expuestas a contaminación intradomiciliaria. Un estudio de la OMS de 2006), citado por PNUD y Ministerio de Energía (2018) sugiere que inhalando material particulado contaminante dentro del hogar se dobla el riesgo de contraer neumonía y otras enfermedades agudas del tracto respiratorio bajo en niños menores de cinco años. Asimismo, las mujeres expuestas a contaminación intradomiciliaria son tres veces más propensas a sufrir enfermedades crónicas y bronquitis obstructivas que mujeres que cocinan con electricidad o gas.

(Pograma de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Ministerio de Energía, 2018).

Existen importantes variaciones en el tipo de energía que consume cada sector de la economía (**Figura 17**). En la minería del cobre el 51,5% de la energía proviene de la electricidad y un 42,8% del petróleo diésel, en cambio para la industria del papel y celulosa la principal fuente de energía es la biomasa con un 61,4%, seguida por la electricidad con un 20,2%. Casi la mitad de la energía del sector transporte proviene en un 49% de petróleo diésel y un 34,3% de gasolina de motor.

En el consumo total de energía el sector residencial representa solamente 15,5% en 2018. Por un amplio margen, la biomasa es el tipo de energía más utilizado por los hogares chilenos, llegando a 38,3%. Luego viene la electricidad (24,7%) y el gas licuado (23%).

Figura 17. Tipos de energia consumida por sector económico, 2018

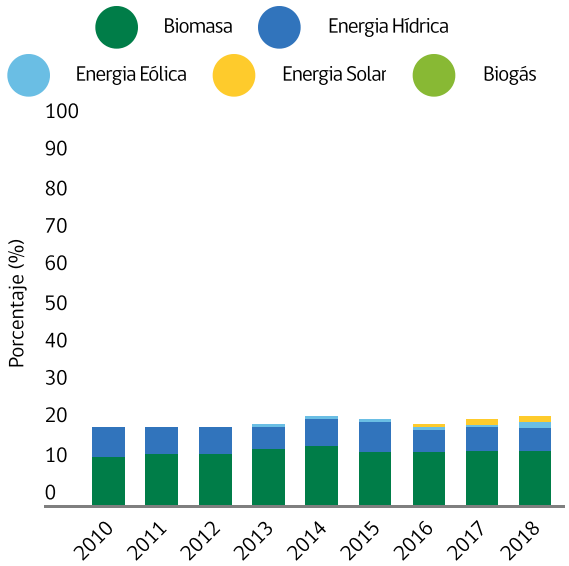


Download data

Fuente: Elaboración propia, con datos de Comisión Nacional de Energía (CNE), 2020.

En el consumo total final, las energías renovables tienen una participación significativa, en torno a 20%-23% entre 2010 y 2018. Se debe resaltar el alza sostenida que han exhibido la energía eólica y solar, si bien la biomasa y la energía hídrica ostentan la mayor participación, con 13,7% y 6,9%, respectivamente (**Figura 18**). Esto, en línea con la meta 7.2 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, que plantea "aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas de aquí a 2030".

Figura 18. ODS 7.2.1 Participación de las energías renovables en el consumo final total, 2010-2018



Download data

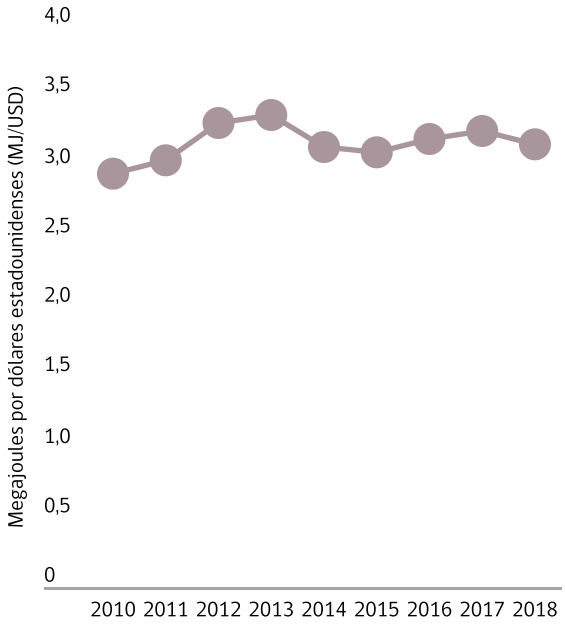
Fuente: Elaboración propia con datos de Comisión Nacional de Energía (CNE) y Ministerio de Energía (MINENERGÍA), 2019.

En cuanto a eficiencia energética, la meta 7.3 ODS aspira a duplicar la tasa mundial de mejora, teniendo como uno de sus indicadores la intensidad energética, medida en función de la energía primaria y el producto interno bruto.

El indicador se obtiene calculando la oferta total en Tcal de energéticos primarios (biomasa, carbón, energía hídrica, eólica, solar, gas natural, petróleo crudo y biogás) dividida por el PIB, medido en términos constantes a paridad de poder adquisitivo para un año determinado.

En el caso de Chile, la intensidad de uso de energía de la economía muestra variaciones en el periodo 2010-2018, sin que se pueda identificar una tendencia clara. Fluctúa entre 2,8 y 3,5 megajoules por dólar estadounidense, con un máximo de 3,37 MJ/USD en 2013 (**Figura 19**).

Figura 19. ODS 7.3.1 Intensidad energética medida en términos de energía primaria por PIB, 2010-2018 (serie 2015 actualización OCDE del PIB)



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Comisión Nacional de Energía (CNE), 2019, Producto Interno Bruto - Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), http://stats.oecd.org/, 2020

5. Consumo de materiales

Para funcionar, la economía depende del flujo de materiales que se extraen de la Tierra y se procesan a través de los sistemas de producción y consumo para satisfacer las necesidades humanas y, finalmente, son desechados como residuos generados por los procesos de extracción, producción y consumo. Los materiales más importantes que se extraen para uso son biomasa, combustibles fósiles, minerales metálicos, minerales industriales y para la construcción. Estos flujos de materiales se miden en toneladas per cápita o por unidad de Producto Interno Bruto (PIB) (toneladas/1.000 millones de dólares del PIB). El Análisis de Flujos de Materiales es la metodología desarrollada para calcular el flujo de materiales. Lo que permite la cuantificación de los flujos de materiales de recursos, por ejemplo, las cantidades totales extraídas, las cantidades totales utilizadas, y las cantidades totales extraídas, pero no utilizadas". (Programa de las Naciones Unidas por el Medio Ambiente, 2010).

Cabe mencionar, que los indicadores presentados en esta sección forman parte de los indicadores de crecimiento verde que son utilizados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), para medir la eficiencia en que las actividades económicas, tanto producción como consumo, usan energía, recursos naturales y servicios ecosistémicos (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2017).

Para la medición del consumo de materiales de un país, se utiliza el Consumo Interno de Materiales (DMC, por sus siglas en inglés), que mide la masa (toneladas) de los materiales que se utilizan físicamente en las actividades de consumo del sistema económico interno. Este indicador permite dar seguimiento a dos objetivos ODS, como son: N°8 "Trabajo decente y crecimiento económico" y N° 12 "Producción y Consumo Responsables".

.El DMC describe la dimensión física de los procesos e interacciones de la economía. Incluye la extracción nacional de materias primas más las importaciones y descontando las toneladas de materias primas que son exportadas.

Adicionalmente, se calculan los DMC per cápita y por PIB, los cuales pueden interpretarse como el nivel medio de uso de material en una economía.



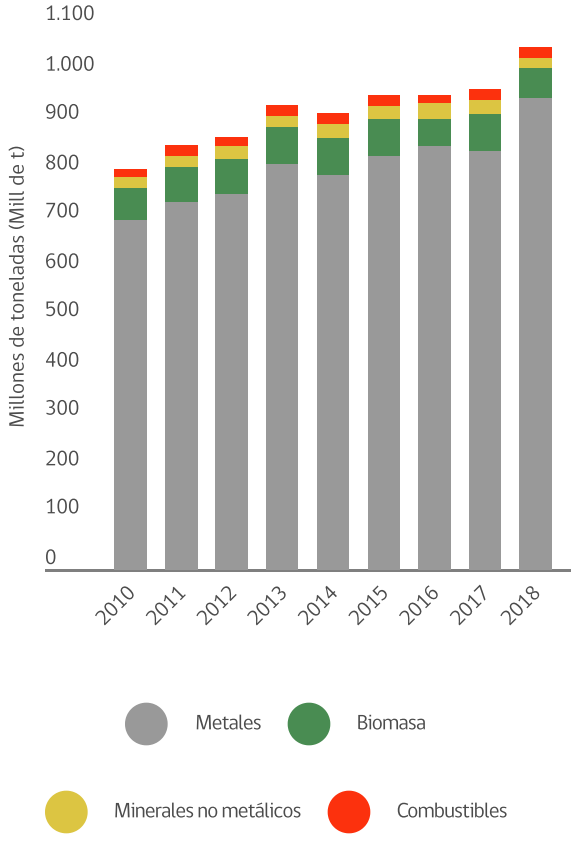
Las variables utilizadas para la construcción de este indicador fueron clasificadas en base a las categorías OCDE donde se encuentran:
1) Biomasa, que a su vez se desagrega en alimentos y en madera
2) Combustibles
3) Minerales no metálicos, que se desagrega en minerales de construcción y en otros minerales no metálicos
4) Metales
Consumo Interno de Materiales (DMC) = Extracción interna + importaciones – exportaciones.

En Chile el consumo Interno de Materiales (DMC, por sus siglas en inglés) en el periodo 2010-2018 varía entre 811 y 1059 millones de toneladas (**Figura 20**). La categoría metales, principalmente hierro y cobre, es la que tiene la mayor participación, alcanzando cerca del 90% del total en 2018.

Respecto al DMC por PIB y per cápita, estos se han mantenido estables en el tiempo, aunque para ambos se observa una leve alza en la intensidad de consumo de recursos para el año 2018.

Figura 20. ODS 8.4.2. y 12.2.2 consumo interno de materiales en términos absolutos, consumo interno de materiales per cápita y consumo interno de materiales por PIB

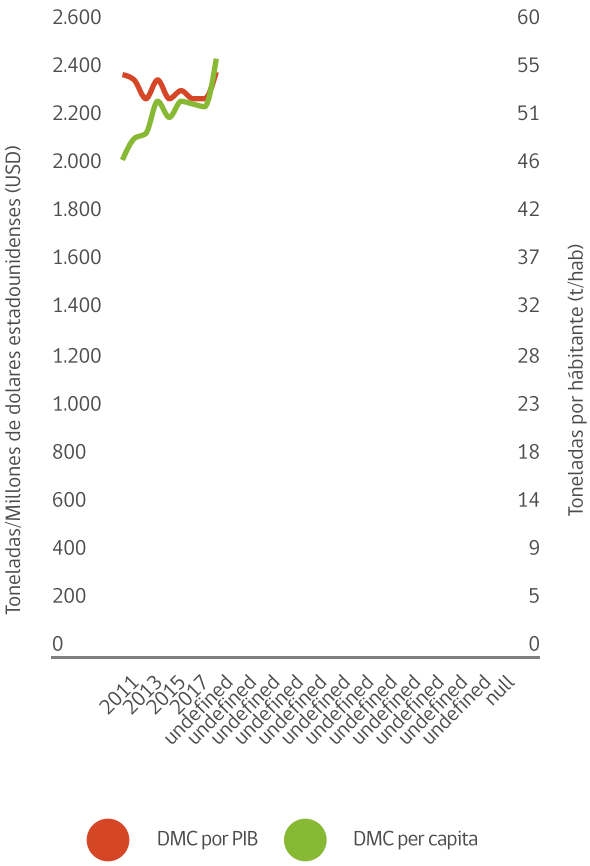
Consumo Interno de Materiales en términos absolutos, 2010-2018



Download data

Fuente: Elaboración propia, con datos de Banco Central, Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile (SERNAGEOMIN), Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), Instituo Forestal (INFOR), Ministerio de Energía (MINENERGÍA), Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), ficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2020

Consumo Interno de Materiales por PIB y Consumo interno de Materiales per cápita, 2010-2018



Download data

Fuente: Elaboración propia, con datos de Banco Central, Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile (SERNAGEOMIN), Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), Instituo Forestal (INFOR), Ministerio de Energía (MINENERGÍA), Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), ficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2020

Otro indicador de Huella Material es Extracción Equivalente de Material (RMC, por sus siglas en inglés), que mide la cantidad total de materias primas necesarias para producir los bienes en la economía. La relación entre la extracción de material (RMC) y el PIB, así como la extracción per cápita describen el nivel promedio de intensidad de uso de materias primas en la economía. Este indicador permite dar seguimiento a dos objetivos ODS, como son: N°8 "Trabajo decente y crecimiento económico" y N° 12 "Producción y Consumo Responsables".

Este indicador es elaborado sobre la base a factores para el cálculo de extracción e importación equivalente, provistos por Eurostat, que permiten realizar análisis sobre demanda de recursos necesarios a lo largo de las cadenas de producción, las externalidades de la extracción de recursos y sus impactos relacionados y los requisitos de recursos globales asociados con la demanda final nacional.



Al igual que el indicador anterior, las variables utilizadas para la construcción de este indicador fueron clasificadas en base a las siguientes categorías definidas por OCDE:

1) Biomasa, que a su vez se desagrega en alimentos y en madera
2) Combustibles
3) Minerales no metálicos, que se desagrega en minerales de construcción y en otros minerales no metálicos
4) Metales

Huella de Materiales o Consumo de Materias Primas (RMC) = Extracción interna + Importaciones (RME) – Exportaciones (RME)

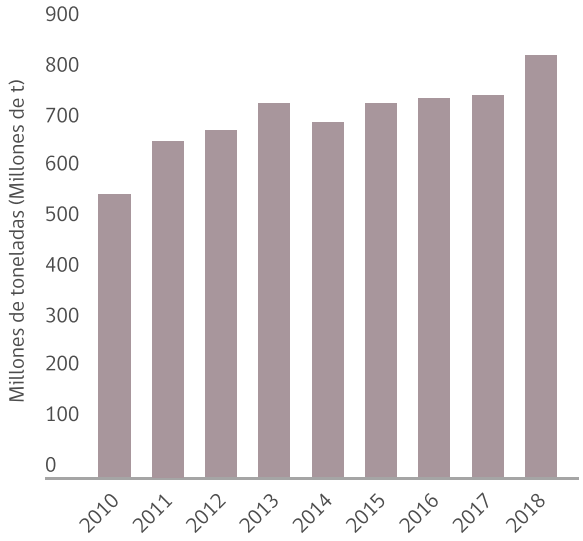
RME o Equivalente de materias primas es un indicador que mide el total del peso neto de las materias primas en las importaciones y exportaciones en toda la cadena productiva. Es decir, toda la cantidad de materia prima necesaria para fabricar un producto específico, independiente se extrajeron del medio ambiente local o de otras partes del mundo.

En Chile, la cantidad de materias primas requeridas para producir los bienes utilizados por la economía nacional muestra, en general, una tendencia creciente en el periodo 2010-2018 (**Figura 21**). Si bien se experimenta un aumento de 86 millones de toneladas entre el 2010 y 2013, se aprecia una leve disminución el 2014, llegando a 791 millones de toneladas utilizadas. El mayor valor se da para el año 2018, llegando a los 840 millones de toneladas.

Por su parte, la huella de material por PIB y per cápita describe una leve tendencia al alza en el tiempo, a excepción del periodo 2013 - 2014, alcanzando los máximos valores en el año 2018.

Figura 21. ODS 8.4.1. y 12.2.1 huella material en términos absolutos, huella material per cápita y huella material por PIB

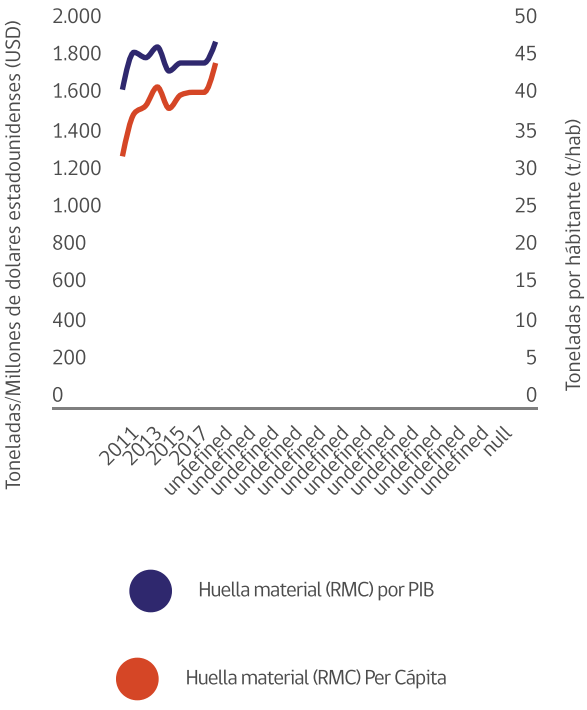
Huella de material en términos absolutos, 2010-2018



Download data

Fuente: Elaboración propia, con datos de Banco Central, Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile (SERNAGEOMIN), Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), Instituo Forestal (INFOR), Ministerio de Energía (MINENERGÍA), Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), ficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2020

Huella de material por PIB y huella material per cápita, 2010-2018



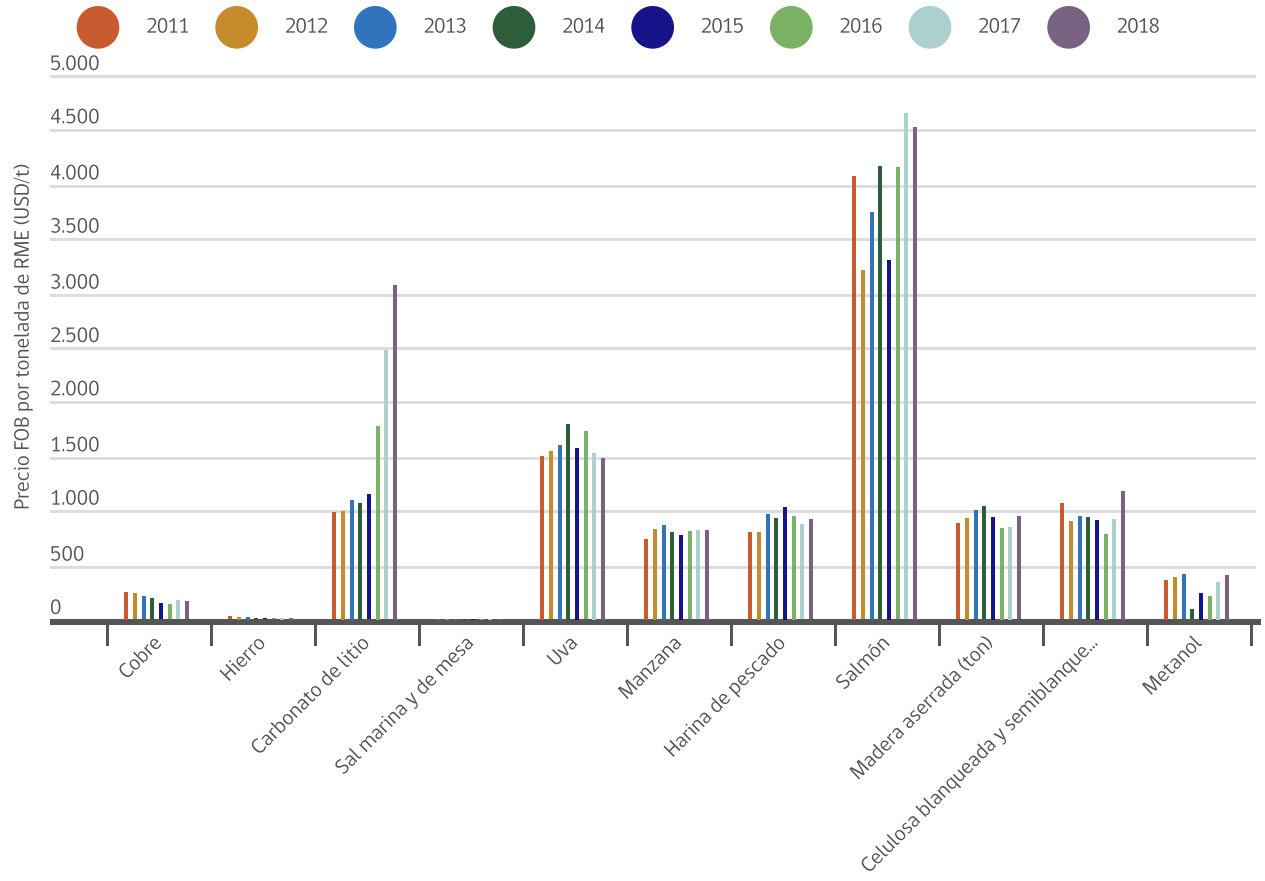
Download data

Fuente: Elaboración propia, con datos de Banco Central, Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile (SERNAGEOMIN), Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), Instituo Forestal (INFOR), Ministerio de Energía (MINENERGÍA), Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), ficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2020

Chile destaca principalmente por la exportación de recursos naturales y sus derivados, como minerales, celulosa y alimentos. La **Figura 22** muestra para cada uno de los principales productos de exportación el precio FOB[4] por tonelada RME (equivalente de materias primas). El objetivo de este indicador es comparar los principales productos de exportación según su precio FOB por tonelada extraída desde la naturaleza como medida de productividad y sustentabilidad; por ejemplo, en el caso del cobre, cuántos dólares de exportación se obtienen por cada tonelada de roca extraída desde las minas.

Se aprecia que en los últimos años el carbonato de litio ha tenido la mejor evolución y el salmón, los mayores valores. El cobre, la principal exportación del país, presenta una de las más bajas relaciones, que se mantiene estable en el tiempo con una cierta tendencia al descenso.

Figura 22. Precio FOB por tonelada RME de cada uno de los principales productos de exportación, 2011 – 2018



Download data

Fuente: Elaboración propia, con datos de Banco Central, Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile (SERNAGEOMIN), Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), Instituo Forestal (INFOR), Ministerio de Energía (MINENERGÍA), Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), ficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2020.

[4] Valor FOB: corresponde al valor de la mercancía estipulado en la factura comercial, transacción bancaria u otro documento que acredite el valor de compra. Aduana podrá requerir documento adicional para comprobar este valor. (Correos de Chile, s.f.).

6. Conflictos socioambientales

Para el Ministerio del Medio Ambiente la noción de conflictividad socioambiental se basa en una caracterización de territorios y comunidades donde se integran elementos que describen la magnitud y la naturaleza de las cargas ambientales que soportan, tales como número y tipo de matrices ambientales con afectación, comunidades asentadas en entornos con afectación, deterioro del patrimonio ecológico y paisajístico y percepción comunitaria de los problemas referidos, entre otros factores. Sobre la base de una caracterización cuantitativa y cualitativa de dichos componentes, se cuenta con una prelación de las necesidades socioambientales de los territorios y sus comunidades.

En la literatura no existe un criterio único y definitivo para la caracterización de zonas con conflictividad socioambiental. Tanto a nivel nacional como internacional existen observatorios y centros de pensamiento[5] donde se elaboran reportes con determinadas metodologías, que ponen acento en unas variables por sobre otras.

La heterogeneidad de las metodologías aplicadas y sus disímiles resultados dificultan un criterio único que posibilite, entre otros análisis, la comparabilidad y la prelación. No obstante, también hay elementos comunes que permiten la toma de decisiones en materia de política pública ambiental, dando espacio a criterios de focalización en aquellos territorios y comunidades con alta carga ambiental y evidente afectación del medio ambiente y el medio humano.

Figura 23: Fases del Programa de Recuperación Ambiental y Social (PRAS)



Fuente: Elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020

[5] Entre las entidades que realizan esta tarea están el Instituto Nacional de Derechos Humanos (INDH), el Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales (OLCA), el Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina (Ocmal) y el Centro de Estudios de Conflicto y Cohesión Social (COES).

Esta estrategia multisectorial contiene un enfoque de gobernanza ambiental sustentado en el Principio 10 sobre Acceso a la Información, Participación y Justicia Ambiental. Es por eso por lo que la estrategia considera la creación temprana de un Consejo para la Recuperación Ambiental y Social (CRAS), compuesto por representantes de la sociedad civil, organismos de gobierno, municipios y las industrias presentes en la zona.

Los Consejos de cada territorio participan en cada una de las fases de implementación del PRAS, desde sus etapas más tempranas de diseño, caracterización socio ambiental del territorio y elaboración de un diagnóstico compartido, la identificación de objetivos de recuperación y propuestas de soluciones formulación de anteproyecto, proceso de consulta ciudadana, aprobación del programa definitivo y seguimiento de este mismo.

El Programa de cada territorio se plasma en un documento consensuado y validado por los consejeros, que contiene una serie de objetivos y medidas para lograrlos, los que se agrupan en tres dimensiones: Ambiental (Aire, Agua, Mar, Suelo, Paisaje y Biodiversidad); Social (Sociedad, Salud, Infraestructura), más una dimensión Transversal.

Actualmente el PRAS se desarrolla en los territorios de Huasco, Quintero – Puchuncaví y Coronel. En los tres territorios, los programas ya se encuentran en su Fase V de Implementación y Seguimiento. Durante 2019, la Ley de Presupuesto asignó mil millones de pesos para impulsar la implementación de las medidas contenidas en los PRAS de los estos tres territorios.

Adicionalmente, en 2019 se desarrolló una intervención en las comunas de Tocopilla y Tiltil, a través de consultorías cuyo objetivo fue implementar un Plan de Relacionamiento Comunitario capaz de generar espacios de diálogo en torno a las problemáticas ambientales de cada comuna.



Referencias

- Correos de Chile. (s.f.). ¿Cómo calculo el valor aduanero (CIF)? Obtenido de https://www.correos.cl/web/correos-chile-empresas/preguntas-frecuentes-detalle/-/asset_publisher/XVwv8xamtSFH/content/faq-personas-todos-los-envios-pagan-impuest-1
- Diamond, J. (2005). Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed. Viking Press.
- Gobierno Regional de la Región de Aysén y Servicio Nacional de Turismo de la Región de Aysén. (2017). Plan de acción para la gestión participativa de Zona de Interés Turístico (Zoit) Chelenko .
- Ministerio de Desarrollo Social y Familia. (2020). Documento metodológico: Evaluación estadística de la medida de pobreza multidimensional.
- Ministerio de Energía. (2015). Energía 2050: Política Energética de Chile.
- Naciones Unidas. (s.f.). Cambio Climático. Obtenido de https://www.un.org/es/sections/issues-depth/climate-change/index.html#:~:text=Calentamiento%20global%20de%201%2C5%C2%BAC,a%201%2C5%C2%B0C.&text=Por%20ejemplo%2C%20para%202100%20el,de%201%2C5%C2%B0C.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2012). Estudios de la OCDE sobre Crecimiento Verde. Energía.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2016). Evaluaciones del desempeño ambiental: Chile.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2017). Green Growth Indicators 2017.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2018). Estudios Económicos de la OCDE: Chile.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2019). Society at Glance 2019.
- Pograma de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Ministerio de Energía. (2018). Pobreza energética: análisis de experiencias internacionales y aprendizajes para Chile. Santiago de Chile.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (s.f.). ¿Qué es el Índice de Pobreza Multidimensional? Obtenido de http://hdr.undp.org/en/node/2515
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2012). GEO5 Perspectivas del Medio Ambiente Mundial: Medio ambiente para el futuro que queremos.
- Programa de las Naciones Unidas por el Medio Ambiente. (2010). El ABC del CPS: Aclarando conceptos sobre el consumo y la producción sostenibles.
- Servicio Nacional de Turismo de la Región de Aysén. (2009). 11° Barómetro turístico Aysén Patagonia..

CAPÍTULO **2**

INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL Y DESARROLLO SUSTENTABLE



INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL Y DESARROLLO SUSTENTALE

Las tres funciones fundamentales en las que se estructura la institucionalidad ambiental son: la elaboración y desarrollo de políticas públicas, la evaluación de impacto ambiental y la fiscalización. Esta cuenta con diversos instrumentos de gestión para cumplir con los objetivos de la política de medio ambiente.



MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA)
Política y regulación

CONSEJO DE MINISTROS PARA LA SUSTENTABILIDAD
Proponer criterios de sustentabilidad en la elaboración de las políticas.

TRIBUNALES AMBIENTALES

SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE
Fiscalización y sanciones

SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL
Administración del Sistema de Evaluación de impacto Ambiental (SEIA)

POLÍTICAS PRIORITARIAS

INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL

PARTICIPACIÓN
$1.069 millones del Fondo de Protección Ambiental se entregaron a organizaciones sociales en 2019.

EDUCACIÓN
2.065 establecimientos educacionales adheridos al Sistema de Certificación Ambiental.

EVALUACIÓN
300 proyectos con una inversión de 9.000 millones de dólares aprobados por el SEIA en 2019

FISCALIZACIÓN
274 sanciones cursadas por la SMA en 2019.

CAMBIO CLIMÁTICO

Proyecto de Ley de Cambio Climático.
Plan de cierre de termoeléctricas.

FORTALECIMIENTO INSTITUCIONALIDAD

Proyecto de Ley de Creación del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP) .

BIODIVERSIDAD Y ÁREAS PROTEGIDAS

Un 22% de la superficie terrestre y el 43,7% del área marina chilena son Áreas Protegidas.
Nueva Ley de Protección de humedales urbanos.

ECONOMÍA CIRCULAR

Implementación de la Ley de Fomento al Reciclaje (ley REP).

CALIDAD DEL AIRE

21 Planes de Descontaminación Atmosférica .
Promoción de elecromovilidad.

CHILE EN EL CONTEXTO AMBIENTAL INTERNACIONAL



Chile forma parte de la **Agenda Internacional 2030 de las Naciones Unidas,** que busca alcanzar el desarrollo sostenible mediante el compromiso de **17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) .**

CHILE AGENDA 2030 Y OBJETIVOS DE DESARROLLO AMBIENTAL

CONSEJO NACIONAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN AGENDA 2030 PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

El MMA coordina la ejecución y seguimiento de las metas de los ODS con mayor énfasis ambiental. Estos son:

Ministerio del Medio Ambiente | Ministerio de Desarrollo Social y Familia | Ministerio de Economía Fomento y Turismo | Ministerio de Relaciones Exteriores | Ministerio Secretaría General de la Presidencia



11.CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES



12.PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLE



13. VIDA SUBMARINA



14. VIDA SUBMARINA



15. VIDA DE ECOSISTEMA TERRESTRE

CONTENIDO

Introducción
1. Institucionalidad Ambiental Vigente
   1.1. Institucionalidad Ambiental Sectorial
   1.2. Actualizaciones y fortalecimiento de la institucionalidad ambiental
2. Chile en la Institucionalidad Ambiental Internacional
   2.1. Dimensiones de participación internacional
   2.2. Organismos Internacionales
   2.3. Agenda 2030 y los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas
3. Instrumentos y Herramientas de Gestión Ambiental
   3.1. Instrumentos de Regulación Directa
   3.2. Instrumentos Administrativos
   3.3. Educación y Participación
   3.4. Participación Ciudadana
   3.5. Acceso a la Información Ambiental
   3.6. Instrumentos Económicos
   3.7. Instrumentos de Fiscalización y Sanción
   3.8. Otras Herramientas de Apoyo a la Gestión Ambiental
Referencias

INTRODUCCIÓN

El desarrollo continuo de las actividades humanas conlleva por lo general un aumento de la contaminación y del uso de recursos naturales, por lo que el Estado dicta las políticas y normativas que permita alcanzar el equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social.

Chile consagra como garantía constitucional, mediante el artículo 19 N°8 de la Constitución Política de la República de Chile, el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación y estableció que es deber del Estado velar por este derecho y la preservación de la naturaleza (Ministerio Secretaría General de la República, 2005). En 1994, con la promulgación de la Ley N°19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, el Estado configuró una estructura institucional específica para este fin, que con el transcurso del tiempo se ha robustecido y modernizado.

1. Institucionalidad ambiental vigente

La Ley N°19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, promulgada y publicada en 1994, definió la estructura institucional, los principios rectores y los principales instrumentos de gestión ambiental.

Se optó por un modelo institucional donde se reconocieron las competencias ambientales de los distintos ministerios y servicios sectoriales, y la creación de una estructura de coordinación denominada Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), que fue la antecesora del actual Ministerio del Medio Ambiente.

La mencionada ley se estructuró sobre la base de seis principios que orientan hasta hoy la política y normas ambientales. Asimismo, definió una serie de nuevos instrumentos que se consideraban necesarios para una gestión ambiental moderna.

Los seis principios rectores de la política ambiental chilena

Estos principios otorgan coherencia y significado a la institucionalidad y a los instrumentos de gestión ambiental:

- Preventivo: evitar o prevenir antes que se produzcan los problemas ambientales.
- El que contamina paga: se funda en la idea de que el particular que actualmente contamina o que lo haga en el futuro, debe incorporar a sus costos de producción todas las inversiones necesarias para evitar la contaminación.
- Gradualismo: puede definirse como una "tendencia que defiende la moderación sin renunciar a un objetivo a largo plazo" (Diccionario de Neologismos). Es decir, reconoce que los cambios necesarios deben hacerse respetando los mecanismos necesarios para que todos los afectos a la normativa se ajusten paulatinamente a estándares cada vez más exigentes
- Responsabilidad: aquellos que generan daños ambientales son responsables de reparar a las víctimas y de restaurar el medio ambiente.
- Participación: la concurrencia de aquellos afectados por la problemática ambiental es central para asegurar una adecuada protección.
- Eficiencia: cumplir los objetivos y privilegiar instrumentos de gestión ambiental que aseguren la mejor asignación de recursos.

En el año 2010 se actualiza y reforma la normativa ambiental, con la promulgación de la Ley N°20.417, la cual crea una nueva institucionalidad ambiental, conformada por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA),a cargo de la formulación y regulación de la política ambiental; el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA),encargado de la administrar el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental; y la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), cuya responsabilidad es la fiscalización de los instrumentos de gestión ambiental, su seguimiento y sanción, cuando corresponda.

Asimismo, se reconoce la naturaleza intersectorial de la política ambiental, con la creación del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad,como instancia de deliberación y proposición al Presidente de la República de políticas y normativas en esta materia, garantizando de esta manera una mirada transversal de sustentabilidad de las políticas, planes y normas.

De este modo, la institucionalidad ambiental queda estructurada en tres funciones fundamentales para garantizar la promoción del desarrollo sustentable: la de elaboración y desarrollo de políticas públicas, la de evaluación de impacto ambiental, y la de fiscalización, seguimiento y sanción.

Estas instituciones fueron complementadas en 2012, con la creación de losTribunales Ambientales, de carácter especial, competentes para revisar las actuaciones de la Superintendencia del Medio Ambiente, las reclamaciones en contra de los actos administrativas de carácter ambiental, las Resoluciones de Calificación Ambiental y las demandas por daño ambiental (Ministerio del Medio Ambiente, 2012) y aquellas otras materias que ley les confiera competencia.

Adicionalmente, en el Congreso Nacional se discute desde 2011 la creación del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP), con el que se completará la institucionalidad ambiental reconocida por la Ley N°19.300 y la ley N°20.417

¿Cómo se organiza la Institucionalidad Ambiental en Chile?

Ministerio del Medio Ambiente: Es el encargado de colaborar con el Presidente de la República en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental. Dentro de esta institución se encuentran: la Subsecretaria del Medio Ambiente, las Secretarías Regionales Ministeriales del Medio Ambiente, y los Consejos Consultivos del Ministerio del Medio Ambiente.

Superintendencia del Medio Ambiente: Su función es ejecutar, organizar y coordinar el seguimiento y fiscalización de las Resoluciones de Calificación Ambiental, de los Planes de Prevención y Descontaminación, de las Normas de Calidad Ambiental y de Emisión, y de todos los instrumentos de carácter ambiental que establezca la ley. Aplica las sanciones correspondientes cuando corresponde.

Servicio de Evaluación Ambiental: Es el encargado de administrar y gestionar el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, asegurando una calificación ambiental transparente, técnica y eficiente en coordinación con los organismos del Estado, fomentando y facilitando la participación ciudadana en los procesos de evaluación.

Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (en trámite legislativo): Entre sus funciones se encontraría la administración del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), y la supervisión de las áreas silvestres protegidas de propiedad privada.

Consejo de Ministros para la Sustentabilidad: Propone al presidente políticas para el manejo, uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales renovables; criterios de sustentabilidad que serán incorporados en políticas y procesos de planificación de los ministerios, así como en la de sus servicios dependientes; la creación de las Áreas Protegidas del Estado; además de las políticas sectoriales que deben ser sometidas a Evaluación Ambiental Estratégica. Es presidido por el Ministro del Medio Ambiente e integrado por los Ministros de Agricultura, de Hacienda; de Salud; de Economía, Fomento y Turismo; de Energía, de Obras Públicas; de Vivienda y Urbanismo; de Transportes y Telecomunicaciones; de Minería y de Desarrollo Social y Familia.



Consejos Consultivos del Medio Ambiente

El Ministerio del Medio Ambiente cuenta con un Consejo Consultivo de carácter nacional y los respectivos Consejos Consultivos Regionales. Estos se encuentran regulados por la Ley N°19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente y son homologables a los Consejos de la Sociedad Civil señalados en la Ley 20.500 sobre Asociaciones y Participación Ciudadana en la Gestión Pública.

Los Consejos son mecanismos de participación ciudadana que se fundan en el derecho que el Estado reconoce a las personas a participar en las políticas, planes, programas y acciones gubernamentales. En la institucionalidad ambiental, los Consejos Consultivos son una instancia representativa de los distintos sectores de la sociedad y tienen como fin debatir y opinar sobre temas que sean de relevancia ambiental, principalmente sobre los instrumentos o materias que sean puestas a su consideración, lo cual permiten fortalecer su calidad técnica con distintas perspectivas.

Tribunales Ambientales

Son órganos jurisdiccionales especiales, sujetos a la superintendencia directiva, correccional y económica de la Corte Suprema. En Chile, existen tres tribunales ambientales, con asiento en Antofagasta, Santiago y Valdivia. Su función principal es resolver controversias ambientales, como demandas judiciales que buscan la reparación del daño ambiental y reclamaciones contra decisiones de la SMA y contra Resoluciones de Calificación Ambiental, entre otros.

1.1. Institucionalidad Ambiental Sectorial

Una de las características de la institucionalidad ambiental es la existencia de funciones, competencias y atribuciones ambientales repartidas transversalmente en la Administración del Estado, con una perspectiva sectorial. De esta manera, al Ministerio del Medio Ambiente le corresponde colaborar con los ministerios sectoriales en la formulación de los criterios ambientales que deban ser incorporados en la elaboración de sus políticas y planes, evaluaciones ambientales estratégicas y procesos de planificación, así como en la de sus servicios dependientes.

Asimismo, el Ministerio del Medio Ambiente debe colaborar con los organismos competentes en la formulación de las políticas ambientales para el manejo, uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales renovables e hídricos, así como en la determinación de los efectos y el establecimiento de medidas necesarias de adaptación y mitigación del cambio climático, a nivel nacional, regional y local.
Adicionalmente, le corresponde colaborar con las autoridades competentes a nivel nacional, regional y local en la preparación, aprobación y desarrollo de programas de educación, promoción y difusión ambiental, orientados a la creación de una conciencia nacional sobre la protección del medio ambiente, desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental, y a promover la participación ciudadana responsable en estas materias.

En este contexto, existen competencias ambientales distribuidas en diversos organismos públicos, que se enfocan en materias específicas, tales como el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), la Dirección General de Aguas (DGAC), el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), y otras entidades de carácter público – privado, como la Corporación Nacional Forestal (CONAF), por mencionar algunos.

Por otra parte, la Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente otorga ciertas facultades a los municipios en materia ambiental, de carácter residual. Entre las atribuciones de los gobiernos locales en esta materia destacan la proposición y ejecución de medidas relacionadas al medio ambiente; aplicación de normas ambientales de alcance comunal; y elaboración del anteproyecto de ordenanza ambiental. Poseen también facultades de fiscalización y recepción de denuncias de ciudadanos por incumplimiento de normas ambientales, que deben poner en conocimiento de la Superintendencia del Medio Ambiente, y son titulares de la acción de reparación por daño ambiental, por los hechos acaecidos en sus respectivos territorios.



Tabla 1. Algunas instituciones públicas con competencias ambientales

ALGUNAS INSTITICIONES PÚBLICAS CON COMPETENCIAS AMBIENTALES	
MINISTERIO DE TRANSPORTE Y TELECOMUNICACIONES (MTT)	Tiene como principal función proponer las políticas nacionales en materia de transporte y telecomunicaciones, ejercer la dirección y control de su puesta en práctica, supervisar las empresas públicas y privadas que operen medios de transportes y comunicaciones en el país, coordinar y promover el desarrollo de estas actividades y controlar el cumplimiento de las leyes, reglamentos y normas pertinentes. El ministerio está integrado por la Subsecretaría de Transportes, la Subsecretaría de Telecomunicaciones y la Junta Aeronáutica Civil (JAC)
MINISTERIO DE VIVIENDA YURBANISMO (MINVU)	Es el organismo encargado de la formulación de la política nacional habitacional y urbanística y de vincular la acción del ministerio con la de otras secretarías de Estado, organismos, entidades o instituciones públicas o privadas nacionales o extranjeras, a través de una adecuada coordinación interministerial e internacional.
MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL	Debe contribuir en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia de desarrollo social, especialmente las destinadas a erradicar la pobreza y brindar protección social a las personas o grupos vulnerables, promoviendo la movilidad e integración social. Asimismo, debe velar por la coordinación, consistencia y coherencia de las políticas, planes y programas en materia de desarrollo social a nivel nacional y regional, y evaluar los estudios de preinversión de los proyectos de inversión que solicitan financiamiento del Estado para determinar su rentabilidad social, de manera que respondan a las estrategias y políticas de crecimiento y desarrollo económico y social que se determinen para el país.
MINISTERIO DE ENERGÍA	Es la institución responsable de elaborar y coordinar, de manera transparente y participativa, los distintos planes, políticas y normas para el desarrollo del sector energêtico del país, y así asegurar que todos puedan acceder a la energía de forma segura y a precios razonables.
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE)	Es el organismo encargado de producir, recopilar y publicar las estadísticas oficiales del país. Genera estadísticas de precios, laborales, ingresos y gastos, económicas, sociales, demográficas y vitales, medioambientales y censales. Se puede destacar la publicación del Anuario de Estadísticas ambientales, el cual es un recopilatorio de datos sobre variables ambientales.
MINISTERIO DE EDUCACIÓN (MINEDUC)	Es el encargado de fomentar el desarrollo de la educación en todos sus niveles, a través de una educación humanista democrática, de excelencia y abierta al mundo en todos los niveles de enseñanza, estimular la investigación científica y tecnológica, la creación artística y la protección e incremento del patrimonio cultural de la nación. Además, debe velar por los derechos de todos los estudiantes, tanto de establecimientos públicos como privados.
MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI)	Es la institución encargada de fomentar, orientar y coordinar la actividad silvoagropecuaria del país, aumentando la producción nacional, la conservación, protección y crecimiento de los recursos naturales renovables y el mejoramiento de las condiciones de nutrición de la población.
SUBSECRETARÍA DE PESCA (SUBPESCA)	Propone la política pesquera y sus formas de aplicación, y dirige y coordina las actividades que corresponde realizar al Estado en relación con el sector pesquero.
SERVICIO NACIONAL DE PESCA (SERNAPESCA)	Le corresponde ejecutar la política pesquera nacional, las normas y fiscalizar su cumplimiento. Asimismo, debe velar por la debida aplicación de las normas legales y reglamentarias sobre pesca, caza marítima y demás formas de explotación de recursos hidrobiológicos.
SERVICIO NACIONAL DE TURISMO (SERNATUR)	Tiene responsabilidades en promover y difundir el desarrollo de la actividad turística de Chile. Este servicio tiene representación en todas las regiones del país y depende del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)	Debe planificar el desarrollo del recurso hídrico en las fuentes naturales, para formular recomendaciones sobre su aprovechamiento, investigar y medir el recurso, vigilar las aguas y supervisar el funcionamiento de las organizaciones de usuarios. Depende del Ministerio de Obras Públicas

Fuente: Elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente (MMA).

1.2. Actualizaciones y fortalecimiento de la institucionalidad ambiental

Una institucionalidad robusta es clave para impulsar la transición hacia el desarrollo sustentable y proteger el capital natural. Diversas iniciativas legislativas buscan fortalecer la institucionalidad. Entre ellas destacan:

- El proyecto de ley para la creación del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (Boletín N°9404-12), que será el encargado de la preservación y conservación de la diversidad biológica del país.

- El proyecto de Ley Marco del Cambio Climático (Boletín N°13.191-12), ingresado al Congreso Nacional, cuyo objeto es hacer frente a los desafíos que presenta el cambio climático; transitar hacia un desarrollo bajo en emisiones de Gases de Efecto Invernadero, hasta alcanzar y mantener la neutralidad de emisiones de los mismos; reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia a los efectos adversos del cambio climático; y, dar cumplimiento a los compromisos internacionales asumidos por el Estado de Chile en la materia. Lo anterior, con la finalidad de lograr la meta de Carbono Neutralidad al 2050.

- El proyecto de ley que introduce modificaciones en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (Boletín N°12714-12), para consolidar un sistema de evaluación ambiental a través de la implementación de herramientas tanto tecnológicas como administrativas, así como también, aumentar las capacidades y participación ciudadana y los estándares de eficiencia y eficacia en sus procesos.

- El proyecto de Ley sobre Delitos Ambientales (Boletín N°12398-12), que sanciona las conductas que dañan gravemente el medioambiente, poniendo énfasis en la prevención y en la reparación. Esta iniciativa refuerza el rol de la Superintendencia en la persecución de los delitos contemplados en la ley.

- La modernización de la Superintendencia del Medio Ambiente, conducente a fortalecer y robustecer el modelo de fiscalización y seguimiento ambiental, además de incentivar el cumplimiento ambiental y las herramientas de corrección temprana.



2. Chile en la Institucionalidad Ambiental Internacional

Chile participa activamente en la agenda internacional para el desarrollo sustentable, integra las más relevantes instancias, organismos y foros internacionales especializados y forma parte de la mayoría de los convenios y tratados ambientales multilaterales, alcanzado un rol promotor de iniciativas ambientales globales en los últimos años.

Ha destacado en los temas de acceso a la información y participación ciudadana abordados en el principio 10 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992, como también en su compromiso con la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero. El activo rol del país en materia de cambio climático, permitió a Chile asumir la presidencia de la XXV Conferencia sobre Cambio Climático de la ONU (COP 25) en 2019.

La Ley N°19.300 reconoce al Ministerio del Medio Ambiente como uno de los órganos llamados a implementar los compromisos internacionales, en los ámbitos de su competencia, velar por su cumplimiento, realizar su seguimiento, recopilar y sistematizar información, presentar reportes, informar de manera periódica, participar de las negociaciones en curso, y también relacionarse con otras agencias o ministerios de medio ambiente. En esta tarea se involucran un conjunto de ministerios y servicios públicos, liderados por el Ministerio de Relaciones Exteriores.

También se incorpora la participación de actores sociales, como el mundo académico y científico, las organizaciones no gubernamentales, el sector productivo y la sociedad civil organizada.

Enfoque Global

Hoy se reconoce que los problemas y desafíos ambientales no son sólo de carácter local, sino que poseen una dimensión planetaria, por lo que es preciso que la comunidad internacional actúe de manera conjunta y coordinada.

La Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano de 1972, más conocida como la "Cumbre de la Tierra" fue el primer hito en que la comunidad internacional reconoció la necesidad de una agenda ambiental global, la que se fue profundizando y ampliando con el paso del tiempo y nuevos encuentros del más alto nivel, como la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de Río de Janeiro Brasil (1992)y la Conferencia de Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible (2012), conocido también como Rio+20.Todos estos encuentros contribuyeron a dinamizar la agenda ambiental internacional, hasta llegar hoy a una Agenda 2030 para el Desarrollo Sustentable.

Sin embargo, no solo se trata de transformaciones formales en la esfera institucional y jurídica, sino que estas tendencias reflejan cambios culturales profundos quedan cuenta de una preocupación creciente de la sociedad por el estado del medio ambiente, su deterioro y las consecuencias en la salud de la población.

2.1. Dimensiones de participación internacional

En la compleja trama de organismos internacionales, foros, tratados y convenciones de carácter ambiental, el involucramiento de Chile puede agruparse en cuatro dimensiones de participación:

En la institucionalidad ambiental internacional, tomando un rol activo en las decisiones de los organismos internacionales -tales como el PNUMA y la OCDE- y adoptando compromisos que muchas veces son incorporados a la legislación interna.

En relaciones y acuerdos bilaterales, a través de programas de cooperación e intercambio, o bien instrumentos regulatorios, con el fin de gestionar de manera conjunta el uso sostenible de recursos naturales o la protección de ecosistemas y especies, como ocurre frecuentemente con países limítrofes.

En acuerdos económicos, donde además de existir las regulaciones fitosanitarias, los tratados de libre comercio (TLC) y acuerdos similares incorporan disposiciones y obligaciones ambientales. Esta es una tendencia global creciente, e involucra prácticas y normativas de la Organización Mundial del Comercio (OMC). Chile ha suscrito 29 acuerdos comerciales con 65 mercados, que representan el 67% de la población mundial y el 88% del PIB (GDP) global. De ellos, 17 acuerdos abordan aspectos ambientales.

En actividades de cooperación, de colaboración técnica, investigación e intercambio, ya sea con otros países, organismos o instituciones multilaterales.



2.2. Dimensiones de participación internacional

El país participa en organismos y acuerdos internacionales de competencia ambiental, entre los cuales destacan los siguientes:

2.2.1. Dimensiones de participación internacional

En el marco del Sistema de Naciones Unidas, el PNUMA promueve la dimensión ambiental del desarrollo sostenible, a través de debates y acuerdos en que los países establecen la agenda ambiental multilateral. Chile lo integra desde su creación en 1972. Hoy cuenta con 193 Estados miembros.

El PNUMA moviliza importantes recursos, proyectos y actividades.

En América Latina y el Caribe, su quehacer se centra en 6 áreas de trabajo: Cambio Climático, Desastres y Conflictos, Manejo de Ecosistemas, Gobernanza Ambiental, Sustancias Químicas y Residuos, Eficiencia de Recursos y Medio Ambiente. A nivel regional, se coordina a través de la Secretaría Técnica del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe.

2.2.2. Asamblea de Naciones Unidas del Medio Ambiente (UNEA)

Es el principal órgano de toma de decisión del PNUMA. Fue creada en 2013, reemplazando al anterior Consejo de Administración del PNUMA. Además de los Estados, cuenta también con la participación de otras organizaciones de Naciones Unidas, agencias especializadas, ONG, sociedad civil y el sector privado. La Asamblea ha sesionado en cuatro ocasiones (2014, 2016, 2017 y 2019) y en todas ellas ha contado con una participación de Chile.

En la última sesión se aprobó una Declaración Ministerial y 23 resoluciones en una serie de materias tales como reducción de residuos alimentarios, negocios sostenibles, residuos plásticos marinos y químicos, entre otros. Chile, junto a Argentina, Costa Rica y Perú, promovió y aprobó una resolución sobre movilidad sostenible.

2.2.3. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)

La OCDE promueve políticas de desarrollo económico y bienestar social. Fue uno de los primeros organismos internacionales en enfrentar desafíos ambientales, como la contaminación del aire y el manejo de residuos. Desde la década del 60 viene desarrollando una labor sostenida en esta materia. En 1970 creó el Comité de Medio Ambiente (actual Comité de Política Ambiental, EPOC) y el Directorado de Medio Ambiente (Environment Directorate), la instancia que se dedica a prestar asistencia a los países en el diseño e implementación de políticas públicas en temas ambientales y a manejar sus recursos naturales de manera sostenible.

Está integrada por 37 países miembros plenos y ocho adherentes, comprometidos con sistemas económicos abiertos, regulaciones transparentes y sistemas políticos democráticos. Chile es Estado miembro desde 2010.

Uno de los insumos más importantes que esta organización provee a los países son las Evaluaciones de Desempeño Ambiental. Chile se sometió voluntariamente a este proceso por primera vez 2005, cuando aún no era miembro pleno, lo que influyó significativamente en la creación de la institucionalidad ambiental. La segunda evaluación culminó en 2016, entregando 54 recomendaciones. Aquí se examinan las relaciones entre el ambiente y otras dimensiones económicas y sociales.

2.2.4. Alianza del Pacífico

Es una iniciativa de integración económica establecida en 2012 a través de un tratado entre Chile, Colombia, México y Perú, con el objetivo de generar un área que asegure la libertad de movimiento de bienes, servicios, inversiones y personas. La Alianza constituye la octava potencia económica y la octava potencia exportadora a nivel mundial. En América Latina y el Caribe, el bloque representa el 37% del PIB, concentra el 52% del comercio y cuenta con el 45% de inversión extranjera directa. Los cuatro países representan una población de 225 millones de personas y cuentan con un PIB per cápita promedio de $18.000 dólares.

En 2016, los ministros de medio ambiente de los países miembros acordaron una Declaración sobre la Plataforma de Crecimiento Verde, que reconoce que no puede haber crecimiento económico sin salvaguardar el medio ambiente. Consecuentemente, se creó el Grupo Técnico de Medio Ambiente y Crecimiento Verde dedicado a promover y monitorear esta materia. Durante la XIV Cumbre Presidencial de la Alianza del Pacífico de 2019, se adoptó una Declaración sobre la Gestión Sostenible de Plásticos.

2.2.5. Foro de Cooperación Económica Asia – Pacífico (APEC)

Es el principal foro para promover el crecimiento, la cooperación técnica y económica, la facilitación y liberalización del comercio y las inversiones en la región Asia Pacífico.

Cuenta con diferentes instancias y grupos de trabajo relacionadas con temas ambientales, como la prevención de la contaminación del océano y el impacto de las sustancias químicas. En 2019,

Chile lideró el desarrollo de un mapa de ruta sobre residuos marinos, que tiene como propósito prevenir los impactos de los residuos sólidos en el océano, especialmente los plásticos y microplásticos. Este fue adoptado por las 21 economías de APEC en agosto de 2019 y actualmente se encuentra en fase de implementación.

2.2.6. Fondo para el Medioambiente Global (Global Environment Facility, GEF)

El Fondo para el Medio Ambiente Mundial o "GEF", por sus siglas en inglés, es el principal organismo internacional que financia condonaciones no reembolsables la implementación de proyectos enfocados en apoyar el cumplimiento del país a sus compromisos ambientales suscritos en diversos convenios internacionales.

Los proyectos financiados por el GEF en Chile se han centrado principalmente en las áreas de Biodiversidad, Cambio Climático, Degradación de la Tierra, Químicos y Residuos. El Ministerio del Medio Ambiente actúa como punto focal, participando en la ejecución de proyectos de conservación de especies amenazadas, ecosistemas terrestres y marino costeros, conservación de la agro-biodiversidad, desarrollo de un sistema integrado de monitoreo forestal, adaptación del sector pesquero al cambio climático, gestión sostenible de los residuos electrónicos y eléctricos, iluminación eficiente, biogás, eficiencia energética, energía distrital y reducción de emisiones en sector de transporte, entre otros.

En ellos, han participado una multiplicidad de ministerios y servicios públicos; como también municipios, comunidades indígenas, organizaciones comunitarias, sector privado y académico. También las agencias implementadoras: PNUD, FAO, ONU Medio Ambiente, ONUDI, CAF, Banco Mundial y BID.



2.2.7. Principales convenios internacionales en materia ambiental

Existe una gran variedad y cantidad de acuerdos, convenciones y protocolos internacionales especializados, que Chile suscribe o está en proceso de negociación. Éstos cubren las más diversas áreas, entre otras: la preservación del entorno y los recursos naturales, manejo de sustancias químicas; el cambio climático, la contaminación atmosférica, el cuidado de los océanos y la defensa de la biodiversidad.

Al ratificar estos compromisos, ya sea en términos de principios de índole política, o bien en términos más concretos y de carácter vinculante, el país asume como suyos sus instrumentos y normativas. A continuación, se listan los principales.

Cambio Climático

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) fue adoptada en Nueva York en 1992 y entró en vigor en 1994. Permite, entre otras cosas, reforzar la conciencia pública, a escala mundial, de los problemas relacionados con el cambio climático. En 1997, los gobiernos acordaron incorporar una adición al tratado, conocida con el nombre de Protocolo de Kioto, que cuenta con medidas más enérgicas y jurídicamente vinculantes.

Acuerdo de Paris

Adoptado en la 21aReunión de la Conferencia de las Partes (COP) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), sostenida el 2015 en Paris. Actualmente cuenta con 195 países partes. Su principal objetivo es reforzar la respuesta mundial frente a la amenaza del cambio climático, manteniendo el aumento de la temperatura mundial en este siglo por debajo de los 2 °C con respecto a los niveles preindustriales y proseguir con los esfuerzos para limitar aún más el aumento de la temperatura a 1,5 °C.

En abril de 2020 Chile presentó la actualización de su Contribución Determinada a nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés), que establece metas intermedias al 2030 en términos de reducción de emisiones y adaptación al cambio climático. Estos compromisos, se suman al proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, ingresado al Congreso, con meta de Carbono Neutralidad al 2050.

Químicos y Residuos

Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación

Su objetivo es proteger la salud humana y el medio ambiente contra los efectos adversos de los desechos peligrosos. Aplica controles transfronterizos a 48 categorías de residuos peligrosos e incluye otros 61 de potencial peligrosidad. Además, se centra en la reducción de la generación de estos desechos y desde 2019 incorpora residuos no peligrosos de plástico. En 2019, se aprobó un nuevo régimen para el movimiento transfronterizo de ciertos de residuos no peligrosos de plástico, con el fin de regular su importación en países que no poseen la infraestructura apropiada para tratarlos.

Convenio de Rotterdam

Es un tratado internacional sobre el procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos, que busca contribuir a la utilización ambientalmente racional de los mismos a fin de proteger la salud humana y el medio ambiente. Crea obligaciones jurídicamente vinculantes. En Chile, el Ministerio de Salud (Subsecretaría de Salud Pública) es la Autoridad Nacional Designada en materia de químicos industriales, mientras que el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) es la Autoridad Nacional Designada por plaguicidas.

Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs)

Los COPs son un conjunto de sustancias de gran toxicidad, persistentes en el ambiente, y tienen capacidad para bioacumularse en las cadenas alimenticias y trasladarse en grandes distancias circulando libremente en el ambiente, todo lo cual representa una amenaza global. Este tratado se orienta a la prohibición, eliminación y reducción de actividades de producción, uso, importación, exportación y disposición de desechos que contengan los COPs. A la fecha cuenta con un listado de 31 sustancias, que se revisa y actualiza periódicamente por un comité de expertos.

Convenio de Minamata sobre el Mercurio

Busca proteger la salud humana y el medio ambiente de los efectos adversos del mercurio. Establece la prohibición de nuevas minas de mercurio y la eliminación gradual de las existentes. Apunta a reducir su uso en la fabricación de una serie de productos y procesos, y controla su comercio, eliminación y emisiones al agua y al suelo, entre otros aspectos. Entró en vigor el 16 de agosto de 2017 y fue ratificado por Chile en agosto de 2018.

Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional (SAICM)

Corresponde a un marco político para promover la seguridad química en todo el mundo, adoptado en la Primera Conferencia Internacional sobre Gestión de Productos Químicos de 2006, en la Declaración de Dubái.

Red Intergubernamental de Químicos y Desechos para América Latina y el Caribe

Conformada por el Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, en marzo de 2016, contribuye a la aplicación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, facilitando el logro de los objetivos y metas relacionadas con productos químicos y desechos. Cuenta con un Plan de Acción para la Cooperación Regional en la Gestión de Productos Químicos y Desechos para el bienio 2019-2020.

Sistema Globalizado y Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS)

Sobre la base de las recomendaciones de la OCDE, Chile ha adoptado este sistema, y materializa sus disposiciones mediante la implementación un Plan de Gestión de Químicos Industriales. En este contexto, se ha dictado el Reglamento de Clasificación, Etiquetado y Notificación de Sustancias y Mezclas Peligrosas, que se encuentra actualmente en proceso de toma de razón en la Contraloría General de la República.

Grupos Internacionales sobre residuos marinos y microplástico

Chile forma parte de varios grupos de trabajo en torno a los temas de residuos marinos y microplástico, todos ellos conformados por el PNUMA, con el propósito de elaborar informes técnicos sobre el estado mundial de los impactos y riesgos ambientales que éstos generan, así como para desarrollar estrategias y metodologías de gestión de este tipo de residuos. Ellos son el Grupo adhoc sobre residuos marinos y microplástico, el Grupo Científico Asesor sobre residuos marinos y el Grupo de Amigos para Combatir la Contaminación Marina.

Recursos Naturales y Biodiversidad

Convenio Sobre la Diversidad Biológica (CBD) y el marco global de la biodiversidad posterior a 2020

Desde que entró en vigor en 1993, proporciona un marco jurídico mundial para las acciones relativas a la diversidad biológica. Para implementar y avanzar en el cumplimiento de las decisiones y acuerdos del CBD, cada país desarrolla sus propios mecanismos y estrategias nacionales y periódicamente debe reportar sus avances y estado de su biodiversidad a la Secretaría del Convenio. Actualmente nuestro país cuenta con la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030.

Chile ha participado activamente en la elaboración del "marco post 2020", que será presentado en la preparatoria de la próxima Conferencia de las Partes sobre Biodiversidad (COP15), que se celebrará en Kunming (China) en 2021, y que busca constituir un instrumento ambicioso pero realista, que contribuya a que las decisiones sean tomadas basándose en evidencia científica y teniendo en consideración el crítico estado en que se encuentra la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Adicionalmente, en junio de 2020, Chile adhirió a la Coalición de Alta Ambición por la naturaleza y las personas, que es una alianza política de alto nivel que busca promover esfuerzos para proteger al menos el 30% de las tierras y mares del planeta para 2030.

Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES)

Es un órgano intergubernamental independiente que busca fortalecer la interfaz científico-normativa entre la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica a largo plazo. Su principal función es realizar evaluaciones periódicas y oportunas para entregar información científica que apoye la formulación de políticas y la toma de decisión. Cuenta con 137 Estados miembros, Chile es parte desde 2012.

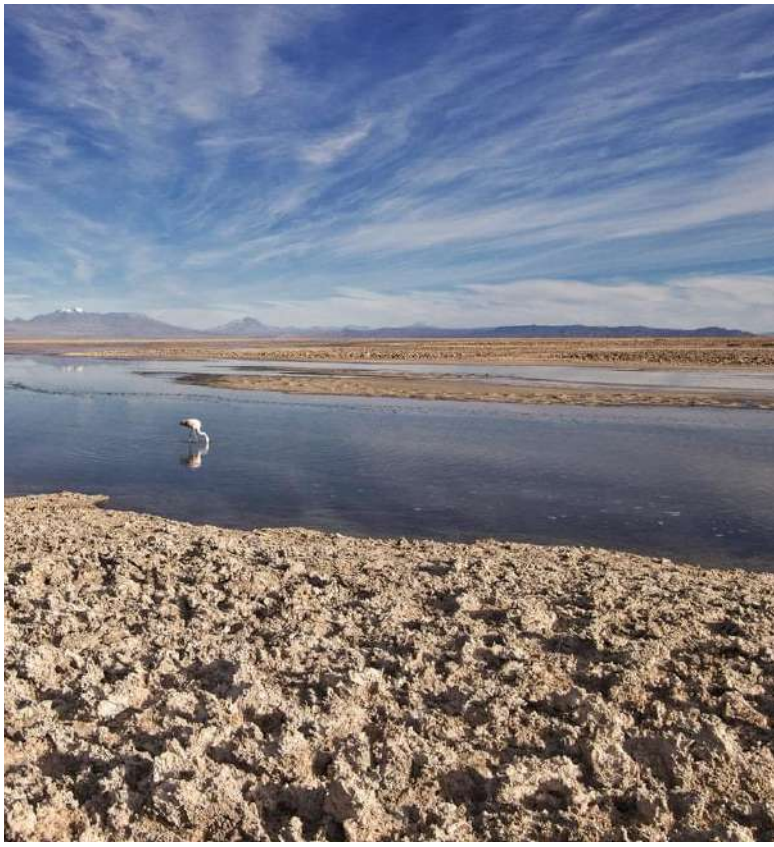
Global Biodiversity Information Facility (GBIF)

La Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF por sus siglas en inglés) es una organización internacional y una red de investigación, destinada a proporcionar acceso abierto y gratuito a datos sobre formas de vida que hay en la Tierra. Este conocimiento procede de diversas fuentes, que incluyen desde especímenes de museos recogidos en los siglos XVIII y XIX hasta fotografías de teléfonos inteligentes y compartidas por naturalistas aficionados. La red se estructura en torno a nodos y organizaciones participantes, está coordinada a través de su secretaría en Copenhague. Chile se integró en 2018, asignando al Ministerio del Medio Ambiente como entidad implementadora.

Convención Ramsar sobre Zonas Húmedas de Importancia Internacional

La Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, que se conoce en forma abreviada como "Convención Ramsar", entró en vigencia en 1975. Su principal objetivo es «la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo».

Cuenta con más de 160 estados miembros, que reconocen cerca de 1950 humedales, los cuales conforman la mayor red mundial de áreas protegidas. Este convenio fue ratificado en Chile, por lo que forma parte de la legislación nacional (Ministerio de Relaciones Exteriores, 1981). Al 2019 se han reconocido 14 humedales de Importancia Internacional en Chile.



Océanos

Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR)

Establece el régimen jurídico internacional comprensivo de ley y orden de los océanos y los mares, constituyendo el conjunto de reglas rectoras para los usos de los océanos y sus recursos. Estas abordan una variedad de temas, tales como delimitación de espacios marítimos, control y protección del medio marino, investigación científica marina, actividades económicas y comerciales, transferencia de tecnología y resolución de disputas de conflictos.

En el marco de CONVEMAR fue constituida la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos (AIFM), que regulan las actividades en los fondos marinos y subsuelo ubicados más allá de la jurisdicción de los Estados, y que son considerados como Patrimonio Común de la Humanidad.

Antártica

El Tratado Antártico

Está en vigor desde 1961, siendo ratificado por nuestro país ese mismo año. A la fecha tiene 54 países partes. Chile es uno de los 12 países signatarios originales y a la vez uno de los 7 países reclamantes de soberanía en la Antártica. El tratado designa a la Antártica como una región de paz dedicada a la ciencia y la cooperación, abordando además las cuestiones relacionadas con los reclamos de soberanía, estableciendo un estatus quo en el contencioso jurídico entre los reclamantes.

El Protocolo de Madrid

De manera complementaria al Tratado Antártico, en 1991 se firma el Protocolo de Madrid, mediante el cual las Partes se comprometen con la protección global del medio ambiente antártico y designan a la Antártida como reserva natural.

A nivel nacional, desde el año 2011 existe el Comité Operativo para la Evaluación de Impacto Ambiental sobre el Medio Ambiente Antártico (CONAEIA), el cual tiene a su cargo la coordinación de los procesos de evaluación de impacto ambiental de proyectos y actividades nacionales que se desarrollan en la Antártica chilena. El Comité es presidido por la Ministra de Medio Ambiente, quien delega su participación en el Secretario Regional Ministerial de Medio Ambiente de la Región de Magallanes y Antártica Chilena.

Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCRVMA)

Su objetivo es proteger y conservar la fauna y flora marina de la Antártica. Entró en vigor en abril de 1982, motivado por el gran interés de esa época en la explotación comercial del kril -que es un componente esencial del ecosistema antártico- y a una explotación excesiva de otros recursos vivos marinos del Océano Austral. Chile y Argentina presentaron en 2018 una propuesta para decretar un área protegida en la zona denominada Dominio 1, correspondiente a la Península Antártica Occidental y Sur del Arco de Scotia. Se espera que esta propuesta pueda ser aprobada durante 2021.



Disposiciones Ambientales en Acuerdos Comerciales

Comisión para la Cooperación Ambiental Chile – Canadá

En este marco colaborativo se han ejecutado 11 Planes de Trabajo sobre cambio climático, cuentas satélites ambientales, anillamiento de aves playeras, turismo sustentable, áreas protegidas, participación de los pueblos indígenas en la toma de decisiones ambientales, rol de los mercados de carbono en el nuevo régimen climático, descarbonización y transición justa, tecnologías limpias, gestión de riesgos del mercurio y otras sustancias químicas, gestión de residuos orgánicos, entre otras. Este Acuerdo ha permitido mejorar el desempeño ambiental y contribuir a fortalecer la institucionalidad ambiental, con la participación de diversos organismos públicos de ambos países.

TLC con Estados Unidos

En el marco de este tratado, en 2018 se realizó en Santiago la VIII Reunión del Consejo de Asuntos Ambientales del TLC y la VI Reunión de la Comisión Conjunta, instancia en la que se conmemoraron los 15 años de vigencia del Acuerdo de Cooperación Ambiental y se aprobó el VI Programa de Trabajo (2018-2020).



2.3. Agenda 2030 y los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas

Tras el encuentro Río +20, de 2012, la Asamblea General de la ONU aprobó un documento político conocido como "El Futuro que Queremos", en el que reconoce que la erradicación de la pobreza, el cambio de los patrones no sostenibles de producción y consumo y la administración racional de los recursos naturales, son los objetivos y requerimientos esenciales para el desarrollo sostenible. Asimismo, propone un sistema multilateral integrado para abordar los desafíos globales en la materia, coordinado y liderado por el Foro Político de Alto Nivel para el Desarrollo.

Tras tres años de trabajo, en 2015 la Asamblea General adoptó sus conclusiones, dando origen a la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que establece 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), lo cuales contienen 169 metas y 241 indicadores, en las tres dimensiones: económica, social y medioambiental.

Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible



Fuente: Organización de las Naciones Unidas (ONU), 2020

2.3.1. Chile y la Agenda 2030

En Chile, el seguimiento a la implementación de estos objetivos se lleva a cabo de manera multisectorial, supervisado a través del Consejo Nacional para la Implementación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, como órgano de gobernanza nacional en esta materia, creado en el año 2016 y compuesto por los Ministerios de Relaciones Exteriores -que lo preside-, Secretaría General de la Presidencia; Economía, Fomento y Turismo; Desarrollo Social y Familia, y del Medio Ambiente.

La implementación de la Agenda 2030 es para Chile una política de Estado, en la cual convergen los aportes de la sociedad civil, el sector privado, la academia y el Estado. Estos esfuerzos colectivos permiten convertirla en una hoja de ruta imprescindible para el desarrollo sustentable.

Esta estructura de gobernanza fue institucionalizada por Decreto Supremo Nº49, de 2016, del Ministerio de Relaciones Exteriores, que crea Consejo Nacional para la Implementación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible; y posteriormente actualizada por el Decreto Supremo Nº67 de 2019, del Ministerio de Relaciones Exteriores, el cual establece nuevas normas para el trabajo del Consejo, a fin de revitalizar sus funciones y facilitar su colaboración para la implementación de la Agenda 2030, incorporando al Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Igualmente, estableció nuevas instancias de colaboración y participación para la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

El Consejo Nacional tiene la responsabilidad de implementar la agenda 2030, principalmente sirviendo de "instancia de coordinación con las entidades pertinentes, ya sean gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, sector privado y/o sociedad civil, en aquellos aspectos técnicos que expresen relación con la posición nacional respecto de la Agenda y los ODS". Además, tiene la facultad de crear Comisiones y Grupos Técnicos para el estudio de los avances y cumplimientos de los ODS.

Figura 2. Esquema estructura del Consejo Nacional



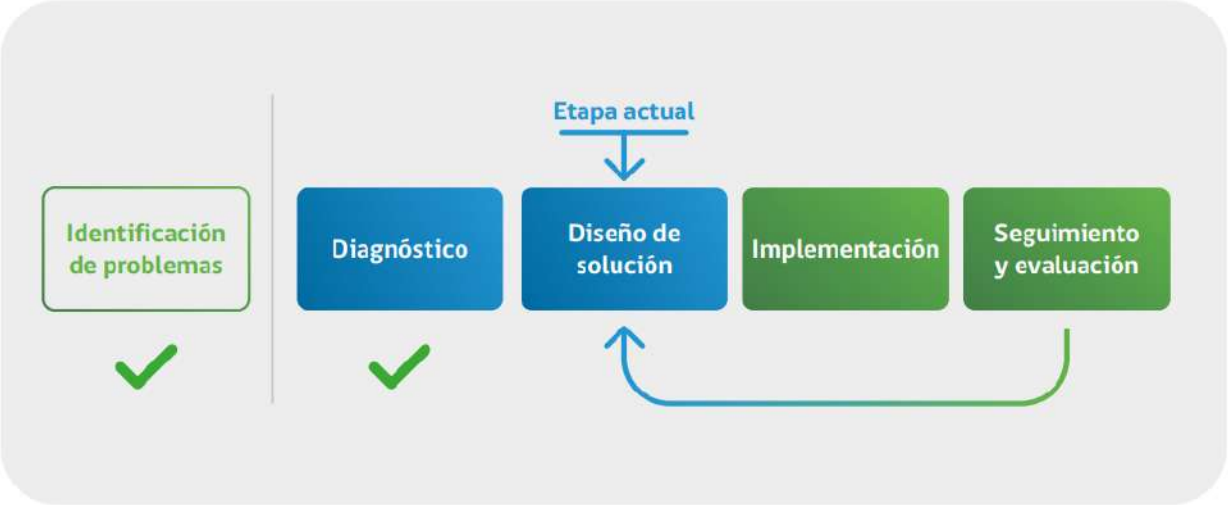
Fuente: Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREL), 2020

Chile reporta sus avances en la implementación de los ODS en el Examen Nacional Voluntario. Este informe muestra diversas acciones públicas orientadas a estos fines, que además se nutren con las importantes iniciativas de la sociedad civil y el sector privado. También permite avizorar los desafíos pendientes en materias socioeconómicas y medioambientales.

El primer informe del país se presentó el 2017, mientras que el 2° Informe Nacional Voluntario se presentó en julio de 2019. (http://www.chileagenda2030.gob.cl/documentos/informes)

Si bien Chile aborda con amplitud los Objetivos de la Agenda 2030, se ha concentrado en aquellos prioritarios establecidos por el Consejo Económico y Social de la ONU (a saber, ODS 4, 8, 10, 13, 16 y 17).

Figura 3. Etapas implementación Agenda 2030



Fuente: Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREL), 2020

2.3.2. Objetivos de Desarrollo Sostenible con Énfasis Ambiental

El Ministerio del Medio Ambiente tiene la responsabilidad de velar por la dimensión ambiental en todos los ODS.

Para este efecto, el ministerio conformó en 2017 una Comisión de Medio Ambiente de cara a los Objetivos de Desarrollo Sustentable, y una mesa de coordinación que tiene la misión de facilitar el trabajo de la Comisión y asegurar la participación ciudadana en la implementación de la Agenda.

Miembros de la mesa de coordinación:

- Jefe(a) de División de Información y Economía Ambiental (coordinador)
- Jefe(a) de División de Recursos Naturales
- Jefe(a) de División de Cambio Climático
- Consejo Consultivo Nacional del Medio Ambiente

Para mantener un diálogo permanente con la sociedad civil, la Comisión Ambiental tiene disponible un sitio web http://ods.mma.gob.cl/

Existe una preocupación prioritaria por aquellos ODS de mayor énfasis ambiental, que son:



Objetivo 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.

La política nacional se centra en la calidad del aire y la gestión sustentable de los residuos. La acción se materializa en una Estrategia de Descontaminación Atmosférica, que establece medidas efectivas para la reducción de emisiones en las zonas declaradas como saturadas o latentes e implementa medidas de corto plazo en zonas donde no hay planes, pero existe alta concentración de material particulado.

En residuos, se busca la gestión sustentable a través del enfoque de la economía circular y la implementación de la jerarquía en el manejo racional de los residuos. Esto se estructura a través de la Ley Marco N°20.920 para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida al Productor y Fomento al Reciclaje, además de otros programas y reglamentos.



Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

La política nacional tiene por objetivo contribuir a la transición hacia el desarrollo sustentable. Entre 2016 y 2018, se llevó a cabo el Programa Nacional de Consumo y Producción Sustentable, dirigido por un Comité Interministerial, conformado dentro de la institucionalidad ambiental para este efecto.

Su objetivo fue coordinar las acciones y políticas en esta materia de parte del Estado, con el objetivo de potenciarlas en forma conjunta para lograr desacoplar el crecimiento y desarrollo del país de la degradación del medio ambiente.



Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

Aunque Chile es responsable de apenas del 0,25% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, es un territorio de alta vulnerabilidad al cambio climático, razón por la cual ha desplegado una serie de acciones que permitan enfrentar este desafío global.

Desde 2015 el país ha cumplido con el indicador ODS 13.2.1 que tiene relación con el establecimiento o la puesta en marcha de una estrategia o plan integrado que aumente su capacidad para adaptarse a los efectos adversos del cambio climático y, que promueven la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero. En concreto, el país cuenta con los siguientes instrumentos:

- Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático
- Plan de Acción Nacional de Cambio Climático
- Siete Planes de Adaptación Sectoriales elaborados y aprobados: Silvoagropecuario, Biodiversidad, Pesca y Acuicultura, Salud, Infraestructura, Ciudades y Energía.
- Contribución Determinada a nivel Nacional (NDC por sus siglas en inglés)
- Tercera Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
- Tercer Informe Bienal de Actualización de Chile sobre Cambio Climático (**Ver capítulo de Cambio Climático**)



Objetivo 14: Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.

La política nacional tiene como objetivo asegurar la protección y uso sostenible del borde costero y los recursos marinos. Esta se estructura a través de distintos instrumentos, como la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030y, el Plan de acción "Conservación de la Biodiversidad Marina y de Islas Oceánicas". Además, considera la creación de extensos Parques Marinos en el Mar de Chile, Reservas Marinas, Áreas Marinas Costeras Protegida de Múltiples Usos y, Espacios Costeros Marinos de Pueblos Originarios.(**Ver capítulo de Océanos**).



Objetivo 15: Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica.

El eje de la política nacional en torno a este objetivo es la creación del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas, actualmente en trámite legislativo. A esto se suma una serie de iniciativas en curso, como la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2016-2030, el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y el Comité Nacional de Restauración Ecológica, entre otras. (**Ver capítulo de Biodiversidad y capítulo de Tierras**).

Para ello, durante la última década se han realizado importantes esfuerzos en consolidar la institucionalidad ambiental, como también en desarrollar políticas públicas integrales, coordinadas y multisectoriales, que permiten avanzar en dirección hacia un desarrollo sostenible.

Algunos ejemplos de lo anterior son la creación los impuestos verdes para las industrias más contaminantes y automóviles; la promulgación de ley de reciclaje; los avances en conservación marina y terrestre; y más recientemente, el Plan de Descarbonización de La Matriz Eléctrica, acordada junto con el sector privado para que cerrar la operación de las termoeléctricas más antiguas del país al 2024.

Ha sido fundamental también fortalecer una política ambiental reorientadora de los patrones de consumo y producción, reconociendo que, si bien éstos son la base de la economía mundial, requieren urgentemente de un enfoque y gestión más sustentables.

Este esfuerzo que responde directamente al Objetivo de Desarrollo Sostenible n°12 de la Agenda 2030, se ha plasmado en el diseño y ejecución de distintos programas:

- Para el periodo 2014- 2018 se trabajó en un Programa Nacional de Consumo y Producción Sustentables (PNCPS).
- A partir de 2018, se ha trabajado en una línea de desarrollo de la Economía Circular.

Programa Estado Verde

Es un programa de acreditación, cuyo objetivo es incorporar buenas prácticas ambientales en los órganos del Estado, mediante un sistema de certificación. Busca generar estrategias de autogestión ambiental para las instalaciones físicas y los procesos administrativos, con el fin de generar una cultura ambiental que permita disminuir el impacto ambiental y mitigar el cambio climático desde las oficinas públicas.

Fue implementado en 2019 como un instrumento de gestión bajo el marco de la "Modernización del Estado", y del Plan Nacional de Consumo y Producción Sustentables 2017-2020, coordinado por el Ministerio del Medio Ambiente, en respuesta al Objetivo 12 de Desarrollo Sustentable de la Agenda 2030: "Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles".

Durante el primer año de funcionamiento se incorporaron 51 reparticiones, entre ministerios, servicios públicos, Senado y Poder Judicial, entre otros.



Objetivos de Estado Verde

Empoderar a los funcionarios y colaboradores para que incorporen prácticas ambientales en sus hábitos y conductas laborales.

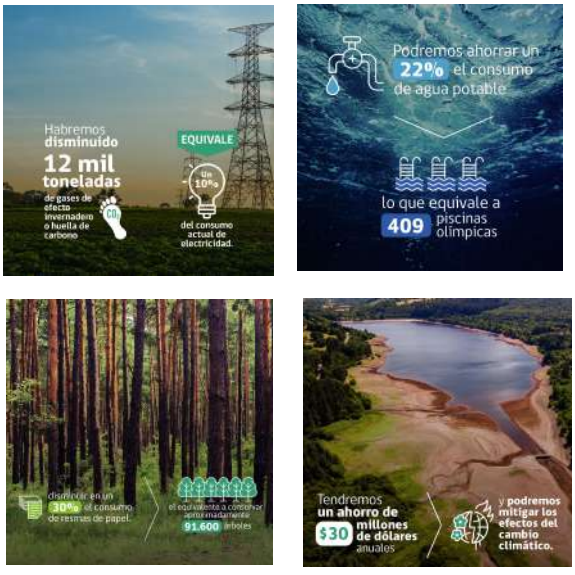
Disminuir la huella de carbono y los impactos ambientales de los organismos del Estado.

Generar un plan de educación y capacitación ambiental permanente para los funcionarios(as) en materias relativas a la temática en general.

Desafíos del programa para 2025
Más en https://estadoverde.mma.gob.cl/

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

Figura 4. Desafíos del programa Estado Verde para 2025



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020

Economía Circular

En 2019, el Ministerio de Medio Ambiente, en conjunto con el Ministerio de Economía, la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC), iniciaron la elaboración de una Hoja de Ruta de Economía Circular, que sirva como base para impulsar una transición hacia un Chile más circular al 2040.

La hoja de ruta está siendo elaborada a través de un proceso participativo que persigue cinco objetivos:

- Conectar a los distintos actores del ecosistema de economía circular en Chile.
- Imaginar el Chile circular del futuro, con un horizonte al 2040.
- Consensuar los grandes cambios que deben suceder para llegar a ese Chile circular.
- Diseñar el camino hacia ese Chile circular, definiendo lineamientos y estrategias para el largo plazo y acciones concretas para los primeros años.
- Relevar la temática de la economía circular en el país.

Gobernanza:
El proceso de elaboración de la hoja es liderado por un Comité Ejecutivo en el que participan representantes del MMA, CORFO, la ASCC, el Consensus Building Institute (CBI) y la Fundación Euro Chile. Esta última tiene la misión de liderar el desarrollo del proceso participativo y, a partir de este, generar el documento final con la hoja de ruta.

Además del Comité Ejecutivo, la gobernanza del proceso contempla la participación de un Comité Estratégico y un Comité Asesor Internacional. La labor del Comité Estratégico se centrará en las fases de definición de la visión y diseño de la hoja de ruta, participando activamente en los talleres que se realizarán en estas fases, y sirviendo en el rol de validación de los resultados que se obtengan. El rol del Comité Asesor Internacional será de carácter consultivo. También participarán del proceso expertos en distintas temáticas a tratar, representantes de regiones, y la ciudadanía.

Empleos Verdes en Chile: Un desafío emergente en el marco de la implementación de la Agenda 2030

Se considera que el desarrollo sostenible sólo es posible con la participación del mundo del trabajo (Organización Internacional del Trabajo, 2020). El rol fundamental del empleo y su relación multidireccional entre desarrollo sostenible y políticas públicas, se relaciona estrechamente el Objetivo 8 de la Agenda 2030: Trabajo Decente y Crecimiento Económico y con el Objetivo 12: Producción y Consumo Responsables.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) define empleos verdes como "Empleos decentes[1] que contribuyen a preservar y restaurar el medio ambiente, ya sea en los sectores tradicionales como la manufactura o la construcción o en nuevos sectores emergentes como las energías renovables y la eficiencia energética" (Organización Internacional del Trabajo, 2020), sin embargo, hay distintos enfoques a nivel internacional.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), por su parte, establece criterios para que los países puedan adaptar una definición de empleos verdes que se adecúe a sus objetivos y contexto socioeconómico (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2011). Esta organización recomendó a Chile, en su segunda Evaluación de Desempeño Ambiental de 2016 (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)/Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), 2016), desarrollar estadísticas e indicadores sobre el sector de bienes y servicios ambientales, incluido el empleo y desarrollar programas de empleo y formación en los que se incluyan perfiles, planes y actividades de capacitación que se vinculen a empleos verdes.

[1] La OIT define empleo decente como el trabajo que dignifica y permite el desarrollo de las propias capacidades; no es decente el trabajo que se realiza sin respeto a los principios y derechos laborales fundamentales, ni el que no permite un ingreso justo y proporcional al esfuerzo realizado, sin discriminación de género o de cualquier otro tipo, ni el que se lleva a cabo sin protección social, ni aquel que excluye el diálogo social y el tripartismo.

Propuesta de medición de Empleos Verdes en Chile

El Ministerio del Medio Ambiente, en el marco de un estudio exploratorio publicado el 2020, elaboró una propuesta de definición y medición de empleo verde en Chile. Los define como "puestos de trabajo cuyo ejercicio se relaciona con la provisión de bienes y servicios ambientales que contribuyen a la realización de actividades de protección ambiental y de uso sustentable de recursos, que cumplen con los estándares internacionales de 'trabajo decente' formulados por la Organización Internacional del Trabajo, y que cumplen con la legislación laboral de la República de Chile."

Para la propuesta de medición, se observaron dos componentes centrales asociados a empleo verde donde la perspectiva ambiental se complementa con la social a través del concepto de "trabajo decente" de la OIT, el cual puede medirse a partir de los siguientes factores: i) empleo dependiente, no trabaja de manera efectiva más de 45 horas a la semana; ii) trabajo en condiciones seguras; y iii) trabajadores sindicalizados a escala nacional.

De este modo, la metodología propuesta fue aplicada para el periodo 2015 – 2018, buscando identificar los empleos que provean bienes y servicios ambientales (BSA) y realicen actividades de protección ambiental y de uso y gestión de recursos naturales (APA), según las clasificaciones de actividades definidas por el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica, que a su vez cumplan con ser trabajos decentes. Para ello se utilizó principalmente la información disponible en el Servicio de Impuestos Internos (SII), estadísticas laborales del Instituto Nacional de Estadísticas (INE)y factores referenciales nacionales (para el caso del sector energía) e internacionales (resto de sectores) de participación de empleos verdes por sector o actividad económica.

Gracias a la información disponible fue posible presentar los resultados de forma más desagregada a través de cuatro indicadores, utilizando como estadígrafo el promedio para el periodo 2015 – 2018.

Principales resultados:

De los sectores económicos asociados a los empleos verdes, un poco más de los dos tercios es generado por el sector energía. Su importancia se mantiene en los cuatros años considerados. El sector de la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, le sucede con un poco más de un cuarto del empleo verde generado para cada año.

Durante el periodo se observa una marcada predominancia femenina en la participación en empleos verdes, brecha que incluso aumenta el año 2017. Para el año 2018 el empleo verde femenino se estimó en 5.862, mientras el masculino alcanzó sólo 1.644.

Los empleos verdes se concentran en pequeñas y grandes empresas, casi por igual hasta el año 2017, mientras el 2018 se mantiene la tendencia al alza para pequeñas empresas, no así para grandes, que incluso caen ligeramente respecto a la cantidad de empleos verdes estimadas para 2017. Para el año 2018 la distribución según tamaño de empresa fue: pequeñas 3.054, grandes 2.471, medianas 1.023, micros 858.

La definición de empleos verdes está supeditada a los ponderadores de empleo decente. Si éstos son proporciones bajas, entonces los empleos verdes también lo serán. De modo que resulta pertinente sensibilizar estos ponderadores. El relacionado a la tasa de sindicalización es el que posee una menor proporción (19,6% promedio en los cuatro años), mientras las proporciones de seguridad y jornada laborales de 45 horas son mayores (79,3% promedio de los cuatro años y 71,6% respectivamente).

Sin considerar ponderadores de empleo decente, se obtiene una cantidad promedio nueve veces más alta que si contemplan todos los ponderadores.

Esta participación ha sido estimada por países como Alemania con un 4,5% el año 2008, Francia con un 3,4% el año 2016, España 2,6% el año 2009 y Portugal con 0.4% el año 2008.

Como conclusión, para realizar una medición permanente de los empleos verdes en Chile es necesario precisar el alcance de la definición y metodología que se utilizará.

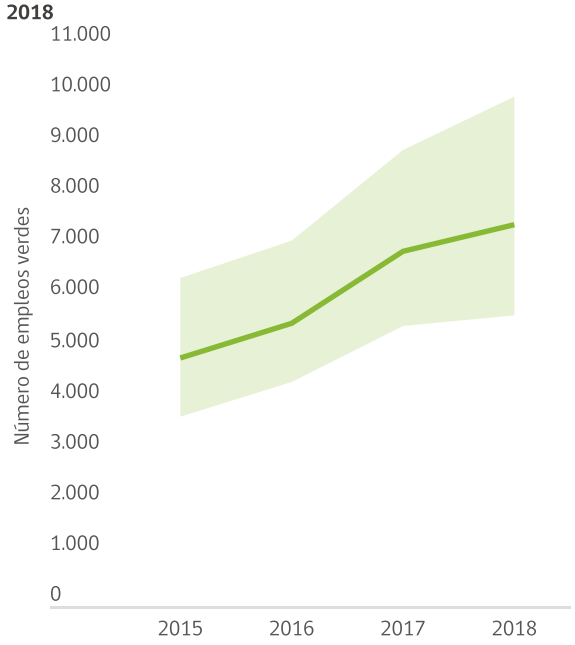
Un tema por relevar es la existencia de rubros económicos que no aplican a la provisión de bienes y servicios ambientales que contribuyen a la realización de actividades de protección ambiental y de uso sustentable de recursos y, sin embargo, pudieran contener puestos de trabajo que si aplicasen. Estos puestos quedan fuera de la estimación.

Otro tema que influye en la estimación de resultados es la existencia de empleos informales, para los cuales es muy difícil levantar información. Este tipo de empleo se observa en actividades como la recolección de materiales reciclables.

Entre los usos más nítidos que se derivan de la estimación realizada se observa la participación por género, por sector económico y tamaño de empresa, que dan cuenta de potenciales usos vinculados a indicadores de producción sustentable, economía circular, cambio climático (transición hacia energía limpia y carbono neutralidad), enfoque de género, entre otros ámbitos de política pública. Esto a su vez entregaría luces para orientar eventuales esfuerzos de formación de competencias verdes en el empleo nacional.

Figura 5. Indicadores de Empleos Verdes

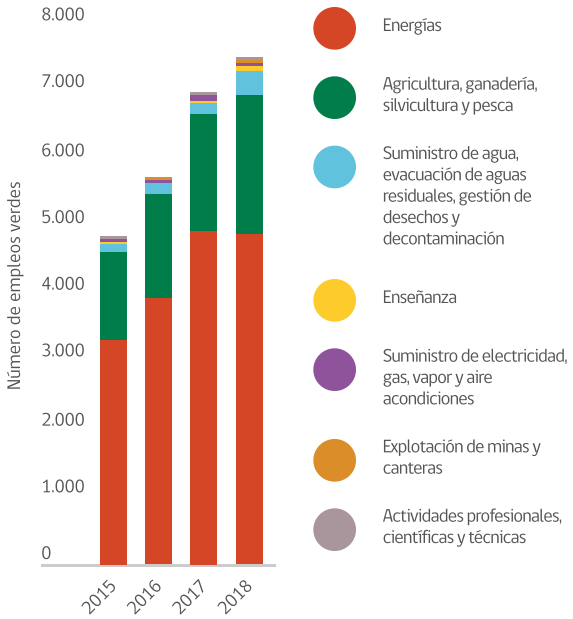
Empleos verdes totales (promedio, mínimo y máximo), 2015 - 2018



Download data

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

Empleos verdes totales por actividad económica, 2015-2018

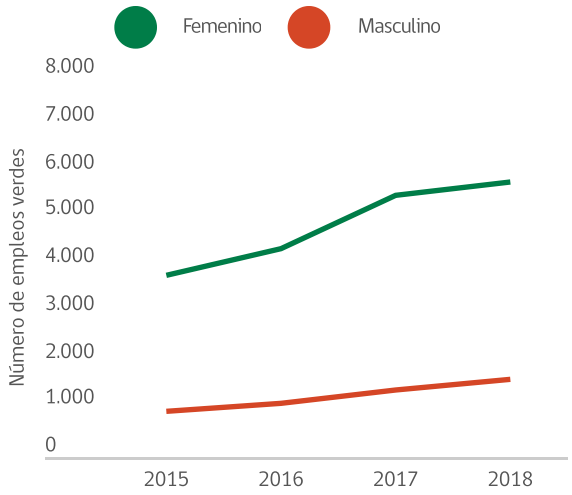


Download data

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

Figura 5. Indicadores de Empleos Verdes

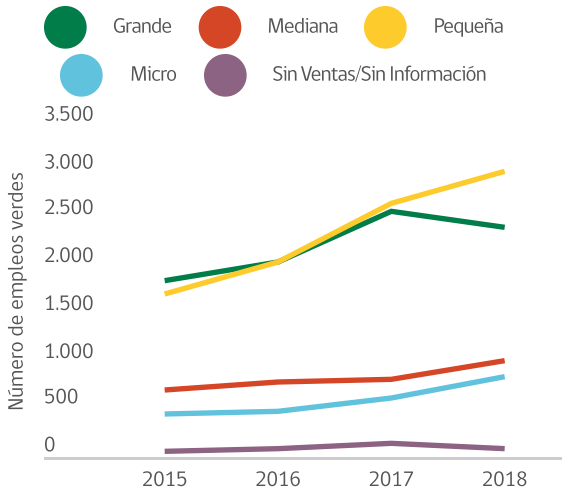
Empleos verdes según género, 2015-2018



Download data

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

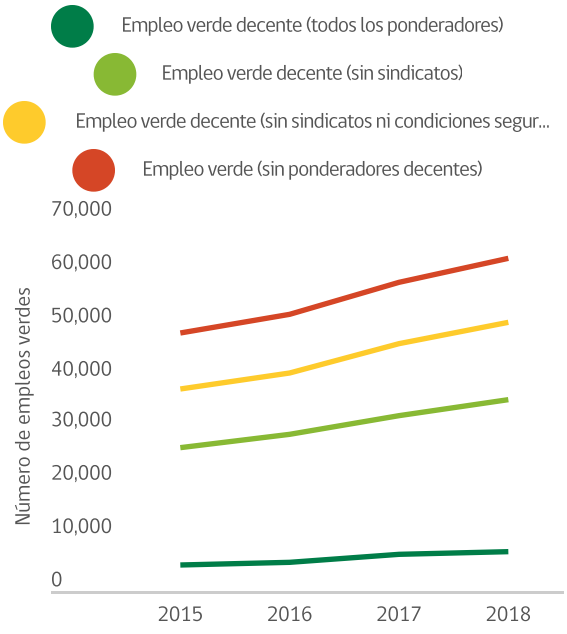
Empleos verdes por tamaño de empresa, 2015-2018



Download data

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

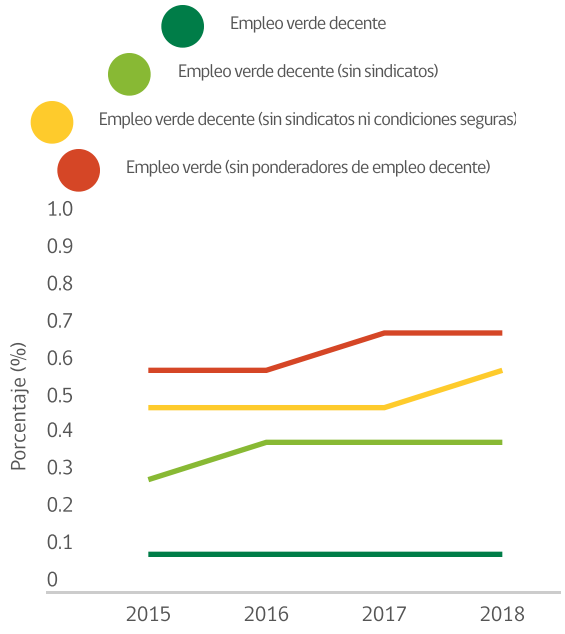
Empleos verdes según grado de empleo decente, 2015-2018



Download data

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

Empleos verdes en la ocupación total según nivel decente, 2015-2018



Download data

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

3. Instrumentos y Herramientas de Gestión Ambiental

Los instrumentos de gestión ambiental son el conjunto de políticas, estándares, impuestos, subsidios, normas, actividades o programas, incentivos o mecanismos que motivan acciones o conductas, con los que dispone el Estado para cumplir con los objetivos de la política ambiental (Ministerio del Medio Ambiente, 2020).

Fueron establecidos en principio en la Ley N°19.300. Entre ellos destacan el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental; las Normas de Calidad Ambiental y de Emisión; los Planes de Manejo, Prevención y Descontaminación, la Educación Ambiental y la Participación Ciudadana.

Con el paso del tiempo, los instrumentos se han ido fortaleciendo y ampliando, impulsados por la demanda interna de contar con mejores herramientas para la protección ambiental, como también por la necesidad del Estado de cumplir con los estándares exigidos por acuerdos internacionales a los que el país ha adherido.

Varios avances fueron impulsados por las recomendaciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE, referentes a fortalecer los marcos normativos y su fiscalización; como también a la introducción de instrumentos económicos y garantizar la entrega de información ambiental.

La Reforma Tributaria de 2014 abrió el marco para introducir nuevos instrumentos, cuando aprobó la aplicación de dos impuestos con objetivos explícitamente ambientales, o "impuestos verdes". Posteriormente, los avances legislativos en materia de residuos también permitieron implementar nuevos instrumentos para dar respuesta a dicha problemática.
La normativa ambiental define una serie de instrumentos que pueden ser regulatorios, de incentivos o de persuasión. En términos generales, se pueden agrupar según su función.

La normativa ambiental define una serie de instrumentos que pueden ser regulatorios, de incentivos o de persuasión. En términos generales, se pueden agrupar según su función.

Tabla 2. Tipos de Instrumentos de Gestión Ambiental.

TIPO DE INSTRUMENTO	DESCRIPCIÓN
De Regulación Directa	Normas o estándares que establecen sanciones a determinados comportamientos. Ej.: Normas de Emisión y de Calidad. Planes de Manejo, Prevención y Descontaminación.
Administrativos	Otorgamiento de licencias, permisos u otras formas de derecho a utilizar los recursos naturales previstos en la legislación. Ej.: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Evaluación
Educación y Participación	Todos los instrumentos sobre información y educación ambiental, asistencia técnica y participación ciudadana en esta materia.
	Incentivan

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

3.1. Instrumentos de Regulación Directa

Las normas de emisión y las de calidad ambiental están relacionadas con la definición legal de "contaminación" que contiene la Ley N°19.300, donde se establece que constituye "contaminación" la "presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, en concentraciones o concentraciones y permanencia superiores o inferiores, según corresponda, a las establecidas en la legislación vigente".

La expresión "legislación vigente" alude, en este caso en particular, a las normas de calidad ambiental y de emisión, y también incluye a los planes de prevención y de descontaminación, en la medida en que éstos contienen estándares que deben ser respetados con el objetivo precisamente de descontaminar el ambiente.



3.1.1. Normas de calidad y de emisión

Las normas de calidad pueden ser primarias o secundarias. En las primeras, el objeto de protección es la vida o salud humana, mientras que para las segundas el objetivo es la protección o conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza. Están definidas en la Ley N°19.300, en su artículo 2.

Las **normas primarias de calidad ambiental** son aquellas que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población.

Las **normas secundarias de calidad ambiental** establecen también las concentraciones y períodos máximos o mínimos permisibles de los mencionados elementos, pero a diferencia de las primarias su objetivo es la protección o conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza.

Las normas de calidad ambiental se promulgan mediante decreto supremo. En el caso de las normas primarias, este debe llevar la firma del Ministro(a) del Medio Ambiente y del Ministro(a) de Salud. En el caso de las secundarias, lleva la firma del Ministro(a) del Medio Ambiente y del ministro competente según la materia de que trate. En ambos casos, la norma debe ser revisada a lo menos cada cinco años, según lo estable el art. 32 de la Ley 19.300.
El incumplimiento de una o más normas de calidad implicaría la declaración de zona saturada, mientras que concentraciones entre el 80% y 100% originan una zona latente. La Ley establece la creación de planes de descontaminación en el caso de saturación y de planes de prevención para zonas latentes.

Las **normas de emisión**, en tanto, establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante, medida en el efluente de la fuente emisora. Su objetivo es prevenir la contaminación o sus efectos, o bien, la mantención de la calidad de un territorio determinado o su recuperación cuando los niveles de calidad establecidos han sido superados.

Elaboración participativa

El protocolo para la dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión está normado por el Decreto Supremo N°38 de 2012 del MMA. Éste considera un mecanismo participativo y consultivo para la elaboración o revisión de dichas normas, que incorpora en la elaboración misma del anteproyecto a un comité ampliado representativo del sector regulado y lo somete posteriormente a una consulta pública. El proyecto se remite al Consejo Consultivo Nacional y, eventualmente, si el Ministro/a lo estima pertinente, a los Consejos Consultivos Regionales del Medio Ambiente (Ministerio del Medio Ambiente, 2012). El proyecto final debe ser aprobado por el Comité de Ministros para la Sustentabilidad y sometido a la consideración del presidente de la República.



3.1.2. Planes de manejo

Los Planes de Manejo, están enfocados en lograr el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables, asegurando su capacidad de regeneración y la diversidad biológica asociada a ellos, en especial cuando se trata de especies amenazadas. La intención es compatibilizar el carácter productivo de los planes de manejo actualmente existentes, con consideraciones ambientales, que son al menos la mantención de caudales de agua y conservación de suelos, la mantención del valor paisajístico, y protección de especies amenazadas. (**Ver capítulo de Biodiversidad**)





3.1.3. Los Planes de Prevención y/o Descontaminación Ambiental

Son instrumentos que, a través de la definición e implementación de medidas y acciones específicas, buscan reducir los niveles de contaminación en el ambiente, con el objeto de resguardar la salud de la población y recuperar las condiciones ambientales de un lugar que ha sido declarado zona latente o saturada, debido al incumplimiento de los límites establecidos en las normas de calidad ambiental.

Su dictación está regulada por el Decreto Supremo N°39 de 2012 del Ministerio del Medio Ambiente. Este define que:

- El Plan de Prevención es un instrumento de gestión ambiental, que, a través de la definición e implementación de medidas y acciones específicas, tiene por finalidad evitar la superación de una o más normas de calidad ambiental primaria o secundaria, en una zona latente.
- El Plan de Descontaminación, por su parte, es un instrumento de gestión ambiental que, a través de la definición e implementación de medidas y acciones específicas, tiene por finalidad recuperar los niveles señalados en las normas primarias y/o secundarias de calidad ambiental de una zona calificada como saturada por uno o más contaminantes.

La elaboración de los Planes de Prevención y/o de Descontaminación corresponde al Ministerio del Medio Ambiente, que en coordinación con los servicios del Estado deberá contemplar el desarrollo de estudios científicos, análisis técnico y económico, consultas a organismos competentes, públicos y privados, y análisis de las observaciones formuladas.

La normativa también considera la participación ciudadana en el proceso de elaboración de los planes. En particular, establece que deben dar origen a un expediente público electrónico que contenga las resoluciones que se dicten, las consultas evacuadas, las observaciones que se formulen y todos los datos y documentos relativos a la elaboración del Plan, como también los documentos presentados por las personas interesadas en la elaboración de la norma o por los órganos públicos.

Cualquier persona natural o jurídica, puede formular observaciones al contenido del anteproyecto de Plan, dentro de los plazos establecidos por el reglamento.

El Plan debe ser presentado al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad para pronunciamiento, y finalmente sometido a la consideración del Presidente de la República.



Tabla 3. Normas de calidad, normas de emisión, y Planes de Prevención y Descontaminación Atmosférica publicados en el Diario Oficial

AÑO	TIPO DE INSTRUMENTO	TIPO DE NORMA	NÚMERO NORMA	DENOMINACIÓN NORMA	FECHA PUBLICACIÓN EN EL D.O	ENLACE PUBLICACIÓN O ARCHIVO CORRESPONDIEN
2019	Norma de emisión	Decreto Supremo	40	Modifica Decreto Supremo N°54, de 1994, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, que establece norma de emisión para vehículos medianos	30-09-2020	https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=114
2019	Norma de emisión	Decreto Supremo	41	Modifica Decreto Supremo N°211, de 1991, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, que establece norma de emisión para vehículos livianos	30-09-2020	https://www.diariooficial.interior.gob.cl/publicacior
2017	Planes de Prevención y/o Descontaminación Atmosférica (PPDA)	Decreto Supremo	44	Establece Plan de Descontaminación Atmosférica para el Valle Central de la Provincia de Curicó	20-12-2019	https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=114
2018	Planes de Prevención y/o Descontaminación Atmosférica (PPDA)	Decreto Supremo	6	Establece Plan de Prevención y de Descontaminación Atmosférica para las comunas de Concepción Metropolitano	17-12-2019	https://ppda.mma.gob.cl/wp-content/uploads/202(
2019	Planes de Prevención y/o Descontaminación Atmosférica (PPDA)	Decreto Supremo	7	Establece Plan de Descontaminación Atmosférica para la ciudad de Coyhaique y su zona circundante	17-07-2019	https://ppda.mma.gob.cl/wp-content/uploads/201 zona-circundante.pdf
2018	Norma de calidad	Decreto Supremo	104	Establece norma primaria de dióxido de azufre SO2	16-05-2019	https://sinca.mma.gob.cl/uploads/documentos/201 %20Diario%20Oficial_8562.pdf
2018	Planes de Prevención y/o Descontaminación Atmosférica (PPDA)	Decreto Supremo	105	Aprueba Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví	30-03-2019	https://ppda.mma.gob.cl/wp-content/uploads/201
2017	Planes de Prevención y/o Descontaminación Atmosférica (PPDA)	Decreto Supremo	4	Establece Plan de Descontaminación Atmosférica para la Comuna de los Ángeles	25-01-2019	https://ppda.mma.gob.cl/wp-content/uploads/201 Atmosferica-para-la-comuna-de-los-angeles.pdf
				Modifica Decreto		

Fuente: Elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, 2020.

El sitio de Expedientes Electrónicos de Planes y Normas del MMA dispone información relativa a los procesos de elaboración y revisión de normas de calidad ambiental y de emisión, así como Planes de Prevención y/o Descontaminación, según lo estipula el DS N°39/12 y DS N°38/12 del Ministerio de Medio Ambiente, respectivamente. http://planesynormas.mma.gob.cl/login/index.php.

3.2. Instrumentos de Regulación Directa

3.2.1. Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)

Uno de los principales instrumentos para prevenir el deterioro ambiental es el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Este instrumento permite introducir la dimensión ambiental en el diseño y la ejecución de los proyectos y actividades que se realizan en el país. A través de él, se evalúa y certifica que las iniciativas, tanto del sector público como del sector privado, se ajustan a las normas vigentes.

El SEIA entró en vigencia el 3 de abril de 1997. A más de dos décadas de su aplicación, 25.896 proyectos han ingresado en el sistema (al año 2019), permitiendo prevenir los impactos que puedan generar las inversiones públicas y privadas, o bien, estableciendo medidas de mitigación, reparación y/o compensación cuando se generan impactos adversos significativos.

De los proyectos ingresados, 16.615 han sido aprobados, de los cuales 15.831 (95%) corresponden a Declaraciones de Impacto Ambiental y 784 corresponden a Estudios de Impacto Ambiental.

¿Cómo funciona el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental?

La Ley N°19.300, en su artículo 10, define los proyectos que deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. A su vez, el artículo 11 establece en qué casos deben hacerlo mediante una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), ello sin perjuicio de los proyectos o actividades que voluntariamente decidan someterse a él.

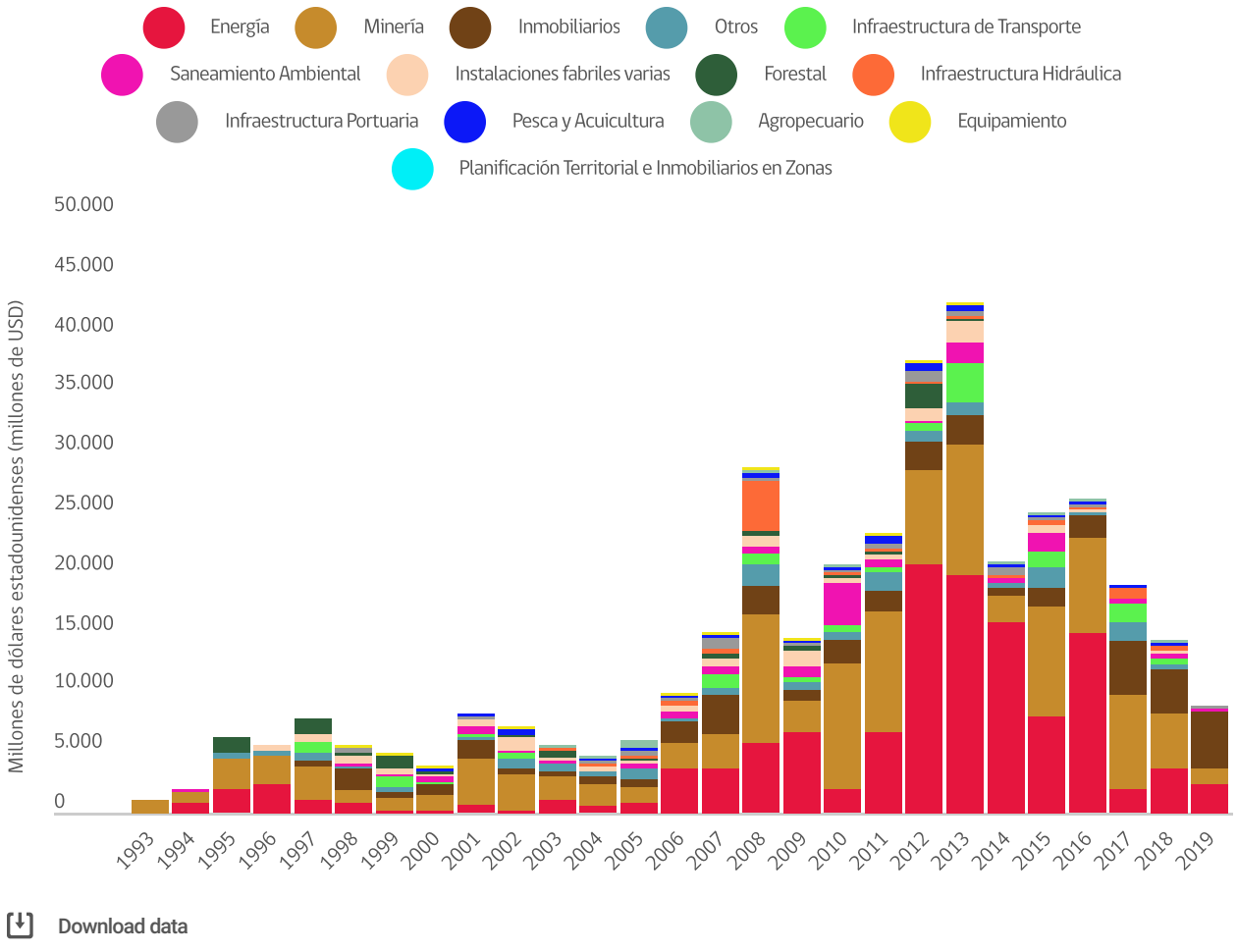
Una **Declaración de Impacto Ambiental (DIA)** es el documento descriptivo de una actividad o proyecto que se pretende realizar, o de las modificaciones que se le introducirán, otorgado bajo juramento por el respectivo titular, cuyo contenido permite al organismo competente evaluar si su impacto ambiental se ajusta a las normas ambientales vigentes. (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 1994).

Un **Estudio de Impacto Ambiental (EIA)**, en cambio, es el documento que describe pormenorizadamente las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo o su modificación. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental y describir la o las acciones que ejecutará para impedir o minimizar sus efectos significativamente adversos (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 1994).

El SEIA es administrado por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). Este servicio también realiza la coordinación de los órganos del Estado con competencia ambiental que participan en el procedimiento de evaluación, para los efectos de obtener los pronunciamientos.

El sistema considera la participación ciudadana como parte integrante del proceso de evaluación de impacto ambiental, así como los procesos de Consulta Indígena, al igual que la participación de los servicios competentes y de los gobiernos locales. El Reglamento del SEIA establece los mecanismos, plazos e implementación, según sea un Estudio o una Declaración de Impacto Ambiental. En cualquier caso, la Ley N°19.300 establece que cualquier persona interesada puede conocer el contenido del proyecto en evaluación, salvo los antecedentes de carácter confidencial.

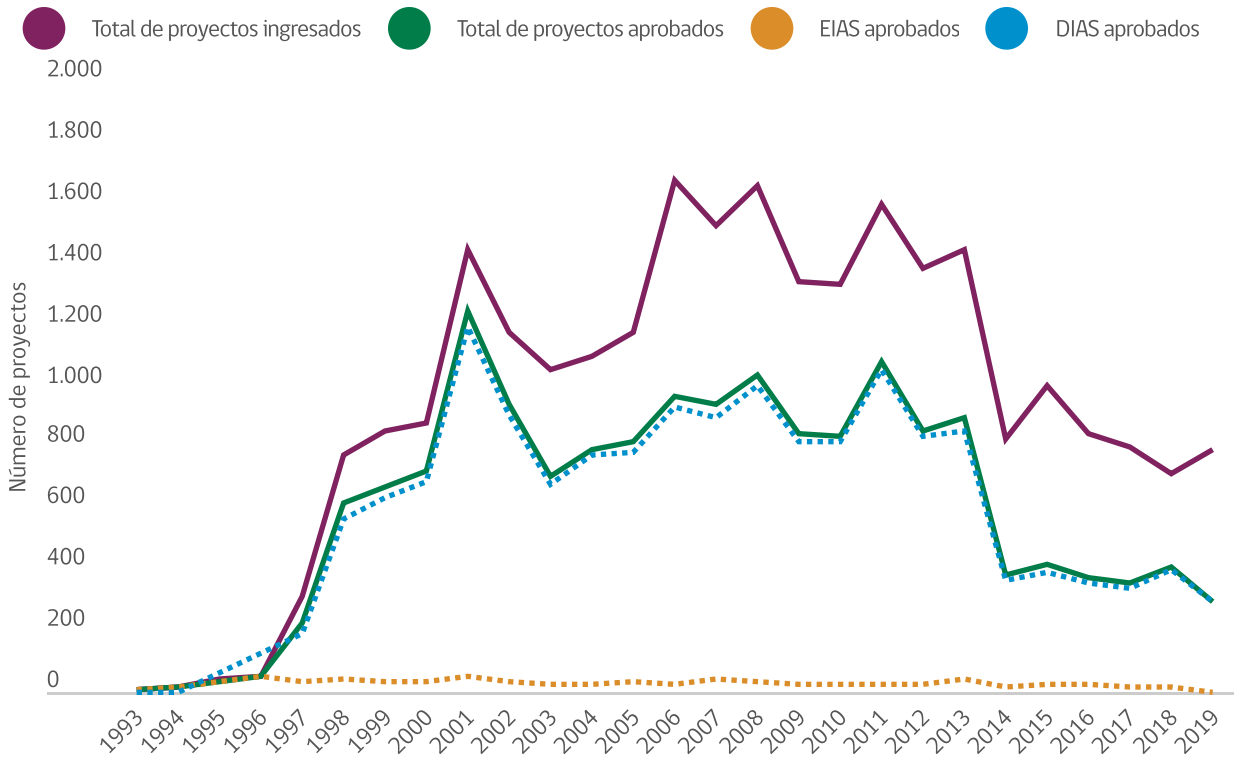
Figura 6. Inversión esperada en proyecto aprobados por rubro, según año de ingreso del proyecto en el SEIA, 1993-2019



Fuente: Elaboración propia con datos de Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), actuaizado, al 16 de junio de 2020.

En 2019 se ingresó al Congreso Nacional el proyecto de ley que introduce modificaciones en el del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y que busca otorgar mayor certeza jurídica, descentralizar la toma de decisiones, favorecer la participación ciudadana, dar mayor celeridad a los procesos de evaluación y tecnificar las decisiones en materia ambiental. Este se encuentra en primer trámite y fue aprobado en general en la comisión de Medio Ambiente de la Cámara.

Figura 7. Número de proyectos ingresados y total de proyectos aprobados, según año de ingreso del proyecto en el SEIA, 1994-2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), actuaizado, al 16 de junio de 2020.

3.2.2. Evaluación Ambiental Estratégica (EAE)

La modificación de 2010 a la Ley sobre Bases del Medio Ambiente- a través de la Ley N°20.417, creó este instrumento, con el objetivo de incorporar las consideraciones ambientales en los procesos de formulación de políticas y planes, como también en los instrumentos de ordenamiento territorial.

Se trata de un proceso formal y regulado, que permite considerar de forma temprana los aspectos relevantes del territorio y sus actividades, para obtener como resultado una planificación que propenda a una convivencia armónica y un desarrollo sustentable.

Deben someterse a EAE los planes reguladores, zonificaciones de borde costero, planes regionales de ordenamiento territorial y manejo integrado de cuencas. Asimismo, las políticas y planes de carácter normativo general y sus modificaciones sustanciales, que tengan impactos sobre el ambiente o la sustentabilidad, que decida el presidente de la República, a proposición del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad.

Beneficios de la Evaluación Ambiental Estratégica

Permite diseñar y generar condiciones para que las decisiones públicas sean sustentables, desde un análisis integrado de los aspectos sociales, económicos, ambientales, culturales e institucionales, con participación de los actores relevantes.

Posibilita la incorporación de temáticas ambientales relevantes como contaminación atmosférica, niveles de ruido, adaptación y mitigación al cambio climático, infraestructura ecológica, servicios ecosistémicos, patrimonio natural, manejo y gestión de residuos, riesgo de desastres, entre otros.

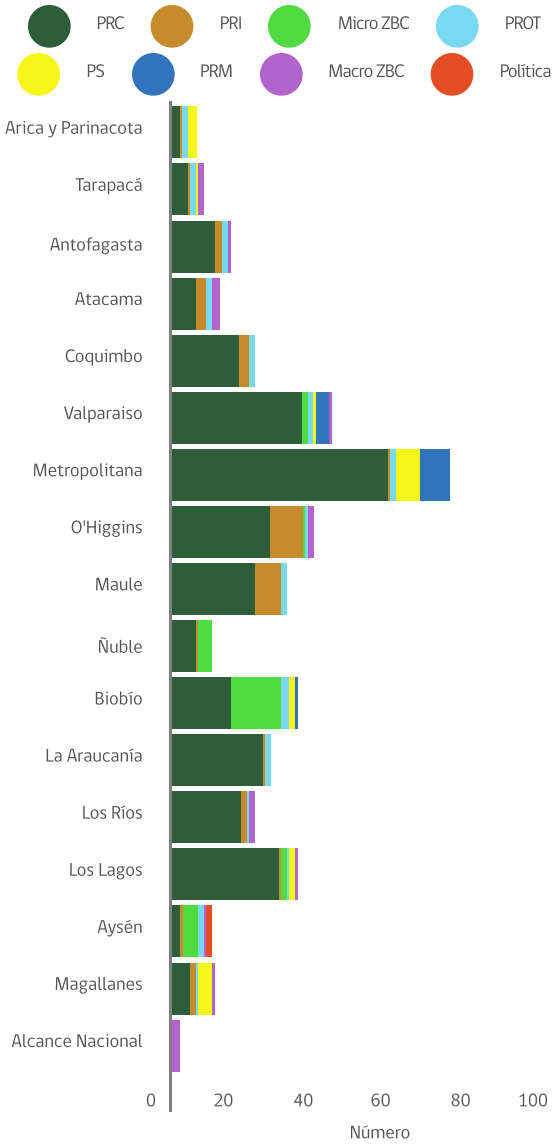
Facilita que los distintos instrumentos de planificación territorial y políticas públicas sean coherentes y complementarios.

Más sobre EAE https://mma.gob.cl/evaluacion-ambiental-estrategica/

Desde la creación de la EAE hasta 2019, se ha aplicado e integrado en un total 382 instrumentos. Gran parte de ellos han sido planes reguladores comunales (PRC) que representan un 70% (270); seguidos por los planes reguladores intercomunales (PRI), con un3% (32). La Región Metropolitana concentra la mayor cantidad de instrumentos evaluados.

- Plan Regional de Ordenamiento Territorial **(PROT)**: Órgano Responsable: Gobierno Regional
- Planes Reguladores Intercomunales **(PRI)**: Órgano Responsable: Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo (próximamente será el Gobierno Regional)
- Planes Reguladores Comunales **(PRC)**: Órgano Responsable: Gobierno Local – Municipio
- Planes Seccionales **(PS)**: Órgano Responsable: Gobierno Local – Municipio
- Zonificaciones del Borde Costero **(ZBC)**: Órgano Responsable: Gobierno Regional
- Manejo Integrado de Cuencas: Órgano Responsable: Órgano de la administración del Estado competente
- La categoría "Alcance nacional" corresponde a políticas que se aplican a más de una región.

Figura 8. Instrumentos ingresados a Evaluación Ambiental Estratégica, a nivel regional, al 2019



Download data

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

3.3. Educación y Participación

La ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente situó a la Educación Ambiental al nivel de instrumento de gestión ambiental, definiéndola como "un proceso permanente de carácter interdisciplinario destinado a la formación de una ciudadanía que reconozca valores, aclare conceptos y desarrolle las habilidades y actitudes necesarias para una convivencia armónica entre seres humanos, su cultura y su medio físico circundante".



A partir de la nueva institucionalidad ambiental (2010), en el MMA se creó la División de Educación Ambiental y Participación Ciudadana, que busca contribuir a la formación de una ciudadanía ambientalmente responsable, a través de la incorporación de conocimientos, valores y prácticas para la sustentabilidad, por medio de programas y líneas de trabajo orientados a distintos actores del quehacer ambiental nacional, tanto en educación formal como no formal. Los principales se detallan a continuación.

Política Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable

La Organización de las Naciones Unidas a través de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), aspira a que para el año 2030 podamos "garantizar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible". Este escenario es uno de los elementos de contexto que originó la actualización de la Política Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable que existe desde 2009. El año 2017 comenzó el proceso de actualización -aún en curso- orientado a responder a las nuevas realidades y contextos tanto nacionales como internacionales.

https://educacion.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/10/PNEDS-PDF.pdf

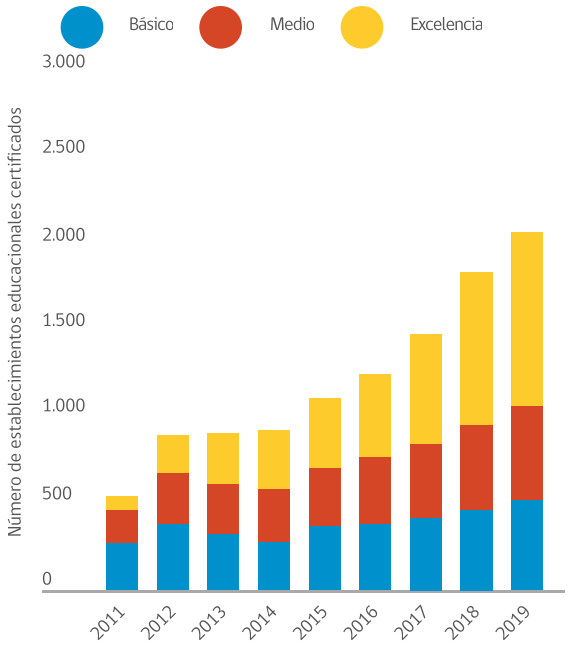
3.3.1. Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educativos (SNCAE)

Creado en el año 2003, a través de un Acuerdo de Cooperación entre el entonces CONAMA, el Ministerio de Educación, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación (UNESCO) y la Asociación Chilena de Municipalidades; el Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educacionales (SNCAE) es un programa voluntario que busca ser una estrategia integral para abordar la educación ambiental en la educación formal, desde la formación parvularia hasta la media.

Este programa entrega una certificación pública a aquellos establecimientos que implementan exitosamente estrategias de educación ambiental en sus comunidades, en tres ámbitos fundamentales del quehacer educativo: pedagógico, gestión escolar y relaciones con el entorno. Existen tres niveles de acreditación y los establecimientos deciden a cuál postular: básico, medio y de excelencia.

El sistema cuenta en la actualidad con 2.065 establecimientos certificados a lo largo de todo el país. Durante los últimos años ha experimentado un crecimiento sostenido, pasando de 1.249 centros educacionales en 2016 a los 2.065 en 2019. Asimismo, el énfasis del programa ha estado puesto en fortalecer el Nivel de Excelencia, dado que estos centros se transforman en polos de educación ambiental para el entorno. En 2017 había 621 establecimientos en el máximo nivel, y en la actualidad 991, lo que representa un aumento de 370 establecimientos.

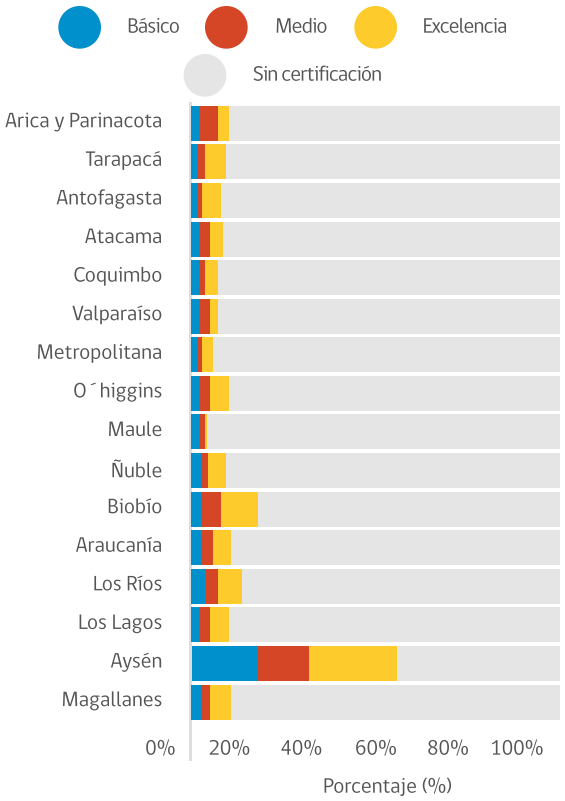
Figura 9. Establecimientos educacionales con certificación ambiental, periodo 2011-2019



Download data

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

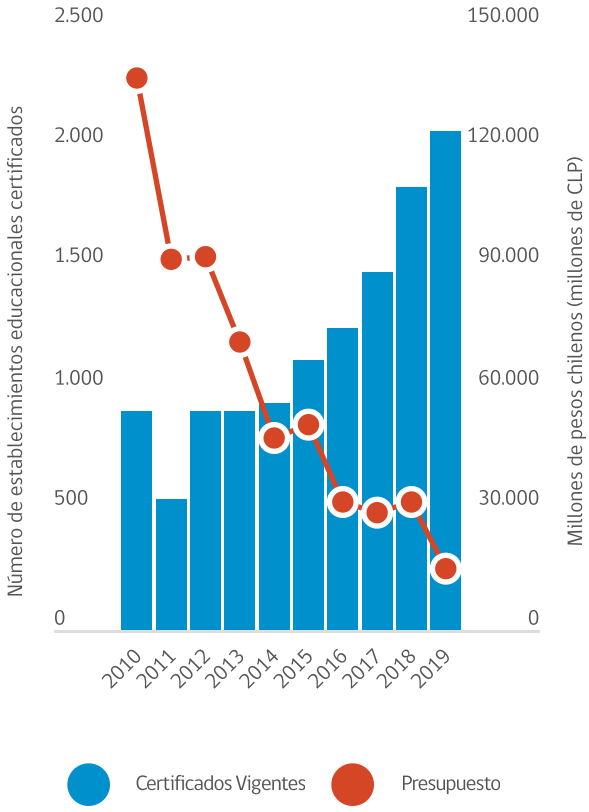
Figura 10. Proporción de establecimientos educacionales con certificación ambiental al 2019 según región



Download data

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

Figura 11. Número de establecimientos certificados y presupuesto del Departamento de Educación, 2010 - 2019



Download data

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

Más en https://sncae.mma.gob.cl/portal

3.3.2. Academia de Formación Ambiental Adriana Hoffmann

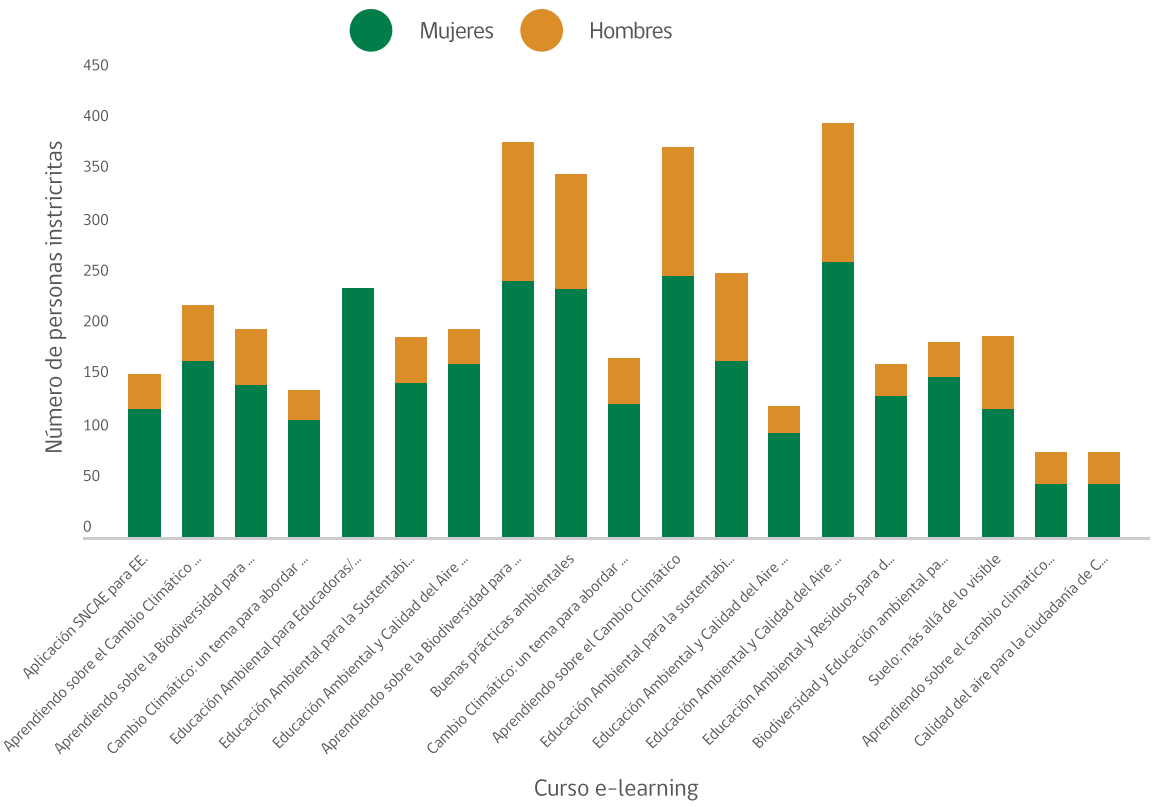
La Academia de Formación Ambiental Adriana Hoffmann fue creada en 2015 como repuesta al creciente interés de la ciudadanía por conocer y aprender sobre diversos temas relacionados con la protección del medio ambiente.

La Academia imparte gratuitamente una diversidad de cursos e-learning, talleres y seminarios dirigidos principalmente a la ciudadanía, con temáticas ambientales priorizadas por el MMA y coincidentes con las de interés ciudadano, manifestadas en distintos instrumentos de consulta pública.

La Academia también contribuye en la formación ambiental de docentes, funcionarios públicos y municipales.

En 2019 congregó 4.167 inscritos en cursos sobre residuos, biodiversidad, cambio climático, calidad del aire, educación ambiental, suelos y buenas prácticas ambientales, entre otros.

Figura 12. Número de inscritos según curso e-learning de la Academia de Formación Ambiental Adriana Hoffmann, 2019



Download data

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

Más en https://mma.gob.cl/academia/

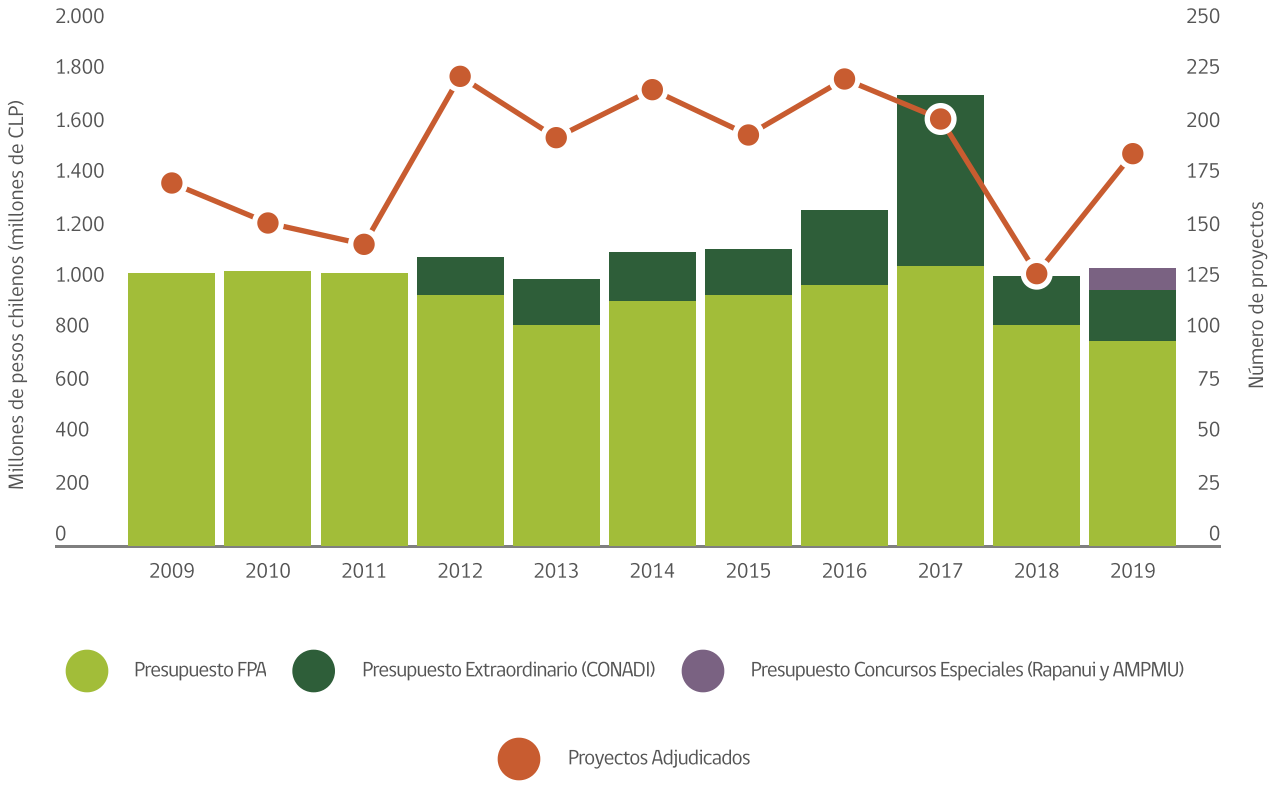
3.3.3. Fondo de Protección Ambiental (FPA)

Este fondo concursable del Estado, administrado por el MMA, apoya desde hace más de dos décadas diversas iniciativas ambientales de la ciudadanía, financiando total o parcialmente la materialización de proyectos destinados a la protección o reparación del medio ambiente, el desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza o la conservación del patrimonio ambiental.

Está dirigido principalmente a juntas de vecinos, centros de padres, clubes deportivos, agrupaciones culturales y ambientales, comunidades y asociaciones indígenas, fundaciones y corporaciones, todas organizaciones de derecho privado sin fines de lucro.

Durante los últimos años se han efectuado modificaciones en el programa orientados a mejorar la calidad técnica de las iniciativas. Asimismo, se han focalizado concursos especiales para contribuir a la reparación o conservación de la biodiversidad, educación ambiental al aire libre para niños y niñas, o para mejorar la calidad de vida de comunidades con la construcción de áreas verdes con un enfoque en la biodiversidad local a lo largo de todo el territorio nacional.

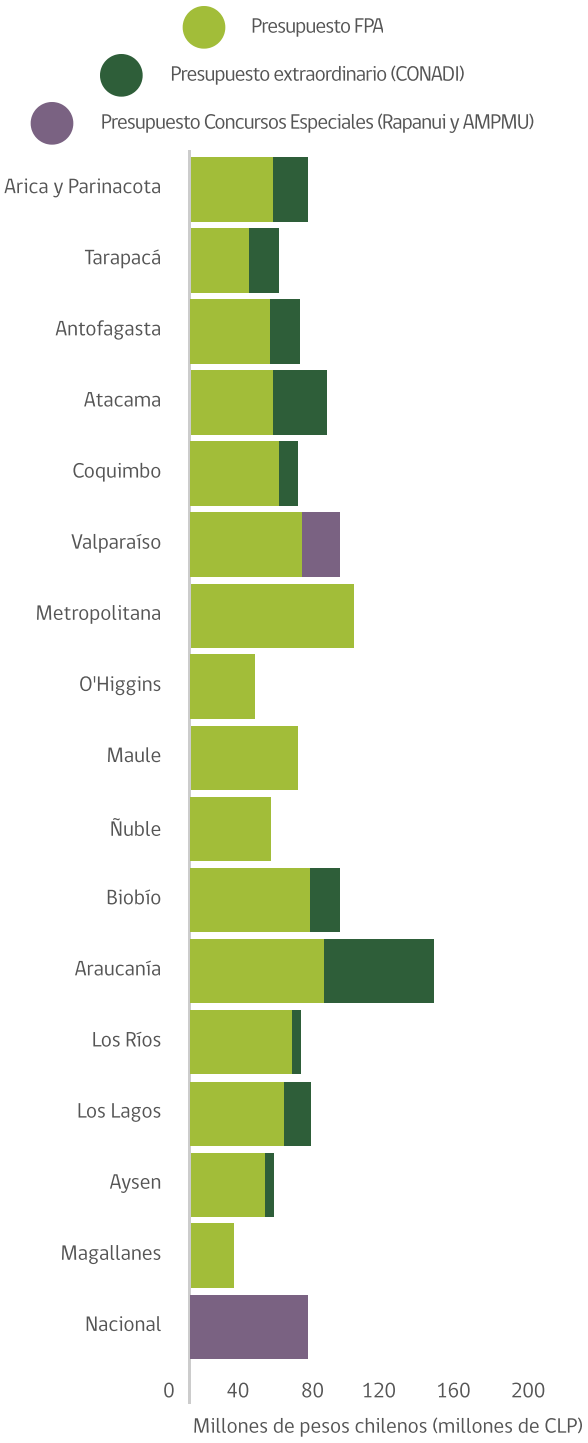
Figura 13. Proyectos con Fondo de Protección Ambiental (FPA) y monto otorgado, 2009-2019



Download data

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

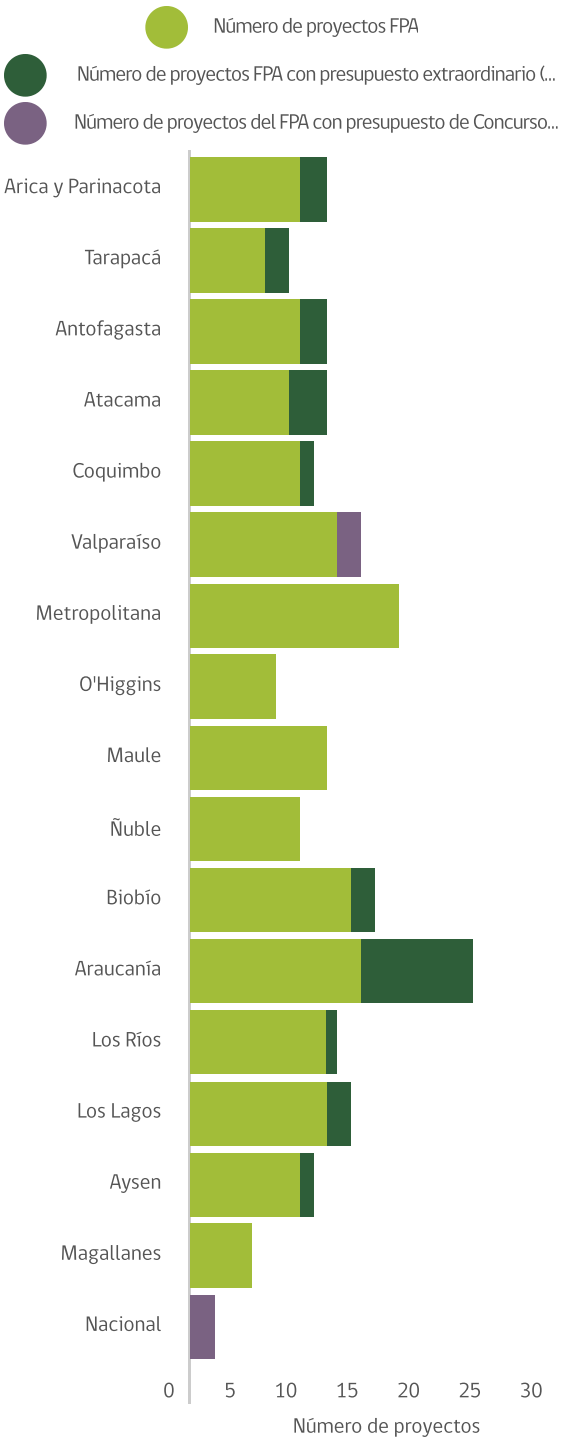
Figura 14. Monto por proyectos adjudicados del Fondo de Protección Ambiental según tipo de financiamiento y por región, 2019



Download data

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

Figura 15. Número de proyectos adjudicados del Fondo de Protección Ambiental según tipo de financiamiento y por región, 2019



Download data

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

3.3.4. Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM)

Creado en 2009, el Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM) es un sistema de carácter voluntario, que permite a los municipios instalar un modelo de gestión ambiental en el territorio, integrado este factor en su orgánica, en la infraestructura, el personal, los procedimientos internos y los servicios que presta a la comunidad.

Los municipios que participan en el programa desarrollan una Estrategia Ambiental Comunal, orientada a abordar de manera sistemática los principales conflictos o situaciones ambientales presentes en el territorio comunal.

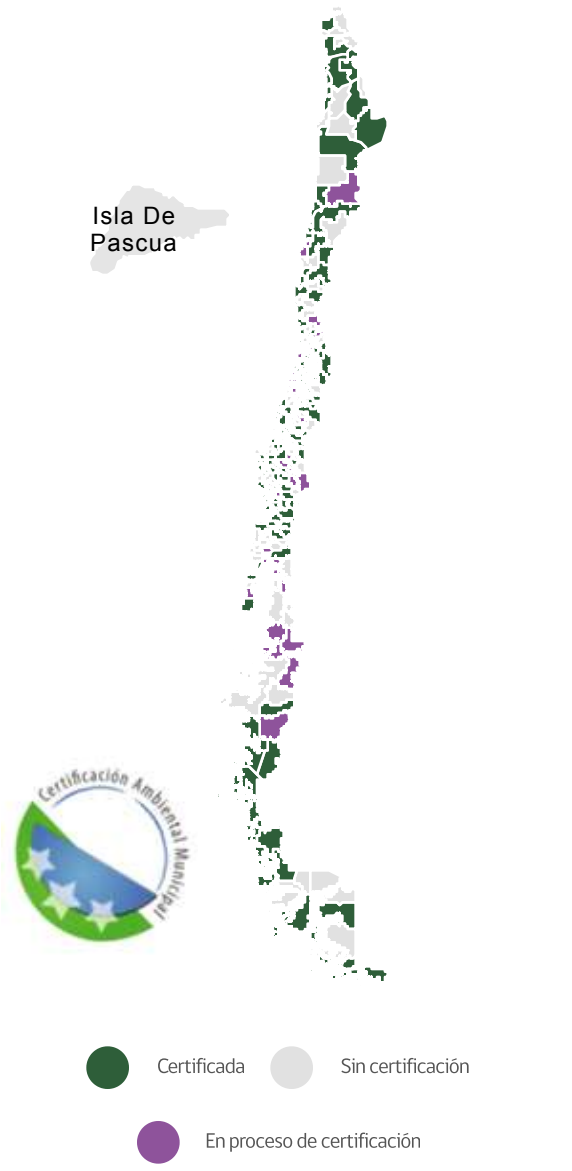
La certificación cuenta con cinco niveles: Básica, Intermedia, Avanzada y Excelencia, Excelencia Sobresaliente y Gobernanza Ambiental-Climática Comunal. A través del avance en estos cinco niveles, los municipios desarrollan, profundizan y consolidan instrumentos que fomenten la participación de las vecinas y vecinos en la gestión ambiental comunal, iniciativas en reciclaje, ahorro energético e hídrico, capacitación de los funcionales municipales, entre otros aspectos.

El SCAM se encuentra operando en todas las regiones y con un crecimiento progresivo cada año. El alto grado de compromiso y avances que ha tenido la gestión ambiental local en el país, se refleja en que actualmente un 70% de los municipios participa de este sistema, ascendiendo a 244 de un total de 345 municipalidades a diciembre de 2019.

Participación comunitaria

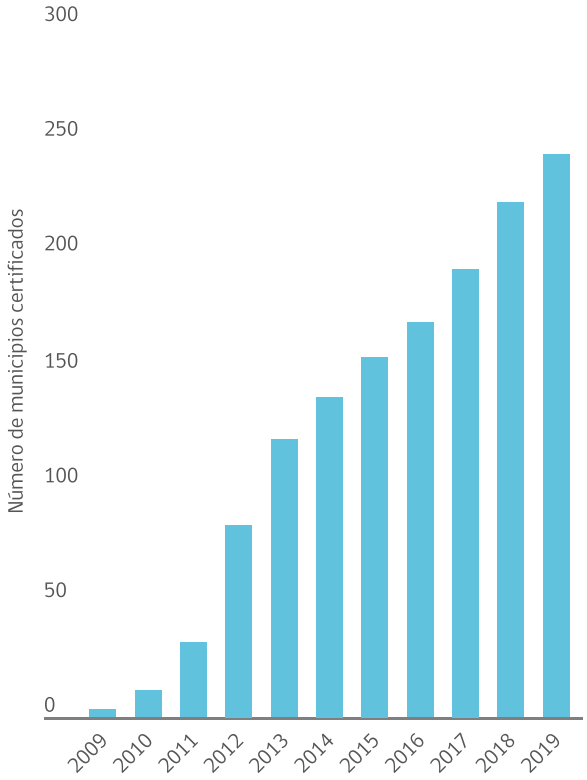
El SCAM considera la participación ciudadana a través de la constitución de los Comités Ambientales Comunales, los que actualmente cuentan con más de 2.000 miembros en todas las regiones del país.

Figura 16. Municipios certificados ambientalmente, 2019



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

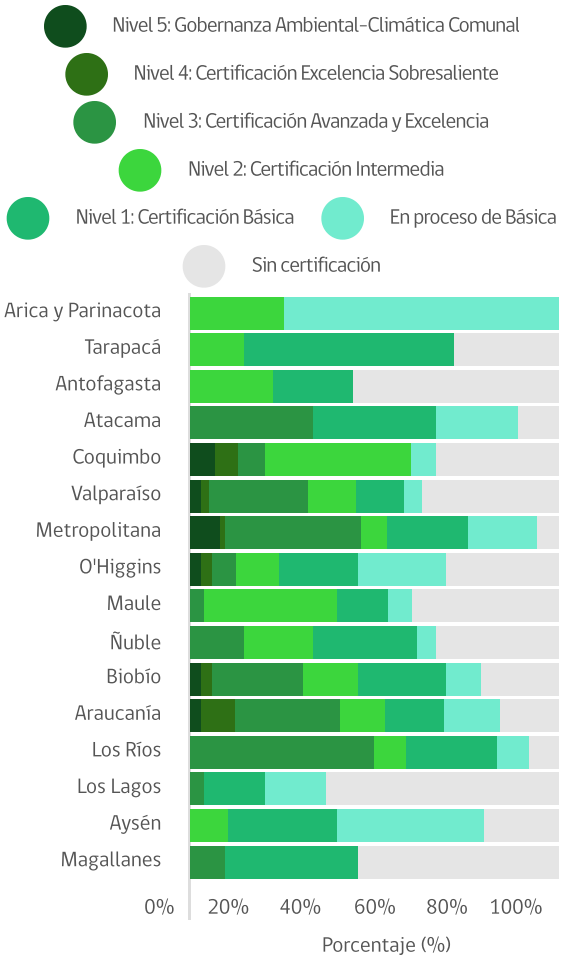
Figura 17. Municipios certificados ambientalmente, 2009-2019



Download data

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

Figura 18. Proporción de municipios que participan en el Sistema de Certificación Ambiental por región, al 2019



Download data

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

3.4. Participación Ciudadana

En Chile la participación ciudadana está definida como un proceso de cooperación mediante el cual el Estado y la ciudadanía identifican y deliberan conjuntamente acerca de problemas públicos y sus soluciones, con metodologías y herramientas que fomentan la creación de espacios de reflexión y diálogo colectivo, encaminados a la incorporación activa de la ciudadanía en el diseño y elaboración de las decisiones públicas (Presidencia de la República de Chile, 2014).

En la esfera ambiental, la Ley 19.300 la establece como parte fundamental del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Asimismo, desde 2011, el Ministerio del Medio Ambiente cuenta con una Norma General de Participación Ciudadana, actualizada en 2015 (Res. Ex. N°601), cuando se integran nuevos mecanismos. La norma define que la participación ciudadana es un derecho exigible y que, a su vez, constituye una responsabilidad cívica para las personas.

Hoy existe una amplia gama de espacios de acceso a la información ambiental y mecanismos para que la ciudadanía tome parte de los asuntos públicos vinculados al medio ambiente, entre otros:

- Las audiencias públicas, los cabildos ciudadanos, los diálogos participativos.
- Las Consultas Ciudadanas.
- Las Consultas a los Pueblos Indígenas.
- Las Cuentas Públicas Participativas.
- Los Consejos Consultivos del Ministerio del Medio Ambiente
- Los Consejos para la Recuperación Ambiental y Social (CRAS).
- Los comités, grupos o mesas público-privado de carácter ambiental, así como la creación del Comité de Participación del MMA.

Democracia Ambiental

Durante las últimas tres décadas, el mundo ha asumido la relevancia de la participación ciudadana y el acceso a la información ambiental, sobre un enfoque de democracia y justicia ambiental, que considera fundamental garantizar el derecho de las personas de acceder libremente a la información sobre la calidad y los problemas ambientales; el derecho a participar de manera significativa en la toma de decisiones; y el derecho a solicitar la ejecución de las leyes ambientales o la compensación por daños.

Esta visión fue puesta en manifiesto por primera v es en el Principio 10 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992, acordada por 178 Estados, entre ellos también el chileno.

"El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda. En el plano nacional, toda persona deberá tener acceso adecuado a la información sobre el medio ambiente de que dispongan las autoridades públicas, incluida la información sobre los materiales y las actividades que encierran peligro en sus comunidades, así como la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones. Los Estados deberán facilitar y fomentar la sensibilización y la participación de la población poniendo la información a disposición de todos. Deberá proporcionarse acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos, entre estos el resarcimiento de daños y los recursos pertinentes" (Organización de las Naciones Unidas, 2020).

3.4.1. Procesos de Consulta Ciudadana

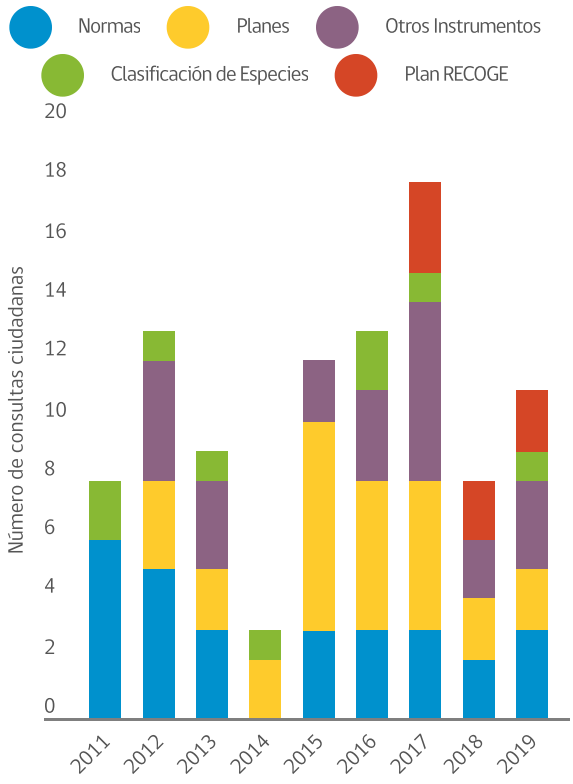
Los procesos de consulta ciudadana han sido el mecanismo de participación más utilizado en la gestión ambiental, por cuanto ha formado parte de los procesos de dictación de normas y planes. Considera aquellos desarrollados por el MMA, como parte de las obligaciones establecidas en la Ley 19.300 y los realizados en forma voluntaria.

Tipos de consulta ciudadana implementados por el Ministerio:

- Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión
- Procedimiento y Etapas para la Dictación de Planes de Prevención y Descontaminación
- Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación
- Elaboración de Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies
- Elaboración de Decretos Supremos que establecen instrumentos destinados a prevenir la generación de residuos o promover su valorización; y que establecen metas y otras obligaciones asociadas, en el marco de la Ley N°20.920.

En el periodo 2011-2019, la cantidad de procesos de consulta ciudadana ha sido variable y se ajusta a la cantidad de instrumentos que deben someterse a participación ciudadana formal.

Figura 19. Procesos de consulta ciudadana implementados, 2011-2019



Download data

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

3.4.2. Procesos de Consulta Indígena

La consulta a los pueblos indígenas es un mecanismo de participación basado en el diálogo entre el Estado y los pueblos indígenas. Ante todo, es un derecho de los pueblos indígenas y un deber del Estado reconocido en el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes, que surge cada vez que se adoptan medidas legislativas o administrativas susceptibles de afectarlos directamente.

En Chile, el proceso de consulta indígena se encuentra regulado por el Decreto Supremo N°66/ 2013 del Ministerio de Desarrollo Social, y contempla la implementación de cinco etapas: planificación, entrega de información, deliberación interna, diálogo y, por último, sistematización y comunicación de resultados.
Entre 2016 y 2019 el Ministerio del Medio Ambiente ha desarrollado tres procesos de consulta indígena, uno de los cuales aún se encuentra abierto en etapa de diálogo.

Entre 2016 y 2019 el Ministerio del Medio Ambiente ha desarrollado tres procesos de consulta indígena, uno de los cuales aún se encuentra abierto en etapa de diálogo.

Tabla 4. Procesos de Consulta Indígena desarrollados por el MMA en el periodo 2016-2019

TIPO DE INSTRUMENTO	NOMBRE INSTRUMENTO EN CONSULTA	FECHA DE INICIO	FECHA DE TÉRMINO	RES. EX. QUE INICIA PROCESO DE CONSULTA INDÍGENA
Proyecto de Ley (indicaciones)	Sobre las materias que conforman futuras indicaciones del Poder Ejecutivo al Proyecto de Ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Boletín N°9404-12)	20-01-2016 (Publicación D.O)	21-04-2017(Informe Final)	N°05 / 08 de enero de 2016
Creación de Área Marina Costera de Múltiples Usos	Creación por Decreto Supremo del Ministerio del Medio Ambiente de un Área Marina Costera de Múltiples Usos para el Territorio Especial de Isla de Pascua	05-06-2017 (Última publicación DCR)	20-10-2017 (Informe Final)	N°259 / 28 de marzo de 2017. Modificada por N°437 / 22 de mayo de 2017
Norma de Calidad Ambiental o Emisión (DS38/2012)	Anteproyecto de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Valdivia	26-10-2018 (Última publicación DCR)	Proceso abierto	N°783 / 30 de agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia , Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020.

3.5. Acceso a la Información Ambiental

El acceso a la información, además de ser un derecho, constituye una herramienta fundamental para una participación ciudadana informada capaz de integrar las decisiones de políticas públicas que afectan al ambiente. Favorece la apertura y transparencia en la toma de decisiones, visualizado con anterioridad problemas y soluciones, y contribuye a aumentar la eficiencia y eficacia de la regulación ambiental. Además, ayuda a construir confianza en decisiones adoptadas por las autoridades (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2013).



Desde la reforma de la Ley 19.300 de 2010, el acceso a la información ambiental es un instrumento para la gestión ambiental y además constituye un derecho, que se materializa mediante los mecanismos que con el ministerio y otras instituciones disponen información para la ciudadanía de manera abierta y proactiva, o a través de la demanda o solicitud de información a la institución.

Lo anterior plantea múltiples desafíos, tanto en la captura, análisis y difusión de la información ambiental, a los que se da respuesta con distintos instrumentos. Así, por ejemplo, para la captura de la información ambiental, se administra el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), para el análisis de la información se elaboran informes y reportes del estado del medio ambiente, y para disponer de esta información a la ciudadanía, se encuentra el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).

Del mismo modo, la Superintendencia del Medio Ambiente cuenta con el Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental, SNIFA, y el Servicio de Evaluación Ambiental tiene el portal e-SEIA.

3.5.1. Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA)

Es un sitio web de acceso público, desarrollado por la Superintendencia del Medio Ambiente, de acuerdo con lo establecido en la Ley Orgánica de la SMA (artículos 31, 32 y 33) y en el Reglamento de SNIFA (Decreto 31 de 2013 del Ministerio del Medio Ambiente).

El sitio proporciona información a la ciudadanía sobre los procesos de fiscalización y sancionatorios realizados por la SMA, bajo un enfoque territorial, junto a dictámenes, sentencias y resoluciones de autoridades, relacionadas con materias ambientales. Además, incluye acceso a los registros públicos de instrumentos de carácter ambiental y de sanciones. En particular:

a) Las Resoluciones de Calificación Ambiental y la totalidad de sus antecedentes; los permisos ambientales sectoriales asociados a cada una de ellas; las acciones de fiscalización desarrolladas a su respecto y sus resultados, y las mediciones, análisis y demás datos que los titulares deban proporcionar de conformidad a las exigencias establecidas por dichas Resoluciones.

b) Los Planes de Prevención y/o de Descontaminación y la totalidad de sus antecedentes; las acciones de fiscalización desarrolladas a su respecto y sus resultados, y las mediciones, análisis y demás datos que conforme a las medidas de cada Plan, deban proporcionarse por los sujetos fiscalizados o por los organismos sectoriales competentes.

c) Los procesos sancionatorios indicados respecto de cada actividad, proyecto y sujeto fiscalizado y sus resultados.

d) Los procesos de fiscalización de las Normas de Emisión, de Calidad Ambiental y de las demás normas ambientales que no sean de control y fiscalización de otros órganos del Estado.

e) Los dictámenes de la Contraloría General de la República recaídos en materias ambientales.

f) Las sentencias definitivas de los Tribunales de Justicia recaídas en juicios de carácter ambiental.

g) Toda otra decisión o resolución de carácter general emanada de autoridad recaída en asuntos ambientales.

https://snifa.sma.gob.cl/.



3.5.2. Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA)

El Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) es la puerta de entrada a la información ambiental disponible en el país, e incluye tanto la información ambiental generada en el Ministerio del Medio Ambiente, así como en otros servicios públicos con competencia ambiental. Es sitio web pone a disposición indicadores ambientales, normativa ambiental, bases de datos, mapas con información georreferenciada, estudios y publicaciones que abordan temas ambientales.

En 2019 se dio inicio al proyecto de actualización del SINIA, consistente en fortalecer y actualizar los sistemas informáticos y tender convenios de traspaso de información con los otros servicios públicos, acorde con los lineamientos de Gobierno Digital y seguridad informática, con el fin de facilitar el acceso a la información por parte de los usuarios. Esto incluye una mejora del sistema de búsquedas, la habilitación de la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), y la incorporación del módulo de Zonas Prioritarias (ZP).

Toda la información puede ser descargada a fin de facilitar el derecho de acceso a la información ambiental de cualquier persona.www.sinia.cl

La Ley 19.300 establece la información que contiene el SINIA:

- Los textos de tratados, convenios y acuerdos internacionales, así como las leyes, reglamentos y demás actos administrativos sobre medio ambiente o relacionados con él.
- Los informes sobre el estado del medio ambiente
- Los datos o resúmenes de los informes señalados en el número anterior, derivados del seguimiento de las actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente.
- Las autorizaciones administrativas asociadas a actividades que pueden tener un efecto significativo sobre el medio ambiente.
- La lista de las autoridades públicas que disponen de información de contenido ambiental y que debe ser públicamente accesible.
- Los dictámenes de la Contraloría General de la República recaídos en materias ambientales.
- Las sentencias definitivas de los Tribunales de Justicia recaídas en juicios de carácter ambiental.
- Toda otra decisión o resolución de carácter general emanada de autoridad recaída en asuntos ambientales.

3.5.3. Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC)

El Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) es una base de datos accesible al público, destinada a capturar, recopilar, sistematizar, conservar, analizar y difundir la información sobre emisiones, residuos y transferencias de contaminantes potencialmente dañinos para la salud y el medio ambiente, generados por actividades industriales o no industriales y transferidos para su valorización o eliminación.

Se trata de un instrumento de información implementado en la mayoría de los países pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), para dar libre acceso a la información y contribuir a la prevención y reducción de la contaminación ambiental. En Chile es administrado por el Ministerio del Medio Ambiente.

Beneficios del RETC: La información contenida en el RETC se utiliza para la elaboración de políticas públicas, permite la comparación del comportamiento ambiental por rubro existente en el país, pone a disposición de la sociedad civil información de posibles riesgos para la salud de la población y contribuye a la participación ciudadana informada.

Los beneficios del RETC para el país son evidentes, ya que provee un conjunto de información crítica para la prevención y control de la contaminación, respondiendo preguntas tales como: ¿Dónde se están generando las emisiones o transferencias de contaminantes de importancia ambiental?; ¿Qué contaminantes se están emitiendo o transfiriendo y en qué cantidades?, entre otras.
http://www.retc.cl.

El RETC contiene información recopilada de dos principales fuentes. Una es para las emisiones no puntuales, las que son estimadas con factores de emisión y abarcan las fuentes móviles, emisiones de leña residencial, incendios urbanos, incendios forestales y quemas agrícolas. La segunda, corresponde a las emisiones puntuales de establecimientos geolocalizados que reportan a través del Sistema Ventanilla Única, el cual corresponde a un formulario único de acceso al reporte que concentra la información en una base de datos única y homologada para todos los organismos públicos que forman parte del sistema.

Desde su implementación, el RETC reporta un listado de contaminantes, que se actualiza en la medida que se agregan nuevos cuerpos normativos al o se ratifican nuevos tratados internacionales, alcanzando en la actualidad más de 130 contaminantes.



El proyecto que fija la Ley Marco de Cambio Climático, indica que los establecimientos deberán reportar sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) al RETC, para lo cual se implementó en 2019 el Registro Único de Emisiones Atmosféricas. También, se incorporó el concepto de trazabilidad a la declaración de residuos no peligrosos y domiciliarios para dar seguimiento al cumplimiento de las metas de los reglamentos de productos prioritarios establecidos en la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje (REP).

Asimismo, se han incorporado importantes avances tecnológicos.

En 2017 se implementó un portal de Datos Abiertos (Open Data) que permite el acceso, descarga y uso de las bases de datos disponibles en el REC, con el fin de que estos sean divulgados y potencialmente utilizados por la sociedad en general y en particular por entidades que puedan agregar valor a dichos datos y con ello elaborar productos de beneficio para comunidades de ciudadanos.

Por otra parte, se en 2020 se actualizó completamente el Sistema de Ventanilla Única del RETC, incorporando la clave única y trámites con cero papel, para facilitar las declaraciones y reportes de las empresas y organismos obligados a reportar.

3.5.4. Portal de Participación Ciudadana del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA)

Con el objeto de fomentar la participación ciudadana dentro de los procedimientos de evaluación ambiental que se desarrollan en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, el SEA ha instaurado su Portal de Participación Ciudadana. Por medio de este Portal, se permite a la ciudadanía ejercer su derecho a informarse y participar en los proyectos sometidos al SEIA, por medios electrónicos.

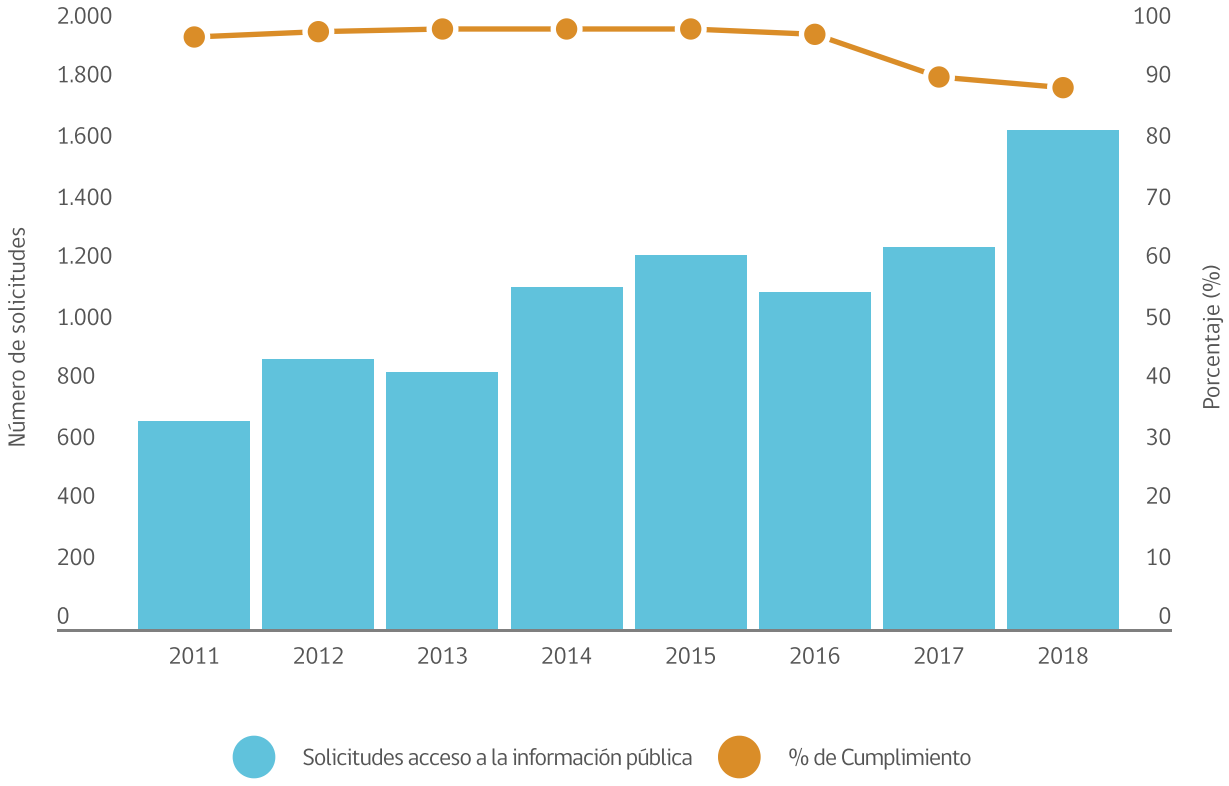
A su vez, el Portal de Participación Ciudadana permite conocer aspectos relevantes sobre qué es y cómo funciona el SEIA, cómo realizar observaciones ciudadanas, conocer los proyectos que están con procesos activos de Participación Ciudadana, las características de éstos y acceder a capacitaciones online, entre otros temas. (www.sea.gob.cl)

3.5.5. Solicitudes de Acceso a la Información Pública ante el Ministerio del Medio Ambiente

En abril de 2009 entró en vigencia la Ley 20.285 sobre Transparencia de la función pública y de acceso a la información de la Administración del Estado, que reconoce a todas las personas su Derecho de Acceso a la Información Pública. A la vez, crea el Consejo para la Transparencia para velar que este derecho se haga efectivo.

Las solicitudes de información ambiental por parte de la ciudadanía han presentado un alza sostenida a lo largo de los años, en el que han aumentado desde 690 solicitudes en el 2011 a un total de 1.664 para el año 2018., La tendencia de cumplimiento se mantiene dentro de los rangos 92% - 100%.

Figura 20. Acceso a la información ambiental, 2011-2018



Download data

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

3.6. Instrumentos Económicos

3.6.1. Impuestos Ambientales

Los impuestos ambientales tienen como finalidad que las organizaciones o personas afectas a este gravamen, asuman el costo de las externalidades negativas que generen sus actividades económicas, incentivándolas a tomar acciones que favorezcan el ambiente.

La reforma tributaria de 2014 (Ley 20.780) introdujo por primera vez en Chile los gravámenes a las emisiones atmosféricas generadas por fuentes móviles y fijas, con el objetivo de desincentivar el uso de combustibles generadores de gases de efecto invernadero (GEI). La iniciativa situó al país como pionero a nivel regional en el uso de este tipo instrumentos de gestión ambiental, constituyéndose como un referente en esta materia.

Los llamados "impuestos verdes" para las fuentes móviles entraron en vigencia en 2015. Este instrumento grava por única vez la venta de vehículos nuevos, en función del rendimiento urbano, potencial de emisión de Óxidos de Nitrógeno (NO_X) y el precio de venta.

Posteriormente en 2017, comenzó a aplicarse el gravamen para fuentes fijas que emiten contaminantes locales - material particulado (MP), óxidos de nitrógeno (NOX) y dióxido de azufre (SO_2)- y contaminantes globales -dióxido de carbono (CO_2)- Este afecta a los establecimientos con calderas y/o turbinas que sumen una potencia térmica mayor o igual a 50 MWt (megavatios térmicos).

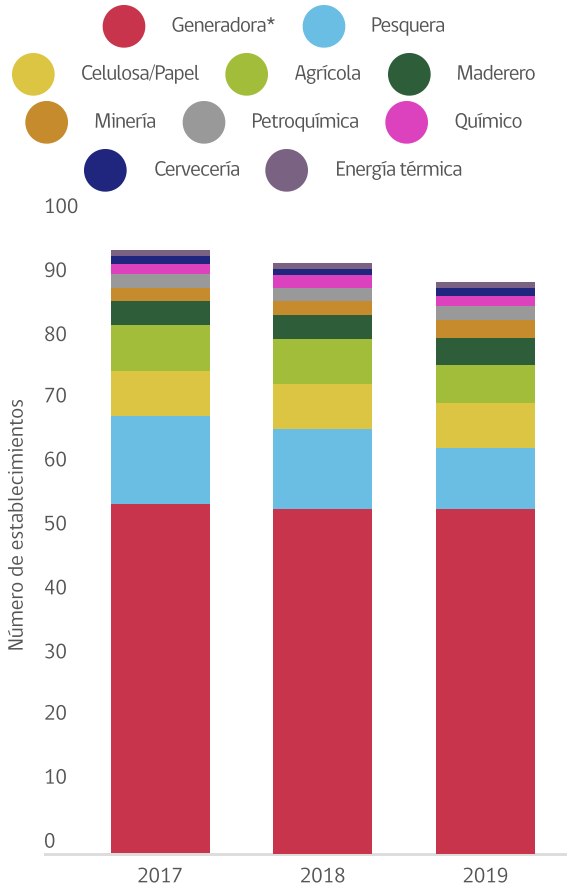
La implementación de estos impuestos ha significado la coordinación de una nueva infraestructura institucional, incluyendo la puesta en marcha de un sistema de registro de fuentes afectas al impuesto y un sistema de medición, reporte y verificación (MRV) de emisiones.

En 2019 se introdujo una nueva modernización a la legislación tributaria, que reemplaza el criterio de potencia térmica mayor o igual a 50 MWt por una afectación a las emisiones efectivamente generadas (Ministerio de Hacienda, 2020). De esta manera, a partir del primero de enero de 2023, el gravamen afectará a establecimientos cuyas fuentes emisoras, individualmente o en su conjunto, emitan 100 o más toneladas anuales de material particulado (MP), o 25.000 o más toneladas anuales de dióxido de carbono (CO_2).

Esta modificación busca profundizar el sentido ambiental del impuesto verde, enfocándose en incentivar una disminución efectiva de las emisiones. Además, incluye mecanismos de compensación a los cuales se puedan acoger las industrias. De este modo, el instrumento, además de atender el problema de la contaminación atmosférica local, también podrá hacer frente al fenómeno del cambio climático, principal problema ambiental global.

Entre 2015 y 2019 la recaudación por impuestos verdes alcanzó un total de 1.004.188.725 dólares (USD), de los cuales un 44 % proviene del gravamen a fuentes móviles y, un 56% a fuentes fijas. Estás últimas afectan a cerca de 90 establecimientos, entre los cuales más de la mitad corresponde al rubro de generación eléctrica.

Figura 21. Establecimientos afectos al pago de impuestos verdes según rubro, 2017-2019

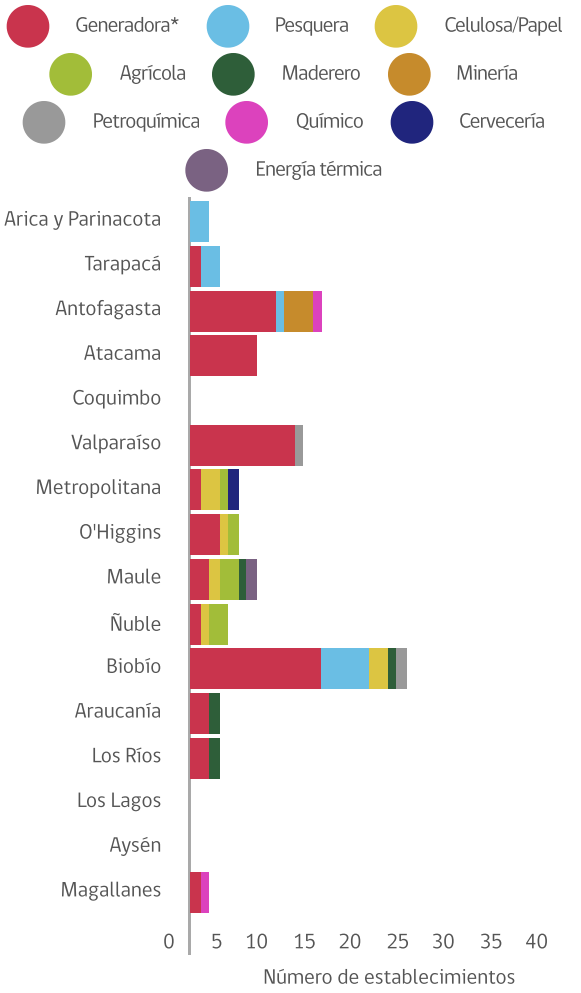


Download data

*Para la categorización por rubro, se consideraron como generadores todos aquellos que entregaron energía al Sistema Interconectado Central y Sistema Interconectado del Norte Grande (actual Coordinador Eléctrico Nacional, CEN). Debido a que establecimientos del rubro de producción de celulosa/papel han inyectado energía al CEN, mediante la utilización del vapor generado por el proceso productivo, el indicador considera establecimientos del rubro Celulosa/papel dentro de "Generadora".

Fuente: Elaboración propia don datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020

Figura 22. Establecimientos afectos al pago de impuestos verdes según rubro, 2019

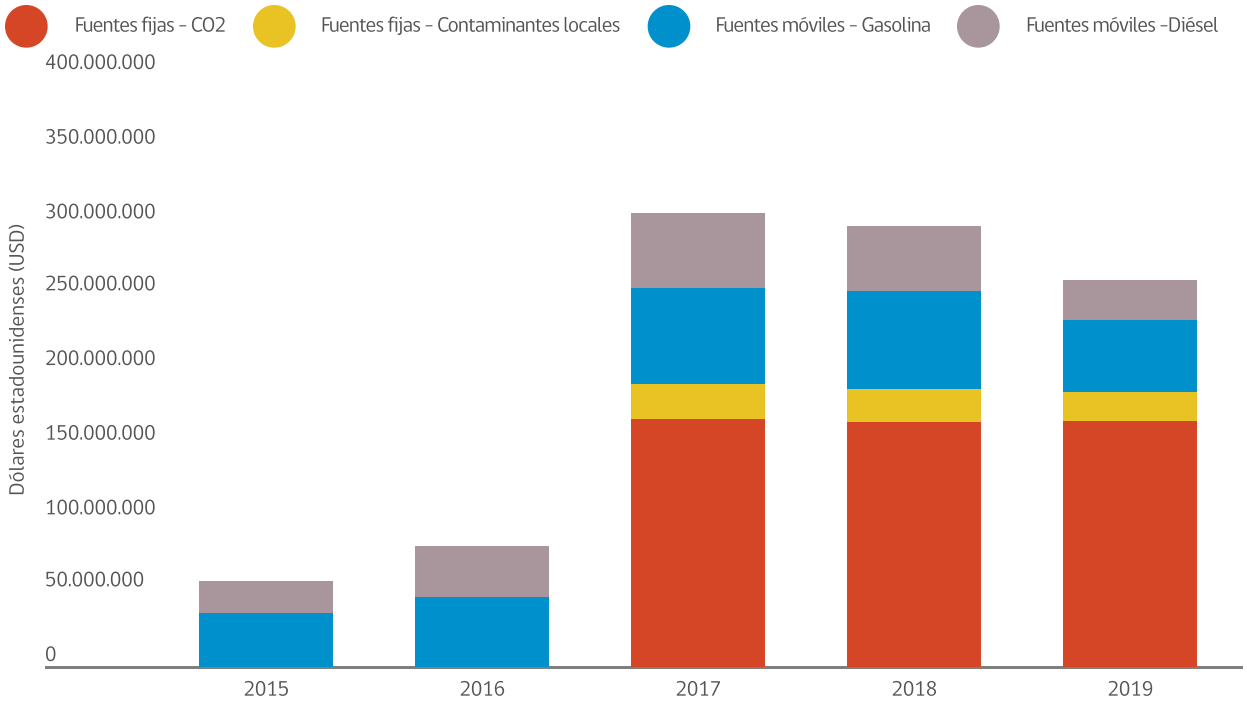


Download data

*Para la categorización por rubro, se consideraron como generadores todos aquellos que entregaron energía al Sistema Interconectado Central y Sistema Interconectado del Norte Grande (actual Coordinador Eléctrico Nacional, CEN). Debido a que establecimientos del rubro de producción de celulosa/papel han inyectado energía al CEN, mediante la utilización del vapor generado por el proceso productivo, el indicador considera establecimientos del rubro Celulosa/papel dentro de "Generadora".

Fuente: Elaboración propia don datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020

Figura 23. Recaudación de impuestos verdes sobre fuentes móviles* y fijas, 2015-2019, valor real a marzo 2020



Download data

* Los montos de recaudación de fuentes móviles se encuentran valorizados referencialmente en base al valor de la UTM promedio de marzo 2020 ($50.021) y en dolares de acuerdo a al promedio del dolar observado durante marzo del mes siguiente a la recaudación;

Fuente: Elaboración propia con datos de Tesoreria General de la República (TGR) y Superintendencia de Medio Ambiente (SMA), 2020

3.6.2. Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y Fondo para el Reciclaje (FPR)

La Ley 20.920 para la Gestión de Residuos, Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje promulgada en 2016, permitió implementar dos nuevos instrumentos dirigidos dar respuesta a la necesidad de avanzar hacia un manejo sustentable de los residuos en Chile.

La **Responsabilidad Extendida del Productor (REP)**, es un instrumento que surgió en Europa como modelo de gestión para hacerse cargo de los residuos, diseñado sobre la premisa de que "el que contamina, paga". De este modo, recae en los productores de determinados productos la responsabilidad de organizar y financiar la cadena de recolección y reciclaje valorización de éstos al final de su vida útil, para volver a introducirlos en el ciclo productivo.

Al aplicar este instrumento, Chile cumplió con una de las recomendaciones ambientales relevantes de la OCDE y además se situó a la vanguardia de la región estableciendo un marco para aumentar las tasas de recuperación y valorización de residuos, con otros beneficios asociados, como el fomento e impulso a una industria del reciclaje y la generación de nuevos empleos verdes.

La ley aplica el modelo REP a los productores de seis productos prioritarios: pilas, baterías, envases y embalajes, artículos eléctricos y electrónicos, aceites lubricantes y neumáticos. Estos deberán cumplir con metas de recolección y valorización que definirá el Ministerio del Medio Ambiente, sobre la base de la cantidad de productos puestos en el mercado nacional el año anterior (**Ver capítulo de Residuos**).

Complementariamente, la Ley crea el **Fondo para el Reciclaje**, destinado a municipalidades y asociaciones de municipalidades. Es un instrumento del Ministerio del Medio Ambiente, que nace como un mecanismo de apoyo a la Responsabilidad Extendida del Productor, con el objetivo de apoyar a los municipios en el manejo sustentable de residuos, instalar conocimiento técnico y contar con infraestructura apta para la separación y reciclaje. Su primera versión fue en 2018



3.6.3. Subsidios para Calefacción Sustentable

El Estado cuenta con un grupo de subsidios orientados a la calefacción sustentable de las viviendas, con el fin de contribuir a mejorar la calidad del aire de ciudades contaminadas, en el marco de los Planes de Descontaminación.

Uno de ellos es el **Programa de Recambio de Calefactores**, que financia el recambio de artefactos a leña en uso, dado que tienen altas tasas de emisión de partículas contaminantes y baja eficiencia en el uso de energía, por unos más eficientes y menos contaminantes. Ha sido dirigido y financiado desde el año 2011 por el Ministerio de Medio Ambiente, y con el transcurso de los años, complementando con recursos de Gobiernos Regionales, en distintas ciudades del centro y sur de Chile.

Durante el periodo 2015 - 2019 el programa ha entregado un total de 32.014 equipos, en de 47 comunas, distribuidas desde la Región de O'Higgins hasta la Región de Aysén.

El presupuesto del MMA para el Programa ha sido complementado por el presupuesto de los GORE en los años 2014, 2016 y 2017, llegando a representar un 20% del total del gasto total del Programa para esos años (Centro de Sistemas Públicos, Ingeniería Industrial, Universidad de Chile, 2019). (**Ver capítulo de Calidad del Aire**).

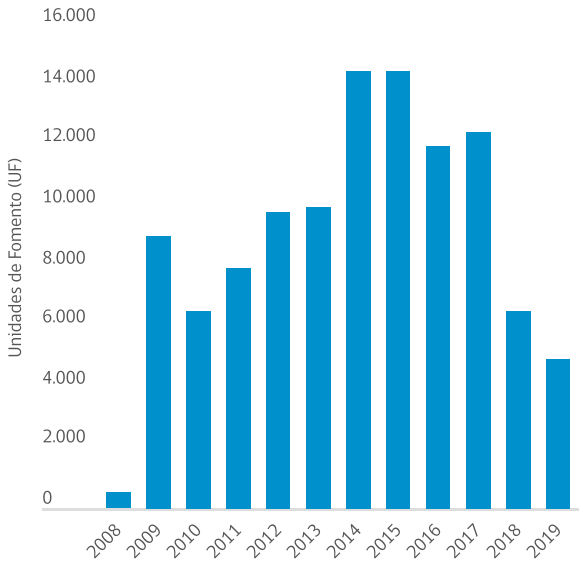
"El Programa, si bien tiene espacios de mejora, ha tenido un impacto positivo y ha mejorado su gestión a lo largo de los años. El principal beneficio corresponde a la disminución de MP2,5 de las ciudades en que se ha implementado el Programa, disminuyendo la contaminación a nivel extra e intradomiciliaria, provocando la disminución de las enfermedades respiratorias y los episodios críticos ambientales" (Centro de Sistemas Públicos, Ingeniería Industrial, Universidad de Chile, 2019).

Asimismo, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) entrega desde 2009 el **Subsidio de Acondicionamiento Térmico para la Vivienda**, destinado al apoyo de hogares vulnerables en la calefacción eficiente.

Complementariamente, el MINVU cuenta también con un programa de inversión y una franquicia tributaria (Ley 20.365) para las empresas constructoras, que fomenta equipar con colectores solares las viviendas nuevas, y de este modo, generar ahorros por concepto de calentamiento de agua potable.



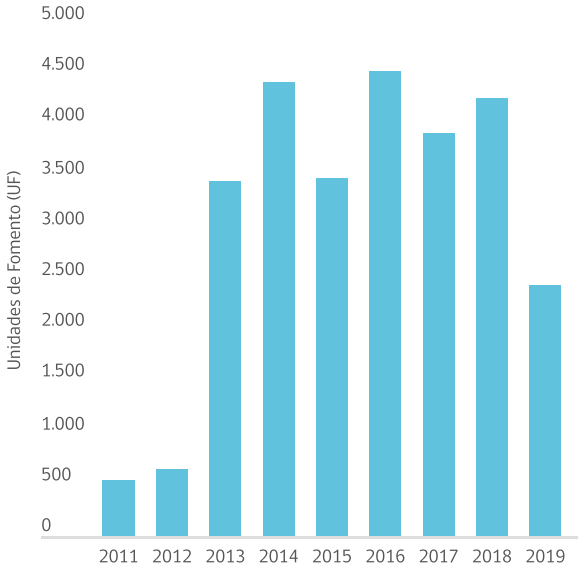
Figura 24, Monto de subsidios a acondicionamiento térmico regular 2008 - 2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), 2020

Figura 25. Monto de subsidios a acondicionamiento térmico regular, 2011 - 2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), 2020

3.6.4. Acuerdos de Producción Limpia (APL)

Los Acuerdos de Producción Limpia (APL) se implementaron como un instrumento de fomento para la aplicación de tecnologías limpias y una gestión de producción limpia, que no sólo ha facilitado el cumplimiento de las regulaciones ambientales vigentes, sino que permite al sector productivo avanzar más allá de la norma, mejorando de manera significativa y medible sus condiciones productivas y ambientales.

En concreto, un APL es un convenio de carácter voluntario celebrado entre una asociación empresarial representativa de un sector productivo y los organismos públicos competentes en materias ambientales, sanitarias, de higiene y seguridad laboral, eficiencia energética e hídrica y de fomento productivo.

Su objetivo es aplicar la Producción Limpia a través de metas y acciones específicas en un plazo determinado para el logro de lo acordado, en términos de higiene y seguridad laboral, eficiencia energética e hídrica, reducción de emisiones, valorización de residuos, buenas prácticas, fomento productivo y otras temáticas abordadas por el acuerdo. Asimismo, favorece la sinergia y economías de escala de las empresas.

El instrumento es coordinado por la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático, que es un comité de carácter público - privado de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), Ministerio de Economía.

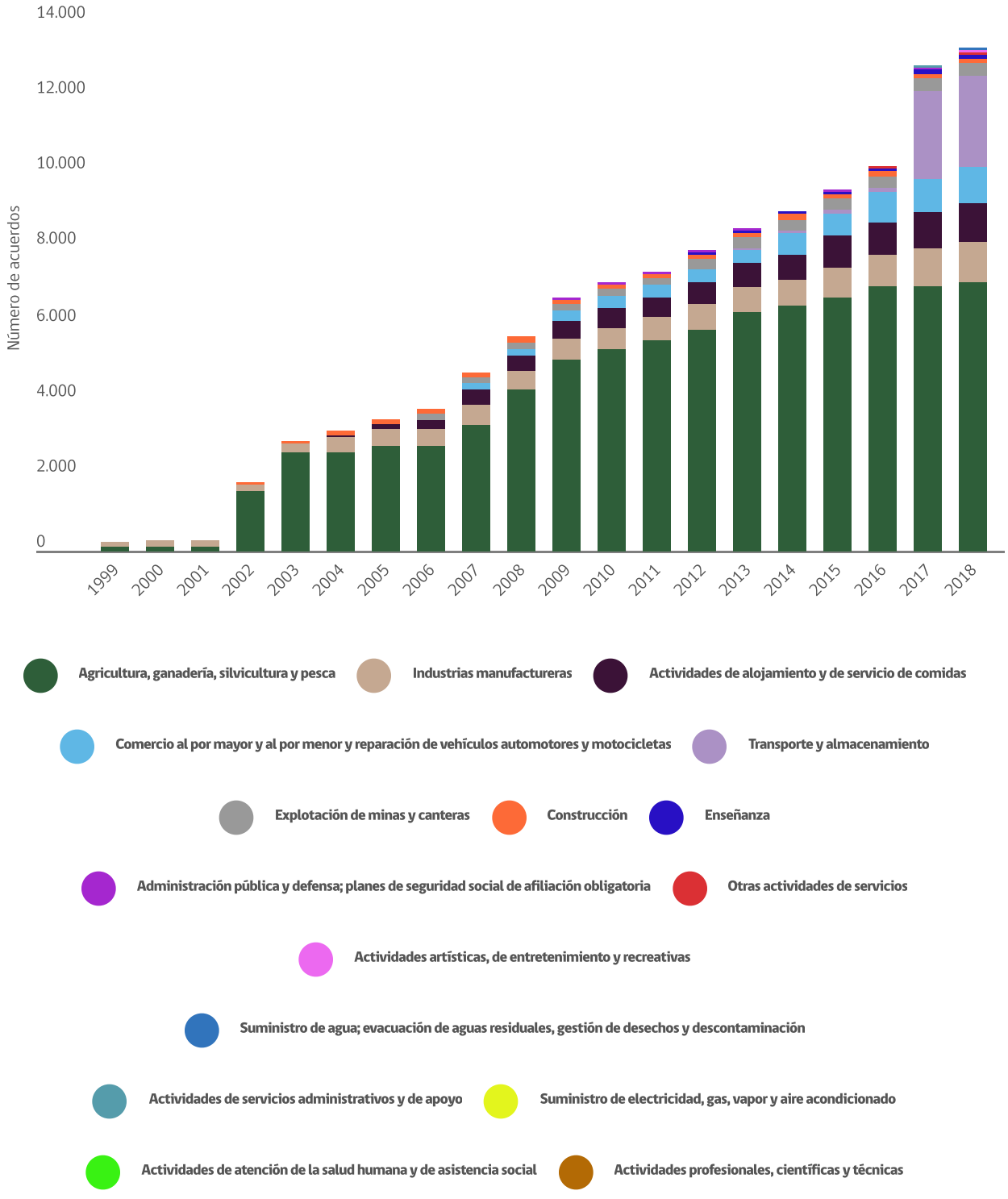
El número de instalaciones con Acuerdos de Producción Limpia (APL) ha crecido en cantidad y variedad de sectores productivos. Comenzó a operar en 1999 con 225 instalaciones de dos sectores, y a 2018 acumula un total de 13.304 instalaciones de 16 rubros diferentes.

Lidera en participación histórica el sector "agricultura, ganadería, silvicultura y pesca", que representa el 54% (7.134) del total de instalaciones con APL al 2018, seguida por el sector "transporte y almacenamiento" con un significativo incremento entre 2016 y 2017, que se sostiene el 2018, representando un 18% del total de instalaciones.

En 2012 la ONU validó internacionalmente a los APL como la primera Acción de Mitigación Nacionalmente Apropiada (NAMA por su sigla en inglés). Entre los años 2012 a 2019, las reducciones se estiman en 1.466.336 toneladas de CO_2e[2], siendo los APL la primera acción de mitigación chilena en reportar reducciones a Naciones Unidas.

[2] Equivalente de dióxido de Carbono. Unidad de medida que se utiliza para determinar el impacto en el calentamiento global de gases de efecto invernadero.

Figura 26. Acuerdos de Producción Limpia , 1999-2018 acumulado



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático, 2019.

3.7. Instrumentos de Fiscalización y Sanción

En el contexto de la institucionalidad ambiental, la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) cumple un rol fiscalizador y de sanción sobre los instrumentos de gestión ambiental, es decir, sobre las Resoluciones de Calificación (RCA), Normas de Emisión, Normas de Calidad y Planes de Prevención y/o de Descontaminación Ambiental, y de todos aquellos otros instrumentos de carácter ambiental que establezca la ley.

Fue creada por la Ley 20.417 como un servicio público funcionalmente descentralizado, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propio, sometido a la supervigilancia del Presidente de la República a través del Ministerio del Medio Ambiente.

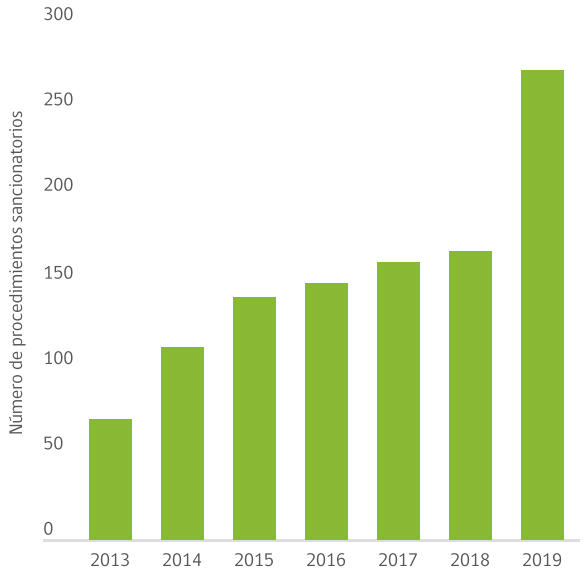
Para llevar a cabo sus funciones, la Superintendencia elabora anualmente programas y subprogramas de fiscalización, pudiendo adoptar tres modalidades de fiscalización: a través de sus propios funcionarios; a través de los organismos sectoriales, pudiendo encomendarles determinadas labores para tal efecto, o bien mediante terceros autorizados por la Superintendencia. En este marco, se ha desarrollado la **Red Nacional de Fiscalización Ambiental (RENFA)** con la finalidad de fortalecer el modelo, mediante la coordinación de las capacidades de fiscalización de los organismos con competencias ambientales a nivel nacional.

La SMA debe, además, administrar el **Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA)**, que es un registro público donde se sistematiza toda la información relevante relativa a los instrumentos que la SMA fiscaliza y los procedimientos sancionatorios.

La SMA comenzó a operar, con todas sus competencias fiscalizadoras, sancionatorias y regulatorias, desde el 28 de diciembre de 2012. Durante los últimos 8 años ha logrado implementar sus funciones y desplegarse en todo el territorio nacional, incluyendo la apertura de oficinas en cada una de las regiones.

A la fecha, acumula un catastro de 1.243 unidades fiscalizables, y ha dado curso a 1.202 procedimientos sancionatorios, de los cuales 276 han finalizado en una sanción efectiva. En cuanto a los montos por dichas sanciones, el histórico acumulado asciende a 73.709 Unidades Tributarias Mensuales (UTM = $ 50.272 referencial 2020), y se concentran principalmente en los sectores de minería y energía.

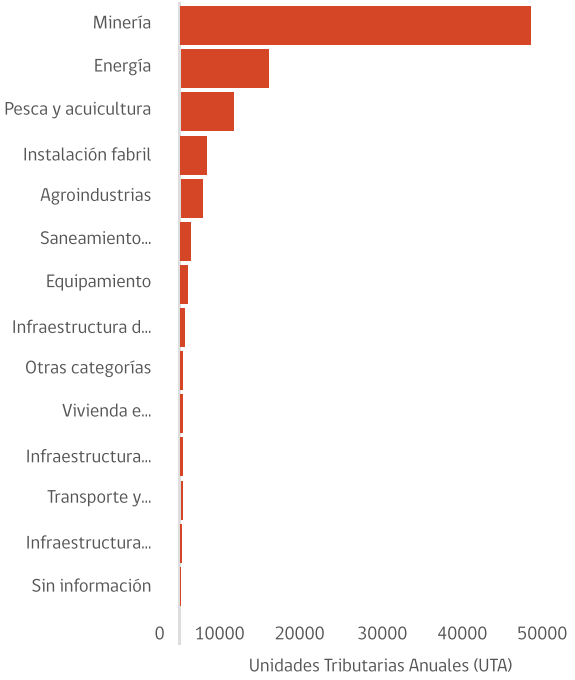
Figura 27. Procedimientos sancionatorios realizados por la SMA, 2013 - 2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA) acualizado al 28-4-2020.

Figura 28. Multas efectuadas por la SMA según categoría, 2020



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA) acualizado al 28-4-2020.

Estrategia SMA 2019-2023

Un nuevo modelo de cumplimiento y seguimiento ambiental

La SMA está implementando una nueva Estrategia de Fiscalización 2018-2023, orientada a fortalecer el servicio a la comunidad regulada y a dar respuesta a la complejidad operativa derivada del gran número de regulados y la variedad de instrumentos sujetos a fiscalización, que resultan en una creciente demanda por la institución ante nuevas normativas ambientales.

Uno de los ejes de esta estrategia es una iniciativa denominada Inteligencia Ambiental, la cual tiene como objetivo consolidar las capacidades instaladas en la SMA para una detección temprana de desviaciones o irregularidades y la adopción oportuna de las medidas o acciones que correspondan, a través de un uso intensivo de tecnologías de información y herramientas analíticas.

En particular, se enfoca en un seguimiento remoto y automatizado, tanto de los compromisos y requerimientos establecidos en instrumentos de carácter ambiental para la comunidad regulada, como también de la evolución de los componentes ambientales que sustentan los distintos ecosistemas del país. Por lo tanto, el desafío implica evaluar de forma eficiente y permanente el cumplimiento normativo, junto al estado del medio ambiente, de modo de identificar posibles mejoras que puedan ser incorporadas en la regulación ambiental.

Adicionalmente, también se considera la implementación de herramientas que faciliten la gestión cotidiana de la SMA, incluyendo necesidades para optimizar la fiscalización en terreno, actividades del área jurídica, y aspectos administrativos, entre otros.

Tabla 5. Inteligencia Ambiental: Líneas de acción

INTELIGENCIA AMBIENTAL: LÍNEAS DE ACCIÓN	
Optimizar la gestión interna A través de la automatización de procesos y generación de herramientas analíticas que permitan detectar desviaciones de forma temprana, remota y automatizada, para generar respuestas oportunas.	Promover el cumplimiento de la normativa ambiental Por medio de una retroalimentación temprana y permanente de las obligaciones ambientales de la comunidad regulada, así como el desarrollo de modelos predictivos, de modo de anticiparse a la generación de impactos negativos severos sobre ecosistemas y poblaciones humanas.
Fortalecer el acceso a la información y a la justicia ambiental Mediante mejoras en el tiempo de respuesta de la SMA para atender denuncias y de mejoras en el Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA), incluyendo nuevas funcionalidades y APIs para terceros.	Contribuir al mejoramiento de la normativa ambiental A través del desarrollo de indicadores y de modelos predictivos sobre el estado del medio ambiente, con objeto realizar un seguimiento continuo de la eficacia de la regulación ambiental, entregando retroalimentación a los responsables del diseño de la política pública.

Fuente: Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), 2020.

Proyectos estratégicos:

Denuncia digital: Su objetivo es facilitar la presentación de denuncias por parte de la ciudadanía, a través de un sistema informático integrado al Servicio de Clave Única del Estado, que incluya historial y notificaciones.

Sistema de Seguimiento Ambiental: Este proyecto consiste en renovar completamente el sistema utilizado por titulares de proyectos y/o actividades que cuentan con Resoluciones de Calificación Ambiental vigentes, para reportar el seguimiento de variables ambientales y compromisos establecidos, con objeto de recopilar datos desagregados de las variables reportadas y no solo informes agregados, como sucede actualmente. La SMA contará con una base de datos única a nivel nacional sobre indicadores de impacto, tales como flora, fauna, biodiversidad, calidad del agua, calidad del aire, etc., permitiendo contar con una línea base ambiental dinámica a nivel nacional para apoyar la toma de decisiones y desarrollar ciencia.

Portal de regulado: Consolidar todas las necesidades de reporte, que actualmente están cubiertas por distintos sistemas de información, en un único portal integrado al Servicio de Clave Única del Estado y al RETC del Ministerio del Medio Ambiente, que además proporcione información útil para la comunidad regulada, incluyendo indicadores, alertas, historial y apoyo para facilitar el cumplimiento de la normativa ambiental.

SNIFA: Se considera una renovación completa del Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA) para el año 2021, a través de nuevas funcionalidades y secciones para facilitar el acceso a datos y estadísticas, mejores buscadores y la disposición de APIs para desarrolladores.

Monitoreo en línea masivo: Se promoverá la conexión de datos de seguimiento en tiempo real. Se considera la integración de datos provenientes de CEMS (Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones), de CES (Centros de Engorda de Salmones), de Estaciones de Calidad del Aire, variables operacionales consideradas en Planes de Descontaminación, entre otros, además de aquellos compromisos establecidos en Programas de Cumplimiento. De este modo, se espera que la SMA cuente con miles de sensores reportando en tiempo real.

Monitoreo satelital masivo: Se seguirá potenciando esta línea de trabajo, con objeto de contar con un monitoreo remoto masivo de variables ambientales de interés, a través del uso de herramientas de cómputo de alto rendimiento y de programas de observación de la Tierra gratuitas, principalmente (Sentinel y Copernicus). En particular, se consideran herramientas para monitorear la ubicación de los Centros de Engorda de Salmones, la vigorosidad en humedales altoandinos, humedales urbanos y sitios de interés, y calidad del agua en lagos, en otros.

Fuente: Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), 2020.

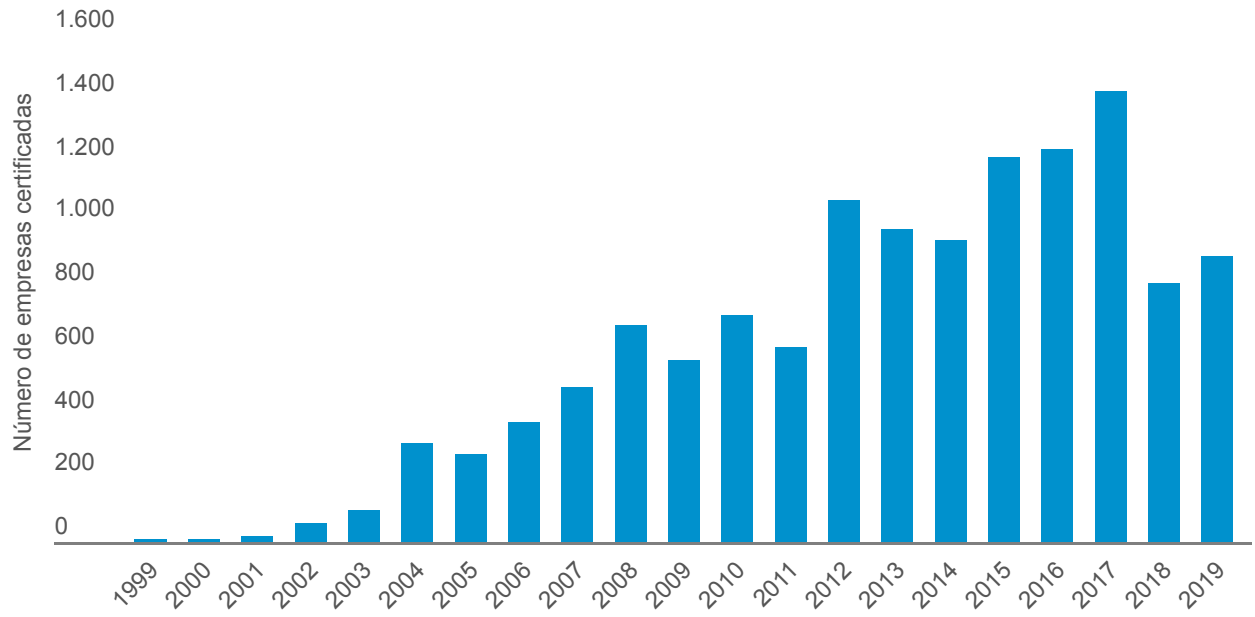
3.8. Otras Herramientas de Apoyo a la Gestión Ambiental

3.8.1. Norma ISO de Gestión Ambiental

La Norma ISO 14.001 especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental que permita a una organización desarrollar e implementar una política y objetivos que tengan en cuenta los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba; como también la información sobre los aspectos ambientales significativos.

"Esta norma aplica para cualquier empresa, sea cual sea su actividad, tamaño o país de operación, que pone en práctica un sistema de gestión ambiental, sobre la base del cumplimiento de la legislación nacional y el mejoramiento continuo de su desempeño" (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2020). Al año 2017, más de 1.419 empresas en Chile cuentan con este tipo de certificación.

Figura 29. Empresas con certificación ambiental ISO 14.001, 1999-2019



Download data

Fuente: Elaboración propia, con datos de Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2020.

3.8.2. Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES)

Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) es una herramienta mandatada en los reglamentos para la dictación de normas y planes de descontaminación y prevención ambiental, dirigida a realizar un análisis costo-beneficio ex ante de instrumentos regulatorios con el objeto de asegurar la rentabilidad social de las normas propuestas.

Intenta vincular las acciones impulsadas por el Estado –ya sean normas, planes, programas, instrumentos económicos, etc.–, con los cambios que éstos generan en el medioambiente, sector regulado y la población, con el fin de estimar cualitativa y cuantitativamente los impactos positivos y negativos de la regulación medioambiental.

De esta manera, un AGIES busca proporcionar antecedentes relacionados con aspectos ambientales, económicos y sociales en los procesos participativos y comités del proceso de dictación de normas (operativo, consultivo y de Ministros para la Sustentabilidad y Cambio Climático).

Es sin duda una herramienta muy importante para el diseño de la regulación medioambiental. No obstante, la decisión final de implementar un estándar regulatorio no depende exclusivamente de este instrumento, ya que por una parte no se pueden cuantificar todos los costos y beneficios relacionados a la implementación de un instrumento regulatorio, y por otro, pueden existir otros factores que escapan a un análisis de este tipo.

Referencias

- Centro de Sistemas Públicos, Ingeniería Industrual, Universidad de Chile. (2019). Evaluación del Programa de Recambio de Calefactores del Ministerio del Medio Ambiente, Informe final elaborado para la Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)/Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2016). Evaluaciones del desempeño ambiental: Chile 2016. Santiago.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2013). Acceso a la información, participación y justicia en temas ambientales en América Latina y el Caribe. Situación actual, perspectivas y ejemplos de buenas prácticas. Serie Medio Ambiente y desarrollo.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2020). Estadísticas e Indicadores Ambientales. Obtenido de http://interwp.cepal.org/sisgen/Sisgen_MuestraFicha_puntual.asp?indicador=2029&id_estudio=709&id_aplicacion=22&idioma=e
- (s.f.). Diccionario de Neologismos. España: SPES.
- Ministerio de Hacienda. (2020). Ley 21.210: Moderniza la Legislación Tributaria.
- Ministerio de Relaciones Exteriores. (1981). Decreto N°771: Promulga la convención sobre zonas húmedas de importancia internacional especialmente como hábitat de las aves acuaticas, suscrito en Iran el 2 de febrero de 1971.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2012). Decreto N°38: aprueba reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2012). Ley 20.600: Crea los Tribunales Ambientales.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2020). Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). Obtenido de Instrumentos para la gestión ambiental: https://sinia.mma.gob.cl/temas-ambientales/instrumentos-para-la-gestion-ambiental/
- Ministerio Secretaría General de la Presidencia. (1994). Ley 19.300: Aprueba ley sobre bases generales del medio ambiente.
- Ministerio Secretaría General de la República. (2005). Fija el rexto refunido, coordinado y sistematizado de la Constitución Política de la República de Chile.
- Organización de las Naciones Unidas. (2020). Declaración de Rio sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Obtenido de https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm
- Organización Internacional del Trabajo. (2020). ¿Qué son los empleos verdes? Obtenido de http://www.oit.org/global/topics/green-jobs/news/WCMS_325253/lang--es/index.htm#:~:text=Los%20empleos%20verdes%20son%20empleos,renovables%20y%20la%20eficiencia%20energ%C3%A9tica.
- Organización Internacional del Trabajo. (2020). 5. Medio Ambiente y Empleos Verdes. Obtenido de https://www.ilo.org/global/topics/dw4sd/themes/green-jobs/lang--es/index.htm
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2011). Towards Green Growth: Monitoring Progress. París.
- Presidencia de la República de Chile. (2014). Instructivo Presidencial de Participación Ciudadana.



CAPÍTULO 3

GÉNERO Y MEDIO AMBIENTE

ACRÓNIMOS

CASEN	Caracterización Socioeconómica Nacional
CEDAW	Convención sobre la Eliminación de toda forma de Discriminación contra la Mujer
CEPAL	Comisión Económica para América Latina
CONAF	Corporación Nacional Forestal
COP	Conferencia de las Partes
ECOSOC	Consejo Económico y Social de la Organización de las Naciones Unidas
GDI	Índice Desarrollo de Género
GED	Género en el Desarrollo
GGEO	Global Gender and Environment Outlook
GII	Índice Desigualdad de Género
IDEG	Índice de Desigualdad de Género
IDH	Índice de Desarrollo Humano
INE	Instituto Nacional de Estadísticas
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
MDS	Ministerio de Desarrollo Social
MMA	Ministerio del Medio Ambiente
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OIRS	Oficina de Información, Reclamos y Sugerencias
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
REP	Responsabilidad Extendida del Productor
RETC	Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes
SIGI	Social Institutions and Gender Index
SERNAM	Servicio Nacional de la Mujer
SNASPE	Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
WEF	World Economic Forum

CONTENIDO

Introducción
1. Antecedentes
   1.1. Normas, roles y relaciones de género
   1.2. Compromisos internacionales de igualdad de género y desarrollo sostenible
2. Brechas de género: Chile en el contexto internacional
   2.1. Brecha ODS de género
   2.2. Índice de Instituciones Sociales y Género (OCDE)
   2.3. Índice de Desarrollo de Género (PNUD)
   2.4. Índice de Desigualdad de Género (PNUD)
3. Brechas de género en el contexto nacional
   3.1. Acceso al poder
   3.2. Pobreza
   3.3. Acceso a recursos naturales
4. Mujer como agente de cambio en el medio ambiente
   4.1. Participación de mujeres en el mundo laboral relacionado con medio ambiente
   4.2. Impacto para la mujer en zonas con contaminación atmosférica
   4.3. Preocupación de la Mujer por el Medio Ambiente
5. Cuanto hemos avanzado como país
   5.1. Iniciativas y Normativas
Síntesis
Anexo 1
Anexo 2
Referencias

GÉNERO Y MEDIO AMBIENTE

La perspectiva o el enfoque de género rescata la relación entre lo masculino y lo femenino, la construcción social que la sustenta, así como también devela las diferencias culturales que subyacen en este marco relacional. Es en este contexto que aparece la relevancia de hablar de género y medio ambiente, especialmente en países en los que pese a todo el conocimiento y la reflexión alcanzada en esta materia, persisten desigualdades que afectan negativamente a las mujeres limitando, en este caso, su necesario aporte al desarrollo sostenible.

IDENTIDAD DE GÉNERO

Identificación de cada persona independiente del sexo al nacer.

CONSTITUCIÓN DE GÉNERO

Normas de género:
Ideas de cómo actuar hombre y mujeres que la comunidad les asigna.

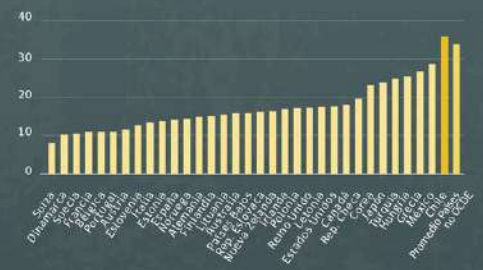
Rôles de género:
Roles de género asignados socialmente a hombre, mujeres, niños y niñas.

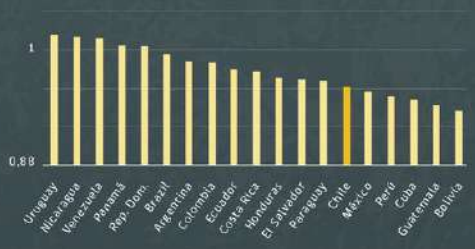
Relaciones de género:
Relaciones sociales; poder, control y acceso a los recursos. Son jerárquicas y desiguales.

GÉNERO → **MEDIO AMBIENTE** → **DESARROLLO SUSTENTABLE**

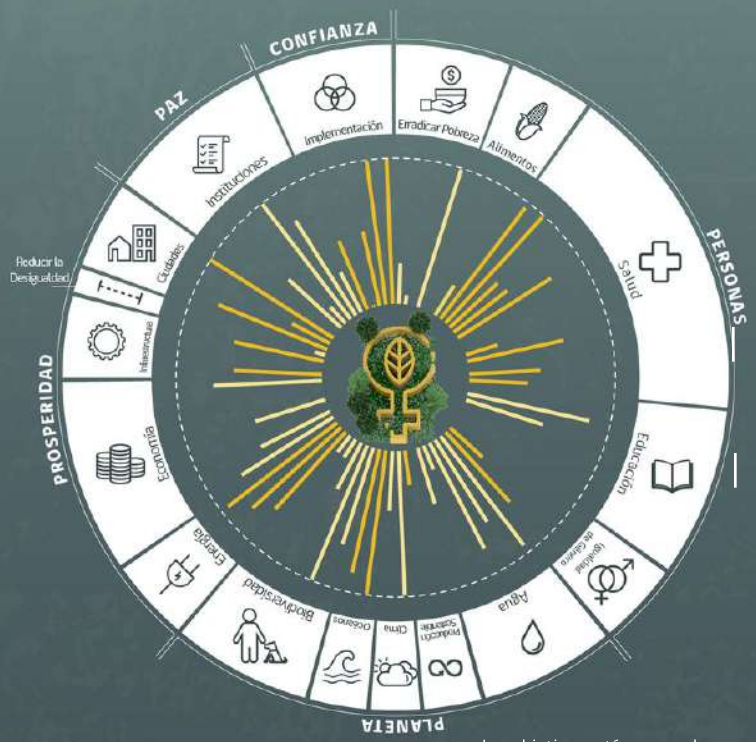
VARIABLES INDICE SIGI (OCDE)

1. Discriminación a la familia.
2. Integridad física restringida.
3. Acceso restringido a recursos financieros y productivos.
4. Libertades civiles restringidas.





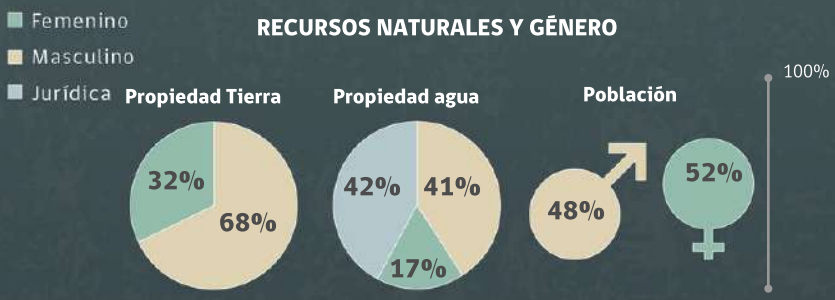
DISTANCIA DE CHILE PARA ALCANZAR LOS ODS (2030)



Los objetivos están agrupados por objetivo y área de objetivos agrupados por 5P de la Agenda 2030.

Niveles de logro a alcanzar 2030.

RECURSOS NATURALES Y GÉNERO



INTRODUCCIÓN

El Capítulo de Género y Medio Ambiente, plantea el hecho de que el bienestar integral de las mujeres, su valoración social y empoderamiento, junto con su enfoque único de los problemas ambientales, sus características y habilidades particulares, son fundamentales para el análisis y la solución de los grandes desafíos medioambientales de nuestros tiempos.

1. Antecedentes

Muchos problemas medioambientales se ven agravados por los riesgos e impactos de fenómenos meteorológicos y climáticos extremos que afectan en desigual proporción a las poblaciones más vulnerables en el mundo. Como lo afirma el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por su sigla en inglés), fenómenos como las sequías y las inundaciones tienen un mayor impacto en las poblaciones pobres (IPCC, 2014). Al respecto cabe destacar que, el 70% de los pobres del mundo son mujeres (IUCN, 2015).

El Banco Mundial (Muñoz et al., 2018) revela que en el planeta hay 122 mujeres de entre 25 y 34 años viviendo en condiciones de pobreza extrema por cada 100 hombres del mismo rango de edad. (Muñoz, 2018).

Las fuerzas motrices del cambio medioambiental actúan de modo distinto en función del género. Ya sea que el cambio sea agudo, lento o crónico, tiene un diferencial específico en los impactos si se trata de mujeres y niñas, u hombres y niños. Además, las medidas de austeridad y los recortes del gasto público en los últimos años han exacerbado las desigualdades, lo cual se ha visto extremado en condiciones de pandemia(ONU, 2020a).

La carga de tener que garantizar la supervivencia de las personas y de los hogares se ha ido desplazando cada vez más hacia las mujeres y las niñas, añadiendo horas adicionales al ya pesado trabajo doméstico no remunerado que desempeñan mayoritariamente las mujeres y que incluye también la educación y el cuidado de niños, enfermos y ancianos (ONU Mujeres, 2014).

Las mujeres, sin embargo, han demostrado liderar el camino hacia soluciones más equitativas y sostenibles para el cambio climático, según lo reporta la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por su sigla en inglés); en todos los sectores, las innovaciones y la experiencia de las mujeres han transformado vidas y medios de vida, aumentando la resiliencia climática y el bienestar general (2015). Además, el empoderamiento femenino promueve la productividad y el crecimiento económico (ONU 2020b). El análisis desde la perspectiva de género permite explorar las relaciones dinámicas entre el cambio ambiental y la equidad de género, y su relación con la sustentabilidad y con la realización de los derechos y el empoderamiento de las mujeres (Leach 2015; Seager, 2014b).

La humanidad está conformada por partes iguales de mujeres y hombres: Son necesarias ambas partes, y sus respectivos potenciales y perspectivas de género, para alcanzar las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS), en particular las metas del ODS 5 sobre igualdad de género, y poder avanzar consistentemente como sociedad hacia el desarrollo sustentable.

1.1 Normas, roles y relaciones de género

El análisis de género identifica, estudia e informa las acciones para abordar las diferencias que surgen de los diferentes roles de mujeres y hombres, las relaciones de poder entre ellos, y las consecuencias de ello en sus vidas, su salud y su bienestar.

Son elementos constitutivos del género:

- Normas de Género: Ideas de cómo actuar hombre y mujeres que la comunidad les asigna.
- Roles de Género: Asignados socialmente a hombres, mujeres, niños y niñas.
- Relaciones de Género: Relaciones sociales; de poder, control y acceso a los recursos.

Estos elementos constitutivos producen desigualdades en las relaciones de poder restringiendo; las opciones y autonomía de las mujeres, su acceso y control de los recursos e ingresos, y el control sobre su sexualidad.

Tales desigualdades se pueden revertir mediante un acceso e igualdad respecto de:

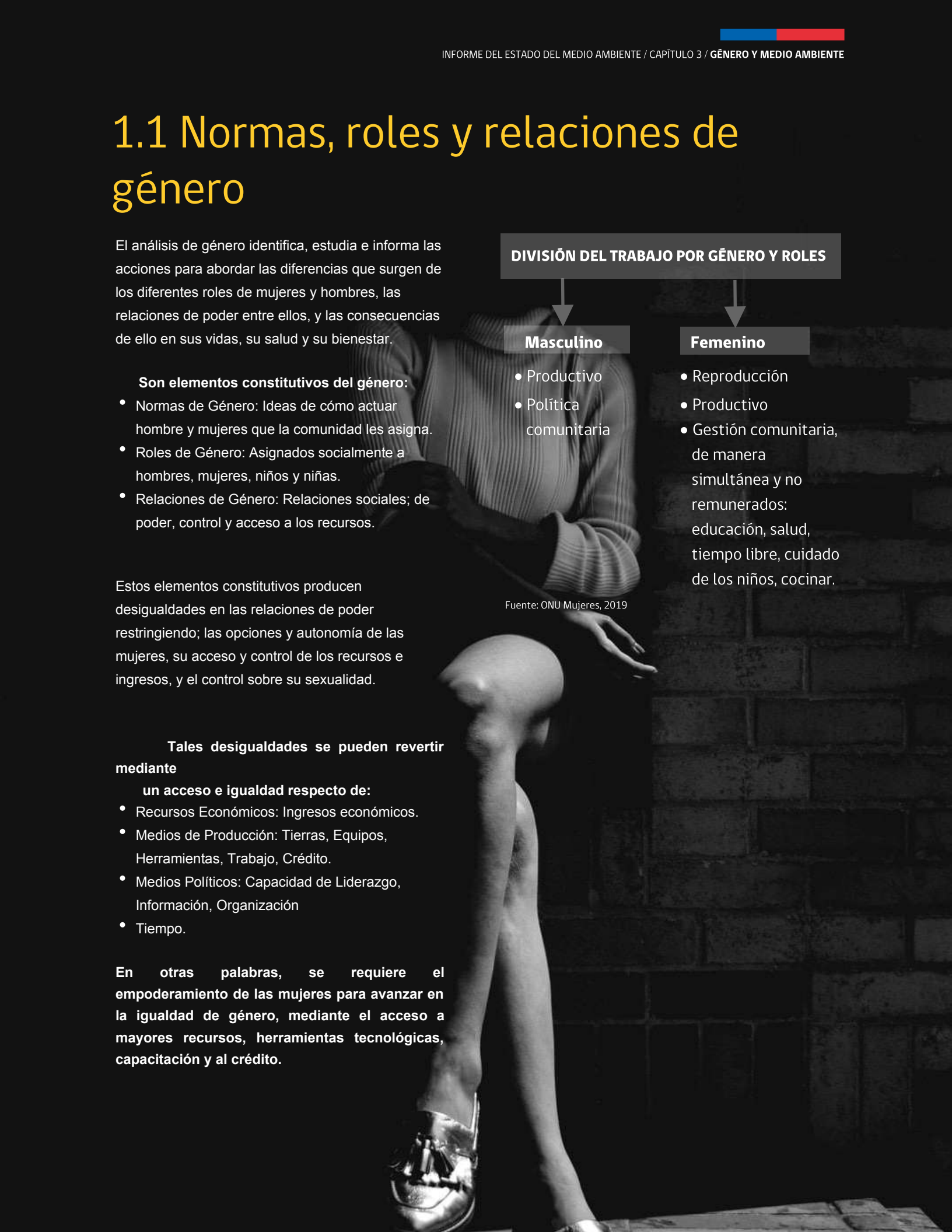
- Recursos Económicos: Ingresos económicos.
- Medios de Producción: Tierras, Equipos, Herramientas, Trabajo, Crédito.
- Medios Políticos: Capacidad de Liderazgo, Información, Organización
- Tiempo.

En otras palabras, se requiere el empoderamiento de las mujeres para avanzar en la igualdad de género, mediante el acceso a mayores recursos, herramientas tecnológicas, capacitación y al crédito.

DIVISIÓN DEL TRABAJO POR GÉNERO Y ROLES

Masculino	Femenino
• Productivo • Política comunitaria	• Reproducción • Productivo • Gestión comunitaria, de manera simultánea y no remunerados: educación, salud, tiempo libre, cuidado de los niños, cocinar.

Fuente: ONU Mujeres, 2019



1.2. Compromisos internacionales de igualdad de género y desarrollo sostenible

Se han cumplido más de 40 años desde la firma de la Convención sobre la Eliminación de Todas las Formas de Discriminación contra las Mujeres (CEDAW), que fue adoptada en la Asamblea General de Naciones Unidas el año 1979.

Aunque desde la fecha de adopción hasta ahora se han generado grandes avances en Chile y en el mundo, aún queda mucho por hacer para lograr la equidad de género..

Los principales desafíos se relacionan con las brechas de información y la inconsistencia en la inclusión de género:

- **Necesidad de información desglosada por género**

La ausencia de información desagregada por género incide en que el análisis del medio ambiente sea sesgado y parcial, por lo cual se hace necesario establecer líneas base, monitorear el progreso y evaluar los resultados en forma exhaustiva y efectiva.

- **Desigualdad y lagunas en la inclusión de género**

Origina baja coherencia y menos eficiencia en la aplicación de políticas y programas.

Conferencia de Beijing

Un total de 189 países se comprometieron en la Cuarta Conferencia Mundial sobre la Mujer, celebrada en Beijing en 1995, a tomar acciones conducentes a lograr la igualdad de género.

La Declaración y Plataforma de Acción de Beijing (ONU, 1995) pone énfasis en los derechos humanos de la mujer y en las medidas para alcanzar la aplicación plena de los instrumentos de derechos humanos disponibles, con especial referencia a la eliminación de todas las formas de discriminación.

La Plataforma de Acción de la Conferencia, pone énfasis en los derechos humanos de la mujer y en las medidas para lograr la aplicación plena de los instrumentos de derechos humanos disponibles, con especial referencia a CEDAW. Es decir, garantizar la igualdad y la no discriminación en las leyes y en la práctica mejorar los conocimientos básicos de derechos. Sin embargo, el objetivo de la Convención CEDAW universalmente el año 2000 como estaba planeado, no se logró. Casi 20 años después de la Conferencia en Beijing, los derechos humanos de las mujeres y las niñas se comprenden y defienden mucho mejor, pero aún queda camino por recorrer. (ONU, 2015).

La Declaración y Plataforma de Acción de Beijing (ONU, 1995) llamó a la construcción de los progresos logrados en la Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro (ONU, 1992) y a la participación plena e igualitaria de mujeres y hombres como agentes y beneficiarios del desarrollo sustentable.

La gestión de los recursos naturales y la protección del medio ambiente, han sido identificadas por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) como áreas críticas de las desigualdades de género (CEPAL, 1998). Se reconoce que la participación de las mujeres es esencial para el consumo y la producción sustentable, y una gestión sana de los recursos naturales, así como para asegurar la calidad y sustentabilidad de la vida para las generaciones presentes y futuras

El principal enfoque de género de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo, referidos a la gestión de los desechos y productos químicos peligrosos, está en el impacto que el mal manejo de estos tiene en los grupos vulnerables, incluidas las mujeres y los niños.
De la misma manera, la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación ha incorporado las cuestiones de género desde su creación, como también lo ha hecho la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático desde la COP7 en 2001.
Por otra parte, el cambio climático, el gran desafío de esta época, se ha acelerado fuertemente en los últimos años (ONU, 2020) en mayor medida y mucho antes de lo previsto. Sus devastadoras consecuencias ambientales, sociales y económicas, -en especial para Chile que cumple siete[1] de los nueve criterios de vulnerabilidad-, se han exacerbado con la situación de pandemia y la recesión económica que ésta ha generado.

[1] Áreas costeras de baja altura; zonas áridas y semiáridas; zonas de bosque; territorio susceptible a desastres naturales; áreas propensas a sequías y desertificación; zonas urbanas con contaminación atmosféricas; ecosistemas montañosos.

Los impactos del cambio climático, incluyendo la pérdida de biodiversidad y las limitaciones en el acceso a los recursos productivos y naturales, hacen necesario incluir la perspectiva de género en las políticas públicas. Las consecuencias diferenciadas por género del cambio climático podrían intensificarse en la agricultura y en el uso de recursos naturales como medios de subsistencia. Los riesgos para la salud relacionados con el clima, los desastres y la escasez de agua y combustible añadirían más carga al trabajo de cuidado no remunerado que realizan las mujeres.

Consecuentemente abordar las cuestiones de género es parte central del análisis sobre el desarrollo sustentable de los países y en este contexto, el análisis de género de la CEPAL es particularmente relevante porque su enfoque está centrado en América Latina.



[1] Áreas costeras de baja altura; zonas áridas y semiáridas; zonas de bosque; territorio susceptible a desastres naturales; áreas propensas a sequías y desertificación; zonas urbanas con contaminación atmosféricas; ecosistemas montañosos.

Género y América Latina

La desigualdad de género es parte central del análisis sobre el desarrollo sustentable de los países. En este contexto, el enfoque de CEPAL es particularmente relevante pues está centrado en Latinoamérica. En un documento publicado por la organización sobre género, medio ambiente y sustentabilidad del desarrollo (Rico, 1998) se señala que "la línea de pensamiento "género, medio ambiente y desarrollo sustentable", se entronca con el enfoque conocido como "género en el desarrollo" (GED), consolidado en la década de los noventa, que sostiene que la discriminación que afecta a las mujeres se expresa principalmente en nuestras sociedades a través de: a) la división por género del trabajo y la consecuente asignación casi exclusiva de la responsabilidad de la crianza de los hijos y del trabajo doméstico a las mujeres; b) el acceso desigual de varones y mujeres a los recursos productivos y a sus beneficios; c) las limitaciones a la participación en los procesos de adopción de decisiones y al acceso al poder público en sus diversas expresiones.

Desde esta corriente se considera a la construcción de género como uno de los agentes intermediadores de las relaciones entre las mujeres y los hombres con el medio ambiente".

*E*xtracto de Serie Mujer y Desarrollo. Género, Medio Ambiente y sustentabilidad del desarrollo. CEPAL (1998), Santiago.

¿Qué es la CEDAW?

La CEDAW fue el primer instrumento internacional especialmente diseñado para promover los derechos de las mujeres y combatir la discriminación contra ellas.

El principio de igualdad sustantiva de la CEDAW

El principio de igualdad sustantiva de la CEDAW prevé la prohibición de la discriminación contra las mujeres en las esferas privada y pública, así como la adopción de medidas especiales, temporales o permanentes, para lograr cuanto antes la igualdad de género en todos los ámbitos de la vida.

Comité de la CEDAW

La CEDAW dispone del Comité para la Eliminación de la Discriminación contra la Mujer de las Naciones Unidas, creado para supervisar el progreso de los Estados Parte obligados a presentar, cada cuatro años, informes periódicos sobre sus avances.

Protocolo Facultativo

La adopción del protocolo facultativo (diciembre de 2000) permite a las personas y grupos de personas de los Estados que han ratificado la Convención (189) presentar denuncias individuales, cuando consideren que ha sido vulnerado alguno de los derechos consagrados en la convención.

2. Brechas de género: Chile en el contexto internacional

2.1 Brecha ODS de género

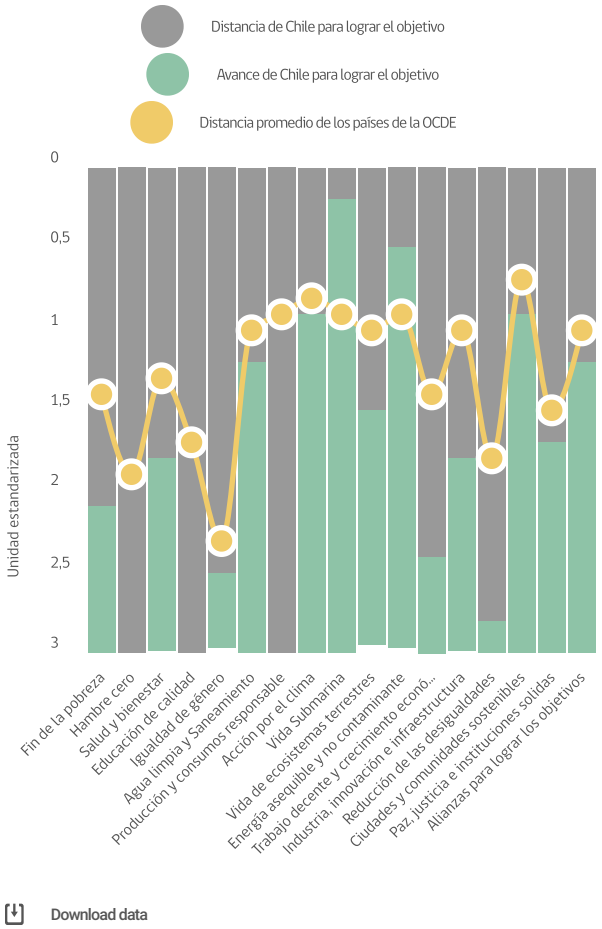
Los Objetivos de Desarrollo Sustentable[2] (ODS) de la Agenda 2030 tienen como fin abordar las desigualdades entre todos los grupos de población.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) realiza estudios comparativos de la distancia que les falta por recorrer a los países miembros para alcanzar los ODS. Para ello toma indicadores y datos de Naciones Unidas, los que pueden diferir de los utilizados internamente por los países (OCDE 2019a). La Figura 1 muestra los resultados promedios para Chile en comparación a otros países de la OCDE. Los ODS aparecen agrupados según las 5 dimensiones críticas consideradas en el Plan de Acción de la Agenda 2030, llamadas las "P5"[3] en inglés.

En el cumplimiento de los ODS, Chile está bastante cerca del promedio OCDE y de alcanzar las metas en océanos, energía y ciudades (**Figura 1**).

Sin embargo, Chile debe trabajar en alcanzar varios de los ODS, como Economía, Producción Sustentable y Reducción de la Desigualdad, correspondientes a diferentes grupos, pero además en los asociados a la dimensión Personas, donde además de Alimentación y Educación, figura la Igualdad de Género.

Figura 1. Distancia promedio de Chile a Metas por Objetivo, en comparación a promedio de la OCDE



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), 2019.

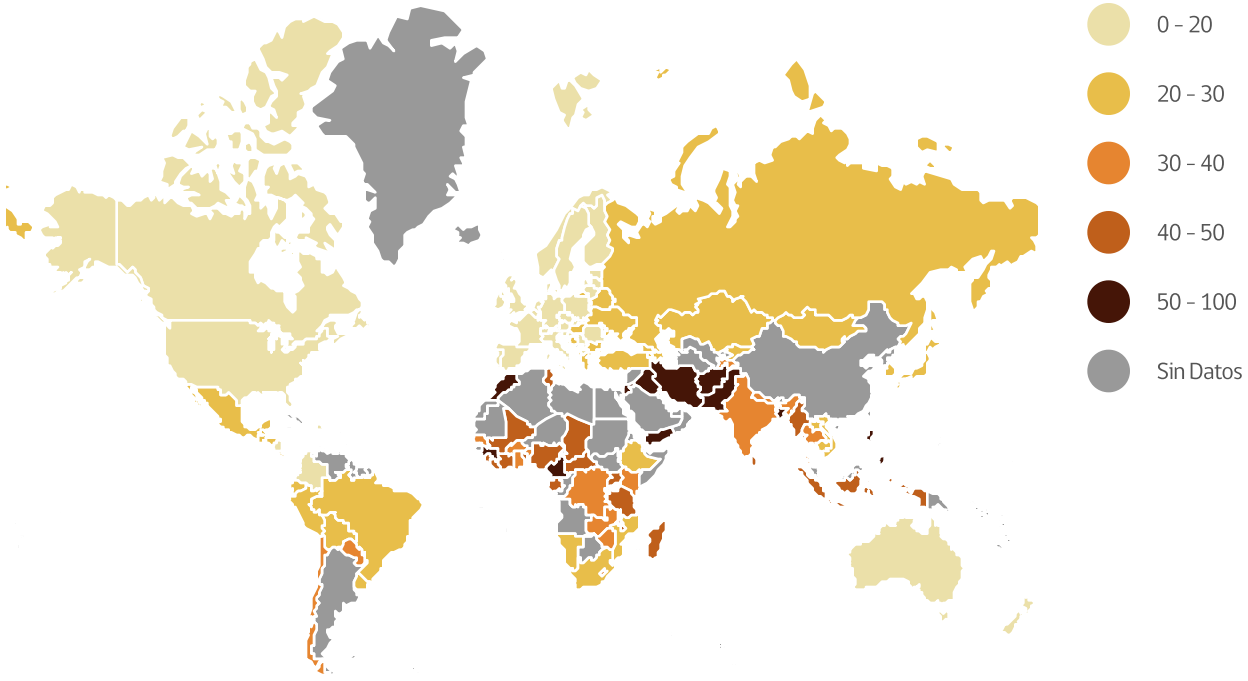
[2] Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también conocidos como Objetivos Mundiales, se adoptaron por todos los Estados Miembros en 2015 como un llamado universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para 2030. Los 17 ODS están integrados, ya que reconocen que las intervenciones en un área afectarán los resultados de otras y que el desarrollo debe equilibrar la sostenibilidad medio ambiental, económica y social.

[3] Personas, Planeta, Prosperidad, Paz, y Sociedad.

2.2 Índice de instituciones sociales y género (OCDE)

El Índice de Instituciones Sociales y Género (SIGI, por su sigla en inglés) fue diseñado por la OCDE para medir la igualdad de género en una sociedad. Se enfoca en las instituciones sociales que impactan los roles de hombres y mujeres, como normas, valores y actitudes de una sociedad referentes al género en países pertenecientes a la OCDE, en comparación a otros fuera de la organización que cuenten con información para su cálculo (**Figura 2**). De esta manera, genera los datos necesarios para una transformación política y el monitoreo del cumplimiento del indicador ODS 5.1.1, referido a "*si existen o no marcos legales para promover, hacer cumplir y monitorear la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres*".

Índice SIGI, 2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), 2019.

El índice SIGI toma en cuenta las leyes, normas y prácticas sociales, para poder capturar los motores de la desigualdad de género. De esta manera genera los datos necesarios para una transformación política y para monitorear el cumplimiento del indicador ODS 5.1.1, el que da cuenta de "si existen o no marcos legales para promover, hacer cumplir y monitorear la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres".

El índice SIGI incluye 27 variables combinadas en 16 indicadores y 4 dimensiones:

Dimensiones[4]
Discriminación en la familia: matrimonio infantil, responsabilidades del hogar, divorcio y herencia.
Integridad física restringida: violencia contra las mujeres, mutilación genital femenina, mujeres desaparecidas y autonomía reproductiva.
Acceso restringido a recursos financieros y productivos: acceso seguro a los bienes de la tierra, acceso a activos no territoriales, acceso seguro a servicios financieros formales y derechos laborales.
Libertades civiles restringidas: derechos ciudadanos, voz política, libertad de movimiento, acceso a la justicia.

Los resultados presentados en el último informe del índice SIGI (OCDE 2019), entregan recomendaciones para apoyar el esfuerzo de los gobiernos en el cumplimiento de sus compromisos de igualdad de género mediante un triple enfoque: comenzar con reformas legales y políticas de género transformadoras; hacer cumplir las leyes a través de la movilización y el empoderamiento de la comunidad; y aprender sobre la eficiencia de la política a través del monitoreo.

EJEMPLO

DIMENSIÓN: DISCRIMINACIÓN EN LA FAMILIA

Análisis de la desigualdad en la legislación del matrimonio infantil.

Para esta dimensión, las variables se analizarían de la siguiente manera:

0: la ley garantiza la misma edad mínima de matrimonio de más de 18 años para mujeres y hombres, sin excepciones legales con respecto al consentimiento o algunos grupos de mujeres. Las leyes o prácticas tradicionales, religiosas y tradicionales no fomentan el matrimonio de niñas (caso de Chile).

0.25: la edad mínima para contraer matrimonio puede ser diferente para hombres y mujeres, pero es superior a 18 años, sin excepciones legales con respecto al consentimiento o algunos grupos de mujeres. Sin embargo, algunas leyes o prácticas tradicionales, religiosas y tradicionales fomentan el matrimonio de niñas.

0.5: la edad mínima para contraer matrimonio puede ser diferente para hombres y mujeres, pero es superior a 18 años. Sin embargo, existen excepciones legales con respecto al consentimiento y / o algunos grupos de mujeres.

0.75: la ley permite el matrimonio infantil tanto para mujeres como para hombres o no existe una edad legal de matrimonio para mujeres ni hombres.

1: la ley permite el matrimonio infantil para mujeres pero no para hombres.

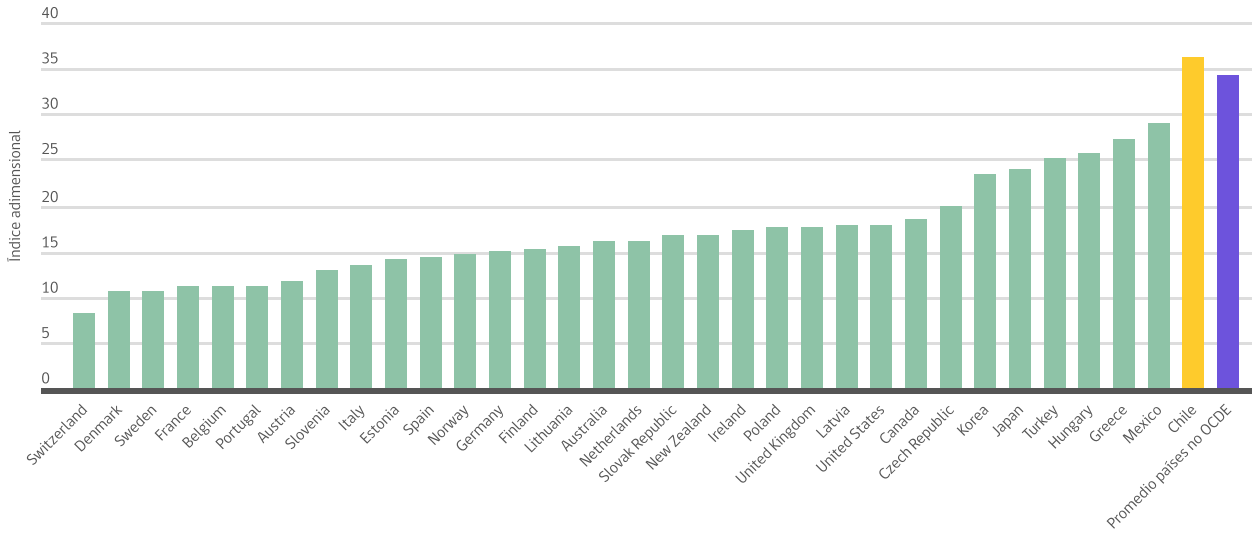
En el SIGI los subíndices varían de 0 para no discriminación a 1 para discriminación muy alta.

[4] Índice SIGI=ln(〖 1/4 e〗 ^Discriminación en la familia+〖 1/4 e〗 ^Integridad física restringida+〖 1/4 e〗 ^Acceso restringido a recursos financieros y productivos +〖 1/4 e〗 ^Libertades civiles restringidas)

2.2.1. SIGI de Chile en comparación a los países OCDE

La posición de Chile para el índice SIGI, en relación al resto de los países de la OCDE. Chile aparece con un desempeño deficiente en relación al resto de los países de la OCDE. Su puntuación es semejante a países como Paraguay, India, República Democrática del Congo, Tailandia, Kenia y Burkina Faso (**Figura 3**).

Figura 3. Índice SIGI (Social Institutions and Gender Index) en países de la OCDE, 2019.



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), 2019.

Nota: Los valores SIGI más altos indican una mayor desigualdad: el SIGI varía de 0% para no discriminación a 100% para discriminación muy alta.
Fuente: OCDE 2019b.

Cómo puede explicarse este resultado para Chile:

- En la variable **Marco Normativo sobre las Responsabilidades del Hogar**, el país obtiene un valor de 0.75, donde 0 es no discriminación y 1 discriminación muy alta. El informe OCDE basa su puntuación en el artículo 1749 del Código Civil chileno, que establece que: "bajo el régimen de propiedad matrimonial predeterminado de Chile, el esposo tiene la autoridad para administrar la propiedad de la familia y de su esposa a menos que se acuerde expresamente por adelantado que la propiedad de cada cónyuge estará completamente separada (Código Civil, Art. 1749)".

- En la variable **Marco Normativo sobre el Acceso Seguro a los Bienes de la Tierra**, Chile obtiene un valor de 0.75, mientras que para la variable Marco Normativo sobre el Acceso Seguro a activos no territoriales, el valor asignado es de 1, debido a que según el informe de perfil de género de la OCDE: "para el acceso seguro a la tierra y los activos no terrestres la ley otorga a las mujeres solteras los mismos derechos que los hombres solteros a poseer, usar y hacer decisión y uso de bienes inmuebles y no inmobiliarios como garantía (Constitución, artículo

19.2 y 24). Sin embargo, eso no es el caso de las mujeres casadas. En el régimen de propiedad predeterminado, los activos adquiridos antes y durante el matrimonio, incluidos los obsequios y las herencias, son administrados por el esposo (Código Civil, Artículo 1749)".

- En la variable **Marco Normativo sobre la Violencia Contra las Mujeres**, Chile obtiene un valor de 0.75. El informe de perfil de género de la OCDE lo argumenta así: "Chile actualmente no tiene una ley específica que aborde la violencia contra las mujeres, pero en cambio, el país tiene varias leyes separadas que cubren diferentes formas de violencia, incluida la violencia doméstica (Ley de Violencia Doméstica N°19.325), el acoso sexual (Ley de Acoso Sexual, N°20.005) mientras que la violencia sexual se aborda en las disposiciones del Código Penal (Ley que modifica el Código Penal en relación con los delitos sexuales, N° 19.617)".

- **En la variable Marco Normativo sobre Derechos Laborales**, Chile obtiene un valor de 1 debido a que según el informe de perfil de género de la OCDE: "la ley exige la no discriminación por razón de sexo en el empleo (Código Laboral, Artículo 2). El Código Laboral cubre específicamente los criterios de selección, pero no el reclutamiento, contratación, términos y condiciones, promociones, capacitación, asignaciones y terminación (Código Laboral, Artículo 2), remuneraciones y licencia materna".



2.3. Índice de desarrollo de género (PNUD)

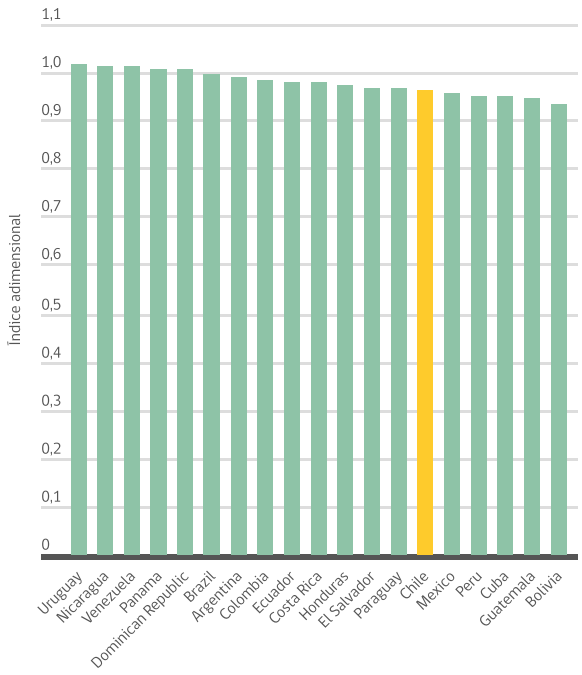
Este índice es elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), a partir del Índice de Desarrollo Humado (IDH), Chile presenta en el año en 2018 un IDH de 0.847, algo más bajo que el promedio de los países desarrollados (0.892), aunque bastante más alto que el promedio de América Latina (0.756), ubicándose así en el lugar 42 a nivel mundial. Sin embargo, cuando se descuenta el valor de la desigualdad (IHDI), Chile cae a 0,696 con una pérdida del 17.8%, descendiendo de 14 puestos en el ranking mundial. Como referencia, la pérdida promedio debido a la desigualdad para América Latina es de 22,3% y para los países con IDH muy altos, es de sólo 10,7% (PNUD 2019a).

El IDG mide las disparidades entre los géneros con respecto al Índice de Desarrollo Humana (IDH)[5]. Los valores del IDH son calculados por separado para mujeres y hombres, cuya proporción es el valor del Índice de Desarrollo de Género. Cuanto más se aproxima la proporción a 1, menor es la diferencia entre mujeres y hombres. Los valores de los tres componentes del IDH — longevidad, educación (con dos indicadores) e ingresos per cápita—también se presentan por género.

El IDH para las mujeres en Chile en 2018 es de 0.828, mientras que para los hombres es de 0.860, revelando importantes desafíos que abordar en materias de desigualdad y de género.

Respecto a los países latinoamericanos Chile se encuentra en el tercio más bajo del IDG. (**Figura 4**).

Figura 4. Índice GDI en países de Latinoamérica, 2018



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2019.

[5] El Índice de Desarrollo Humano (IDH) es un indicador sintético de los logros medios obtenidos por los países en tres dimensiones fundamentales del desarrollo humano; a saber, tener una vida larga y saludable, adquirir conocimientos y disfrutar de un nivel de vida digno. La dimensión de la salud se evalúa según la esperanza de vida al nacer; la de la educación, por los años promedio de escolaridad de los adultos de 25 años o más y por los años esperados de escolaridad de los niños en edad escolar. La dimensión del nivel de vida se mide conforme al PIB per cápita. El IDH es determinado por la media aritmética de los índices normalizados de cada una de las tres dimensiones..

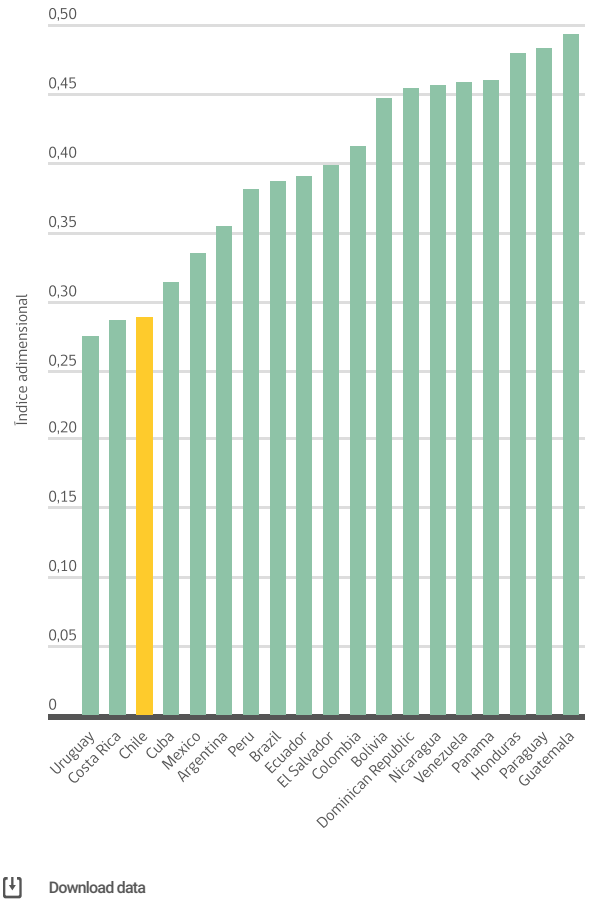
2.4. Índice de desigualdad de género (PNUD)

El Índice de Desigualdad de Género (GII por sus siglas en inglés) mide las desigualdades de género en tres aspectos importantes del desarrollo humano: salud reproductiva, medida por la tasa de mortalidad materna y las tasas de nacimientos de adolescentes; empoderamiento, medido por la proporción de escaños parlamentarios ocupados por mujeres y proporción de mujeres adultas y hombres de 25 años o más con al menos cierta educación secundaria; y la situación económica, expresada como participación en el mercado laboral y medida por la tasa de participación de la fuerza laboral de las poblaciones femeninas y masculinas de 15 años o más.

Al año 2018 en Chile, 22,7% de los escaños parlamentarios está ocupado por mujeres y 79,0% de las mujeres adultas ha alcanzado al menos un nivel secundario de educación, porcentaje este último cercano al 80,9% de los hombres. Por cada 100.000 nacimientos vivos, 22 mujeres mueren por causas relacionadas con el embarazo y la tasa de natalidad adolescente es de 41,1 nacimientos por cada 1.000 mujeres de 15 a 19 años. La participación femenina en el mercado laboral es de 51,0%, alejado del 74,2% que exhiben los hombres (PNUD 2019).

Chile se encuentra en el tercer lugar de la región, solo superado por Uruguay y Costa Rica (**Figura 5**).

Figura 5. Índice GII en países de Latinoamérica, 2018



Fuente: Elaboración propia con datos de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2019.

3. Brecha de género en el contexto nacional

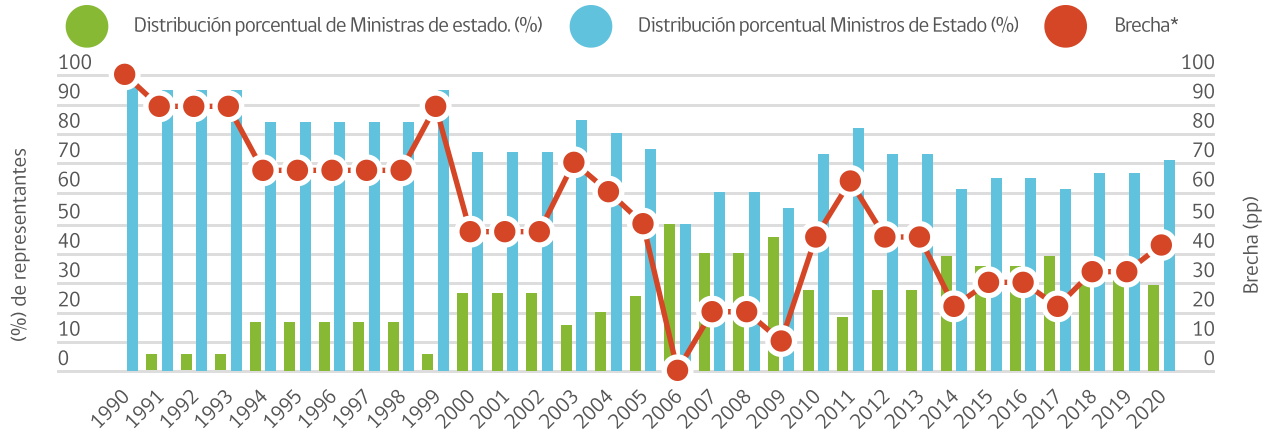
Para comprender las profundas brechas entre hombres y mujeres existentes en Chile, se presentan a continuación estas desigualdades respecto de los ámbitos de acceso al poder, pobreza y acceso a los recursos naturales.

3.1. Acceso al poder

Si bien desde el retorno de la democracia las mujeres en Chile han ido ganando espacios y oportunidades de participar y contribuir en la conducción pública de la sociedad, su representación en cargos altos de los poderes ejecutivo, legislativo y judicial sigue siendo escasa, existiendo todavía una gran brecha para alcanzar la igualdad de género. El poder se concentra del orden de 75% en hombres y solo 25% en las mujeres, lo cual incide directamente en la construcción de ciudadanía a partir de una participación igualitaria de hombres y mujeres.

Esta subrepresentación femenina en los espacios de decisión pública y de poder se presenta en los ministerios, el Senado y la Corte Suprema (**Figura 6, 7 y 8**).

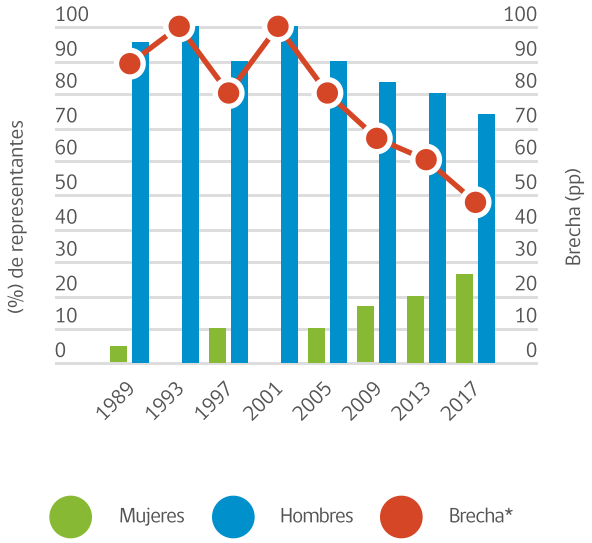
Figura 6. Brechas de género en desmedro de la mujer en las autoridades máximas de Secretarías de Estado, 1990 – 2020



Download data

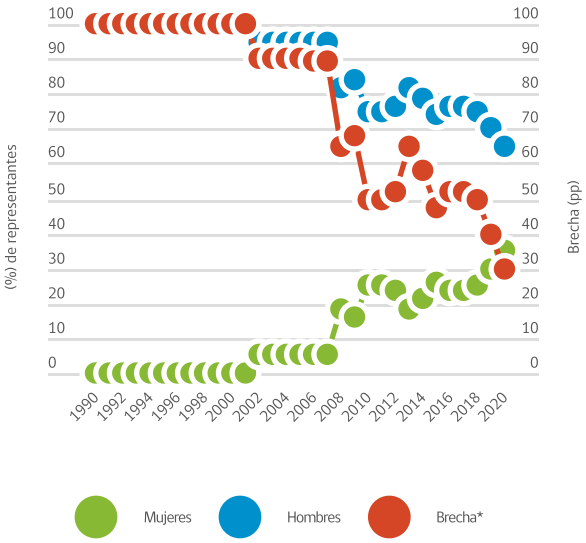
Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2020.

Figura 7. Distribución porcentual y brecha entre representantes electas y electos en el senado, según sexo y año electoral, 1989 – 2017



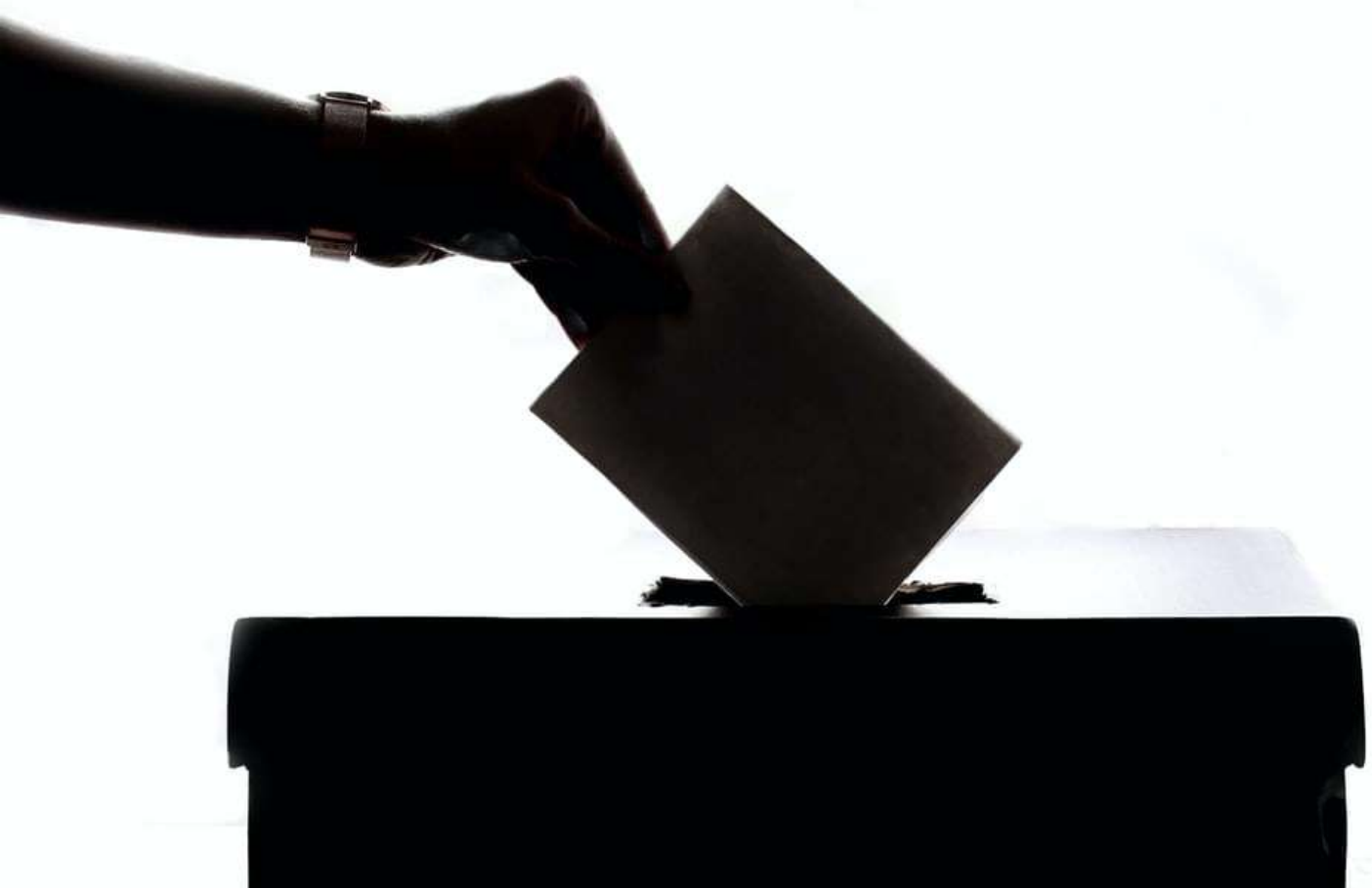
Download data

Figura 8. Distribución porcentual y brecha entre ministros y ministras de la Corte Suprema de Justicia, según sexo y año, 1990 – 2020



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2020.



3.2. Pobreza

Se reconoce a la pobreza de género como un problema multidimensional que debería abarcar dimensiones tales como: falta de oportunidades, las capacidades individuales, la falta de seguridad, el empoderamiento, la distribución del tiempo, la falta de autonomía, la violencia y la ausencia de vínculos sociales.

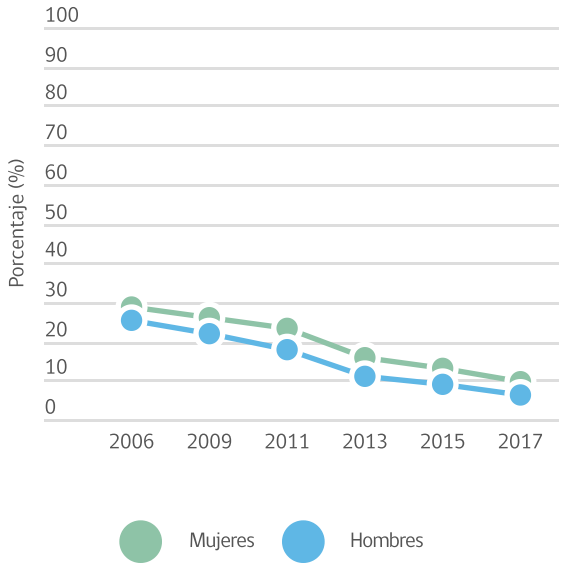
Incorporar la dimensión de género al análisis de la pobreza significa reconocer que existen diferencias y desigualdades entre los miembros de la sociedad y por lo tanto entre los integrantes de un hogar, determinadas por su sexo y edad. Dichas desigualdades se manifiestan fundamentalmente en los aportes en ingreso y en trabajo que hombres y mujeres realizan en el acceso al consumo de los bienes y servicios disponibles en el hogar (Bravo, 1998).

Según la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN 2006-2017) porcentualmente, la distribución por sexo de personas mayores de 15 años sin ingreso autónomo muestra una brecha de casi 60% en 2006, que disminuye en 2017 a sólo un 10%. Las tasas de ocupación formal de las mujeres son menores que la de los hombres 40%-45% y 65%-68%, respectivamente para el período 2010-2019 (INE 2019a). En el caso del trabajo informal la tasa de ocupación femenina es un poco más elevada: 31,3% en 2018 (Instituto Nacional de Estadísticas [INE], 2019).

Las mujeres no sólo ganan menos que sus equivalentes masculinos, sino que el incremento de sueldo mensual promedio para un mismo período es también inferior: el sueldo promedio mensual para hombres es de poco más $400.000 en 2010 y sube hasta unos $650.000 en 2017, mientras que las mujeres aumentan su sueldo desde unos $300.000 a unos $450.000, con una brecha que bordea los 297 puntos para el período.

Lo anterior, se profundiza en hogares que tienen una jefa de hogar, presentando una incidencia en la pobreza por ingresos superior a los hogares con jefes de hogar hombre del orden de 2.8 puntos (**Figura 9**).

Figura 9. Incidencia de la pobreza por ingresos en los hogares por sexo del jefe/a, 2006 - 2017



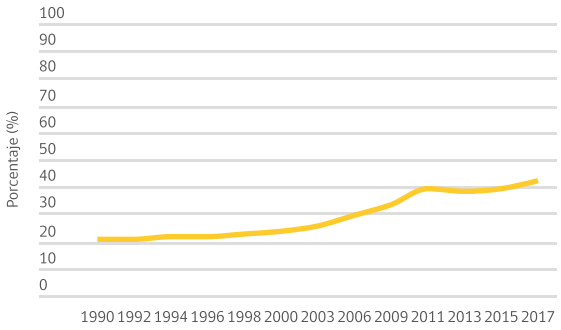
Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF), 2017.

El escenario es más problemático al considerar que en las últimas décadas el porcentaje de mujeres jefas de hogar se ha duplicado desde 1990 a 2017, acercándose a casi la mitad de los hogares (**Figura 10**).



Figura 10. Porcentaje de mujeres como jefas de hogar (1990 - 2017)

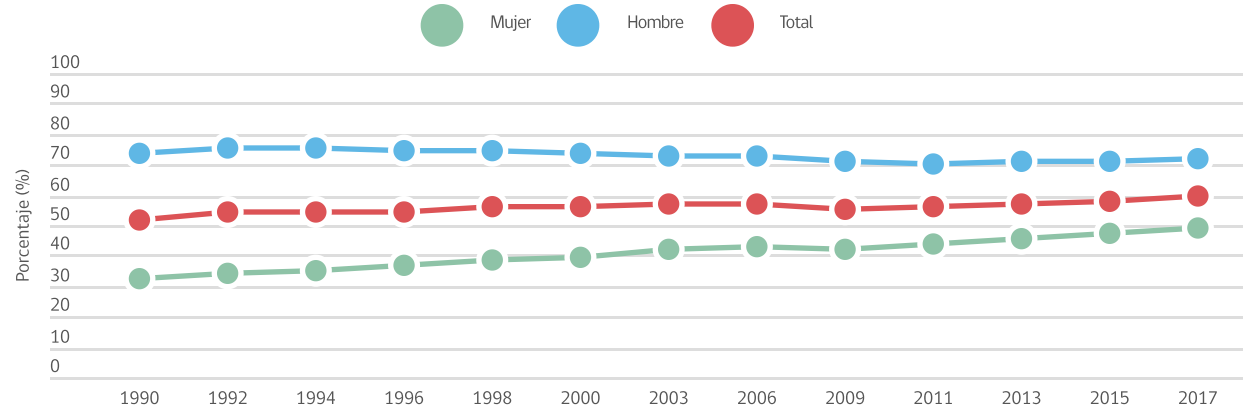


Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF), 2017.

A pesar del significativo aumento de jefas de hogar, y si bien la tasa de participación laboral femenina se ha incrementado desde 1990, persiste una importante brecha respecto de los hombres del orden del 22,7% al 2017 (**Figura 11**).

Figura 11. Tasa de participación laboral por sexo, 1990 - 2017

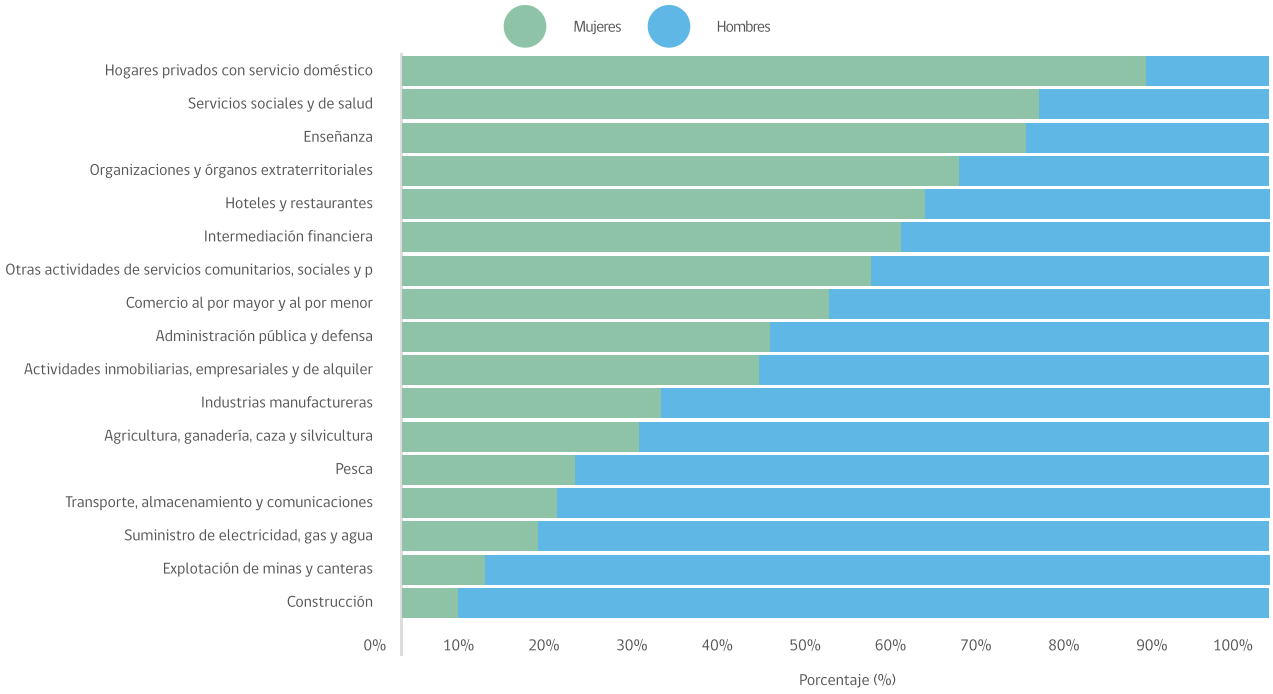


Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF), 2017.

Aún hay barreras en el acceso igualitario a las diferentes ramas de actividad económica, con actividades altamente masculinizadas como la construcción y la explotación de minas y canteras, donde la participación de los hombres llega a 93,6% y 90,4%, respectivamente. Las actividades que tienen mayor presencia femenina son servicios domésticos en hogares privados, servicios sociales y de salud, y enseñanza. (**Figura 12**).

Figura 12. Participación de hombres y mujeres por ramas de la actividad económica, 2017



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF), 2017.

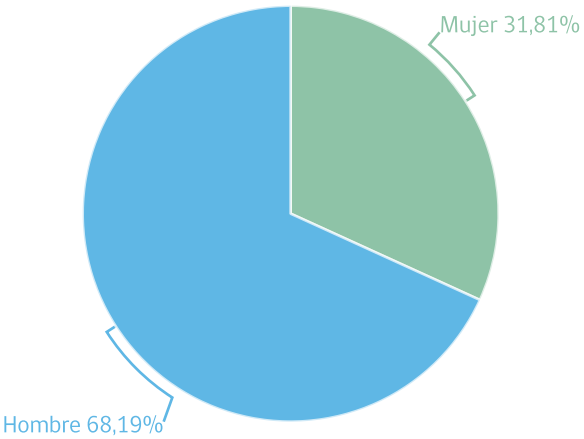
5.3. Acceso a los recursos naturales

En Chile existe una inmensa diferencia, desfavorable para las mujeres, en el acceso y la propiedad de los recursos naturales, que también implica el acceso a medios alimentarios y de subsistencia.

En la tenencia de la tierra la brecha es de 32% y en derechos de agua, de 17% (**Figuras 13.a y 13.b**), dando cuenta de la vulnerabilidad en que se encuentran las mujeres, especialmente en zonas rurales, ante eventos extremos, como sequías, generados por el cambio climático, desastres naturales o antropogénicos.

Las grandes brechas en la tenencia de la tierra (32%) y derechos de agua (17%), dan cuenta de la vulnerabilidad en que se encuentran las mujeres, especialmente en zonas rurales, ante situaciones extremas, como sequías, generadas por el cambio climático o por desastres naturales y antropogénicos (**Figura 13.a y 13.b**).

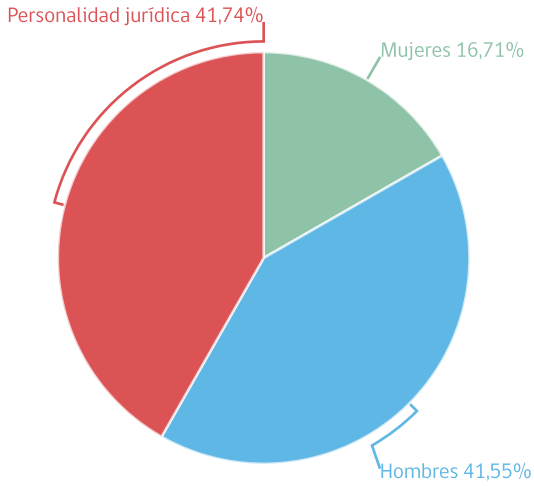
Figura 13.a. Tenencia de la tierra en las explotaciones monoprediales por Valor Bruto de producción en UF, según jefe de explotación, 2007



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Agricultura (MINAGRI), 2009.

Figura 13.b. Derechos de agua



Download data

Fuente: Elaboración propia condatos de Dirección General de Aguas (DGA), 2019.

4. Mujer como agente de cambio en el medio ambiente

Chile ha sido fructífero en producir grandes figuras femeninas en las artes, la ciencia y la política, siendo muchas de ellas reconocidas incluso internacionalmente.

Para hacer frente a los grandes desafíos medioambientales que enfrenta Chile y el mundo se requiere fortalecer el empoderamiento femenino (PNUD 2012), mejorando las instituciones y las leyes en términos de equidad de género, e implementando programas que impulsen, incentiven y faciliten el involucramiento de las mujeres en puestos de poder.

"Existe una relación directa entre la Igualdad de Género, el Empoderamiento de las Mujeres y el Cambio Climático. Por un lado, las mujeres son desproporcionadamente más vulnerables a los efectos del cambio climático, lo que a su vez podría exacerbar las disparidades de género existentes. Por otro lado, las mujeres tienen conocimientos y habilidades únicas que pueden ayudar a que la respuesta al cambio climático sea más efectiva y sostenible." (PNUD 2012).

Global Gender and Environmental Outlook – UN Environment, 2016

Los enfoques de género y medio ambiente son esenciales para una gestión sustentable, equitativa y justa de los recursos naturales y los ecosistemas.

Los enfoques de negocio como de costumbre están demostrando ser desastroso para las personas y el planeta por igual. Para un futuro sustentable, equitativo y justo, es esencial adoptar enfoques de género y medio ambiente.

Si bien el nexo entre el género y el medio ambiente se reconoce cada vez más en los acuerdos internacionales y en los documentos de política nacional, la aplicación y el seguimiento deben trabajarse.

La igualdad de género no puede medirse únicamente por la presencia de mujeres y hombres. La presencia no significa necesariamente participación ni implica influencia: la naturaleza de la participación de las personas es lo que hace que su presencia sea significativa o no.

Una agenda transformadora reconoce la igualdad de género como una fuerza motriz de cambio social, llevando a más personas inteligentes a políticas ambientales..

4.1. Participación de mujeres en el mundo laboral relacionado con medio ambiente

En términos de inserción laboral en las instituciones del Estado, destaca la participación de mujeres en puestos públicos de relevancia ambiental en el Ministerio del Medio Ambiente (MMA). El Ministerio ha contado con cuatro Ministras y dos Ministros desde su creación..

Actualmente 45% de las jefaturas son lideradas por mujeres y más del 50% del personal que labora en el MMA son mujeres.

Sin embargo, en otras áreas de desempeño ligadas a medio ambiente y sobre todo en terreno, aún falta avanzar. Tal es el caso de la dotación del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), compuesta mayoritariamente por hombres en un 77% y donde las mujeres representan sólo 23%. Apenas 9% de los guardaparques son mujeres (Corporación Nacional Forestal [Conaf], 2020) si bien se están tomando acciones para avanzar en equidad, lo cual se detalla más adelante en la sección Respuesta.

En el sector energía, la fuerza laboral femenina en 2019 solamente alcanza a 23%, las mujeres ganan 24% menos que los hombres y ocupan sólo el 18% del total de cargos gerenciales (Ministerio de Energía 2019). Esta medición, en todo caso, se enmarca en las iniciativas de ese ministerio para avanzar en equidad de género (sección Respuesta).

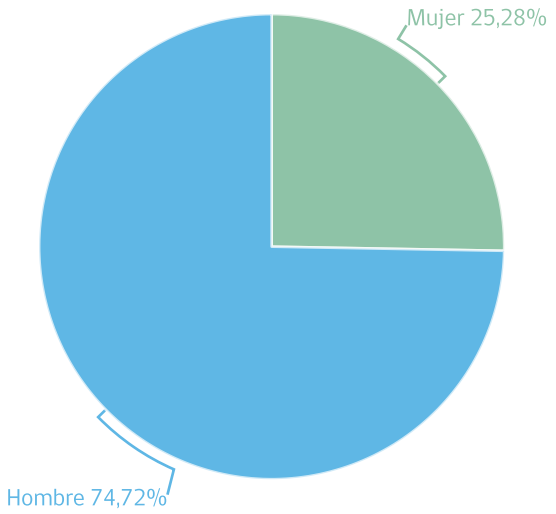
> "El aumento de las tasas de participación de las mujeres en la innovación ambiental ayudaría a desarrollar el conocimiento local que se requiere para una transferencia de tecnología exitosa a través de las fronteras o en el mismo país, por ejemplo, de la ciencia y la academia a la industria y los sectores de servicios. "
>
> OCDE (2020), Gender and environmental statistics exploring available data and developing new evidence.





Algo similar pero más lento ha ocurrido en el mundo privado. Sólo en los últimos quince años se ha vuelto más común encontrar mujeres en cargos de toma de decisiones, puestos gerenciales y también en directorios de empresas. Pero aún son pocas las mujeres en puestos de poder en comparación con sus equivalentes masculinos (Ministerio de Economía 2017). Incluso en empresas con obligaciones ambientales (**Figuras 14.a y 14.b**) los cargos altos son mayoritariamente asignados a hombres.

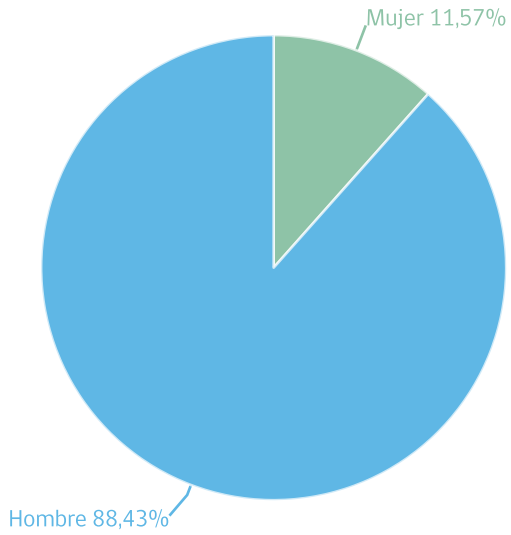
Figura 14.a. Personas encargadas de establecimientos con responsabilidades ambientales



Download data

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

Figura 14.b. Representantes legales de establecimientos con responsabilidades ambientales



Download data

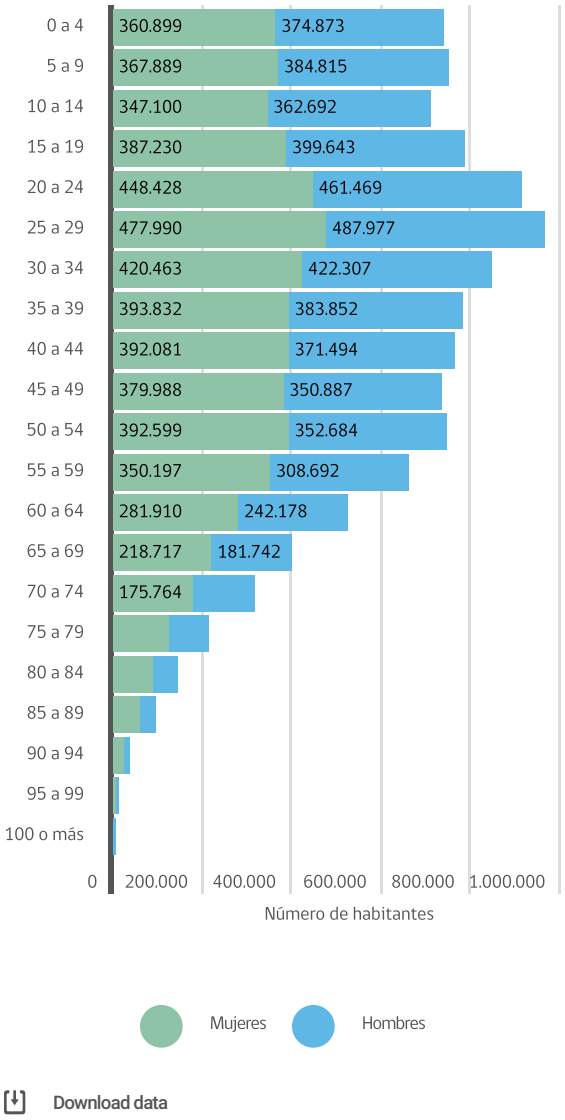
Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2019.

4.2. Impacto para la mujer en zonas con contaminación atmosférica

Las mujeres invierten entre tres y cuatro veces más tiempo en el cuidado de los hijos y el hogar que los hombres (ONU Mujeres, 2019). Por ello se ven afectadas en varias dimensiones ante episodios de exposición a la contaminación del aire, que no solo impactan en su propia salud, sino que también en la de niños y ancianos a su cargo, ambos considerados población de riesgo. En trabajos que pueden estar expuestos a contaminación ambiental o laboral -minería, pesca, construcción, por ejemplo-, al ser tradicionalmente ejercidos por hombres, los implementos y procedimientos para la protección personal no siempre están diseñados o adaptados a las necesidades de las mujeres (OCDE 2020b), generando mayores riesgos para la salud. La situación es más preocupante en el caso de trabajos informales de apoyo en rubros como pesca, caza y agricultura, realizados por muchas mujeres y que, sin embargo, se encuentran invisibilizados (MDS 2017) y por tanto sujeto aun a mayores riesgos de seguridad y exposición a contaminantes.

El 62% de los habitantes de Chile vive actualmente en una zona con un plan de descontaminación atmosférica. Más de 10 millones de personas en el país (51% mujeres y 49% hombres), están expuestas a una concentración promedio anual de material particulado (MP) superior a la norma (**Figura 15**).

Figura 15. Población por rangos de edad expuesta a contaminación del aire en zonas con planes de descontaminación.



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

La contaminación del aire afecta la productividad, entre otros, del sector agrícola, pudiendo perjudicar no solo sus resultados económicos, sino que la disponibilidad general de alimentos y la calidad de los mismos (OCDE 2020b). Desde la perspectiva de género esto es relevante, por el papel que cumplen las mujeres en la alimentación, el cuidado y la subsistencia de la familia. Incluso en esta adversidad, hogares en zonas rurales contaminadas liderados por mujeres parecen tener un mejor desempeño en la subsistencia familiar que aquellos encabezados por hombres..

La situación se invierte en áreas urbanas contaminadas y en zonas donde hay poca actividad agraria y priman otros sectores productivos mayoritariamente masculinos. Es lo que ocurre en Tocopilla, donde destacan la pesca y la minería. (CASEN 2017)..



4.3. Preocupación de la mujer por el medio ambiente.

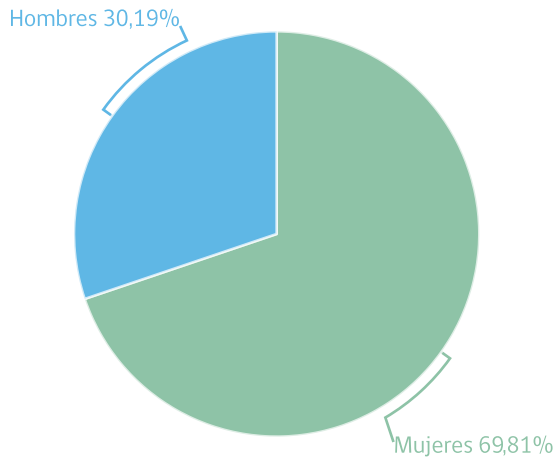
4.3.1. Recambio de calefactores: más mujeres

El programa de recambio de calefactores implementado por el Ministerio de Medio Ambiente tiene como objetivo reducir las emisiones de contaminantes generadas por la combustión de leña en los hogares. Los beneficiarios pueden acceder a un nuevo calefactor siempre y cuando hagan entrega de su antiguo calefactor y/o cocina, el cual debe estar instalado y en uso en la vivienda.



Existe una clara diferencia de género en el recambio de calefactores, siendo mucho mayor (70%) en hogares liderados por mujeres (**Figura 16)**, lo cual se debe, probablemente, a su responsabilidad en el cuidado de la salud familiar y su entorno.

Figura 16. Recambio de calefactores en hogares de jefatura femenina y masculina, regiones de Maule y Los Ríos, 2016-2018



Download data

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

4.3.2. Recicladores de base

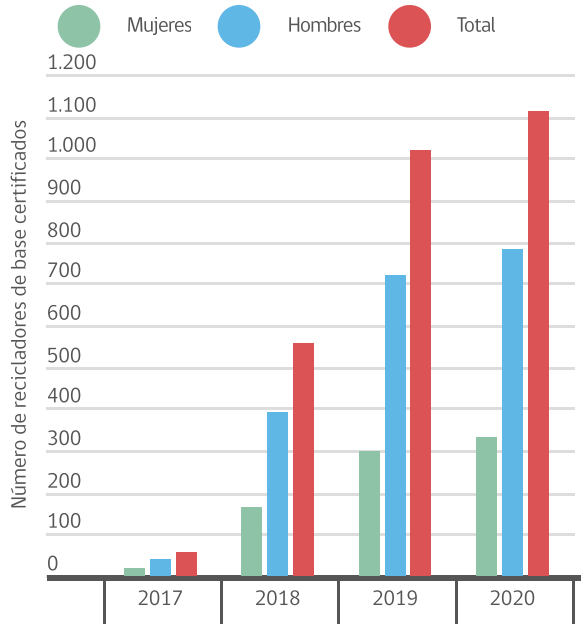
Los recicladores de base se dedican de forma independiente a la recolección, separación y comercialización de residuos para el reciclaje. Obtienen sus ingresos de la venta de materiales reciclables y reutilizables a empresas recuperadoras, intermediarios o centros de reciclaje. Para conseguir el material reciclable recorren las calles recogiendo los residuos reciclables, los cuales seleccionan, almacenan y transportan hacia su lugar de venta. Se desplazan largas distancias en sus rutas de trabajo, las que se encuentran asociadas principalmente a zonas atractivas desde el punto de vista de la generación (cantidad y calidad) de residuos reciclables, organizando trayectos y horarios de recolección (MMA).

Los recicladores de base están reconocidos por la ley 20.920 sobre responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje, conocida como Ley REP. En su artículo 2, letra c) esta consagra el principio de inclusión de los recicladores de base, entendida como el conjunto de mecanismos e instrumentos de capacitación, financiación y formalización orientados a posibilitar su integración en la gestión de los residuos, incluidos los sistemas de gestión en el marco de la responsabilidad extendida del productor, abriendo oportunidades laborales formales en todas las etapas del proceso. Además, la normativa permite dar a los recicladores de base reconocimiento formal a través del sistema nacional de certificación de competencias laborales y establecer un registro de recicladores en el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes, RETC (Ley 20.920, 2016, artículos 32 y 37).

Estas condiciones y oportunidades que se consagran en la Ley REP (2016), no han significado necesariamente un mayor involucramiento de las mujeres en la actividad, desafío por el cual el ministerio del Medio Ambiente se encuentra trabajando con convicción de la necesaria equidad de género. (**Figura 17**).

De acuerdo con estudios del PNUMA (2019) las mujeres se han involucrado mayormente en la gestión de residuos, lo que ha dado lugar a soluciones creativas y eficientes (WRF 2019) y al mejoramiento ambiental.

Figura 17. Total de recicladores de base certificados según sexo, 2017 - 2020 acumulado



Download data

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



4.3.3. Aprendizaje en materias ambientales

Consistente con su rol educador y la mayor conciencia ambiental que generalmente muestran las mujeres, ellas suelen tener más participación en cursos sobre medio ambiente, resultando en un impacto positivo y multiplicador en la educación de nuevas generaciones.

Un ejemplo de ello es la significativa diferencia entre la participación de hombres y mujeres en los cursos de modalidad e-learning impartidos por el Ministerio del Medio Ambiente en 2019.

Tabla 1. Participación de hombres y mujeres en cursos del Ministerio del Medio Ambiente, 2019

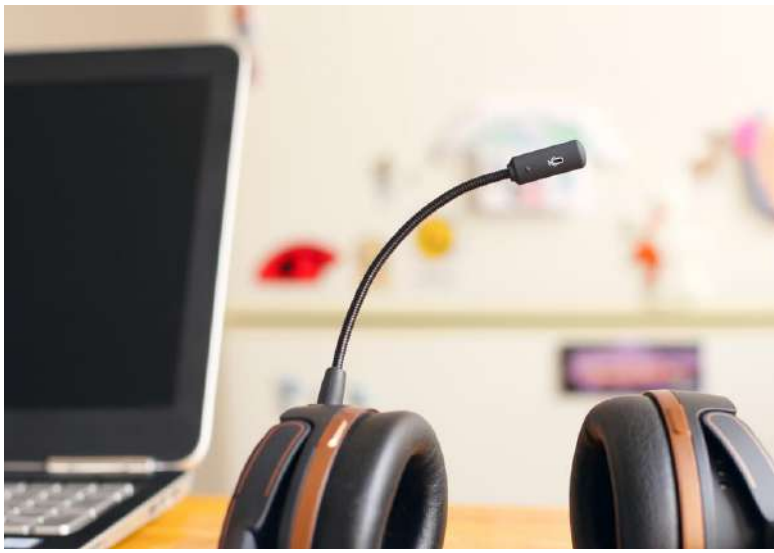
CURSO	HOMBRES	MUJERES
Aplicación de SNCAE para establecimientos educacionales	34%	78%
Aprendiendo sobre Biodiversidad para la Ciudadanía	27%	73%
Aprendiendo sobre Cambio Climático para la Ciudadanía	24%	76%
Residuos y Educación Ambiental para la Ciudadanía	18%	82%

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



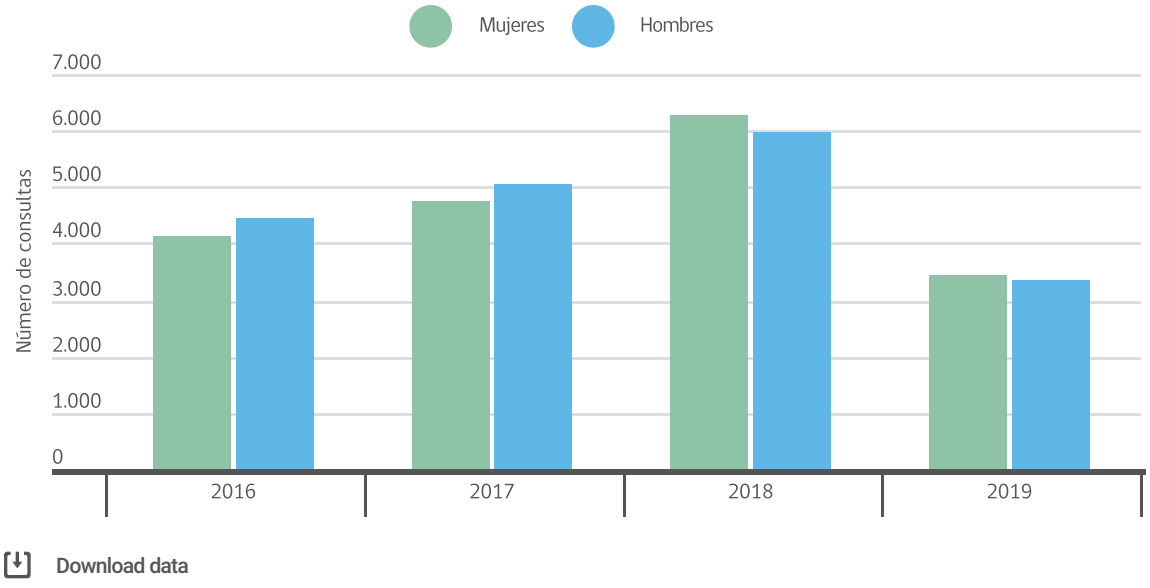
4.3.4. Consultas a la OIRS del MMA

La Oficina de Informaciones, Reclamos y Sugerencias (OIRS) del Ministerio del Medio Ambiente promueve la información, la transparencia y la participación ciudadana, ejes de su gestión, buscando los mejores mecanismos y procedimientos para atender a la ciudadanía con calidad y oportunidad.



Las preguntas a la OIRS provienen tanto de hombres como de mujeres. En 2018 y 2019 consultó un porcentaje levemente superior de mujeres (4,7% y 3,9% más de consultas de mujeres, respectivamente). Sin embargo, los dos años previos la situación era inversa: consultaron alrededor de 6,5% más hombres. Aunque el número de mujeres consultantes aumenta significativamente entre 2017 y 2018 (24%), tanto ellas como ellos vuelven a disminuir el número de consultas en 2019. Aunque las preguntas hechas a la OIRS son variadas, en general manifiestan un interés de interactuar en forma concreta con el MMA (**Figura 18**).

Figura 18. Consultas realizadas a la OIRS del MMA entre 2016-2019.



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

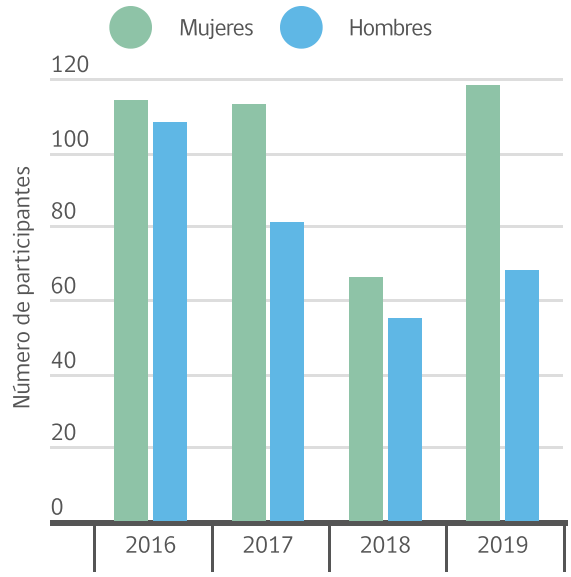
4.3.5. Fondo de Protección Ambiental

El Fondo de Protección Ambiental (FPA) es el primer y único fondo concursable de carácter nacional con que cuenta el Estado de Chile para apoyar iniciativas ambientales presentadas por la ciudadanía.

Según sus bases generales de participación, pueden postular personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que cumplan los requisitos específicos de cada concurso; esto incluye a organizaciones sociales e instituciones chilenas sin fines de lucro, como juntas de vecinos, clubes deportivos, centros de padres, agrupaciones culturales y ambientales, comunidades y asociaciones indígenas según ley 19.253, organismos no gubernamentales y asociaciones gremiales, entre otras. La mayoría de los representantes legales y coordinadores de los proyectos son mujeres (**Figura 19.a y 19.b**).



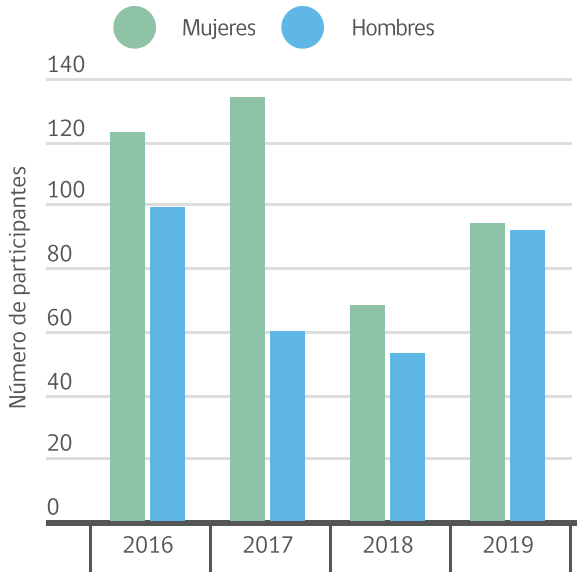
Figura 19.a. Participación de hombres y mujeres como representante legal en el FPA entre 2016-2019



Download data

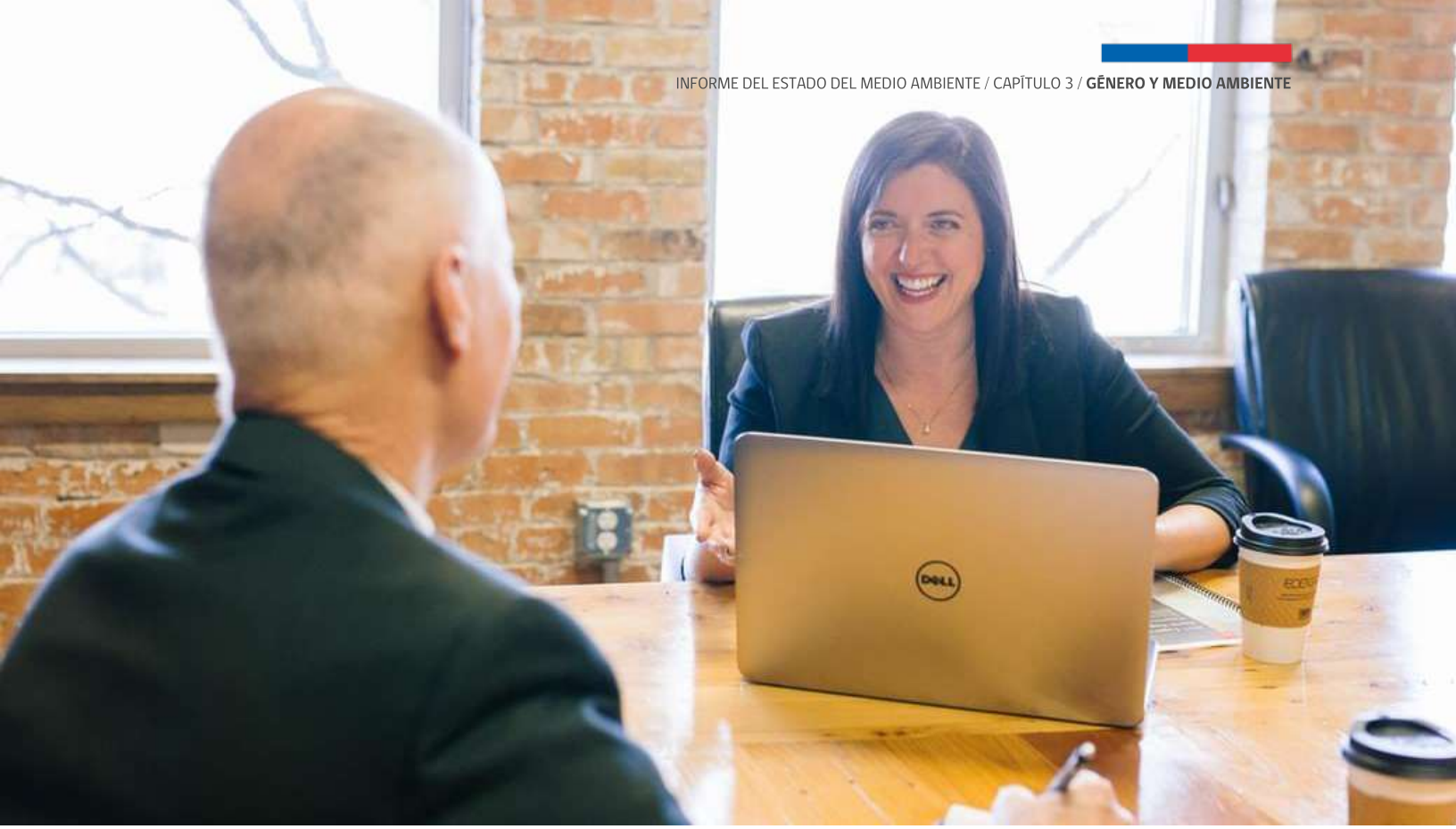
Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020.

Figura 19.b. Participación de hombres y mujeres como coordinador de proyecto en el FPA entre 2016-2019



Download data

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



5. Cuánto hemos avanzado como país

Uno de los avances más importantes en materia de género fue la creación del Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género en 2015 mediante la Ley Nº 20.820. Su misión es formular políticas, planes y programas que beneficien a las mujeres y trabajar para eliminar cualquier tipo de discriminación de género, haciendo de Chile un país más equitativo. Su institución antecesora fue el Servicio Nacional de la Mujer (Sernam), organismo del Estado de Chile destinado a promover la igualdad de oportunidades entre hombres y mujeres, según la Ley N° 19.023, publicada el 3 de enero de 1991.

7.1. Iniciativas y Normativas

Chile ha tenido una activa participación en iniciativas de igualdad de género y en el compromiso de los acuerdos tomados con organismos internacionales en esta materia.



A nivel nacional se han promulgado más de una quincena de Leyes (Anexo 1) destinadas a garantizar derechos y a mejorar las oportunidades y condiciones de las mujeres en Chile. Dichas leyes cubren diversos ámbitos, tales como salud, empleo, remuneraciones, discriminación, derechos reproductivos, maternidad y protección contra la violencia, entre otros.

Al mismo tiempo, distintas instituciones del Estado llevan a cabo Programas (**Anexo 2**) destinados a mejorar, promover e incentivar la participación femenina en sectores productivos (por ejemplo, la capacitación de mujeres campesinas y el desarrollo de competencias laborales);otros programas se orientan a la protección de la salud (vacunación, prevención del cáncer de mama y también formativos sobre sexualidad). Especial atención en el ámbito de género y medio ambiente, merecen los programas que promueven el emprendimiento femenino (el Capital Abeja y el Concurso Mujer Empresaria Turística).

Como se ha señalado en el presente Capítulo, se ha comprobado que en general las mujeres en el mundo, tienen una desarrollada conciencia medioambiental y un gran potencial para encontrar soluciones innovadoras y eficientes a problemas complejos relacionados con el medio ambiente. Por tanto, abrir espacios legales y generar las condiciones adecuadas para su desarrollo, significa también crear las oportunidades para que las mujeres puedan "desarrollar todo su potencial creativo" y así orientarlo a contribuir a mejorar sustentablemente la calidad de vida de las personas.

7.1.1 Avances Institucionales

A continuación, se detallan acciones y avances en equidad de género de organismos del Estado que trabajan en temas medioambientales o de relevante interés medioambiental, como son el propio Ministerio del Medio Ambiente, la Corporación Nacional Forestal y el Ministerio de Energía.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA)

Su política interna ha estado orientada a equilibrar la participación de hombres y mujeres en su personal, con satisfactorios resultados, como se señaló anteriormente. Profundizando esa trayectoria, durante el primer semestre de 2020 se reactivó la Comisión de Género del MMA, con el propósito de incorporar el enfoque de género en el diseño, la implementación y la evaluación de las políticas medioambientales y climáticas. así como en la gestión de cada uno de los funcionarios. En específico, tiene como objetivos:

- Dar cumplimiento a los compromisos del MMA en el Programa de trabajo del indicador de género del PMG (programa de mejoramiento de la gestión) y de los Compromisos ministeriales de género 2018 - 2022.
- Actualizar el diagnóstico de género del MMA del año 2015.
- Sensibilizar y capacitar a los funcionarios del Ministerio en la aplicación de los conceptos de género en las políticas medio ambientales.
- Identificar los próximos pasos para la incorporación del enfoque de género en las políticas medioambientales.

Corporación Nacional Forestal (Conaf)

Tiene a su cargo entre otros, el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), ha llevado a cabo recientemente una reunión histórica para avanzar de manera concreta en equidad de género, en particular en lo relativo a mujeres guardaparques, que hoy representan solo 9% de esa dotación. Los temas abordados se asocian tanto a la labor diaria de dicha función como al ámbito estratégico del SNASPE:

- La situación de brechas y equidad de género
- El fortalecimiento de la participación propuesta para la modificación de los estatutos del Consejo Nacional de Guardaparques para la integración de la equidad de género,
- Contar con una agenda de mujeres guardaparques.

A partir de esta reunión se espera avanzar en mecanismos que aseguren la participación de las mujeres en el Consejo Nacional de Guardaparques y progresar en equidad de género en el SNASPE, en el amplio sentido del concepto (CONAF 2020).

Ministerio de Energía

Para visibilizar y aumentar la presencia de la mujer en el sector energía y abordar todas las acciones en ese ámbito, nació la iniciativa Energía +Mujer del Ministerio de Energía. En 2018 se realizaron a lo largo del país importantes encuentros de mujeres del sector para abrir espacios, generar redes, compartir experiencias y analizar potenciales soluciones. Ese mismo año se conformó la primera Mesa Público-Privada en la materia, que reúne a 26 asociaciones gremiales, agencias, organizaciones y empresas, junto a los ministerios de Energía, del Trabajo y Previsión Social, y de la Mujer y Equidad de Género.

En un estudio desarrollado conjuntamente con la industria, con el apoyo del programa Win-Win de ONU Mujeres, se logró obtener por primera vez un diagnóstico de las barreras, brechas y oportunidades de inserción femenina que permitirá orientar las distintas acciones sectoriales. Los resultados del estudio están contenidos en el Anuario Energía + Mujer (Ministerio de Energía, 2020a). El desafío es ahora dar curso a un Plan de Acción con objetivos y metas a 2022 (Ministerio de Energía, 2020b).

Mesa de género y cambio climático.

A inicios del 2020, el Ministerio del Medio Ambiente junto al ministerio de la Mujer y Equidad de Género, crearon la Mesa de Género y Cambio Climático, cuyo objetivo es avanzar en las brechas identificadas para incorporar el enfoque de género al interior de los instrumentos de políticas públicas de Cambio Climático.

La mesa está integrada por representantes de 25 sectores públicos vinculados al cambio climático y además cuenta con la participación de agencias internacionales expertos en materia de género y cambio climático: PNUD, ONU MUJERES, CEPAL, FAO, entre otras.

Durante el desarrollo de las sesiones entre enero y abril de 2020 de la Mesa de Género y Cambio Climático, se constató la necesidad de contar con herramientas de apoyo para orientar el trabajo de los servicios públicos frente al desafío de integrar el enfoque de género en su quehacer. Con miras a lo anterior, se elaboró una primera propuesta de lista de chequeo compuesta por 18 criterios a considerar para lograr la inclusión del enfoque de género en las etapas de diseño (o actualización), implementación y evaluación de cualquier tipo de instrumento de gestión de cambio climático.

Síntesis

Las claves para avanzar en la igual de género en el país están dadas por:

PRESIONES: Problemas en relaciones de poder

Las desigualdades en las relaciones de poder restringen:

- Las opciones y autonomía de las mujeres.
- Su acceso a recursos e ingresos.
- El control sobre su sexualidad.

RESPUESTA: Acceso y Equidad a

- Recursos Económicos: ingresos autónomos, rubros masculinizados (ej. minería, pesca).
- Medios de producción: tierras, equipos, herramientas, trabajo, créditos.
- Medios políticos: capacidad de liderazgo, información e involucramiento en la toma de decisiones, organizaciones sociales, cargos institucionales y dotación de personal.

RESPUESTA: Empoderamiento e Igualdad de Género

Para lograrlo se debe asegurar mecanismos para que las mujeres en Chile tengan acceso a:

- Mercados
- Herramientas tecnológicas
- Capacitación

Anexo 1

Leyes que promueven la equidad de gênero

- Ley 20.609, que establece medidas contra la discriminación, publicada el 24 de julio de 2012.

- Ley 20.595, crea el Ingreso Ético Familiar para las familias de pobreza extrema y el subsidio de empleo de la mujer, publicada el 17 de mayo de 2012.

- Ley 20.545, que modifica las normas de protección a la maternidad e incorpora el permiso de posnatal paternal, publicada el 17 de octubre de 2011.

- Ley 20.507, que tipifica el delito de tráfico de niños y personas adultas y establece normas para su prevención y más efectiva persecución criminal, publicada el 8 de abril de 2011.

- Ley 20.480, que modifica el Código Penal y la Ley sobre Violencia Intrafamiliar, publicada el 18 de diciembre de 2010.

- Ley 20.418, que fija normas sobre información, orientación y prestaciones en materia de regulación de la fertilidad, publicada el 28 de enero de 2010.

- Ley 20.348, que resguarda el derecho a la igualdad en las remuneraciones entre mujeres y hombres, publicada el 19 de junio de 2009.

- Ley 20.399, que otorga derecho a sala cuna al trabajador, publicada el 23 de noviembre de 2009.

- Ley 20.255, que estableció la reforma previsional y otorgó a las mujeres un bono por hija e hijo nacido vivo, publicada el 17 de marzo de 2008.

- Ley 20.166, que extiende el derecho de las madres trabajadoras a amamantar a sus hijos aun cuando no exista sala cuna, publicada el 12 de febrero de 2007.

- Ley 20.066, sobre Violencia Intrafamiliar, publicada el 7 de octubre de 2005.

- Ley 20.005, que tipifica y sanciona el acoso sexual, publicada el 18 de marzo de 2005.

- Artículo 95 bis del Código del Trabajo que establece sala cuna para trabajadoras temporeras, modificado el 16 de enero de 2003.

- Ley 19.591, que modifica el código del trabajo en materia de protección a la maternidad, publicada el 9 de noviembre de 1998.

Anexo 2

Programas para la mujer e instituciones responsables de estos

PROGRAMAS PARA LA MUJER	INSTITUCIÓN RESPONSABLE
Programa Mujer y Participación Política	SERNAMEG
Programa Mujer, Sexualidad y Maternidad	SERNAMEG
Bono al Trabajo de la Mujer	SENCE
Programa de Formación y Capacitación para Mujeres Campesinas	CONVENIO INDAP - PRODEMU
Subsidio de Maternidad para Mujeres con Contratos Temporales	COMPIN
Vacuna Contra el Virus del Papiloma Humano	MINSAL
Ley que regula la despenalización de la interrupción voluntaria del embarazo	MINSAL
Programa de Desarrollo de Competencias Laborales	BOLSA NACIONAL DE EMPLEO
Programa Mujeres Jefas de Hogar	SERNAMEG
Capital Abeja Emprende	SERCOTEC
Centros de la Mujer	SERNAMEG
Bono por Hijo	IPS
Subsidio Maternal	COMPIN - Municipalidades
Asignación Maternal	IPS
Prevenir y Tratar el Cáncer de Mama	AUGE/GES
Concurso Mujer Empresaria Turística	SERNATUR
Postulación a un jardín infantil o sala cuna	INTEGRA
Programa 4 a 7, mujer trabaja tranquila	SERNAMEG

Referencias

- Bravo, R. (1998). Pobreza por razones de género. Precisando conceptos. En I. Arriagaday C. Torres (Eds.), Género y pobreza. Nuevas dimensiones. Santiago de Chile: ISIS Internacional.
- CASEN (2017). Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional. Ministerio de Desarrollo Social (2017). Obtenido http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casen-multidimensional/casen/casen_2017.php
- CEPAL (1998). Nieves Rico, María. "Género, Medio Ambiente y Sustentabilidad del Desarrollo". Serie Mujer y Desarrollo No. 25. CEPAL. Octubre 1998. Santiago de Chile. Obtenido de http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5867/1/S9800082_es.pdf
- CONAF (2020). Noticia sobre: "Mujeres guardaparques plantean desafíos para avanzar en equidad de género en áreas silvestres". Disponible desde: www.conaf.cl/mujeres-guardaparques-plantean-desafios-para-avanzar-en-equidad-de-genero-en-areas-silvestres/
- INE (2019). Instituto Nacional de Estadísticas. Ocupación y desocupación. Obtenido de https://www.ine.cl/estadisticas/sociales/mercado-laboral/ocupacion-y-desocupacion
- Leach, M. (2015). Gender Equality and Sustainable Development. Sussex, UK: Routledge. Obtenido de https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/handle/20.500.12413/13898
- Ley 20.920. Establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje. Ministerio del Medio Ambiente. Diario Oficial, 1 de junio de 2016. Obtenido de https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1090894
- Ministerio de Economía (2017). Boletín de Género. Disponible desde: https://www.economia.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/Bolet%C3%ADn-g%C3%A9nero-ELE4.pdf
- Ministerio de Energía (2019), Sobre: Equidad de Género en Energía en Energía. Más mujeres en Energía.
- Ministerio de Energía, 2020b. Sobre: Equidad de género en energía: Más mujeres en energía. Disponible desde: www.energia.gob.cl/iniciativas/equidad-de-genero-en-energia
- Ministerio de Energía. (2019). Anuario Energía +Mujer. Avances 2018 y Desafíos 2019. Obtenido de https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/anuario_avances_2018_y_desafios_2019_-_energiamujer.pdf
- Ministerio de Energía. (2020). Anuario Energía +Mujer. Avances 2019 y Desafíos 2020. Obtenido de https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/anuariomujer2020.pdf

- OCDE (2019a). Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. Measuring Distance to the SDG Targets. Disponible desde: www.oecd-ilibrary.org/sites/96691744-en/index.html?itemId=/content/component/96691744-en#wrapper
- OCDE (2019b) Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. SIGI 2019 Global Report: Transforming Challenges into Opportunities. Global Report: París: OECD. Obtenido de https://doi.org/10.1787/bc56d212-en
- OCDE (2020). Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2020b). Mainstreaming Gender and Empowering for Environmental Sustainability. Session 3. Differentiated environmental impacts on women's and men's health and well-being. 2020 Global Forum on Environment. París: OCDE. Obtenido de www.oecd.org/env/GFE-Gender-Issues-Note-Session-3.pdf
- ONU (1995). Organización de Naciones Unidas. Declaración y Plataforma de Acción de Beijing. Cuarta Conferencia Mundial sobre la Mujer. Beijing: ONU Mujeres. Obtenido de https://beijing20.unwomen.org/es/about
- ONU (2020). Organización de Naciones Unidas. Flagship UN study shows accelerating climate change on land, sea and in the atmosphere. Obtenido de https://news.un.org/en/story/2020/03/
- ONU (2020a). Organización de Naciones Unidas. Policy Brief: The Impact of COVID-19 on Women. Obtenido de www.un.org/sexualviolenceinconflict/wp-content/uploads/2020/06/report/policy-brief-the-impact-of-covid-19-on-women/policy-brief-the-impact-of-covid-19-on-women-en-1.pdf
- ONU (2020b). Organización de Naciones Unidas. Igualdad de género. Obtenido de www.un.org/es/sections/issues-depth/gender-equality/index.html
- ONU Mujer (Training Centre), Conceptos básicos de género; marco Internacional para la igualdad de género, y promoción de la igual de género el sistema de la ONU. https://trainingcentre.unwomen.org/portal/producto/yo-se-de-genero-1-2-3-conceptos-basicos-de-genero-marco-internacional-para-la-igualdad-de-genero-y-promocion-de-la-igualdad-de-genero-en-el-sistema-de-la-onu/?lang=es, revisado 26 de junio de 2019
- ONU (1992). Report on the United Nation Conference on Environment and Development. United Nations Conference on Environment and Development (UNCED). Vol. I, pág. 5. Río de Janeiro: ONU. Obtenido de https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_CONF.151_26_Vol.I_Declaration.pdf
- ONU. (2018). Las mujeres están por debajo de los hombres en todos los indicadores de desarrollo sostenible. Obtenido de https://news.un.org/es/story/2018/02/1427081

- IPCC (2014) Panel Intergubernamental del Cambio Climático. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland: IPCC. Obtenido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf
- PNUD (2012). Overview of linkages between gender and climate change. Obtenido de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjo2deN-fvsAhVnIbkGHT_2ASUQFjABegQIAhAC&url=https%3A%2F%2Fwww.undp.org%2Fcontent%2Fdam%2Fundp%2Flibrary%2Fgender%2FGender%2520and%2520Environment%2FPB1-AP-Overview-Gender-and-climate-change.pdf&usg=AOvVaw2GiTN8RRBegZhkgK8JZO4W
- PNUMA. (2019). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente A new UNEP Report shows how waste management is closely linked to gender inequality: When waste works for women. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Obtenido de www.unenvironment.org/news-and-stories/story/when-waste-works-women
- PNUD (2019) Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Human Development Report 2019. Inequalities in Human Development in the 21st Century. Briefing note for countries on the 2019 Human Development Report. Chile. Obtenido de http://hdr.undp.org/sites/all/themes/hdr_theme/country-notes/CHL.pdf
- PNUMA (2018) Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Global Gender and Environment Outlook 2016. Obtenido de https://www.unenvironment.org/resources/report/global-gender-and-environment-outlook-ggeo#:~:text=The%20Global%20Gender%20and%20Environment%20Outlook%20(GGEO)%20Critical%20issues%20was,SDGs%20and%202030%20Development%20agenda
- PNUD (2011) Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. Fast Facts: Gender and Environment. Nueva York: PNUD. Obtenido de https://www.google.com/url?client=internal-element-cse&cx=016364595556873131513:lg-p43v3tam&q=http://www.undp.org/content/dam/undp/library/corporate/fast-facts/english/FF-Gender-Environment.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwiCvtLanozsAhW3LLkGHXvGBlMQFjAAegQIBBAB&usg=AOvVaw0yjG6C-URrNmkPaun7YQ45
- Rico, M. (1998). Género, medio ambiente y sustentabilidad del desarrollo. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Obtenido de https://www.cepal.org/es/publicaciones/5867-genero-medio-ambiente-sustentabilidad-desarrollo
- IUCN (2015). Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Gender and Climate Change: Strengthening climate action by promoting gender equality. Gland: IUCN. Obtenido de https://www.iucn.org/downloads/gender_and_climate_change_issues_brief_cop21__04122015.pdf



CAPÍTULO **4**

PUEBLOS INDÍGENAS

PUEBLOS INDÍGENAS

La ley indígena reconoce en Chile nueve pueblos, distribuidos por todo el territorio. Pese a habitar en zonas de muy diversa geografía, comparten en sus cosmovisiones el carácter sagrado que otorgan a la naturaleza, la que conciben habitada por los espíritus de esta y sus ancestros. Así, la tierra es la madre terrenal de la comunidad, quien cuida y alimenta a los humanos a través de los elementos naturales.

9 PUEBLOS INDÍGENAS RECONOCIDOS POR EL ESTADO

POBLACIÓN QUE SE IDENTIFICA CON UN PUEBLO INDÍGENA U ORIGINARIO

12,8%
Se identifican como pertenecientes

87,2%
Se identifican como no pertenecientes

LOCALIZACIÓN DE LOS PUEBLOS ORIGINARIOS

75%
Reside en zona urbana

24,7%
Reside en zona rural

Fuente: INE, CENSO 2017



AYMARA
7,2%

Cultivan especies como la quínoa y papa, y desarrollan la ganadería de camélidos con llamas y alpacas entre las principales actividades. productivas.



QUECHUA
1,6%

Presentan diferencias culturales dependiendo de su ubicación, tales como La Comunidad Quechua de Ollagüe que se distingue así misma por hablar la lengua "quechua" y la Comunidad Quechua de San Pedro.



30% de la población indígena se encuentra en la RM.



RAPA NUI
0,4%

Está ligada a la polinesia, pero en su aislamiento este pueblo desarrolló singulares sistemas de creencias y construcciones de piedra que no existen en ningún otro lugar del mundo. Su lengua es Rapanui.



KAWESKAR
0,2%

Su legado histórico es su particular conocimiento de la naturaleza y sistemas de navegación. El kawésqar, es un idioma aislado o un conjunto de lenguas relacionadas, casi en extinción, hablada sólo por algunas decenas de personas en Puerto Edén.







ATACAMEÑO
1,4%

Su lengua fue el kunza (de ckunsa, "nuestro"), hoy usado en ceremonias y cantos rituales, en la cual expresan una relación profunda con la naturaleza, como los convidos al espíritu de la tierra (pachamama), de los cerros (tata-cerros) y del agua (tata-putarajni).



COLLA
0,9%

Tienen 4 colores que los identifican: amarillo (representa a Tata Inti, Tata Sol), negro (representa la medicina, la cultura, las ceremonias y rituales), blanco (pureza, la montaña, la nieve, la cordillera) y rojo (representa la fuerza, el hombre, la sangre y el poder).



DIAGUITA
4,0%

Su cerámica alcanza gran grado de perfección que ninguna otra cultura de Chile pudo alcanzar. Creían en la vida más allá de la muerte, pues enterraban a sus difuntos con alimentos, ajuares y objetos personales.





MAPUCHES
79,8%

19% de la población indígena se encuentra en la Araucanía

Poseen un gran sentido de identidad cultural. Asentados históricamente entre los ríos Itata y Toltén, y emparentados lingüísticamente con sus vecinos picunches y huilliches. Su lengua es el mapudungun que se difunde y promueve en las nuevas generaciones.



YAGÁN
0,1%

Cazadores-recolectores marítimos, pasaban gran parte de su vida arriba de su canoa de corteza de árboles o en campamentos de chozas de pieles y armazón de palos. Watawineiwa era la deidad principal de los Yámanas, a él se le atribuye el poder de la creación de todas las cosas.

Fuentes: MMA, 2016; INE, CENSO 2017

Nota: un 3,1% se considera un Pueblo Ignorado, y un 1,3% como "otro".

CONTENIDO

Introducción
1. Antecedentes: Cosmovisión indígena y naturaleza
2. Algunos aspectos de la situación de los Pueblos Indígenas
    2.1 Caracterización demográfica
    2.2 Dimensión latinoamericana de la situación de los pueblos indígenas frente al cambio climático
3. Respuesta
    3.1 Principales leyes, normas y programas
    3.2 Áreas de Desarrollo Indígena
    3.3 Consulta Indígena en materia ambiental
    3.4 Fondos de protección ambiental indígena
    3.5 Programa de Desarrollo Territorial Indígena
    3.6 Pueblos indígenas y Cambio Climático
Referencias

INTRODUCCIÓN

La relación de todos los pueblos indígenas con el medio ambiente y el territorio muestra una unión indisoluble que constituye una cosmovisión cuya existencia es parte esencial de las raíces de la Nación chilena. Existen políticas públicas que buscan contribuir a la solución de problemas ambientales identificados por comunidades y asociaciones indígenas.

1. Antecedentes

Cosmovisión indígena y naturaleza

Los pueblos indígenas corresponden a aquellos "... considerados indígenas por el hecho de descender de poblaciones que habitaban en el país o en una región geográfica a la que pertenece el país en la época de la conquista o la colonización o del establecimiento de las actuales fronteras estatales y que, cualquiera que sea su situación jurídica, conserven todas sus propias instituciones sociales, económicas, culturales y políticas, o parte de ellas."[1]. "El Estado valora su existencia por ser parte esencial de las raíces de la Nación chilena, así como su integridad y desarrollo, de acuerdo a sus costumbres y valores"[2].

Desde tiempos inmemoriales los pueblos indígenas de Chile han coexistido con la naturaleza y desarrollado con ella una forma de vida que, hasta la Conquista española, obedecía a códigos no occidentales. Aunque esas visiones fueron variando a través de estos casi 500 años por efectos del sometimiento, la colonización y la aculturación, hoy se observa una nueva valorización de sus identidades y derechos, reivindicándose formas de entender la relación humanidad-entorno propias de estos pueblos, lo cual ha sucedido, por lo demás, en toda América Latina.

El Ministerio de Medio Ambiente, durante los últimos años ha generado diferentes instrumentos legales, que para su construcción y diseño consideraron procesos de participación junto a pueblos indígenas de Chile.

En ese contexto, y principalmente respecto al último trabajo que se ha venido realizando en materia de cambio climático junto a personas de diferentes pueblos indígenas de Chile, es insoslayable señalar que las cosmovisiones de dichos pueblos tienen una estrecha relación con el medio natural, y que en ese sentido todas muestran un elemento común: la unión indisoluble entre las personas y otros seres vivos y elementos que habitan y sostienen su ambiente.

El cambio climático, uno de los objetivos centrales del trabajo del Ministerio de Medio Ambiente en los últimos años, desde la perspectiva indígena es sin duda un aspecto muy sensible. Los impactos de este fenómeno en la vida de las comunidades indígenas, las medidas de respuesta para afrontar el mismo y sus implicaciones con los grupos más vulnerables dentro de dichas comunidades, son puntos que hoy en día las comunidades indígenas están abordando intensamente a través de sus conocimientos ancestrales, que se expresan en diferentes buenas prácticas.

A este respecto, cabe tener presente la declaración hecha por una representante del Caucus Indígena de Chile sobre Cambio Climático, Vairoa Ika del Pueblo Rapa Nui, a nombre de todos los indígenas del mundo, ante el plenario de la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático (CMNUCC), en el marco de su participación en la COP25 en Madrid:

> "Los conocimientos indígenas son invaluables, sagrados y colectivos. Han sido transmitidos y resguardados por generaciones. Dentro de estos conocimientos están los sistemas de salud propios indígenas. Los indígenas consideramos lo físico, emocional, espiritual y socio ambiental como parte de un Todo, pero en Chile y en muchos lugares del mundo no han sido reconocidos, garantizados ni financiados por los Estados de la misma forma que los sistemas de salud no indígenas".

[1] Artículo 1.1 letra b del Convenio sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes, promulgado mediante Decreto Supremo N°236 de fecha 04 de octubre de 2008 del Ministerio de Relaciones Exteriores.
[2]Inciso segundo Artículo 1 de la Ley N°19.253 que establece normas sobre protección, fomento y desarrollo de los indígenas, y crea la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena.

Una buena forma de constatar lo importante que están siendo hoy los impactos del cambio climático para las mujeres indígenas del norte de Chile, se encuentra en los testimonios recogidos por ONU Mujer en su reciente estudio denominado ¨Vulnerabilidad de las Mujeres Indígenas del norte de Chile frente al Cambio Climático¨[3]:

"Por eso uno vende en su casa, pero a personas conocidas, porque yo no puedo vender a los hoteles. Tengo gallinas, vendo huevos y la gente igual compra la gallina para comérsela faenada, pero eso uno no lo puede vender, a menos que sea como a la vecina o la amiga".

-Mujer indígena de Antofagasta.

"Y nosotros que no tenemos tierra tampoco tenemos agua y tampoco tenemos alimento, entonces qué hacemos, desarrollemos un proyecto de agricultura hidropónica y nos vamos autoabasteciendo y también creando conciencia".

-Mujer indígena de Atacama.

"También la gente que se va desgastando por este cambio climático, que tiene que ver con nuestra cultura que es estar en la cordillera, va bajando y bajando porque el clima no te deja mantener para sobrevivir".

-Mujer indígena de Atacama.

"Mi mamá tenía cabras y tuvo que venderlas porque no podía estar en el campo, no le daba para vivir y ella fue una mamá soltera no más, tuvo que buscar otra forma".

-Mujer indígena de Atacama..

Patrimonio cultural inmaterial amenazado

Intervenciones y alteraciones en el medio también tienen impacto en las prácticas y tradiciones de los pueblos indígenas, en aquella dimensión inmaterial de su cultura, dada la estrecha relación con la naturaleza que impregna toda su cosmovisión.

Un ejemplo entre muchos lo proporciona la práctica textil ancestral del trarikan, tejido a telar cuya técnica y conocimientos las tejedoras mapuche han heredado por siglos para la recolección y preparación de materias primas naturales, el diseño y la elaboración de cada pieza, donde se conjugan aspectos culturales, simbólicos, medioambientales, materiales e históricos de su cosmovisión y espiritualidad. Entre estas piezas destaca la "manta amarrada" o trarikan makuñ, utilizada por las autoridades tradicionales de la comunidad, como los antiguos caciques o lonko.

Lugares de expresión identificados de esta tradición son las comunas de Cañete, Tirúa, Contulmo y Cholchol. Sin embargo, presiones sobre bosques nativos y su biodiversidad obstaculizan la disponibilidad y el acceso a las plantas necesarias para confeccionar las amarras y tinturas vegetales. A lo anterior se suma la sequía, producto del cambio climático, que dificulta el acceso a agua para el proceso de teñido.

El uso de materiales provenientes de la tierra implica que la energía de esta se deposita en los tejidos, por lo que los cambios en el entorno han afectado los significados más profundos de esta actividad.

[3] Box 10, Estudio ONU Mujer, ¨Vulnerabilidad de las Mujeres Indígenas del norte de Chile frente al Cambio Climático¨, Santiago, 2020.

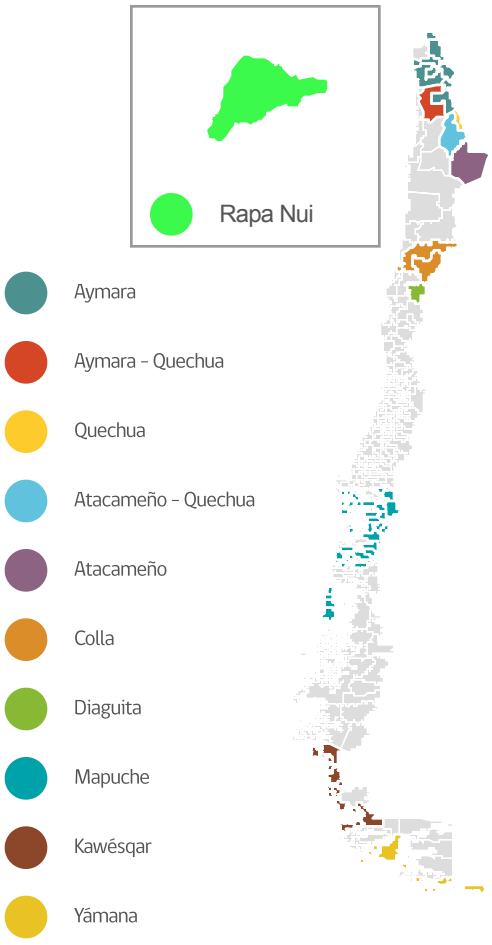
2. Algunos aspectos de la situación de los pueblos indígenas

2.1. Caracterización demográfica

Los nueve pueblos indígenas que el Estado de Chile reconoce como las principales etnias indígenas del país en la Ley 19.253 sobre Protección, Fomento y Desarrollo Indígena son: Mapuche, Aymara, Rapa Nui, Atacameño, Quechua, Colla, Diaguita, Kawashkar o Alacalufe y Yámana o Yagán.



Figura 1. Distribución referencial de los pueblos indígenas en el territorio nacional



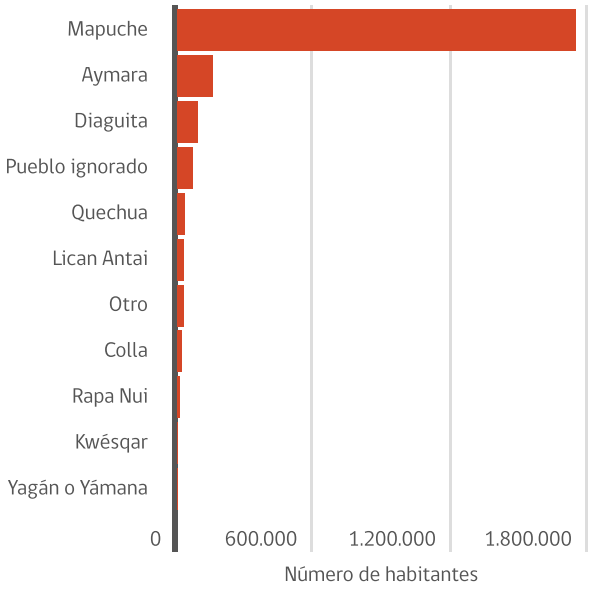
Fuente: Elaboración propia con datos de Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI), 2020.

La calidad de indígena de una persona de nacionalidad chilena la certifica la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (Conadi), al acreditarse alguna de las siguientes tres situaciones: tener padre o madre indígena, incluso adoptivos; descender de alguna etnia y poseer a lo menos un apellido indígena, y por autoidentificación por conservación de rasgos culturales de algún pueblo indígena o ser cónyuge de una persona indígena, lo que debe expresarse en un documento notarial y que tiene el carácter de permanente e irrenunciable. Esta certificación se relaciona con la focalización de receptores de beneficios del Estado y derechos sobre tierras, por lo que es estricta y de carácter legal.

Un distinto enfoque metodológico para definir la pertenencia a una etnia es el utilizado en el último censo de población, realizado en 2017, que, de forma declarativa, pregunta a la persona censada: "¿Se considera perteneciente a algún pueblo indígena u originario?", señalando las nueve etnias reconocidas por ley, además de la categoría "Otros" para quienes se identifican como parte de un pueblo indígena distinto de los indicados. Es suficiente que la persona encuestada se autodeclare identificada con un pueblo indígena para ser contabilizada dentro de la estadística.

Las respuestas arrojaron un 12,8% de la población nacional, un poco más de dos millones de personas, que se autoidentifica como perteneciente a un pueblo indígena. De ese porcentaje, 79,84% se considera perteneciente al pueblo Mapuche, 7,17% se considera Aymara, 4,05%, Diaguita, 0,43% RapaNui, 1,39% Lican Antai, 1,55% Quechua, 0,95% Colla, 0,16% Kawésqar, 0,07% Yagán y un 4.39% se considera perteneciente a otros pueblos indígenas. La población que se identifica como perteneciente al pueblo mapuche representó 9,9% de la población total efectivamente censada en el país (**Figura 2)**. Nueve de las 16 regiones del país superan el porcentaje nacional de personas que se consideran pertenecientes a un pueblo indígena, encabezadas por Arica y Parinacota, con 35,7% del total de la población efectivamente censada, La Araucanía, con 34,3% y Aysén, con 28,7%. (**Figura 3**).

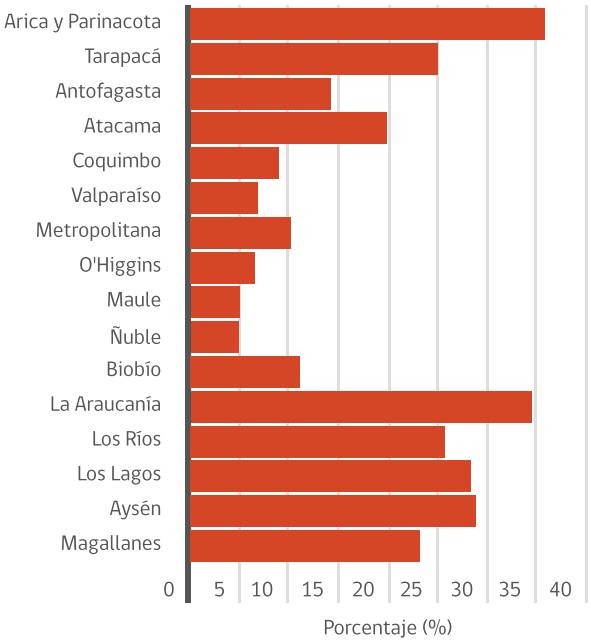
Figura 2. Población que se considera perteneciente a un pueblo indígena u originario según pueblo, 2017



Download data

Fuente: Elaboración Propia con datos de Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2017.

Figura 3. Porcentaje de la población que se consideró pertenenciente a un pueblo indígena u originario, según región de empadronamiento, 2017



Download data

Fuente: Elaboración Propia con datos de Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2017.

El censo 2017 repone la forma de consultar sobre la autoidentificación indígena del censo 1992, ejercicio cuando se obtuvo que 10,3% de la población total de 14 años y más se consideró perteneciente a una cultura indígena, equiparable al 12,8% recogido en el último censo. Por el contrario, el censo 2002 cambió la pregunta y consultó sobre la pertenencia a uno de los pueblos indígenas reconocidos en la legislación vigente, lo que resultó en que solo 692.192 personas, equivalentes al 4,6% de población total, señalaran pertenecer a un pueblo indígena (Instituto Nacional de Estadísticas [INE], 2003, p. 23; INE, 1993, p. 44).

La Corporación Nacional Indígena lleva también el registro de las comunidades indígenas que se inscriban como tales en el país, otorgándoles personalidad jurídica. De acuerdo con este registro, se han constituido 4.186 comunidades indígenas, que representan a casi cien mil familias y 173.554 socios (**Tabla 1**).



Tabla 1. Número de comunidades indígenas constituidas en Chile, por región, 2019

Regiones	N° de familias	N° de socios	N° de comunidades
Arica y Parinacota	1.306	2.823	74
Tarapacá	2.370	4.634	79
Antofagasta	2.173	4.264	41
Atacama	2.104	3.434	149
Coquimbo	9	93	8
Isla de Pascua	1.694	2.524	37
Valparaíso	18	36	2
Metropolitana	54	294	10
Maule	0	50	1
Ñuble	8	22	1
Biobío	6.460	15.401	276
La Araucanía	58.678	106.002	2.179
Los Ríos	10.742	13.838	531
Los Lagos	13.468	19.490	753
Aysén	286	348	29
Magallanes y Antártica Chilena	115	301	16
Total General	**99.525**	**173.554**	**4.186**

Fuente: Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (Conadi), 2019.

2.2. Dimensión latinoamericana de la situación de los pueblos indígenas frente al cambio climático

En la región de Latinoamérica y el Caribe, la población indígena es aproximadamente 40 millones, lo que equivale a cerca del 6,5% de la población total de la región. La mayoría vive en zonas rurales y en extrema pobreza, con bajo acceso a recursos productivos, lo que tiene como consecuencia que el impacto económico global del cambio climático les afecte en forma desproporcionada, sumado a su limitada vocería y representatividad política. Pero lo que los hace especialmente vulnerables al cambio y variabilidad climática, es la íntima forma en la que usan y viven de los recursos naturales (Kronik & Verner, 2010).

A su vez, Latinoamérica, con más de 500 pueblos indígenas a lo largo de su territorio, que va desde la Patagonia y Rapa Nui hasta Oasisamérica en el norte de México, es sin duda uno de los sectores del mundo más ricos en biodiversidad y prácticas basadas en la naturaleza cuyos aportes en mitigación y adaptación al Cambio Climático son múltiples, ofreciendo una amplia y beneficiosa gama de soluciones para fortalecer la acción climática mundial.

Sin embargo, esas soluciones muchas veces no tienen el suficiente reconocimiento por parte de algunos Estados en sus políticas y planes para enfrentar el cambio climático. Por esta razón, la región tiene la oportunidad de aprovechar esta coyuntura para poner en valor la experiencia de los pueblos indígenas y encontrar más herramientas que permitan responder a los efectos del cambio climático.

A este respecto, uno de los principales desafíos es dejar de mirar únicamente a los Pueblos Indígenas como aquellos grupos de la sociedad más vulnerables a las consecuencias de cambio climático, para sumar una mirada más relacionada a aprender de su sabiduría ancestral y como esta aporta a la ciencia y a la sociedad a fortalecer la lucha contra el cambio climático.



3. RESPUESTA

3.1 Principales leyes, normas y programas

Desde el punto de vista normativo, los pueblos indígenas cuentan con una escasa legislación. Las principales leyes y acuerdos son:

- Ley Indígena 19.253 que establece normas sobre protección, fomento y desarrollo de los indígenas, y crea la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena
- Corporación Nacional de Desarrollo Indígena, Conadi, creada en 1993 por medio de la Ley 19.253, que tiene como objetivos la promoción, la coordinación y la ejecución de la acción estatal de los planes de desarrollo de las personas pertenecientes a los pueblos indígenas de Chile.
- Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Consulta indígena en proyectos SEIA.
- Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas, 2007.
- Ley 20.249 sobre Espacio Costero Marino de los Pueblos Originarios, 2008.
- Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre pueblos indígenas y tribales, ratificado por el Estado de Chile en 2009.
- Decreto Supremo 66 Aprueba reglamento que regula el procedimiento de consulta indígena
- Proyectos de ley que crean el Ministerio de Pueblos Indígenas y el Consejo Nacional y los Consejos de Pueblos Indígenas, ambos en tramitación en el Congreso desde 2016. (Senado, 2016)
- Ley 21.070, de 2018, que regula el ejercicio de los derechos a residir, permanecer y trasladarse hacia y desde el Territorio especial de Isla de Pascua.

Además de los ya mencionados fondos de protección ambiental y desarrollo territorial ofrecidos por el Ministerio de Medio Ambiente y Conadi, existen diversas iniciativas públicas a favor de las personas indígenas, entre las cuales destacan:

- Beca Indígena para estudiantes de educación básica y media (postulación y renovación), Conadi.
- Beca Indígena educación superior, Conadi.
- Programa Microemprendimiento Indígena (Ministerio de Desarrollo Social).
- Para asegurar un desarrollo sostenible de los pueblos indígenas, Chile está avanzando en:
- Incrementar la participación y consulta a los pueblos indígenas de proyectos que ingresan al SEIA, a fin de prevenir eventuales conflictos socioambientales (OCDE).
- Reconocimiento y respeto a los pueblos indígenas de parte del Estado.
- Recoger el conocimiento en el cuidado y preservación del medio ambiente de los pueblos indígenas.
- Fortalecimiento de los marcos normativos de protección y preservación de la cultura indígena.
- Propuesta de bases curriculares para la asignatura de lengua y cultura de los pueblos indígenas de 1° a 6° año básico (Ministerio de Educación).
- Programa Escuela de Inmersión Lingüística en la Araucanía (Conadi).

Carga demográfica en Isla de Pascua

Con la entrada en vigencia, en 2018, de la ley 21.070, se establecen disposiciones legales, administrativas y de gestión pública orientadas a regular el ejercicio de los derechos a residir, permanecer y trasladarse hacia y desde el territorio especial de Rapa Nui.

Para implementar este cuerpo legal y generar las condiciones que favorezcan el desarrollo sostenible de este territorio insular en sus distintas dimensiones, el Ministerio del Interior y Seguridad Pública ha coordinado una serie de acciones, entre las cuales figura la elaboración del Plan de Gestión de Carga Demográfica. Esto, contemplando un máximo de población que puede haber en Rapa Nui para que no colapsen sus servicios y no sea afectada negativamente la calidad de sus habitantes.
En este marco, el Ministerio del Medio Ambiente asumió el compromiso de sacar adelante siete iniciativas asociadas a su ámbito de competencia:

1. Plan de acción de cambio climático para Rapa Nui.
2. Fondo de Protección Ambiental "Rapa Nui Sustentable".
3. Simulaciones climáticas para el territorio insular (Rapa Nui y Juan Fernández) y antártico de Chile.
4. Determinación del riesgo de los impactos del cambio climático en las costas de Chile continental e insular (Rapa Nui).
5. Valoración socioambiental de los servicios ecosistémicos que prestan los humedales de Rapa Nui.
6. Fomento de prácticas sustentables para Rapa Nui.
7. Mesa de medio ambiente en Rapa Nui.

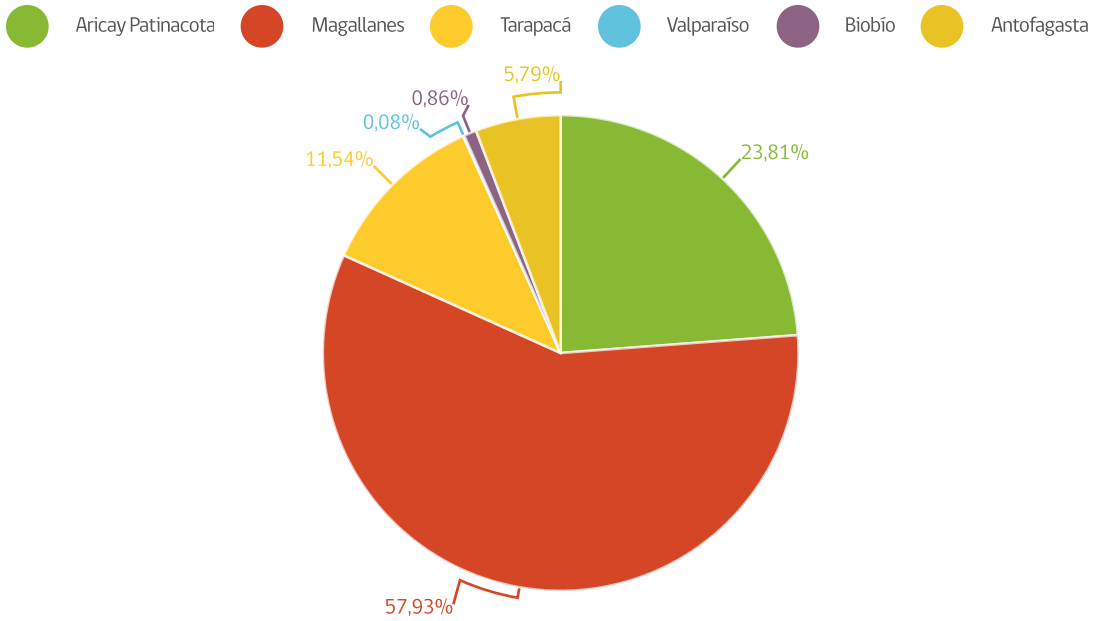


3.2. Áreas de Desarrollo Indígena

Territorialmente, la Ley Indígena 19.253 contempla la definición de Áreas de Desarrollo Indígena (ADI), concebidas como espacios de focalización de políticas coordinadas del Estado para el mejoramiento de la calidad de vida de las personas indígenas que las habitan. Existen de estas áreas a lo largo del territorio nacional, que suman en total 1.504.480 hectáreas. No debe llamar la atención que una parte de estas se ubique dentro de los límites del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), que resguarda ambientes naturales del país. En efecto, de la superficie total del SNASPE – aproximadamente 14,5 millones de hectáreas, equivalentes a 19% del territorio continental de Chile –, el 10% se encuentra habitado por pueblos indígenas. Magallanes y Antártica es la región donde esta superficie compartida es mayor, bordeando el 58%; le siguen Arica y Parinacota (23,8%) y Tarapacá (11,5%) (**Figura 4**).



Figura 4. Superficie compartida entre las Áreas de Desarrollo Indígena (ADI) y el SNASPE, 2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI) y Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020.

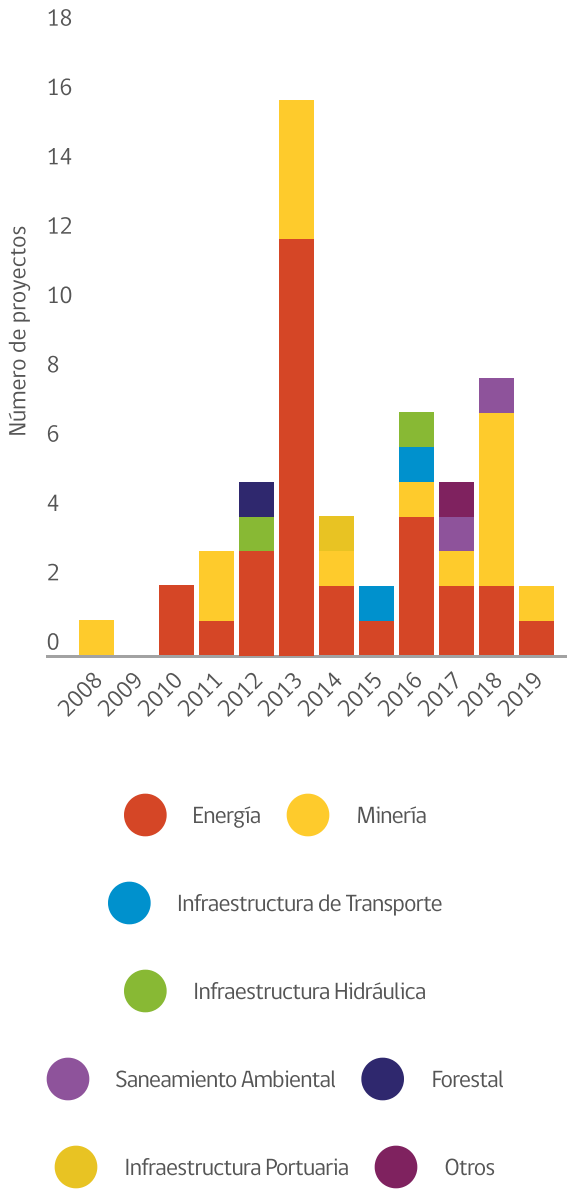
3.3. Consulta Indígena en materia ambiental

Cada vez que se prevean medidas legislativas o administrativas susceptibles de afectar directamente a los pueblos indígenas debe operar el mecanismo de consulta a estos, derivado del Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes, el cual, desde 2009, forma parte de la legislación chilena.

En Chile, el proceso de consulta indígena está regulado por el decreto supremo N°66/2013 del Ministerio de Desarrollo Socialy Familia, y contempla la implementación de cinco etapas: planificación, entrega de información, deliberación interna, diálogo y, por último, sistematización y comunicación de resultados. Además, en el SEIA, la Consulta Indígena encuentra también regulación en el Decreto Supremo N°40 de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente.

El Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) registra 55 proyectos con consulta indígena entre 2013 y 2019 en el SEIA. El sector con mayor cantidad de proyectos es energía, con 30 iniciativas (54,5% del total), seguido de minería con 16 proyectos (29,1%) e infraestructura, con 5 proyectos (9%). Tanto saneamiento ambiental como otros rubros consignan un proyecto en el período (1,8% del total). (**Figura 5**).

Figura 5. Proyectos con proceso de consulta indígena en el Servicio de Evaluación Ambiental, 2008 -2019



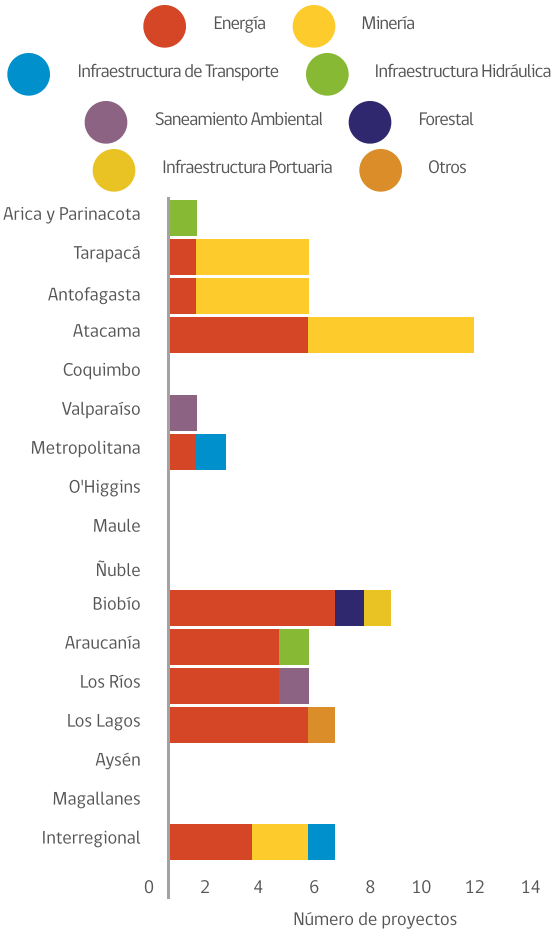
Download data

Nota: Proyectos según año de presentación del proyecto.

Fuente: Elaboración propia, con datos de Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), Actualizado al 16 de junio el 2020.

Si los sectores de minería y energía encabezan el número de proyectos en evaluación ambiental con consulta indígena, su distribución en el territorio nacional muestra una concentración de los primeros en las regiones del norte del país, en tanto los segundos predominan desde la Región de Biobío hacia el sur. La Región de Atacama es la que reúne mayor cantidad de proyectos (11), tanto de minería como de energía. Le sigue la Región de Los Lagos, con el mayor número de proyectos de energía del país (5) y Tarapacá (5 proyectos minería y energía) con fuerte presencia minera. Las iniciativas de carácter interregional suman 6 proyectos (**Figura 6**).

Figura 6. Proyectos con proceso de consulta indígena en el Servicio de Evaluación Ambiental, por región, 2008-2019



Download data

Nota: Proyectos según año de presentación del proyecto.

Fuente: Elaboración propia, con datos de Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), Actualizado al 16 de junio el 2020

Consulta indígena sobre leyes y normas ambientales

Tres normativas susceptibles de afectar directamente a los pueblos indígenas, impulsadas por el Ministerio de Medio Ambiente, han sido objeto de procesos de consulta indígena entre 2016 y 2019 (**Tabla 2**).

Tabla 2. Procesos de consulta indígena implementados por el Ministerio del Medio Ambiente, 2016-2019

MATERIA	ALCANCE	INICIO	ESTADO
Creación del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas	Nacional	2016	Informe final publicado en 2017
Creación de Área Marina Costera Protegida para Isla de Pascua	Pueblo Rapa Nui	2017	Informe final publicado en 2017
Anteproyecto NSCA cuenca Valdivia	Comunas de Los Lagos, Valdivia, Lanco, San José de la Mariquina y Loncoche	2018	Proceso abierto

Nota: Los informes finales de los procesos de consulta indígena están disponibles en https://consultaindigena.mma.gob.cl.

Fuente: Elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020.

Un proceso fue la consulta a los pueblos indígenas sobre materias específicas para elaborar indicaciones al proyecto de ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, efectuado en todas las regiones del país y cuyo informe nacional fue publicado en 2017.

Proceso de Consulta a los Pueblos Indígenas (PCPI) contempló en cada región del país las siguientes etapas: Planificación; Entrega de información y Difusión; Deliberación Interna; Diálogo y; Sistematización. El proceso se adaptó a las particularidades de los pueblos indígenas en cada una de las regiones del país, considerando tanto las condiciones geográficas, como sus decisiones y su voluntad. La adaptación del proceso se realizó en coherencia con el principio de flexibilidad establecido en el artículo 34 del Convenio N°169 de la OIT. Ello determinó que en el PCPI la definición de la metodología para cada etapa, los plazos, así como los mecanismos de acuerdo y de debate, fueran acordes a las particularidades de cada pueblo indígena.

El segundo, efectuado en 2017, consultó al pueblo Rapa Nui sobre la creación, administración y regulación de usos de un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCPMU)para el Territorio Especial de Isla de Pascua.

Para ello el Ministerio del Medio Ambiente, diseñó un proceso de consulta orientado principalmente por el Convenio 169 de la OIT, el cual fue asumido como un ejercicio de derecho colectivo dentro de un proceso de carácter público especial, que debía realizarse previamente a la dictación de la medida administrativa, en este caso el Decreto Supremo de creación del AMCPMU Rapa Nui. El PCPI se realizó con el fin de resguardar debidamente los derechos del pueblo Rapa Nui en la creación, administración y en la regulación de los usos de un AMCPMU para Rapa Nui.

El tercer proceso de consulta, aún en ejecución, ha estado dirigido a autoridades ancestrales, representantes de asociaciones y comunidades indígenas ubicadas dentro del ámbito de aplicación territorial del anteproyecto de normas secundarias de calidad ambiental (NSCA) para la protección de las aguas de la cuenca del río Valdivia. Este territorio incluye a las comunas de Los Lagos, Valdivia, Lanco, San José de la Mariquina y Loncoche, a través de las cuales pasan los ríos Cruces, San Pedro, Calle Calle y Valdivia, pertenecientes a dicha cuenca.



3.4. Fondos de protección ambiental indígena

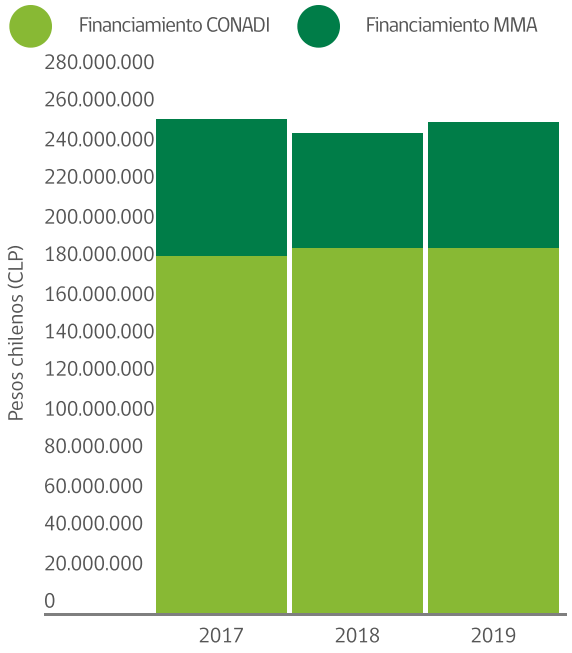
Para contribuir a la solución de problemas ambientales identificados por comunidades y asociaciones indígenas, relacionados con su vínculo sagrado con la tierra, el Ministerio del Medio Ambiente focaliza parte del Fondo de Protección Ambiental (FPA) en un concurso específico, de Protección y Gestión Ambiental Indígena, cuyo propósito es apoyar a las asociaciones y comunidades indígenas mediante la realización de experiencias y actividades demostrativas que contribuyan a mejorar la calidad ambiental de su territorio, generar mayor conciencia y valoración de su entorno, promoviendo la educación ambiental y la participación ciudadana.
Las líneas temáticas en que se enmarcan los proyectos del concurso son las siguientes:

- Eficiencia energética y energías renovables.
- Manejo sustentable de recursos naturales.
- Actividades productivas armónicas con el desarrollo sustentable.
- Gestión de residuos y recuperación de espacios.

Gracias a un convenio de colaboración suscrito con la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (Conadi) en 2011, esta entidad aporta recursos para financiar iniciativas presentadas por comunidades indígenas, en tanto el Ministerio del Medio Ambiente asume el financiamiento de proyectos de asociaciones indígenas. Los montos de financiamiento varían entre 5 y 10 millones de pesos.

Entre 2017 y 2019 este esfuerzo conjunto y constante ha asignado un total de $761 millones (**Figura 7**), canalizados a proyectos de asociaciones indígenas e iniciativas de comunidades indígenas. Entre las principales temáticas de los fondos adjudicados se encuentran actividades productivas sustentables, manejo de recursos naturales, conservación de la biodiversidad, gestión de residuos, recuperación de espacios, eficiencia energética y energías renovables no convencionales.

Figura 7. Recursos del Fondo de Protección Ambiental (FPA) asignados a la gestión ambiental indígena a nivel nacional, 2017-2019

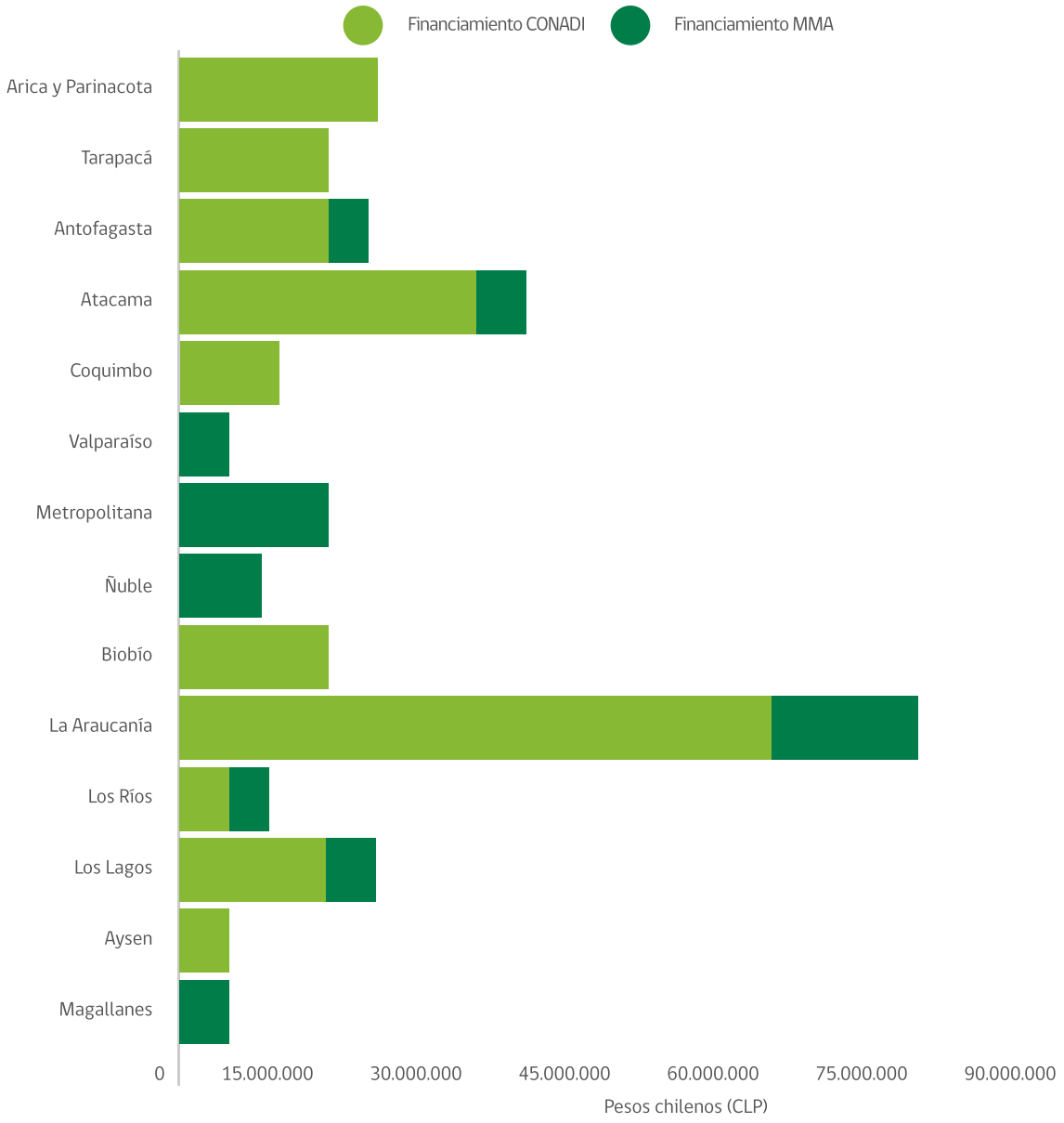


Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI) y del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020.

En cuanto a su distribución territorial, las regiones que en este período han tenido mayor financiamiento de parte del Fondo de Protección Ambiental (FPA) a asociaciones indígenas son La Araucanía, seguida de Atacama y Biobío (**Figura 8**).

Figura 8. Financiamiento del Fondo de Protección Ambiental a la gestión ambiental indígena, por región 2019



Download data

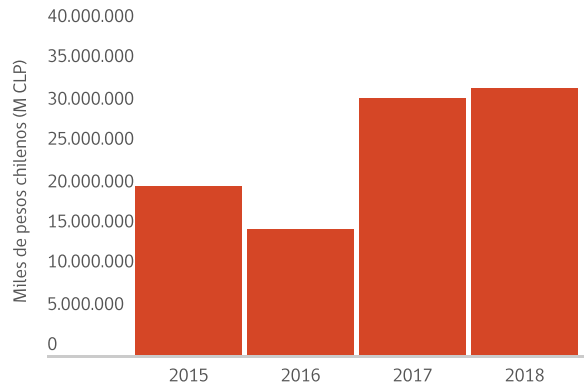
Fuente: Elaboración propia, con datos de Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), Actualizado al 16 de junio el 2020.

3.5. Programa de Desarrollo Territorial Indígena

Otra respuesta relevante para el fortalecimiento de la economía de los pueblos indígenas de acuerdo con su propia visión de desarrollo, que como se ha mencionado anteriormente contempla una cosmovisión con fuerte vínculo con el medio ambiente, es el Programa de Desarrollo Territorial Indígena (PDTI), que suma recursos del Instituto de Desarrollo Agropecuario (Indap) y la Conadi. Está dirigido a familias, comunidades y organizaciones indígenas que realicen actividades silvoagropecuarias y conexas en el territorio rural, con el propósito de entregarles asesoría en el manejo técnico y la gestión de sus sistemas productivos, cofinanciar proyectos de inversión, junto con articular o complementar apoyo y financiamiento de Indapy de otras instituciones de fomento públicas y privadas.

Los recursos destinados a asesoría e inversión mediante el Programa de Desarrollo Territorial Indígena (PDTI) aumentaron en 59% entre 2015 y 2018, pasando de un total de $20.340 millones a $32.397 millones respectivamente (**Figura 9**).

Figura 9. Recursos destinados a asesoría e inversión mediante el Programa de Desarrollo Territorial Indígena (PDTI) a nivel nacional, 2015-2018

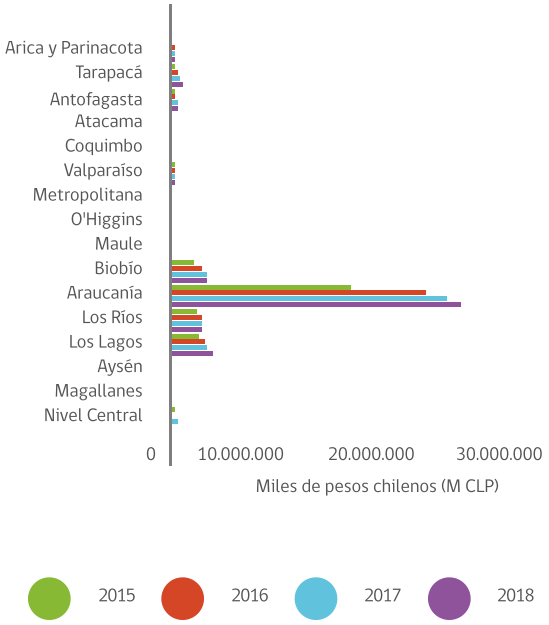


Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), 2018.

En el año 2018, la región que concentra mayor proporción de recursos es La Araucanía ($22.292 millones, equivalentes a 68,8% del total). Le sigue Los Lagos, con $3.181 millones (9,8%) y Biobío, con $2.697 millones (8,3%) en dicho año (Entre 2015 y 2018 el número total de proyectos apoyados por el Programa de Desarrollo Territorial Indígena (PDTI) totalizó 144.338 iniciativas, con un aumento de 20% entre ambos años (**Figura 11**). La distribución por género se muestra equilibrada, correspondiendo 49,7% a proyectos encabezados por mujeres y 50,3%, por hombres. De las diez regiones apoyadas por el PDTI en 2018, las regiones con más beneficiarios son la Araucanía (34.520), Los Lagos (4.769) y Biobío (4.080), que representan casi 89% del total nacional (**Figura 10**).

Figura 10. Recursos destinados a asesoría e inversión mediante el Programa de Desarrollo Territorial Indígena (PDTI), por región, 2015-2018

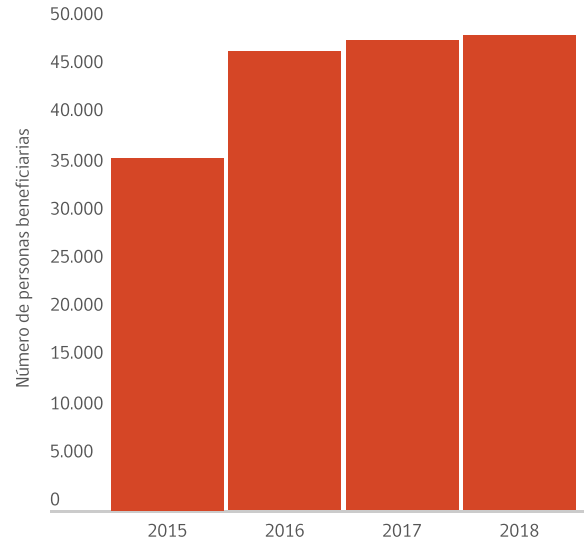


Download data

Fuente: Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), 2018.

Entre 2015 y 2018 el número total de proyectos apoyados por el Programa de Desarrollo Territorial Indígena (PDTI) totalizó 144.338 iniciativas, con un aumento de 20% entre ambos años (**Figura 11**). La distribución por género se muestra equilibrada, correspondiendo 49,7% a proyectos encabezados por mujeres y 50,3%, por hombres.

Figura 11. Número de personas beneficiarias del Programa de Desarrollo Territorial Indígena (PDTI) a nivel nacional, 2015-2018.

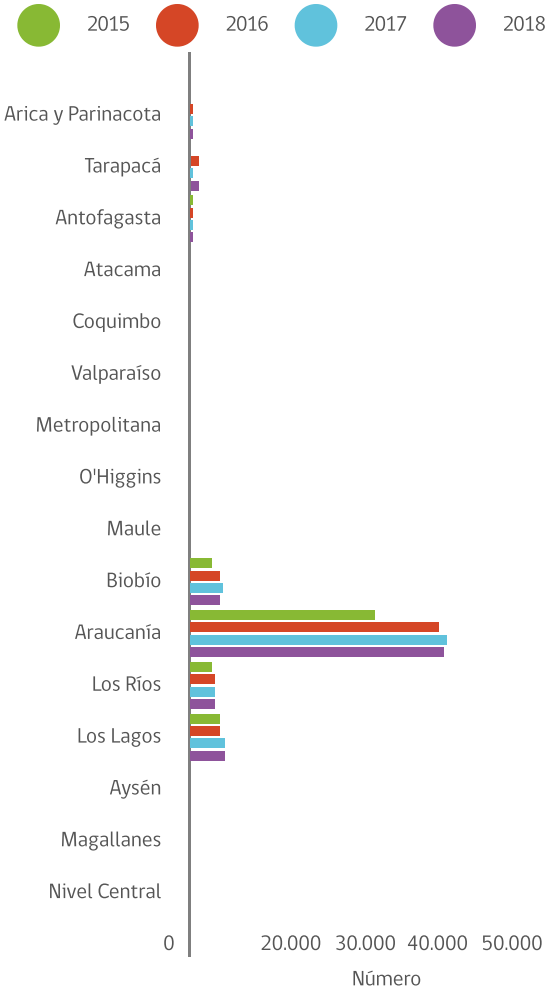


Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), 2018.

De las diez regiones apoyadas por el PDTI en 2018, las regiones con más beneficiarios son la Araucanía (34.520), Los Lagos (4.769) y Biobío (4.080), que representan casi 89% del total nacional (**Figura 12**).

Figura 12 Número de personas beneficiarias del Programa de Desarrollo Territorial Indígena (PDTI) por región, 2015-2018.



Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), 2018.

3.6. Pueblos indígenas y Cambio Climático

El Ministerio del Medio de Ambiente, en su rol como Presidencia de la 25ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP25), preparó para dicha cumbre una serie de actividades destinadas a asegurar una amplia participación de representantes de las comunidades indígenas del mundo. Los principales resultados de este proceso se resumen a continuación.

3.6.1. Pueblos indígenas y Cambio Climático

Bajo la presidencia de Chile de la COP25, se realizó la segunda sesión del Grupo Facilitador de Trabajo de esta plataforma (LCIPP, por su sigla en inglés), cuya creación fue comprometida en el Acuerdo de París de 2015, como instancia de participación e interacción entre los representantes indígenas del mundo y los Estados Parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). En la sesión se aprobó un plan de trabajo bianual 2020-2021, que considera la ejecución de iniciativas tales como: reuniones nacionales (COP) y regionales sobre el efecto del cambio climático en ecosistemas, identificación de planes de estudios inclusivos, talleres temáticos, plan de difusión e inventarios de políticas, planes, financiamiento, para la participación de las comunidades locales y pueblos indígenas (CMNUCC, 2020).

Las actividades del plan bianual aprobado responden a cada una de las tres funciones de la plataforma. Una es el conocimiento, orientado al intercambio de experiencias y mejores prácticas, así como saberes y esfuerzos de los pueblos indígenas para abordar y responder al cambio climático.

Otra función apunta a la capacidad de llegar a compromisos, tanto de los pueblos indígenas y comunidades locales para participar en el proceso de la CMNUCC, como de las Partes para comprometerse con la plataforma y con los pueblos indígenas en los procesos relacionados con el cambio climático. Y una tercera función son las políticas y acciones de cambio climático, de manera que respeten y promuevan los derechos e intereses de las comunidades locales y pueblos indígenas.

Son estos tres objetivos los que han orientado las definiciones estratégicas en materia de participación indígena de la Presidencia COP25 durante 2019 y 2020, y seguirán haciéndolo en los años venideros..

3.6.2. Estrategia Climática de Largo Plazo.

El proceso de elaboración de la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) permitirá entablar un debate abierto sobre las trayectorias en las que espera avanzar el país a escala global, nacional y subnacional, hacia un país resiliente al cambio climático y carbono neutral, que promueva alcanzar los objetivos del Acuerdo de París. El proceso participativo de elaboración de la estrategia contempla el involucramiento de diversos actores de la sociedad en distintas etapas de consulta, entre ellos a los Pueblos Indígenas. El proceso tiene a su vez como base dos procesos participativos previamente implementados por la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente, los cuales permitieron generar insumos claves en base a procesos de discusión amplios, multisectoriales y multiactor:

- El proceso participativo del Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático.
- Proceso de actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC).

El proceso de elaboración de la ECLP considera más de 80 talleres e instancias de construcción en las que participarán actores provenientes del sector público, privado, academia y sociedad civil, asegurando que en toda instancia participativa se cuente con la representación de actores regionales, jóvenes, indígenas y comunidades, además de cumplirse con criterios de paridad de género.



3.6.3. COP25 e instancias de participación indígena.

La participación indígena que articuló el Ministerio del Medio Ambiente tuvo como eje la conformación del Caucus Chileno Indígena COP25, a través de convocatoria pública, compuesto finalmente por 25 participantes pertenecientes a ocho pueblos indígenas del país. Un grupo de 15 de ellos viajó a España y pudo participar de actividades relevantes, tales como la segunda sesión del Grupo Facilitador de Trabajo de la Plataforma de Comunidades Locales y Pueblos Indígenas, donde se aprobó un plan de trabajo bianual, y la lectura de la declaración oficial de las Organizaciones Indígenas del mundo (IPO) ante el plenario de la UNFCCC por parte de la representante de Rapa Nui.

De igual modo, los integrantes del Caucus intervinieron en diversos eventos paralelos, como la entrega a las autoridades de su declaración sobre el cambio climático, la exposición de dos representantes mapuche en el evento "Población indígena, bosques y tierra" y la de un representante lafkenche en el evento "Fortalecer los derechos de los pueblos indígenas en las acciones de cambio climático", entre otras instancias y eventos oficiales de la cumbre.



Entre los puntos destacados de la Presidencia de la COP25 respecto a los pueblos indígenasen la cumbre figuran:

- Administración del espacio de Pueblos Originarios en Madrid y logística para más de cien presentaciones efectuadas en 11 días.
- Más de 20 países participantes,representantes de las siete regiones indígenas del mundo, con una presencia relevante de pueblos latinoamericanos.
- Gestión de la acreditación de más de 500 indígenas de todo el mundo.
- Recepción en el espacio de Pueblos Originarios de más de cinco mil personas, quienes asistieron a las presentaciones indígenas durante 11 días.
- Las temáticas más importantes tratadas por los pueblos indígenas fueron: impacto del cambio climático en el Ártico y océanos; energías renovables; crisis climática en la Amazonía y bosques; saberes ancestrales y soluciones basadas en la naturaleza; participación de mujeres y jóvenes; derechos humanos de los indígenas, su rol en el cambio climático y ante la UNFCCC; sequía en África y falta de alimentos.

Este trabajo implicó, por un lado, involucrar las capacidades y funcionarios del Ministerio del Medio Ambiente para poder cumplir con éxito este desafío pero, por otro lado, también implicó adentrarse en un nuevo escenario que de forma inédita lo llevó a liderar un proceso internacional con personas de los pueblos indígenas de Chile, que resultó ser el inicio de un nuevo camino para valorar y visibilizar el importante rol que la cosmovisión indígena tiene, no solo en la protección de la biodiversidad, sino que también para empujar la acción climática global.

Referencias

- Aguilera, O. y Tonko, J. (2003). Relatos de viaje Kawésqar. Nómadas canoeros de la Patagonia Occidental. Temuco: Ofqui Editores.
- Consejo Nacional de la Cultura y las Artes. (2011a). Conociendo la cultura Rapa Nui. Guía de diálogo intercultural para el turismo indígena. Recuperado de https://www.cultura.gob.cl/wp-content/uploads/2013/02/Guia-Rapanui.pdf
- Consejo Nacional de la Cultura y las Artes. (2011b). Estudio diagnóstico del pueblo Colla. Sección Observatorio Cultural. Recuperado de https://www.cultura.gob.cl/wp-content/uploads/2013/04/Informe-final-pueblo-Colla.pdf
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (2020). The initial two-year workplan of the LCIPP for the period 2020-2021. Recuperado de https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Initial%20two-year%20workplan%20of%20the%20LCIPP%20%282020-2021%29.pdf
- Cosmología diaguita. (s.f.). En Pueblos originarios. Cosmogonía. Recuperado de https://pueblosoriginarios.com/sur/andina/diaguita/religion.html
- Corporación Nacional de Desarrollo Indígena. (2015). Estudio mujeres indígenas zona austral. Recuperado de http://siic.conadi.cl
- Estermann, J. (2014). La filosofía quechua. Recuperado de https://epistemologiasdesdeelsur.files.wordpress.com/2014/04/12-quechua-estermann.pdf
- Foerster, R. (1995). Introducción a la religiosidad mapuche. Santiago: Editorial Universitaria. Recuperado de http://www.memoriachilena.gob.cl/archivos2/pdfs/MC0009042.pdf
- Instituto Nacional de Estadísticas. (1993). Resultados oficiales Censo de Población 1992. Recuperado de http://www.memoriachilena.gob.cl/archivos2/pdfs/MC0055470.pdf
- Instituto Nacional de Estadísticas. (2003). Síntesis de resultados Censo 2002.
- https://www.ine.cl/docs/default-source/censo-de-poblacion-y-vivienda/publicaciones-y-anuarios/2002/sintesiscensal-2002.pdf?sfvrsn=92f821b_6

- Instituto Nacional de Estadísticas. (2018). Síntesis de resultados Censo 2017.
- https://www.censo2017.cl/descargas/home/sintesis-de-resultados-censo2017.pdf
- Kronik, J. y Verner, D. (2010). Indigenous Peoples and Climate Change in Latin America and the Caribbean. The Word Bank. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/265317668_Indigenous_Peoples_and_Climate_Change_in_Latin_America_and_the_Caribbean
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2016. Informe del Estado del Medio Ambiente 2016. Recuperado de https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/08/IEMA2016.pdf
- Sánchez, C. y Céspedes, R. (2018). Lugares sagrados, religiones indígenas y patrimonio cultural: El caso del cerro Colo-Colo. Revista Latinoamericana de Derecho y Religión, Vol. 4, N°2. Recuperado de http://www.revistadisena.uc.cl/index.php/RLDR/article/view/4798
- Senado. (enero de 2016). Crea el Consejo Nacional y los Consejos de Pueblos Indígenas. Obtenido de Boletín 10526-06: https://senado.cl/appsenado/templates/tramitacion/index.php?boletin_ini=10526-06
- Valdivia, M. P. (2006, junio). Cosmovisión aymara y su aplicación práctica en un contexto sanitario del norte de Chile. Revista de Bioética y Derecho, núm. 7, pp. 1-5. Recuperado de http://www.ub.edu/fildt/revista/pdf/RByD7_ArtValdivia.pdf
- Vallejos, N. (2009). Significado y valor del tiempo entre los kaweskar, yámana y selk'nam en la obra "Los indios de Tierra del Fuego" de Martín Gusinde. Cuadernos Interculturales, vol. 7, N°12, pp. 224-253. Recuperado de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55211259012



CAPÍTULO **5**

AGUAS CONTINENTALES

AGUAS CONTINENTALES

El agua es un recurso natural renovable fundamental para el desarrollo de la humanidad y constituye una parte esencial de todos los ecosistemas. Se estima que la totalidad de recursos hídricos a nivel mundial alcanza los 1,45 millones de km³, de los cuales 90.000 km³ (2,5%) corresponden a agua dulce. De este total, solo el 1% corresponden a aguas superficiales, 30% a aguas subterráneas y 69% a aguas en forma de hielo.

2019 uno de los 3 años más secos en un siglo.

2010 -2019 Periodo más seco en 150 años.

10 AÑOS de MEGASEQUÍA marcado por un déficit de lluvias en el periodo 2009-2019, en zonas centro hasta el extremo austral.

PRECIPITACIONES

El año 2019 es el más seco en varias estaciones de la zona central, tales como: Ovalle, Valparaíso, Rancagua y Curicó con déficit de precipitaciones entre -70% y -90%

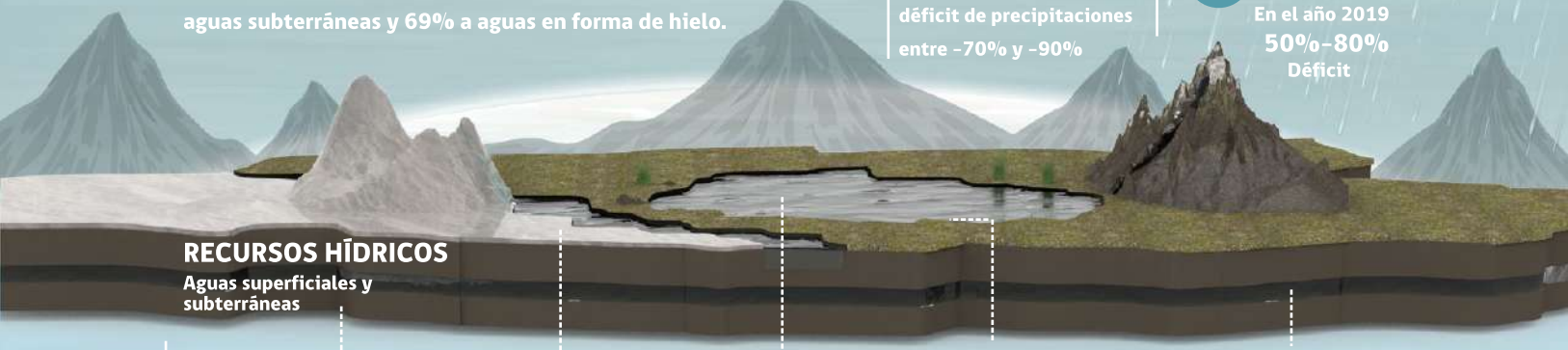
PROMEDIO ANUAL DE PRECIPITACIONES EN SANTIAGO

1960 - 2000: 316 mm

2010 - 2017: 220 mm

30% DÉFICIT

En el año 2019 **50%-80%** Déficit



RECURSOS HÍDRICOS

Aguas superficiales y subterráneas

GLACIARES

El último inventario de glaciares identificó un total de 24.114 ejemplares equivalentes a un área total de 23.641 km2, presentes mayormente en la Patagonia Chilena.

RÍOS

El año 2019 todos los ríos reportados por la Dirección General de Aguas (19) presenta caudales inferiores a sus promedios históricos.

LAGOS

La mayoría de los lagos representativos de la zonas Norte y Centro del país presentan descensos en el nivel promedio de agua.

HUMEDALES

En Chile los humedales cubren aprox. 5.589.633 hectáreas donde 3.364.213 ha se encuentran en la región de Magallanes, 655 Mil ha en Aysén, 484 Mil en Antofagasta, 291 Mil en Los Lagos y 155 Mil en Los Ríos

NAPAS SUBTERRANEAS

A nivel nacional se han delimitado 137 acuíferos y 375 sectores hidrológicos de aprovechamiento (SHAC) pero aún existe un escaso conocimiento sobre su extensión y nivel de recarga

DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO NACIONAL DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS



73%

PECUARIO 0,7%
AGRÍCOLA 72,3%

11,8%

POTABLE URBANA 10,8%
POTABLE RURAL 1,02%

11,2%

INDUSTRIAL 6,7%
GENERACIÓN ELECTRICA 4,5%

3,9%

MINERO 3,94%

SEQUÍA EN CHILE

Al mes de noviembre de 2020, existen 16 decretos de escasez hídricas vigentes que abarcan 79 comunas del país

El 100% de los ríos monitoreados por DGA (19) presenta déficit respecto a su caudal promedio mensual histórico el año 2019

Existen 18 plantas desalinizadoras operando logrando una capacidad de desalación total de 6075 l/s a nivel nacional

Gasto anual gestionado por ONEMI para abastecimiento de agua mediante camiones aljibes:
2011: $ 2.121 MIL MILLONES
2019: $10.556 MIL MILLONES

CONTENIDO

Introducción
1. Antecedentes
2. Estado de los recursos hídricos
    2.1. Disponibilidad de recursos hídricos
    2.2. Calidad de aguas
    2.3. Agua Potable
3. Presiones
    3.1. Demanda y uso de los recursos hídricos
    3.2. Emisiones a cuerpos de agua
4. Respuestas
    4.1. Acciones para contrarrestar la escasez hídrica
    4.2. Principales medidas de protección y conservación de los recursos hídricos
    4.3. Instrumentos Regulatorios, Normativos y de Control recientes o en desarrollo
Referencias

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el crecimiento de la población y el uso intensivo de las distintas actividades económicas han elevado los requerimientos de agua, ocasionando una fuerte demanda por el recurso hídrico y significativas limitaciones en cuanto a su oferta.

La geografía de Chile y sus distintos climas determinan una irregular disponibilidad de recursos hídricos, una escasa oferta en la zona norte y una distribución mucho más abundante en la zona sur, al punto de contar la zona Austral con una de las reservas hídricas más grande del mundo. Estas condiciones naturales se han visto acentuadas con la variación climática de los últimos años, al verificarse un importante descenso en los patrones de precipitación e incrementos de la temperatura, provocando que desde hace más de una década el país experimente una "mega sequía" que abarca principalmente desde la Región de Coquimbo hasta La Araucanía. Sumado a la falta de eficiencia en el uso del agua se han combinado para dar pie a la escasez hídrica existente en el país.

Para contrarrestar la escasez se han implementado diversas medidas, con una considerable inversión de parte del Estado a través de la Oficina Nacional de Emergencias (ONEMI) en abastecimiento de agua por camiones Aljibes que se estima, entre el año 2010-2019, ha superado 132 mil millones de pesos.

A lo largo del presente capítulo, se dará cuenta del descenso que han sufrido en el país la mayor parte de los cuerpos de agua continentales como ríos, embalses, lagos, lagunas, entre otros. Además, se presentarán indicadores nacionales de calidad de aguas superficiales y subterráneas, como también, las principales presiones existentes sobre el recurso hídrico. Para finalizar, se abordarán las principales medidas para mitigar la escasez hídrica, junto con los instrumentos normativos y de control que rigen hoy en día sobre el recurso hídrico.

1. Antecedentes

El agua es un recurso fundamental para sostener la vida en el planeta, ya que es indispensable para desarrollar procesos fisiológicos, el bienestar de la sociedad y la preservación del medio ambiente, debido a que rige los principales ciclos biogeoquímicos a escala mundial. Los ecosistemas dulceacuícolas y marinos proveen diferentes servicios, incluyendo los de provisión (alimentos, agua, fibras, combustibles), regulación (clima, hidrología, purificación), culturales (espirituales, recreativos) y de soporte (transporte de sedimentos, ciclos de nutrientes) (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

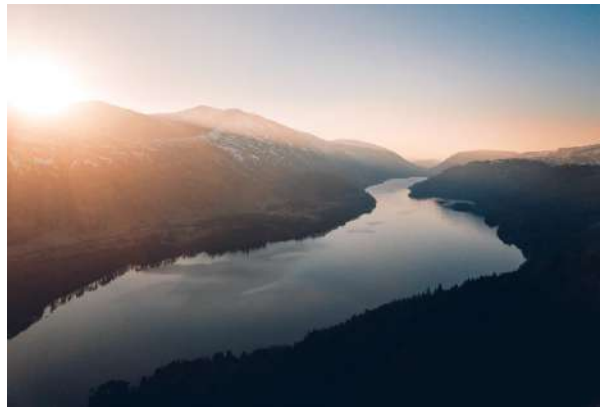


Si bien, el 71% de la superficie terrestre está cubierta de agua (97% agua salada y 3% agua dulce), la proporción disponible para consumo humano se reduce a menos del 1%, por lo que es considerada como un recurso limitado.

2. Estado de los recursos hídricos

2.1. Disponibilidad de recursos hídricos

Si bien Chile presenta una posición privilegiada a nivel mundial en oferta de recursos hídricos, la escorrentía media total (volumen de agua proveniente de precipitaciones) equivale a 51.281 m3/persona/año (DGA, 2016) valor que supera la media de América Latina y El Caribe. La disponibilidad de agua existente a nivel nacional muestra una reducción en los principales cuerpos de aguas dulce superficiales y subterráneos.



2.1.1. Balance Hídrico

El balance hídrico nacional ofrece un panorama global del recurso en el país y es una herramienta que permite apoyar la toma de decisiones. Este balance toma en consideración los procesos de entrada y salida de agua dentro de un sistema, donde se estiman las principales variables hidrológicas (precipitación, escorrentía y evapotranspiración); se basa en la ecuación de conservación de masa, la que se aplica sobre una determinada superficie y periodo de tiempo (Dirección General de Aguas [DGA], 2017). El balance hídrico fue actualizado el año 2017 y principales resultados se muestran en Tabla 1.

Ecuación de Balance Hídrico:

$$\overline{(P)} - \overline{(Q)} = \overline{(ET)} + n$$

Donde

P: Precipitación

Q: Escorrentía

ET: Pérdidas o evapotranspiración.

n: Discrepancia[1]

La ecuación se aplica sobre una determinada superficie y periodo de tiempo

[1] Usos de agua difíciles de cuantificar en general, extracciones ilegales, etc. Deben considerarse como un término de discrepancia.

Tabla 1. Oferta y demanda de agua por región en base a balance hídrico, 1985-2015

	ESCENARIO ACTUAL (M3/S) PROMEDIO DEL PERIODO		
Región	**Oferta**	**Demanda**	**Balance**
Arica y Parinacota	67	38	30
Tarapacá	45	102	-57
Antofagasta	83	175	-92
Atacama	73	54	19
Coquimbo	187	332	-146
Valparaíso	168	156	12
Metropolitana	243	139	104
Libertador Bernardo O´Higgins	321	230	91
Maule	858	551	307
Biobío+ Ñuble	1640	733	907
Araucania	1654	620	1035
Los Ríos	1364	481	883
Los Lagos	3883	909	2973
Aysén	8194	874	7320
Magallanes	En estudio		

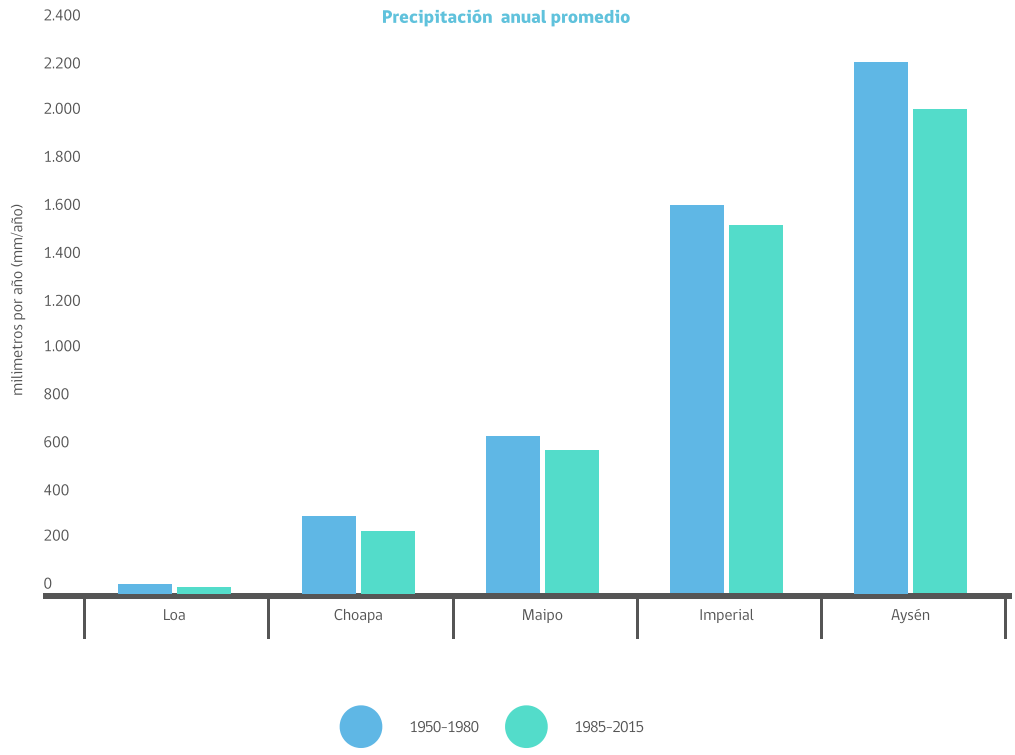
Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

En las macrozonas norte y centro, entre los años 1950[CMG1] [fh2] y 2015 las precipitaciones y la escorrentía han disminuido en promedio 35% y 6% respectivamente en comparación con el balance hídrico anterior, descenso que es producto del cambio climático en los valles centrales. En cuanto a la evapotranspiración, se ha reducido 34% a raíz de la menor disponibilidad de agua para las plantas vegetales y superficies de agua evaporable (Cristi, 2020).

En la macrozona sur las estimaciones señalan una reducción de la precipitación en 15% y de la escorrentía en 9% como resultado de las menores precipitaciones. Además, la demanda natural de agua referida a la evapotranspiración ha sufrido una merma de 34% en esta zona.

A nivel de cuencas, se evaluaron 5 cuencas pilotos representativas de las zonas norte, centro y sur. Una comparación entre las variables hidrológicas calculadas entre el balance hídrico de 1987 y el más reciente se presenta en las siguientes figuras.

Figura 1. Principales variables consideradas en Balance hídrico a nivel cuenca, 2017



Fuente: Elaboración propia, con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

Respecto a la cantidad de precipitación anual promedio, todas estas cuencas presentan una disminución en el periodo 1985 – 2015. Las variaciones más significativo están en las cuencas de Choapa y Loa, alcanzando disminuciones del 20% y 33% respectivamente. El resto de las cuencas presenta una disminución menor al 10%. (**Figura 1**)

La evapotranspiración ha disminuido en todas las cuencas, excepto en la de Aysén aumentado un 22% entre ambos periodos pasando de 444 a 541 mm/año (**Figura 2**). En el caso de la escorrentía, las cuencas del Choapa, Maipo y Loa han mostrado un aumento de un 33 y un 71 y 180%. Respectivamente **(Figura 3**).

Figura 2. Evapotranspiración anual promedio

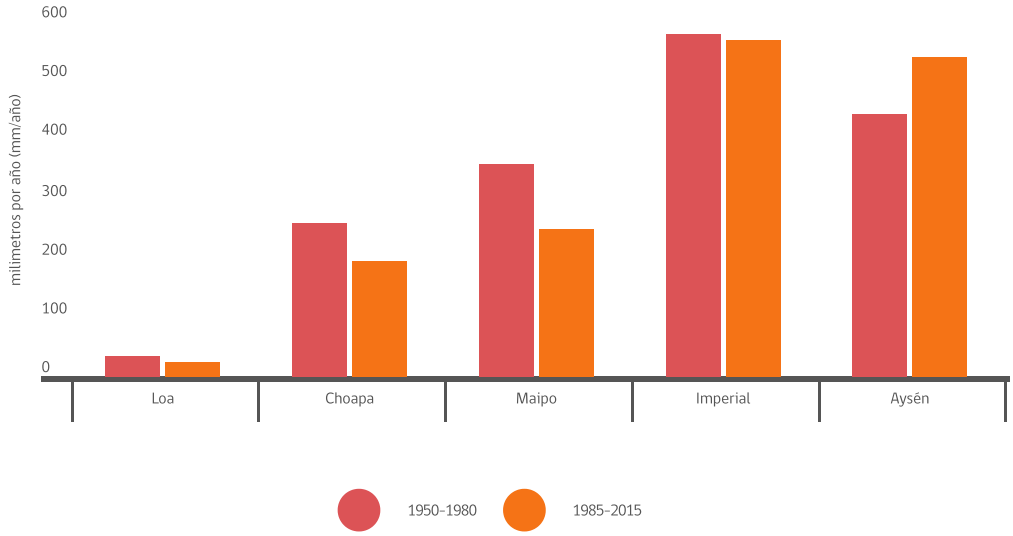
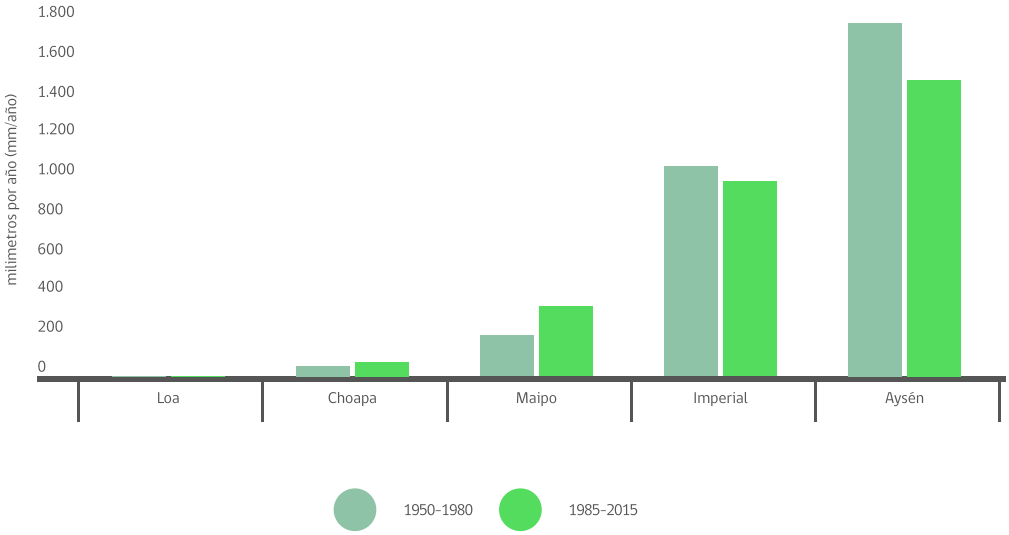
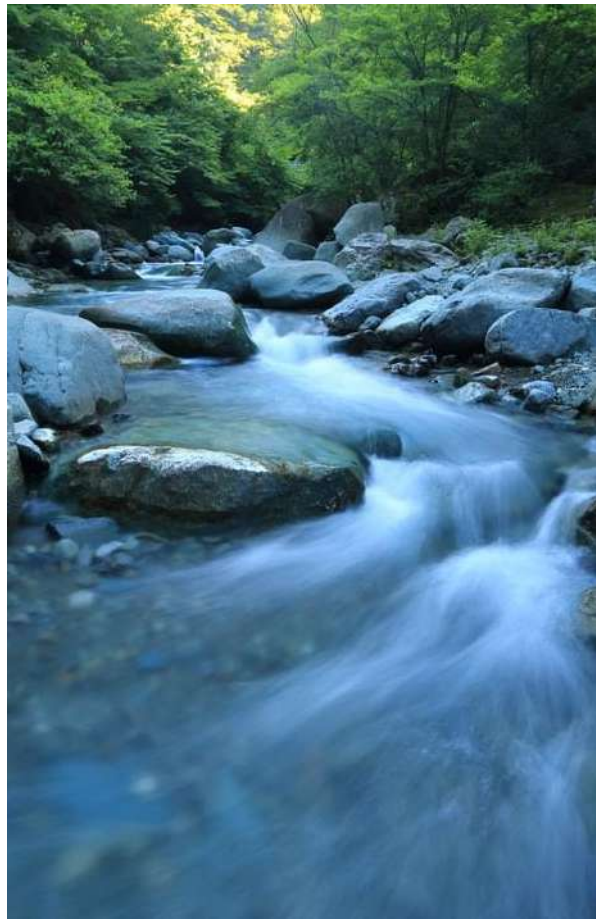


Figura 3. Escorrentía media anual



Fuente: Elaboración propia, con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

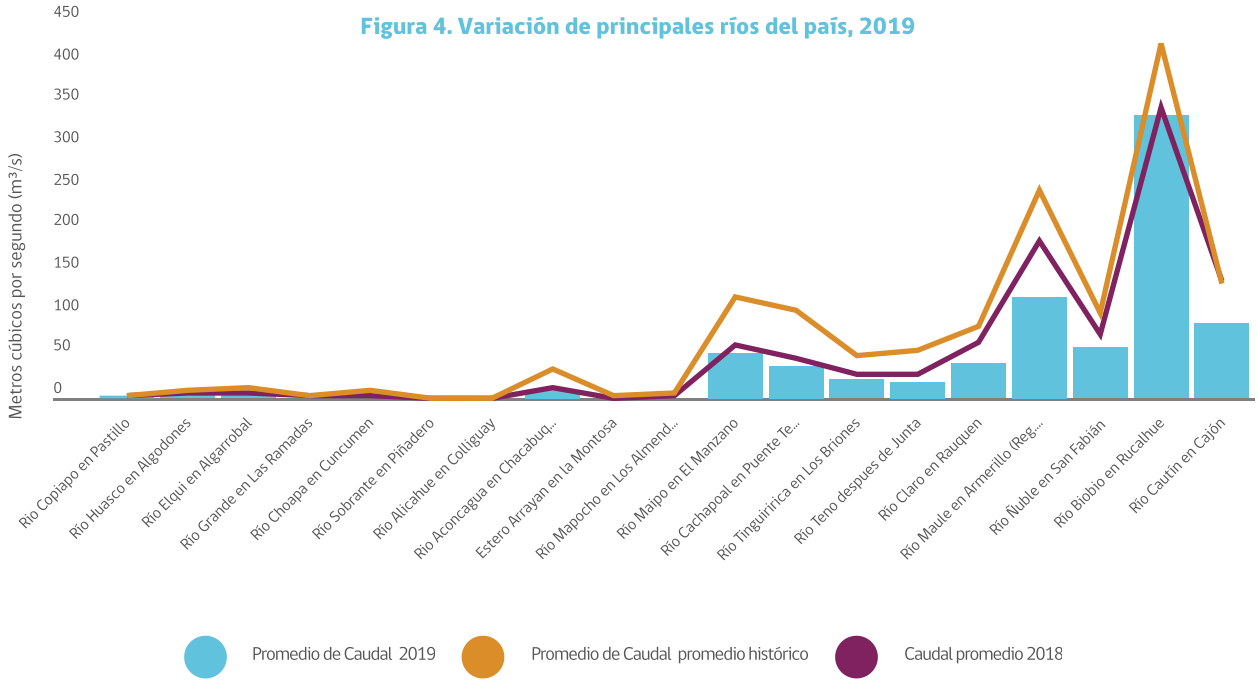
2.1.2. Ríos



Chile posee 101 cuencas hidrográficas que incluyen 1.251 ríos, cuyas aguas superficiales y subterráneas abarcan alrededor de 756.102 km2 del territorio (Ministerio de Obras Públicas [MOP], 2020). La Dirección General de Aguas monitorea el caudal de las principales cuencas del país mediante estaciones fluviométricas, reportando el estado de situación a través de los boletines hidrológicos mensuales que consideran 19 cuencas hidrográficas dentro del territorio nacional

Todos los ríos monitoreados tienen en 2019 caudales inferiores a su promedio histórico y entre los ríos Choapa y Maule, la mayoría bajo su mínimo histórico. Los ríos que registran mayor descenso son el Sobrante, Alicahue y el Choapa, que se encuentran, respectivamente, 93%, 90% y 81% bajo su caudal promedio histórico. Por el contrario, los que revelan menos variación son los ríos Biobío y Copiapó, que acusan una caída de 20% y 22% respecto de su caudal promedio histórico. En comparación con el año 2018 todos los caudales son inferiores, la gran mayoría en casi 50% (**Figura 4**).

Figura 4. Variación de principales ríos del país, 2019



Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

2.1.2. Lagos y lagunas

A lo largo del país se contabilizan 368 lagos y 12.416 lagunas, que se distribuyen de forma desigual en el territorio. Un 97% de los lagos se ubica entre las regiones de La Araucanía y Magallanes y 82% de las lagunas (10.306) se localiza en las regiones de Aysén y Magallanes (DGA, 2016).

En la Tabla 2 se presentan los principales lagos y lagunas presentes en cada región y la superficie del espejo de agua.



Tabla 2. Lagos y lagunas con mayor espejo de agua , 2016

REGIÓN	SISTEMA	SUPERFICIE (KM2)
Arica y Parinacota	Laguna Chungará	20,6
Tarapacá	Laguna Blanca	13,8
Antofagasta	Laguna Miscanti	15
Atacama	Laguna del Negro Francisco	29
Coquimbo	Laguna del Pelado	3,1
Valparaíso	Laguna Peñuelas	11
Región Metropolitana	Laguna de Aculeo	11,7
Libertador Bernardo O"Higgins	Laguna Cauquenes	4,8
Maule	Laguna del Maule	68
Biobío	Laguna de Laja	124
Araucania	Lago Villarrica	177
Los Ríos	Lago Ranco	**
Los Lagos	Lago Llanquihue	850
Aysén	Lago General Carrera	1840
Magallanes y la Antártica Chilena	Lago del Toro	**

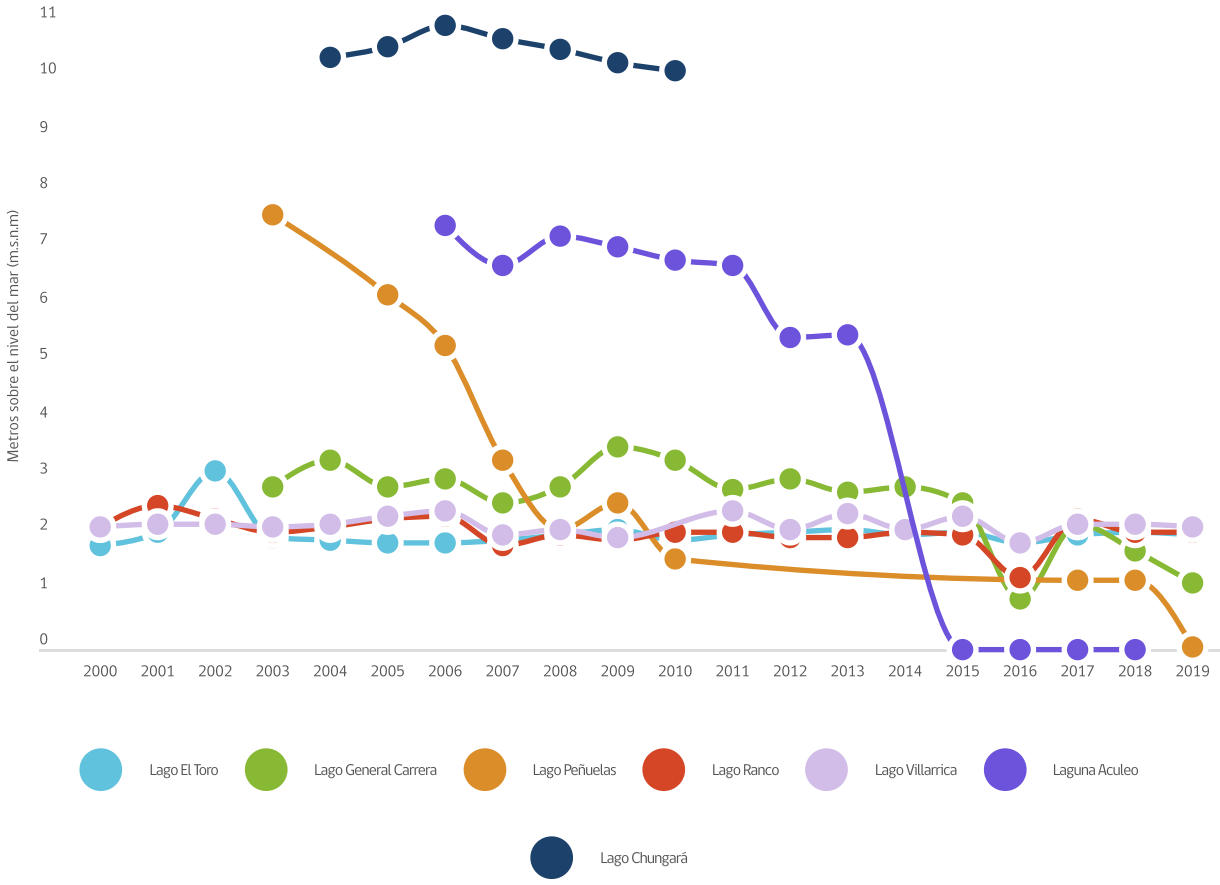
** En el caso de estos lagos, no se cuenta con información sobre la superficie del espejo de agua.

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

En el periodo 2000-2019 la mayor parte de los lagos evidencia una merma en su nivel promedio de agua, a excepción de los lagos Villarrica, Ranco y El Toro, cuya altura se mantiene a lo largo de los años, experimentando sólo diferencias estacionales. Un caso particularmente serio es la laguna de Aculeo, debido a que a partir del año 2015 reporta una altura igual a 0 (**Figura 5**).



Figura 5. Evolución del nivel promedio de agua en lagos y lagunas seleccionados, 2000-2019



Fuente: Elaboración propia, con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

Al comparar imágenes satelitales recientes con algunas registradas en los años ochenta sobre distintos cuerpos de agua, se puede comprobar que éstos han sufrido reducciones significativas en su espejo de agua, desencadenando una situación crítica para algunos lagos y lagunas de la zona central. Un ejemplo lo ofrecen el lago Peñuelas, en la Región de Valparaíso, y la ya mencionada laguna de Aculeo, en la Región Metropolitana, que han rebajado drásticamente su espejo de agua en un periodo algo superior a 30 años (**Figura 7**).

Figura 6. Variación de espejo de agua Lago Peñuelas , 1985 y 2019



Figura 7. Variación de espejo de agua Laguna Aculeo, 1985 y 2019



Fuente: Landsat 5 y Landsat 8.

2.1.4. Glaciares

El último inventario de glaciares de Chile del año 2014 identificó un total de 24.114 ejemplares, equivalentes a un área de 23.641 km2 y ubicados mayormente en la Patagonia. En años muy secos, estos cuerpos de agua, que representan alrededor de 80% de la superficie glaciar de Sudamérica, poseen alta relevancia en el caudal de los ríos, ya que aportan casi 60% del agua que llega al valle central del país (Rojas et al., 2019).

La evidencia científica reciente ha concluido que la capa de nieve y los glaciares manifiestan un retroceso. El 87% de los glaciares en los que se tiene sistema de registro se ha reducido, mientras que 6% exhibe un estado neto de avance y 7% no ha experimentado cambios significativos. Los factores que explican este fenómeno son el aumento de las temperaturas, los cambios en la ubicación y el momento de la precipitación, y también la deposición de aerosoles absorbentes. Dichos factores están vinculados entre sí y su importancia relativa puede variar sustancialmente entre las diferentes zonas andinas.

Tabla 3. Número y superficie de glaciares por región, 2014

REGIÓN	ÁREA(KM2)	NÚMERO	VOLUMEN (KM3)	VOLUMEN EQUIVALENTE (KM3)
Arica y Parinacota	12,2	174	0,2	0,1
Tarapacá	24,6	244	0,4	0,3
Antofagasta	7,2	139	0,1	0,1
Atacama	89,3	776	1,9	1,5
Coquimbo	46,9	809	0,7	0,4
Valparaiso	135,8	715	4	2,9
Metropolitana	388,3	999	14,4	11,4
O'Higgins	292,3	683	13,2	11,5
Maule	38,2	218	0,9	0,8
Bíobío	45,8	198	1,8	1,6
La Araucanía	53,3	124	2,3	2,1
Los Ríos	42,6	72	2,2	2
Los Lagos	785,5	2602	27,4	24,6
Aysén	10357,4	9556	1.743,10	1568,8
Magallanes y la Antártica Chilena	11321,8	6805	1.719,70	1547,7

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2016.

2.1.5. Humedales

Los humedales son ecosistemas acuáticos que sostienen la biodiversidad y nos proveen importantes elementos para la vida.

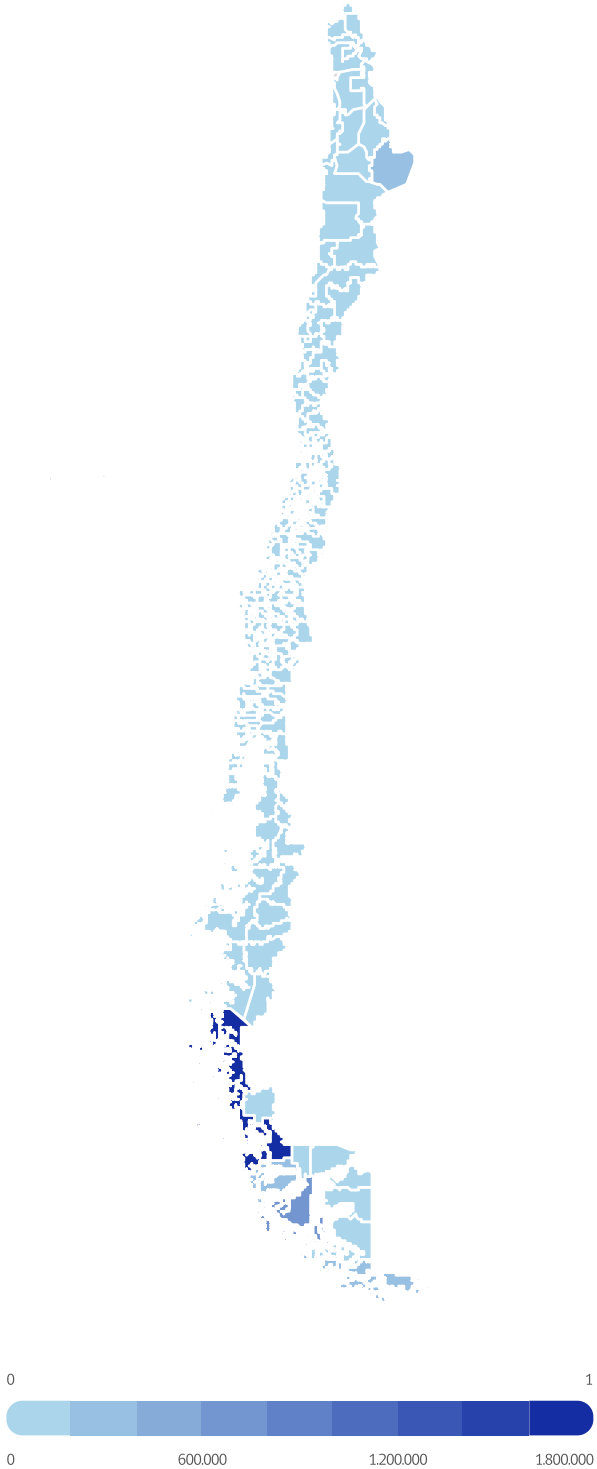
Constituyen importantes fuentes de agua dulce y resultan vitales para la recarga de las cuencas y aguas subterráneas, así como también para la mitigación del cambio climático, el control de las crecidas y el resguardo de la biodiversidad.

Chile es un territorio excepcionalmente diverso en estos ambientes. Se encuentran a lo largo de toda la costa en la forma de estuarios, lagunas costeras y marismas, lo mismo que en toda la extensión de la cordillera de los Andes, como salares, lagunas salobres, bofedales, vegas, ríos, lagos y lagunas. Hacia el sur del país es posible reconocer humedales de turberas, que son grandes sumideros de gases de efecto invernadero, y humedales boscosos, conocidos como hualves o Pitrantos. En mayor o menor medida, todos suministran hábitat a peces, crustáceos, anfibios, reptiles y aves migratorias, entre otras especies. (MMA, 2018)

En 2020 el Ministerio del Medio Ambiente encargó una actualización del catastro de humedales existentes a nivel nacional (Edáfica, 2020). Arrojó una superficie total de 5.589.633 hectáreas, en contraste con los cerca de 4,3 millones de hectáreas identificadas en el inventario anterior, de 2016, marcando un aumento de 30% del área reconocida de humedales entre ambos ejercicios **(Figura 8).**

De acuerdo con los nuevos datos entregados por la actualización del catastro de humedales, más de la mitad de esta superficie se ubica en la Región de Magallanes, que reúne 3.364.213 hectáreas de humedales, seguida de Aysén (655.000 ha), Antofagasta (484.000 ha), Los Lagos (291.000 ha) y Los Ríos (155 mil ha). Las comunas que poseen mayor superficie de humedales son: Natales (1.867.867 ha), Punta Arenas (630.598 ha), Cabo de Hornos (363.680 ha) y San Pedro de Atacama (355.359 ha) (**Figura 8**).

Figura 8. Superficie de humedales a nivel comunal, 2020



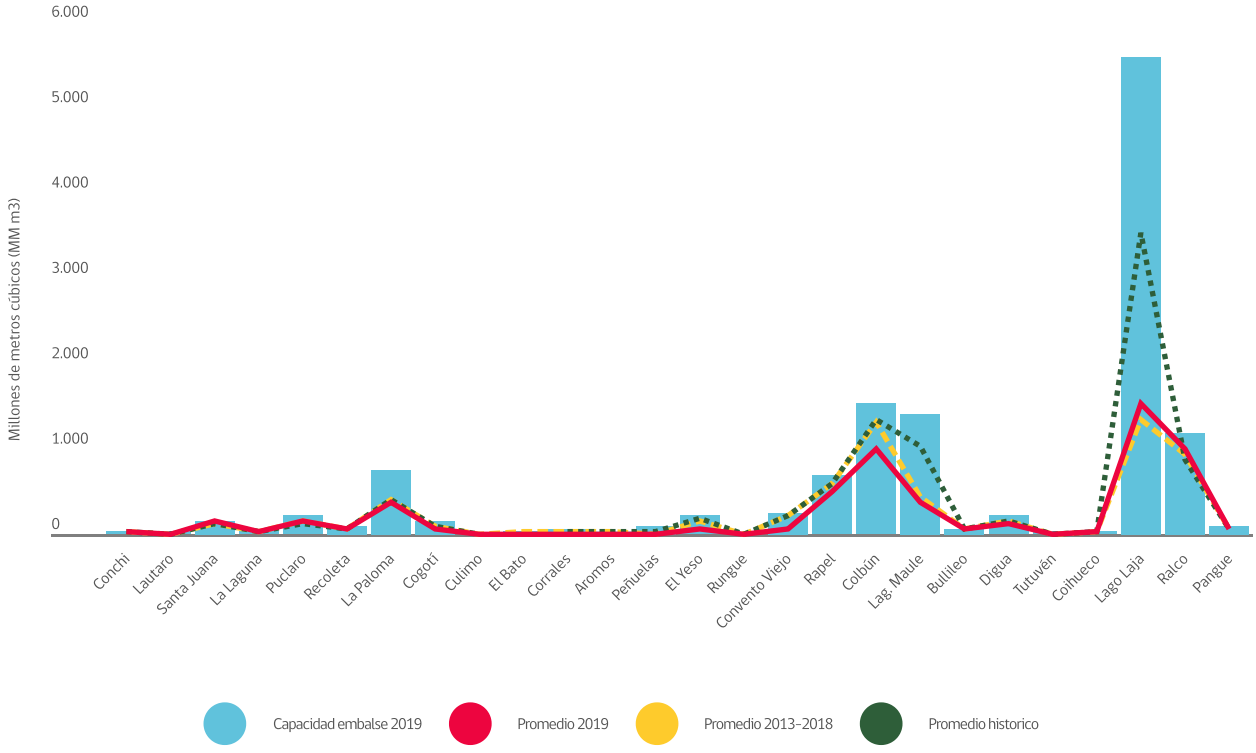
Fuente: Elaboración propia con datos de Catastro de humedales del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020.

2.1.6. Embalses

Los embalses son cuerpos de agua artificiales donde se acumula el torrente de ríos y esteros por medio de la interrupción de su caudal. Constituyen sistemas esenciales para asegurar la disponibilidad de agua (DGA, 2016). En Chile existen 60 embalses y la Dirección General de Aguas cuenta con el registro mensual de 26 de ellos: 17 son exclusivamente de riego, 3 de agua potable, 3 para generación de electricidad y 3 cumplen funciones mixtas de generación y riego. La capacidad total de agua embalsada de estos depósitos suma 12.961 m3, concentrada principalmente en los embalses Laja, que almacena 5.582 m3, Colbún (1.544 m^3), Laguna del Maule (1.420 m3) y Ralco (1.174 m^3).

En diciembre de 2019, el 70% de los embalses presentaba un déficit respecto de su volumen promedio histórico (Figura 10). La mayor disminución se observa en los embalses Corrales, con una baja de 71,4% en comparación con su promedio histórico; Convento Viejo (-66,2%) y El Yeso (-65,9%) . En comparación con diciembre de 2018, el volumen total embalsado era menor en 16%. Todos estos descensos se explican primordialmente por la ausencia generalizada de precipitaciones a nivel nacional **(Figura 9).**

Figura 9. Volúmenes de agua existentes en los principales embalses del país, 2019



Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

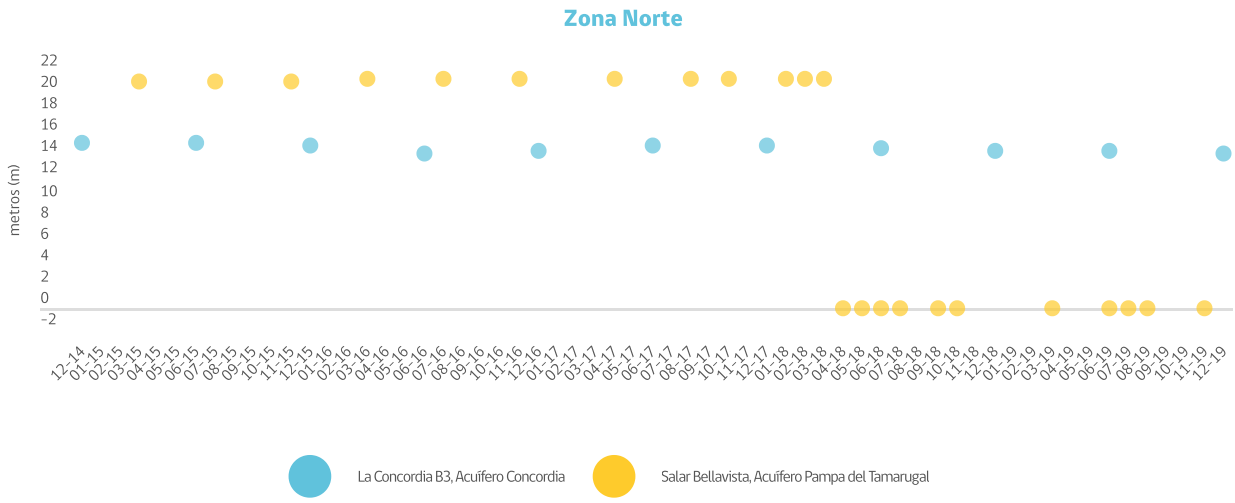
2.1.7. Acuíferos

Los acuíferos son definidos como un medio permeable capaz de transmitir y acumular agua en los poros, constituido principalmente por rocas fracturadas y/o depósitos sedimentarios no consolidados o poco consolidados. Estos sistemas almacenan agua subterránea a través de la infiltración de la precipitación desde la capa superior hasta llegar a la napa. En Chile se han delimitado 137 acuíferos y 375 sectores hidrológicos de aprovechamiento (SHAC) pero existen importantes brechas de información en este ámbito principalmente por el escaso conocimiento sobre su extensión y nivel de recarga (DGA, 2016).

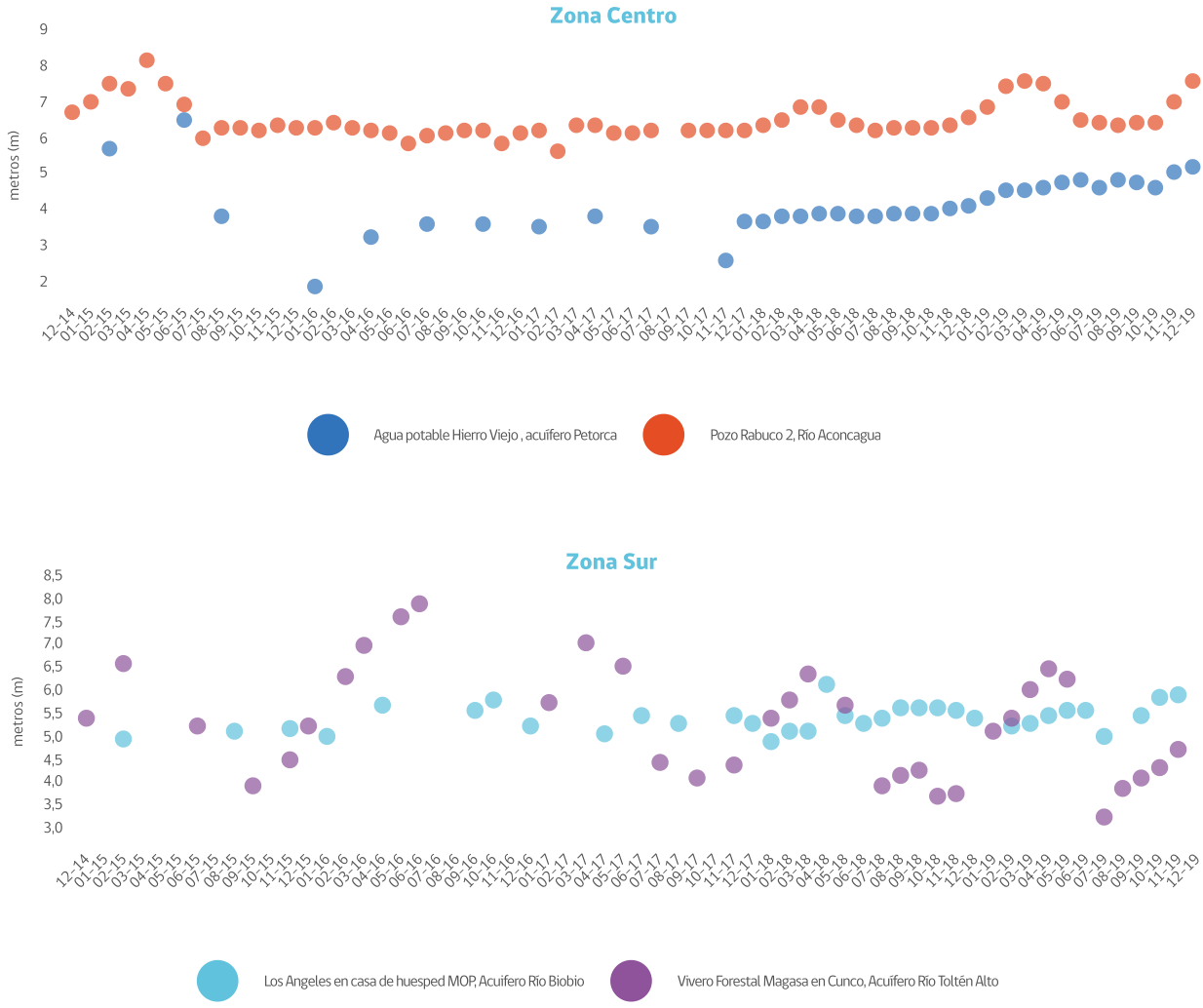
La DGA mantiene el monitoreo permanente de 67 pozos ubicados en 20 acuíferos, los cuales fueron divididos en alrededor de 36 sectores (Rojas et al, 2019). La medición del nivel de pozos o aguas subterráneas permite estimar la cantidad de agua almacenada en los acuíferos. Cada estación mide la distancia o profundidad existente entre la posición de la napa freática y la superficie del terreno (DGA,2016).

En la Figura 10 se han seleccionado aquellos pozos con variaciones significativas en estos últimos 5 años, representativos en su mayoría de la zona norte, centro y sur del país.

Figura 10. Nivel de profundidad en pozos de aguas subterráneas seleccionados por zona, 2014-2019



Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.



Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

Se observa que, en la zona norte, el acuífero de la Pampa del Tamarugal se encuentra seco desde mediados del 2018, mientras que el acuífero de La Concordia se ha mantenido constante en ese tiempo. En la zona central, los acuíferos de la zona de Petorca presentan niveles de agua bajos que no han presentado reducciones significativas. Sin embargo, en la cuenca del río Aconcagua hubo una tendencia a la baja hasta mediados de 2015, cuando se produjo una estabilización del nivel de agua. Los acuíferos de los ríos Biobío y Toltén, ubicados en el sur del país, tienen fluctuaciones sin tendencia definida.



2.2. Calidad de aguas

La calidad de un cuerpo de agua se aborda desde dos perspectivas: la salud humana y la conservación del medio ambiente. Los estándares para resguardar la salud humana se definen en función del uso a que se destine (consumo humano, riego, recreación con contacto directo, entre otros). En la normativa se definen estándares o valores de referencia expresados, generalmente, en unidades de concentración de los elementos, compuestos u organismos presentes o no (DGA, 2019). Por otra parte, con el objetivo de proteger el medio ambiente se regula por medio de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental, las cuales buscan protección y conservación del medio ambiente o la preservación de la naturaleza. La calidad del agua posee constantes variaciones, por lo que un mismo cuerpo de agua puede tener distinta calidad dependiendo de la ubicación y la estación en que se realice el muestreo.



2.2.1. Calidad de aguas superficiales

Naciones Unidas define como aguas de buena calidad ambiental a aquellas que fluyen en nuestros ríos, lagos y acuíferos sin causar daño a la salud humana o a los ecosistemas (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2020).

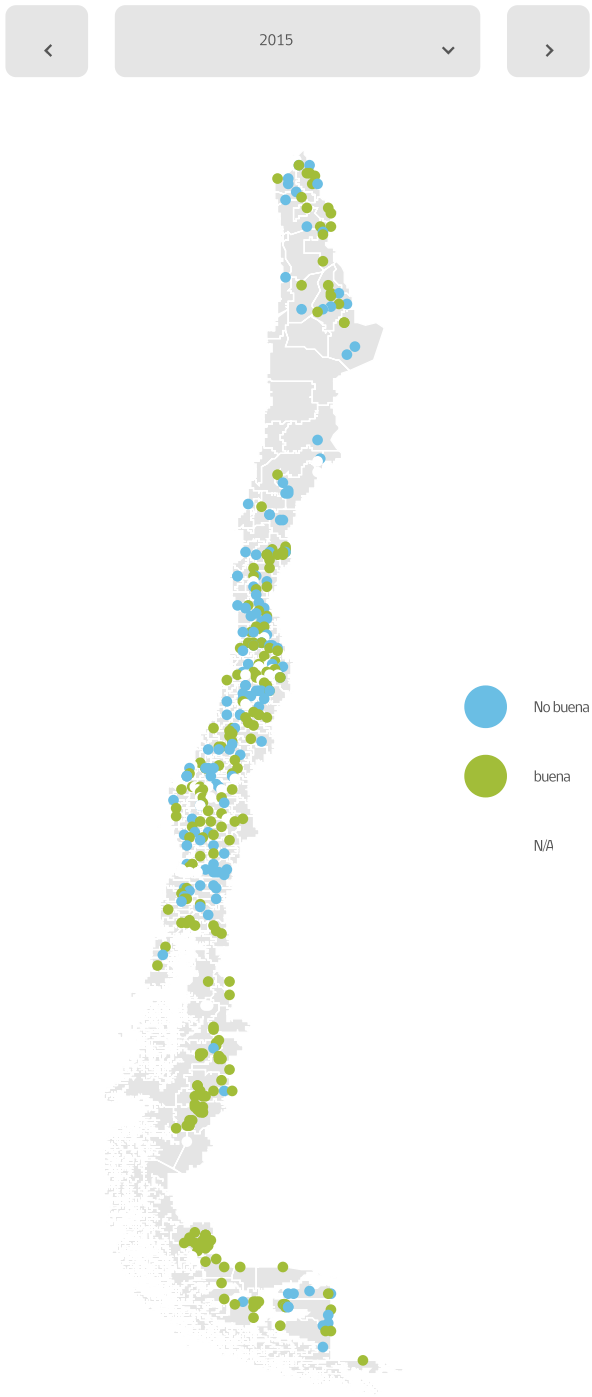
En el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, el objetivo 6 persigue garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos. En este contexto, se han establecido metas para asegurar la calidad del recurso hídrico, por lo que se han elaborado índices de calidad de agua para monitorear los cambios en el tiempo.

En Chile se han hecho importantes esfuerzos para caracterizar la calidad del recurso hídrico. En esta línea, el Ministerio del Medio Ambiente realiza un constante monitoreo sobre humedales costeros para caracterizar la salud trófica de los ecosistemas acuáticos que permite medir la calidad de agua y la condición ecológica, recogiendo parámetros fisicoquímicos y biológicos en 21 humedales costeros. Por su parte, la DGA posee una amplia red que monitorea de forma permanente los distintos cuerpos de agua existentes en nuestro país.

En virtud de lo anterior, la DGA elaboró un indicador de calidad que abarca 50 cuencas del país, y que considera los siguientes parámetros: pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, ortofosfato y nitrógeno oxidado total (nitrito más nitrato) **(Figura 11).** Se considera una buena calidad ambiental cuando el indicador posee un porcentaje de cumplimiento igual o superior al 80% considerando el cociente entre el número de valores monitoreados que cumplen con valores de referencia, respecto al total de valores monitoreados. Los valores de referencia varían dependiendo de la cuenca. En algunos casos se toman los establecidos en las Normas Secundarias de Calidad Ambiental (NSCA), mientras que en aquellos sistemas que no son regulados mediante las NSCA, se calculó un valor de referencia considerando valores históricos en dicho cuerpo de agua mediante el percentil 95% (CEDEUS-DGA, 2020)

La **Figura 11** muestra espacialmente las estaciones de monitoreo que fueron consideradas para el cálculo del indicador, que permiten identificar los parámetros que fueron considerados para el cálculo, junto con el valor que determinó su clasificación de buena o no buena calidad.

Figura 11. ODS. 6.3.2 Porcentaje de cuerpos de agua con buena calidad ambiental



Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

Fueron analizadas alrededor de 390 estaciones de monitoreo, circunscritas en 50 cuencas que forman parte de la red del Banco Nacional de Aguas. En la **Tabla 4** se evidencia que el año 2015, las estaciones de buena calidad representaron un 61% del total de estaciones. El año 2016 este porcentaje aumentó ya que hubo 281 que mostraron una buena calidad de las 389 que fueron consideradas para el cálculo. El año 2017 y 2018, el indicador arrojó un 67% y 72% de estaciones con buena calidad de aguas según los monitoreos realizados permanentes en cada estación.

Tabla 4. Estaciones de monitoreo con buena calidad de aguas, 2015-2018

	ESTACIONES C/BUENA CALIDAD	ESTACIONES TOTALES	%
2015	223	364	61,26
2016	281	389	72,24
2017	260	387	67,18
2018	275	384	71,61

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.



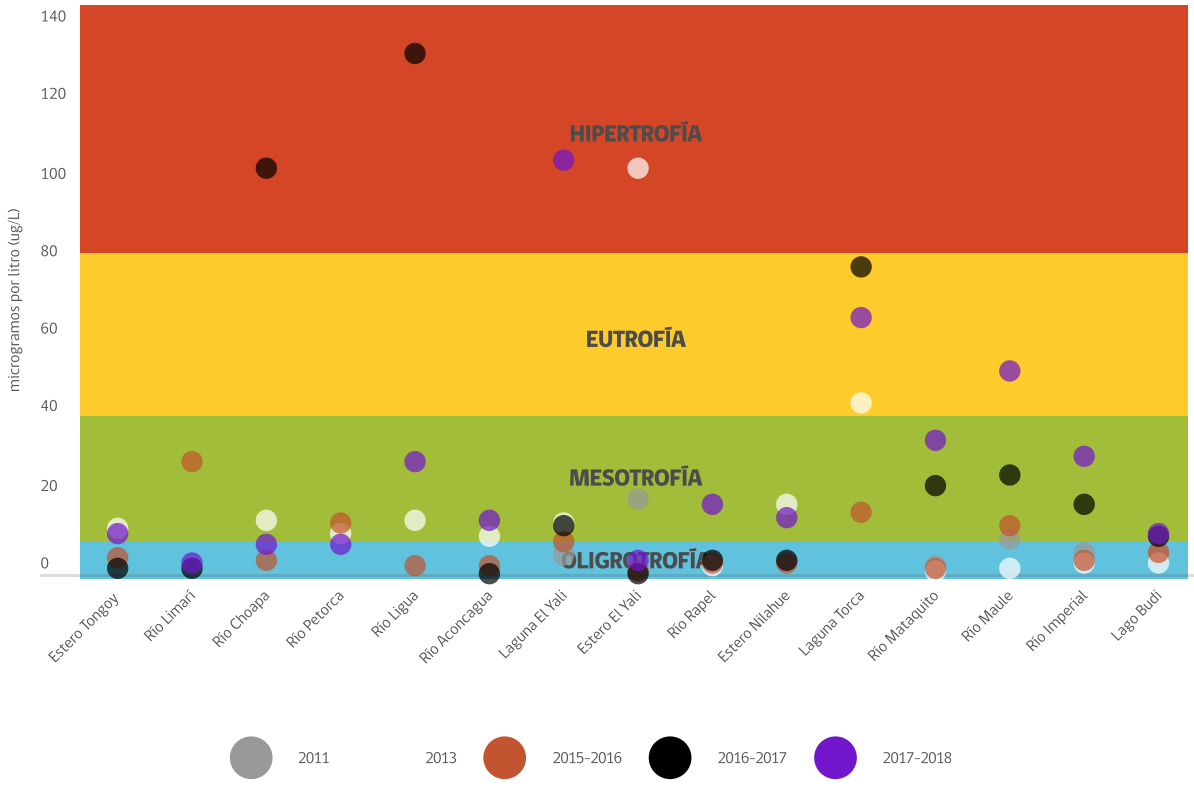
2.2.2. Calidad de agua en humedales costeros

Entre los ecosistemas de relevancia a nivel nacional e internacional, están los humedales, tanto continentales como costeros. Estos últimos corresponden a ecosistemas únicos desde el punto de vista de su productividad, dinamismo y fragilidad. La pérdida estimada de humedales naturales en el siglo XX fue de entre 62% y 63% (Davidson, 2014). En Chile, el Ministerio del Medio Ambiente diseñó e implementó una red de monitoreo de humedales, dentro y fuera de las áreas protegidas, para conocer su estado.

El diagnóstico ambiental, realizado en distintas campañas entre los años 2011 y 2019, ha analizado 22 parámetros fisicoquímicos de calidad del agua (in situ, metales pesados, nutrientes, biológicos y otros de interés ambiental). Se analizó, evaluó y discutió la condición trófica de cada cuerpo acuático a través de los índices propuestos por Nürnberg, Dodds y por Bricker que utilizan como parámetros las concentraciones de clorofila-a, fósforo y nitrógeno totales para ecosistemas de agua dulce continentales (ríos y lagos) y ecosistemas estuarinos (Latuz-Abarzúa 2020).

La **Figura 12** muestra el nivel trófico de estuarios que se han obtenido en las principales campañas de monitoreo de humedales costeros, determinado por medio de la concentración de clorofila a. De acuerdo con los resultados, se observa que los sistemas monitoreados presentan diferentes categorías tróficas que van desde la oligotrofia hasta la hipertrofia. No obstante, la mayoría de los valores se concentran en estados oligotróficos y mesotróficos, excepto casos como el Estero El Yali (año 2013), Río Choapa (2016-2017), Río La Ligua, y el Lago el Yali (2017-2018) que presentan niveles hipertróficos

Figura 12. Estado trófico de estuarios según concentración de clorofila , 2011-2018



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2019.

Por su parte, los sistemas lénticos – aquellos cuerpos cerrados y que no fluyen – como los lagos Vichuquén, Lanalhue y LLeu Lleu, se encuentran en niveles de oligotrofia y mesotrófica, de acuerdo a las distintas campañas de monitoreo (**Figura 13**), a excepción de la condición eutrófica que muestra el lago Lanalhue en el último muestreo realizado entre el año 2017 y 2018.

En ecosistemas dulceacuícolas lóticos – es decir, que fluyen siguiendo un curso – se advierten niveles de oligotrofia en todos los muestreos realizados en los ríos Elqui, Maipo y Toltén, a excepción del cambio en el estado trófico que registró este último en el muestreo de 2017 (**Figura 14**).

Figura 13. Estado tróficos según concentración de clorofila , 2011-208

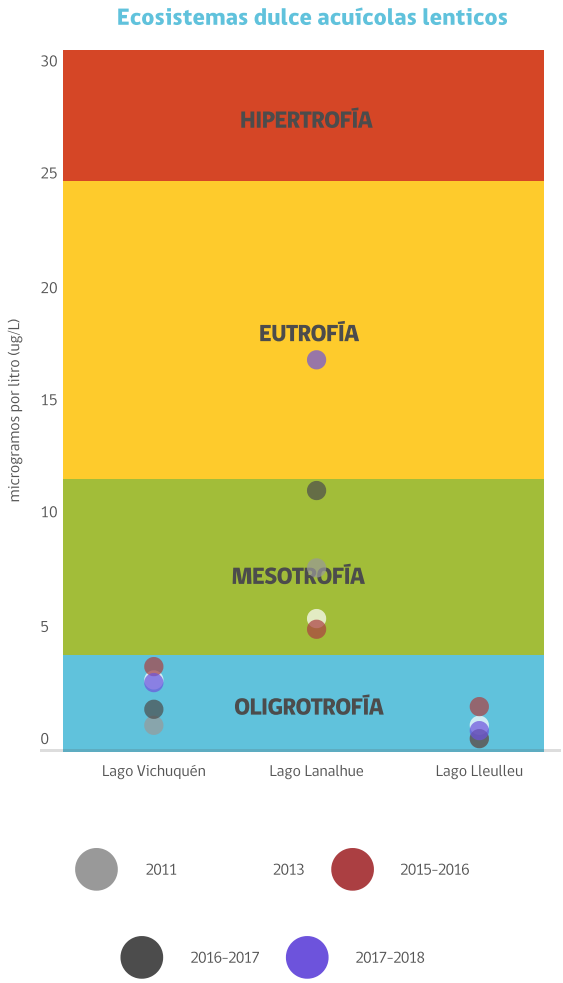
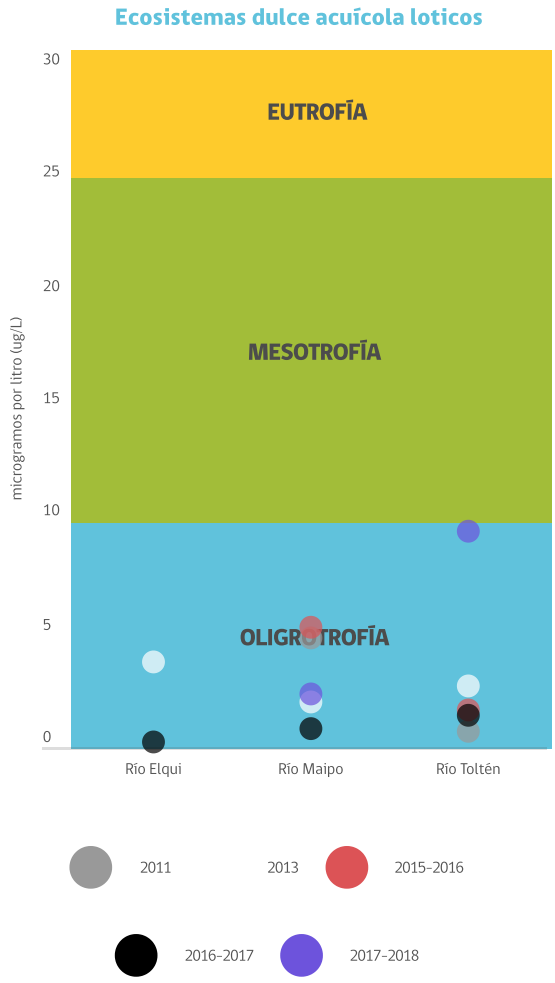


Figura 14. Nivel trófico en ecosistemas dulce acuícolas lóticos

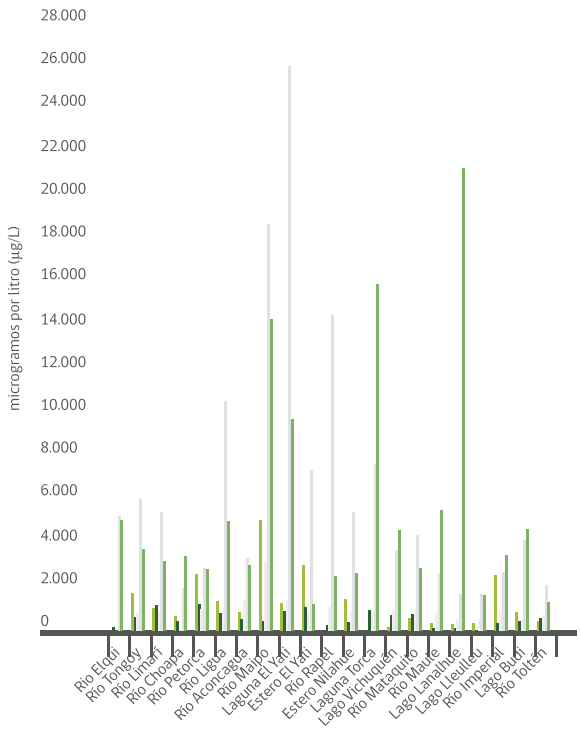


Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2019.

En el caso de los nutrientes como nitrógeno total, se observan tendencias de aumento de este compuesto a lo largo de las campañas, siendo el rio Petorca y el Lago Lleu Leu los que presentan la menor tasa de incremento y, además, presentan las menores concentraciones con respecto al resto de los sistemas inferiores a 3.000 y 2.000 mg/l respectivamente (**Figura 15**).

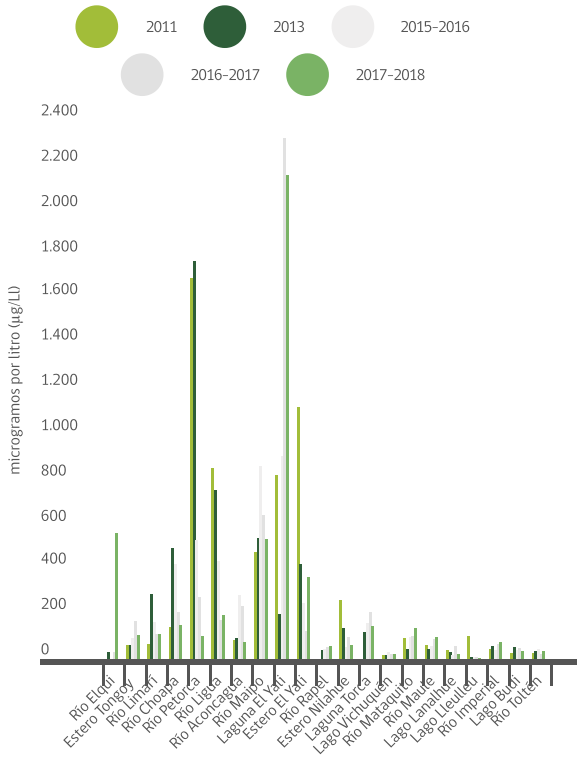
En el caso del fósforo total se advierte una mayor variabilidad en los resultados del muestreo (**Figura 16**).

Figura 15. Nitrógeno total en humedales, 2011-2018



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2019.

Figura 16. Fósforo total en humedales, 2011-2018



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2019.

2.2.3. Calidad de aguas subterráneas

El monitoreo realizado a nivel nacional por la Dirección General de Aguas (DGA) y la Superintendencia de Servicios Sanitarios abarca no sólo los recursos superficiales, sino también los cuerpos de agua subterráneos.

La DGA ha realizado diagnósticos de calidad del agua en las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, Bernardo O'Higgins y Maule, utilizando para ello los pozos de agua potable rural (APR) por tres razones principales: tienen infraestructura para extraer el agua, funcionan constantemente y no presenta problemas de acceso. El índice de calidad de aguas por pozos ha sido elaborado considerando los siguientes parámetros: sólidos disueltos totales, cloro, sulfatos, calcio, sodio, nitratos, arsénico y magnesio. Luego de los análisis fisicoquímicos se evalúa la calidad del agua según los requisitos contenidos en la norma chilena NCh 409/05, y el uso en riego, cuyas condiciones establece la NCh 1333/78 (DGA, 2019b). Así, el agua se califica en distintos niveles de calidad: excepcional, buena, regular, insuficiente e intratable (**Tabla 5**).

La Figura 17 muestra distintos niveles de calidad según categorías descritas en la Tabla 5.

Tabla 5. Categorías del Índice de Calidad de Aguas subterráneas

ÍNDICE DE CALIDAD (IC)	INTERPRETACIÓN
Excepcional	Según recomendaciones de OMS respecto a la calidad del agua de uso humano.
Buena	Norma Chilena con respecto a la calidad de aguas de uso potable.
Regular	Norma para actividad agrícola, y norma chilena de riego.
Insuficiente	Norma para actividad agrícola, y norma chilena de riego.
Intratable	Aguas cuyo tratamiento es posible mediante procesos costoso o complejos.

Fuente: Dirección General de Aguas (DGA), 2019a.

Los parámetros considerados y las concentraciones de referencia utilizadas para calificar el agua se detallan en la Tabla 6.

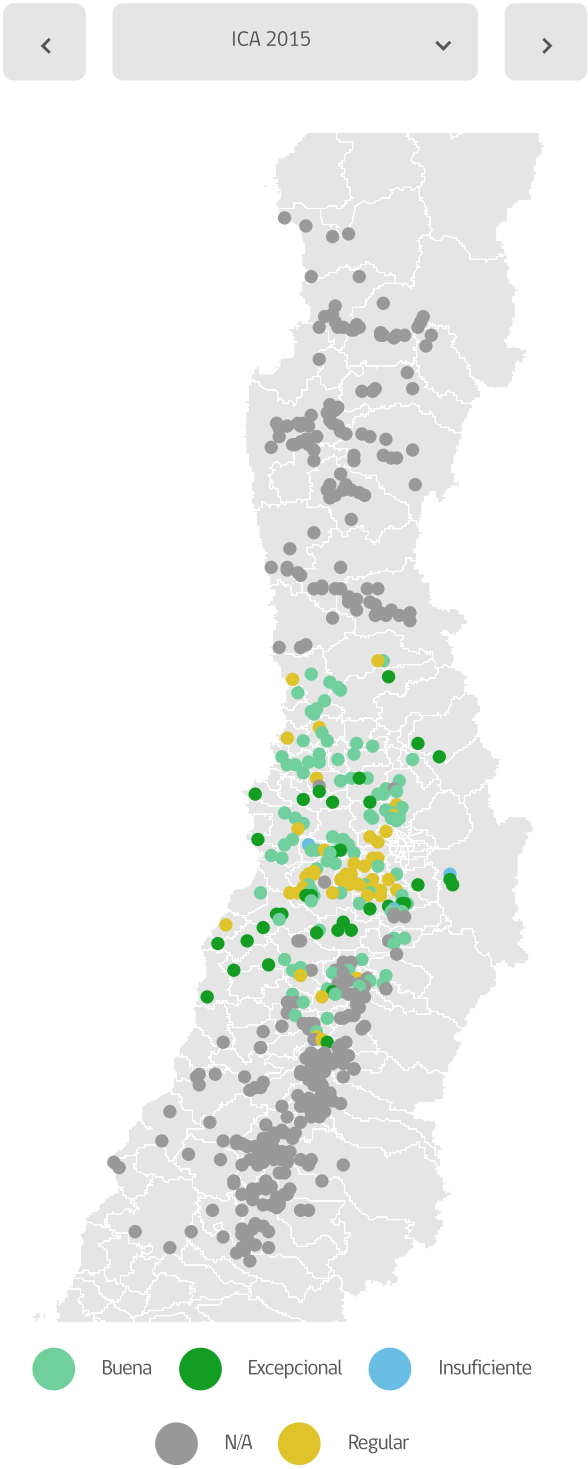
Tabla 6. Parámetros de referencia para el cálculo del índice de Calidad de Aguas

Nº	CLASE	CLORURO (MG/L)	SULFATO (MG/L)	CALCIO (MG/L)	SODIO (MG/L)	MAGNESIO (MG/L)	NITRATO (MG/L)	ARSÉNICO (MG/L)	SDT (MG/L)
1	Excepcional	250	250	100	200	100	10	0,01	1200
2	Buena	400	500	200	200	125	50	0,01	1500
3	Regular	1064	961	401	920	250	133	0,10	2000
4	Insuficiente	1600	10000	4000	6000	2500	200	4,00	6000
5	Intratable	>1600	>10000	>4000	>6000	>2500	>200	>4,00	>200

Download data

Fuente: Dirección General de Aguas (DGA), 2019a.

Figura 17. Índice de calidad de agua subterránea en pozo APR, 2015-2018

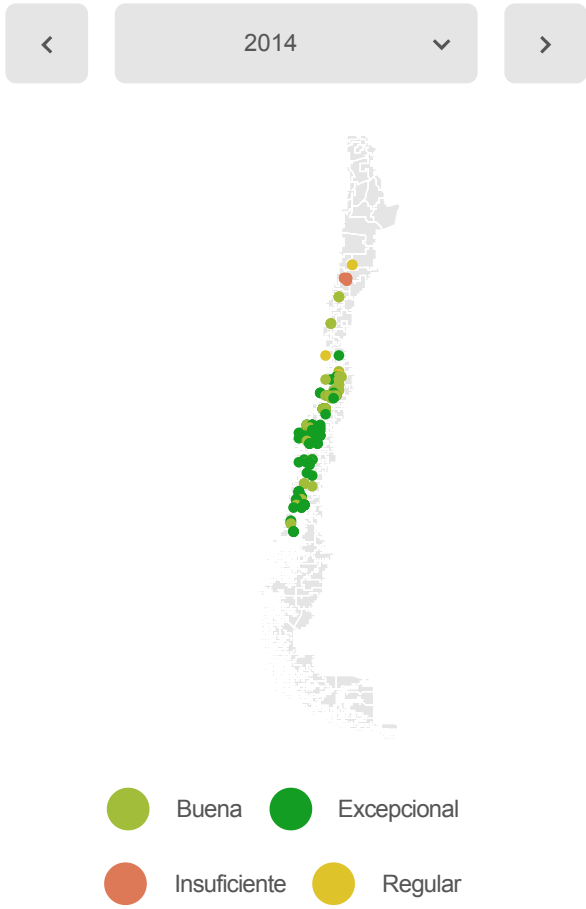


Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

Con respecto al monitoreo realizado por las Empresas de Servicios Sanitarios a los puntos de captación de agua subterránea, por orden de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), fue posible replicar el cálculo del Índice de Calidad para aquellos puntos de captación que se circunscriben en punteras, norias y sondajes donde se extrae agua subterránea para las principales empresas a nivel nacional.

Para el cálculo de este indicador se utiliza como referencia la metodología del indicador de pozos antes descrito, exceptuando los parámetros relativos a sodio y calcio, puesto que no son medidos dentro del monitoreo de la SISS.

Figura 18. Índice de calidad de agua subterránea en puntos de captación de sanitarias, 2014 -2018

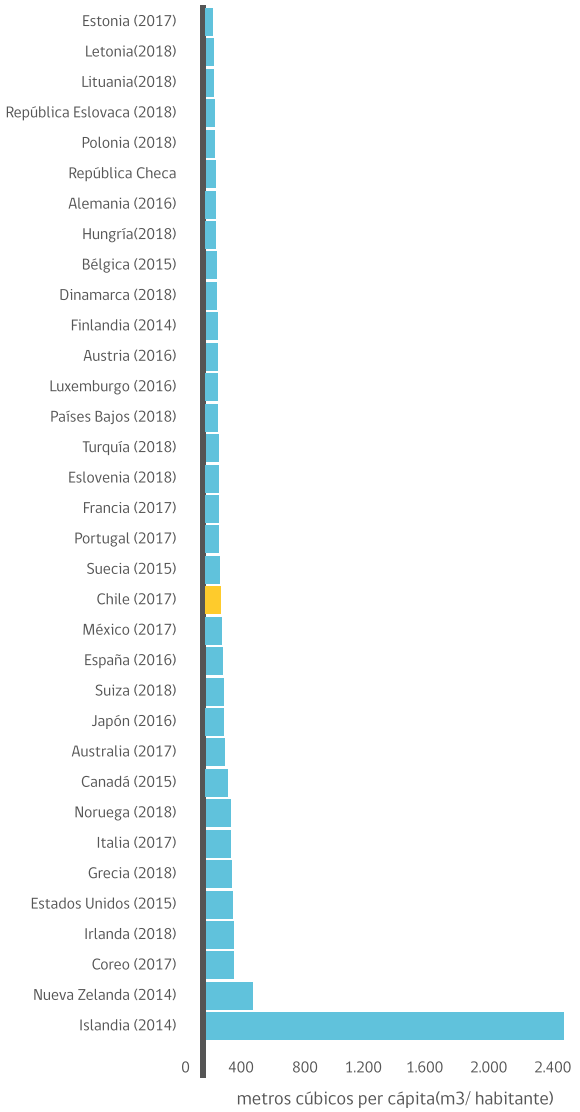


Fuente: Elaboración propia con datos de Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), 2020.

2.3. Agua Potable

Entre los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), Chile se ubica en el lugar número 15 respecto al volumen de agua extraída para suministro de agua potable per cápita, con 94,5 m3 per cápita (**Figura 19**).

Figura 19. Extracción de agua dulce para suministro de agua potable



Fuente: Elaboración propia con datos de Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), 2020.

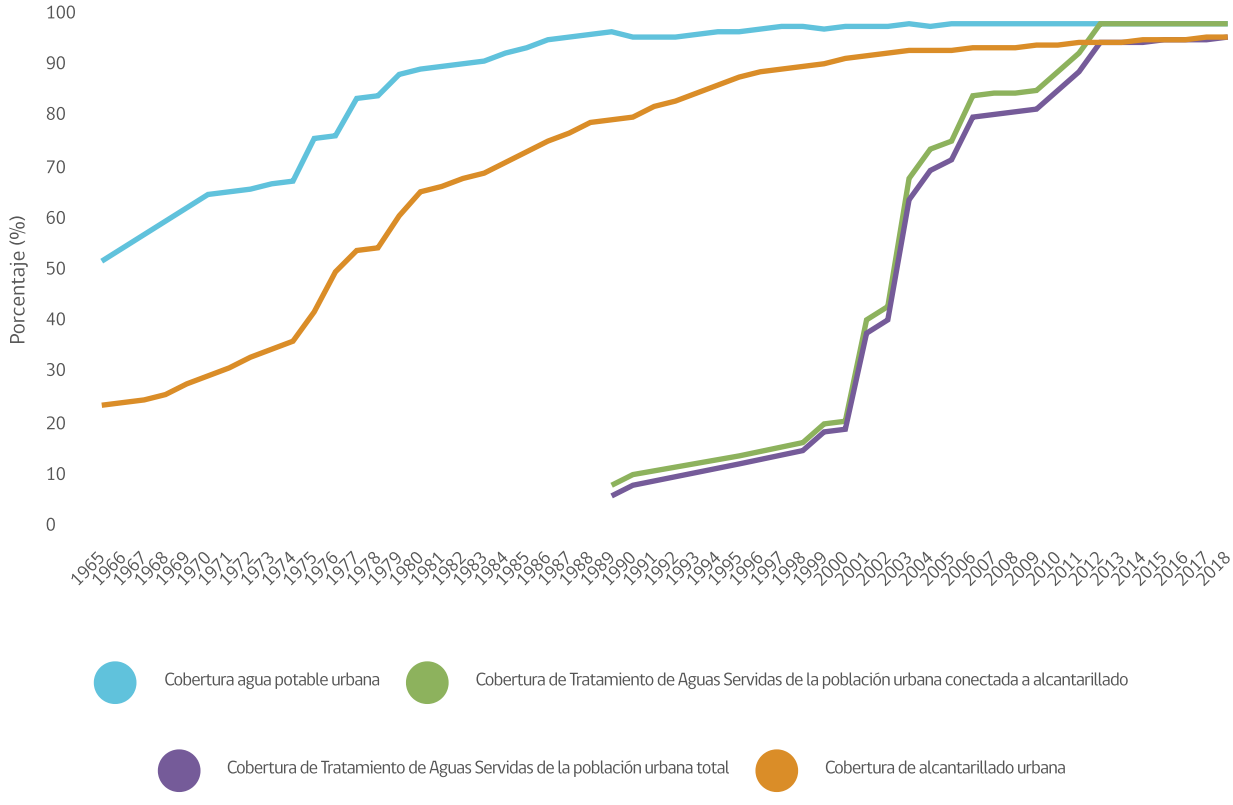


Desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Coquimbo las fuentes para la producción de agua potable son principalmente subterráneas; en la zona central, desde Valparaíso a Los Lagos se trata de fuentes mixtas (superficiales y subterráneas) y en el extremo sur, mayoritariamente corresponden a agua superficial. Un caso particular de fuente de abastecimiento es el agua de mar, equivalente a 1% del total nacional, que se desala en la Región de Antofagasta.

Más de 80% de la población del país habita en zonas urbanas donde los servicios de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas son provistos por empresas concesionarias o explotadoras de concesiones. El informe más reciente del sector, con cierre a diciembre de 2018, da cuenta de la existencia de 58 concesionarias, de las cuales 53 están en operación, abarcando un universo de 5.496.121 clientes (SISS, 2019).

A diciembre de 2018 la cobertura de agua potable, respecto del total de la población urbana que reside en el territorio operacional de las empresas concesionarias, es de 99,93%; la de alcantarillado de 97,17% y la cobertura de tratamiento de aguas servidas, de 99,98% (**Figura 20**).

Figura 20. Coberturas de Agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas en áreas concesionadas, 1965-2018



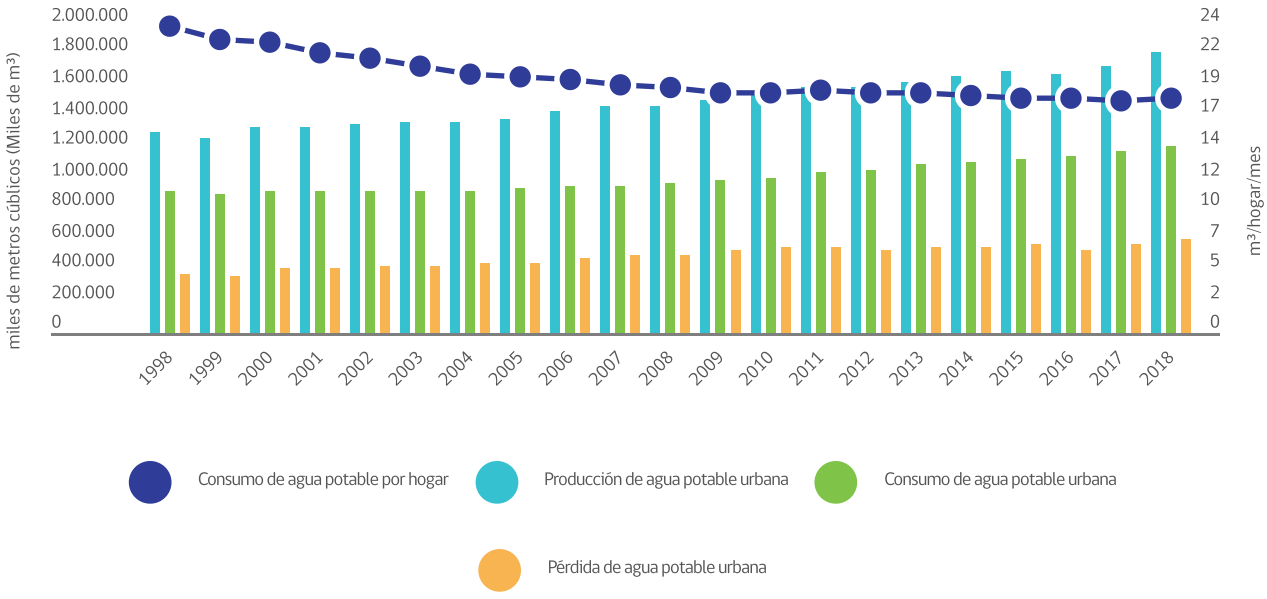
Fuente: Elaboración propia con datos de Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), 2020.

2.3.1. Producción, consumo y pérdida de agua potable urbana

De acuerdo con la información reportada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, en 2018 el consumo anual de agua potable en localidades urbanas concesionadas fue de 1.201 millones de m^3, lo que se traduce en un consumo promedio de 18,3 m^3 por cliente al mes. Esta cifra representa un aumento de alrededor de 3% respecto del año anterior. La producción de agua potable va en constante ascenso: en 2018 totalizó un volumen de 1.740 millones de m^3, marcando un incremento de 2,5% en relación con 2017. El consumo de agua (volumen registrado en medidores) es inferior a la producción, por lo que la diferencia entre ambos es considerada como la pérdida de agua. En 2018 esta agua no facturada representó 33,8% del volumen de agua producida (**Figura 21**).



Figura 21. Evolución anual de producción, consumo y pérdida de agua



Fuente: Elaboración propia con datos de Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), 2020.

2.3.2. Cumplimientos de requerimientos de calidad de agua potable (%)

Con el objetivo de verificar que el agua potable cumpla las condiciones estipuladas en la normativa, se realizan monitoreos permanentes, que apuntan tanto a la calidad que tiene que presentar el agua como al muestreo que se debe realizar para verificarla. En 2019, el cumplimiento a nivel nacional en los atributos de muestreo y calidad del agua potable fue de un 97,89% (**Tabla 7**).

El año 2019, el portal canadiense globehunters publicó un estudio basado en datos del Centro para el Control de Enfermedades (CDC) de Estados Unidos, que destaca a Chile y Costa Rica como los únicos países de Latinoamérica donde es seguro beber agua potable (Globehunters,2019).

Tabla 7. Cumplimiento de requerimientos de agua potable

CATEGORÍA	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Calidad	**99,60%**	**98,80%**	**98,50%**	**99,50%**	**99,20%**	**99,10%**	**97,16%**
Bacteriología	99,90%	99,70%	99,90%	99,90%	99,30%	100%	100%
Cloro libre residual	99,90%	99,80%	99,30%	99,40%	99,70%	97,30%	99,88%
Parámetros críticos	98,30%	98%	97,60%	98,70%	98,90%	99,20%	98,77%
Parámetros no críticos	99,80%	99,80%	99,70%	99,70%	99,50%	99,60%	99,73%
Turbiedad	99,90%	96,50%	96,20%	99,50%	98,70%	99,30%	87,70%
Muestreo	**98,80%**	**97,60%**	**98,40%**	**98,90%**	**98,30%**	**99,60%**	**98,61%**
Bacteriología	98,90%	94%	99,50%	97,20%	97,60%	99,70%	96,41%
Cloro libre residual	97,20%	98,20%	99,30%	99,40%	97,60%	99,30%	99,15%
Parámetros críticos	99,30%	99,10%	97,60%	98,70%	98,80%	99,40%	98,58%
Parámetros no críticos	99,90%	99,90%	99,70%	99,70%	99,60%	99,70%	99,81%
Turbiedad	98,90%	96,60%	96,20%	99,50%	97,80%	99,70%	99,09%
Total general	**99,20%**	**98,20%**	**98,50%**	**99,20%**	**98,70%**	**99,30%**	**97,89%**

Download data

Fuente: Elaboración propia en base a SISS, 2020.

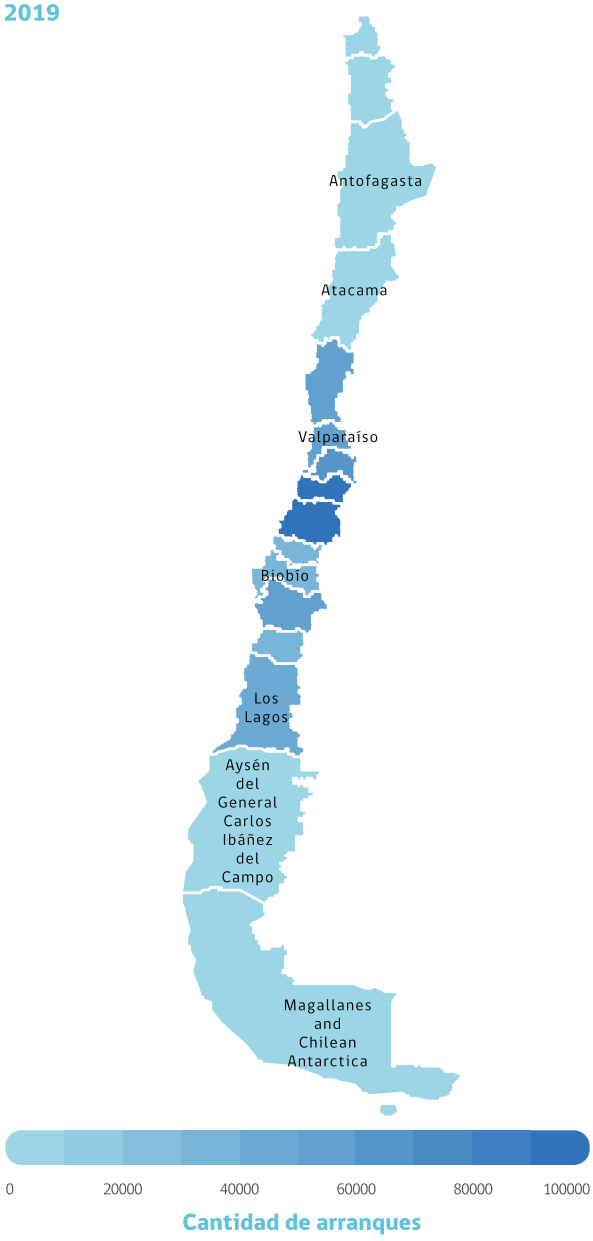
2.3.3. Agua Potable Rural

La principal forma de abastecimiento de agua en áreas rurales de Chile es el Programa de Agua Potable Rural (APR) del Ministerio de Obras Públicas, cuyo objetivo es abastecer y asegurar la calidad del agua según las normas chilenas que rigen para el agua potable. En este programa, las cooperativas y comités de agua potable rural (APR) son las organizaciones sociales que abastecen de este recurso a cada localidad; cada organización está compuesta por un equipo administrativo y uno técnico, que se hacen cargo de la infraestructura, asegurando el acceso continuo de agua.

A diciembre de 2019 se contabilizan 1.939 sistemas de agua potable rural que abastecen a 1.843.919 beneficiarios. Las regiones que tienen mayor cantidad de sistemas APR son Maule (293 sistemas), O'Higgins (253) y Araucanía (221). Por el contrario, entre Arica y Parinacota y Atacama se presenta el menor número de sistemas (Figura 22). Según cifras de la Dirección de Obras Hidráulicas, el año 2019 el Programa de Agua Potable Rural, tuvo una ejecución presupuestaria de 109.754 millones de pesos. Para 2020, la Ley de Presupuestos más ajustes establece una inversión de 158.337 millones de pesos (Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), 2020).



Figura 22. Sistemas de agua potable rural en Chile, 2019



Nota: arranque corresponde al tramo de la red pública de distribución, comprendido desde el punto de su conexión a la tubería de distribución hasta la llave de paso colocada después del medidor inclusive.

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) 2020.

3. Presiones

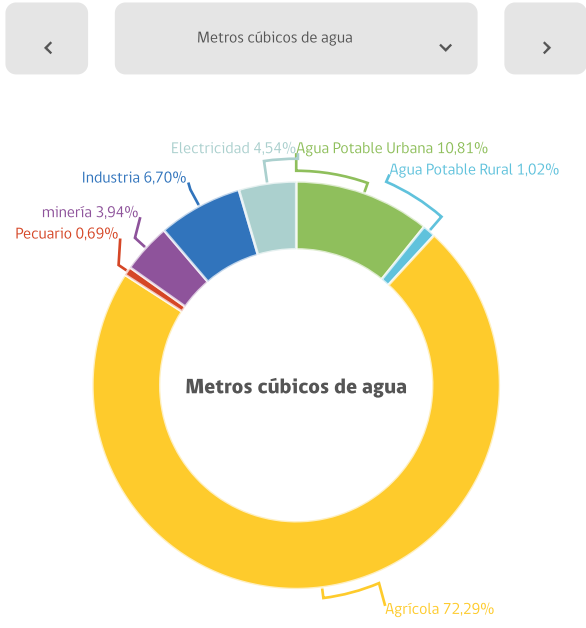
Entre las principales presiones existentes a nivel nacional sobre el recurso hídrico, destacan el uso creciente de agua por parte de los sectores productivos y las emisiones de Residuos Industriales Líquidos (Riles) vertidas en cuerpos de aguas superficiales y subterráneos.



3.1. Demanda y uso de los recursos hídricos

La demanda hídrica se refiere a la necesidad de agua para consumo directo o indirecto en el desarrollo de actividades humanas definidas a través de diferentes usos. La DGA realizó una estimación de este uso para agua potable y para los sectores agrícola, minero, industrial, hidroeléctrico, forestal, acuícola, turístico y ambiental, en todas las regiones del país. Los resultados arrojaron que los sectores que más demandan agua consuntiva, es decir aquella que el titular del derecho de aprovechamiento puede consumir totalmente sin devolverla a la fuente de la cual fue extraída, son: agrícola que explica un 70% de la demanda, Agua potable urbana (11%) y sector industrial (7%). Estos tres sectores demandan cerca del 90% del agua a nivel nacional, equivalente a unos 9,8 mil millones de metros cúbicos de agua al año (**Figura 23**).

Figura 23. Demanda y uso de agua consuntiva por actividad económica, 2015



Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2018.

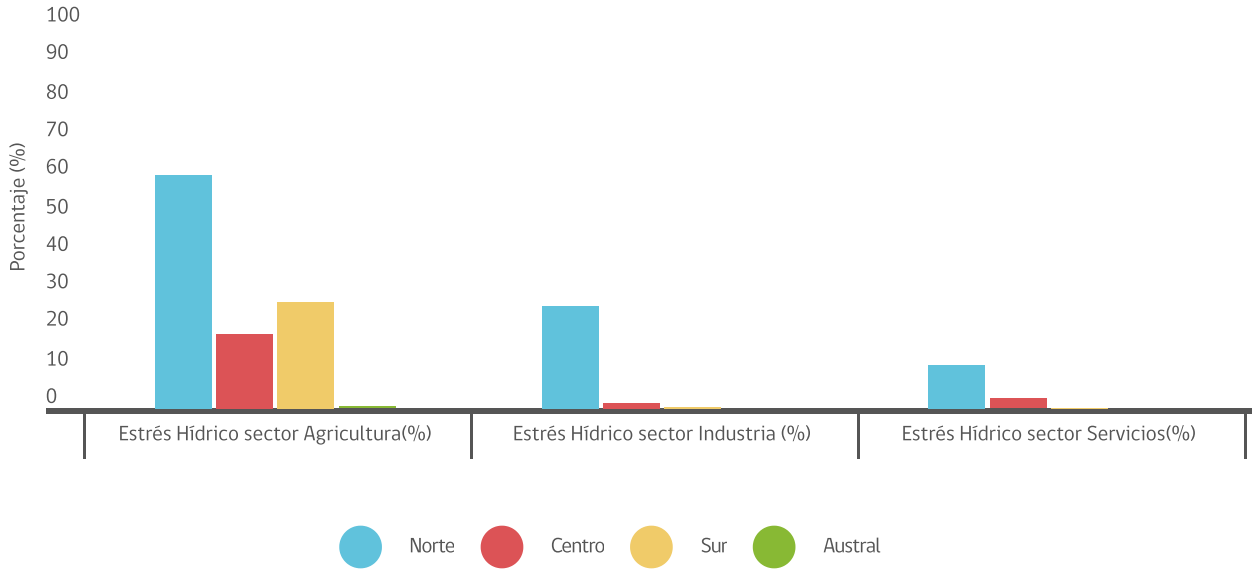
3.1.1. Estrés Hídrico

El nivel de estrés hídrico se define como la "extracción de agua dulce en proporción a los recursos de agua dulce disponibles". (Organización de Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura [FAO], 2018). Para su cálculo se estima la extracción de agua dulce total por todas las actividades económicas (sobre la base de las categorías de la CIIU) y se divide por la estimación de los recursos renovables en agua dulce totales, después de haber tomado en cuenta las necesidades hídricas ambientales. En el caso de Chile, los principales sectores, como se ha visto anteriormente, corresponden a la agricultura, silvicultura y pesca; industria de electricidad.

Los resultados presentados en la Figura 24 son coherentes con la información actual sobre la disponibilidad del recurso hídrico relacionada a la diversidad geográfica del país, evidenciando un mayor estrés hídrico en la macrozona norte y un casi nulo estrés en la macrozona austral. Se observa que, en relación con el sector de agricultura, la zona norte presenta un 62% de estrés hídrico, seguido por un 28% que curiosamente se presenta en la zona sur. En la zona central en cambio, se presenta el menor porcentaje de estrés hídrico.

Respecto a los sectores industrias y servicios, de igual forma se evidencia que la zona norte representa el estrés hídrico más significativo con 26% y 12% respectivamente (FAO, 2018).

Figura 24. ODS 6.4.2. Nivel de estrés por escasez de agua :Extracción de agua dulce como proporción de los recursos de agua dulce disponibles



Fuente: Elaboración propiac on datos de La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Dirección General de Aguas (DGA) , 2018.

3.1.2. Derechos de agua

En Chile, para utilizar agua de origen superficial o subterráneo es necesario contar con un derecho de aprovechamiento de agua. Este derecho consiste en la facultad de usar y gozar del recurso conforme con los requisitos indicados en el Código de Aguas. Existen dos tipos de derechos de aprovechamiento de aguas: consuntivo[2] y no consuntivo[3]



De acuerdo con las cifras reportadas por la DGA, a nivel nacional existen alrededor de 130 mil derechos de agua concedidos, de los cuales cerca de 56 mil corresponden a derechos de agua superficiales y 60 mil subterráneos de tipo consuntivo. El universo restante, que asciende a 13 mil derechos de aprovechamiento son de carácter no consuntivo.

Respecto al otorgamiento por actividad económica, el 56% de los derechos de agua son usados en agricultura, mientras que alrededor del 15% es destinado a bebida o uso doméstico. Caso similar muestran los derechos de aguas subterráneas donde prima el otorgamiento en agricultura y uso doméstico.

[2] Derecho de aprovechamiento consuntivo es aquel que faculta a su titular para consumir totalmente las aguas en cualquier actividad.
[3] Es aquel que permite emplear el agua sin consumirla y obliga a restituirla en la forma que lo determine el acto de adquisición o de constitución del derecho.

Entre 2016 y 2020 el número de derechos de agua otorgados ha aumentado en todas las cuencas, a excepción de Islas entre el límite regional, canal Ancho y estrecho de La Concepción, en la Región de Magallanes. Este incremento ha sido de diez veces para la cuenca del río La Ligua y de cuatro veces en el caso del río Petorca (**Figura 25**).

Respecto al caudal otorgado mediante derechos de aprovechamiento de aguas superficiales, las cuencas donde existen mayores caudales a enero de 2020 son los rios Biobío, Valdivia y Bueno con 288 mil, 95 mil y 50 mil litros por segundo de agua, respectivamente. Estos valores consideran la suma de los caudales inscritos por titulares autorizados por la DGA (**Figura 26**).

Figura 25. Cantidad de derechos de agua por cuenca, 2016 y 2020

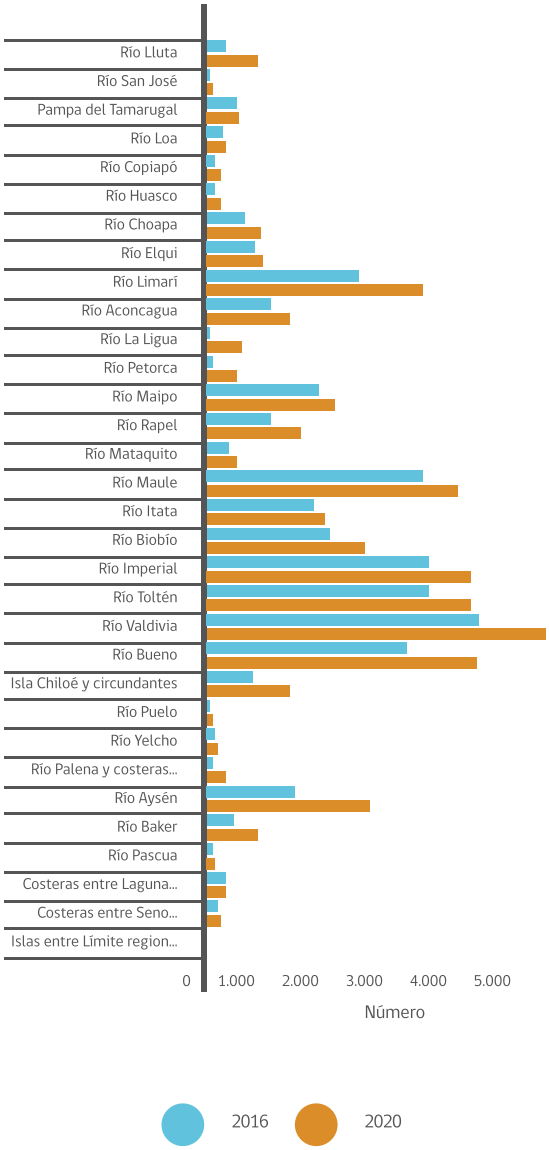
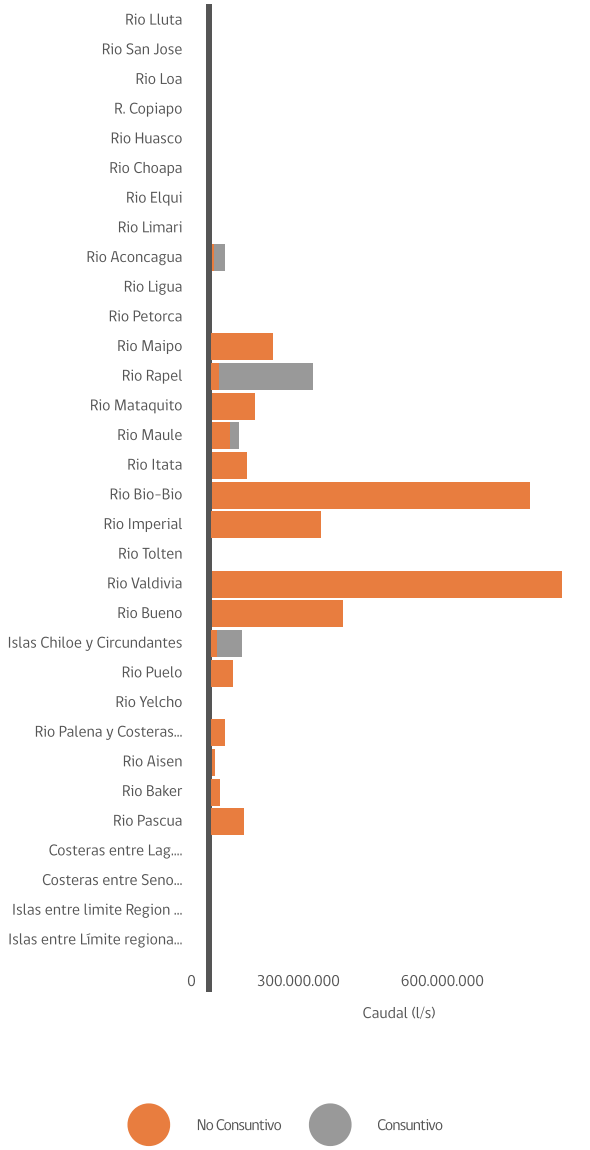


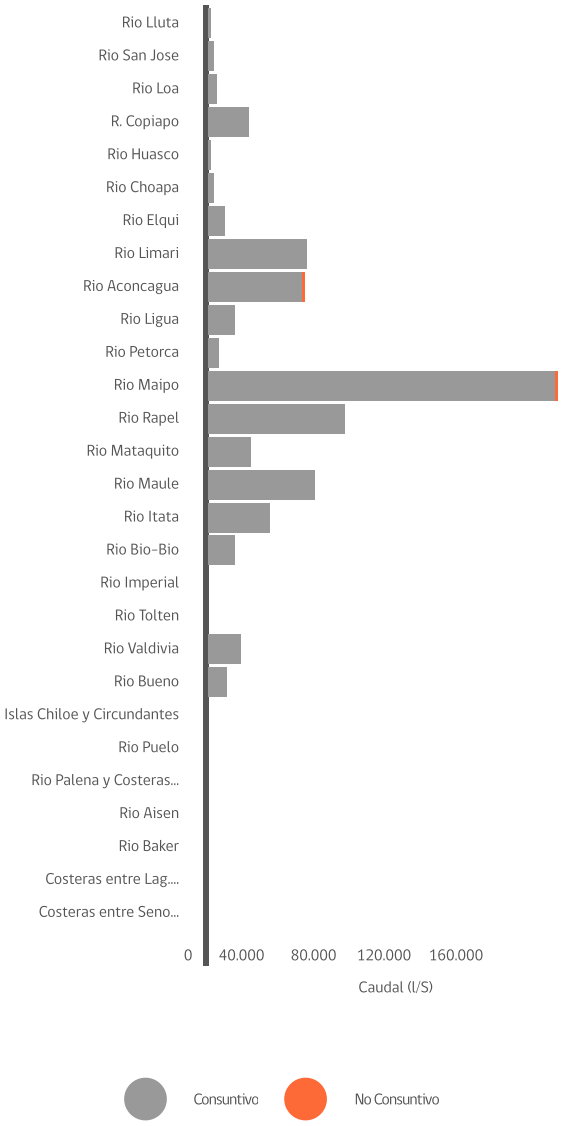
Figura 26. Caudal otorgado en derechos de agua superficiales por cuenca y tipo



Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

Por otra parte, en relación con los derechos de aguas subterráneas (**Figura 27**) las cuencas en las que se ha otorgado mayores caudales para el aprovechamiento de aguas son Río Maipo, Rapel y Maule con aproximadamente 191.443, 74.927 y 58.686 litros por segundo respectivamente.

Figura 27. Caudal otorgado en derechos de agua subterráneos por cuenca y tipo



Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

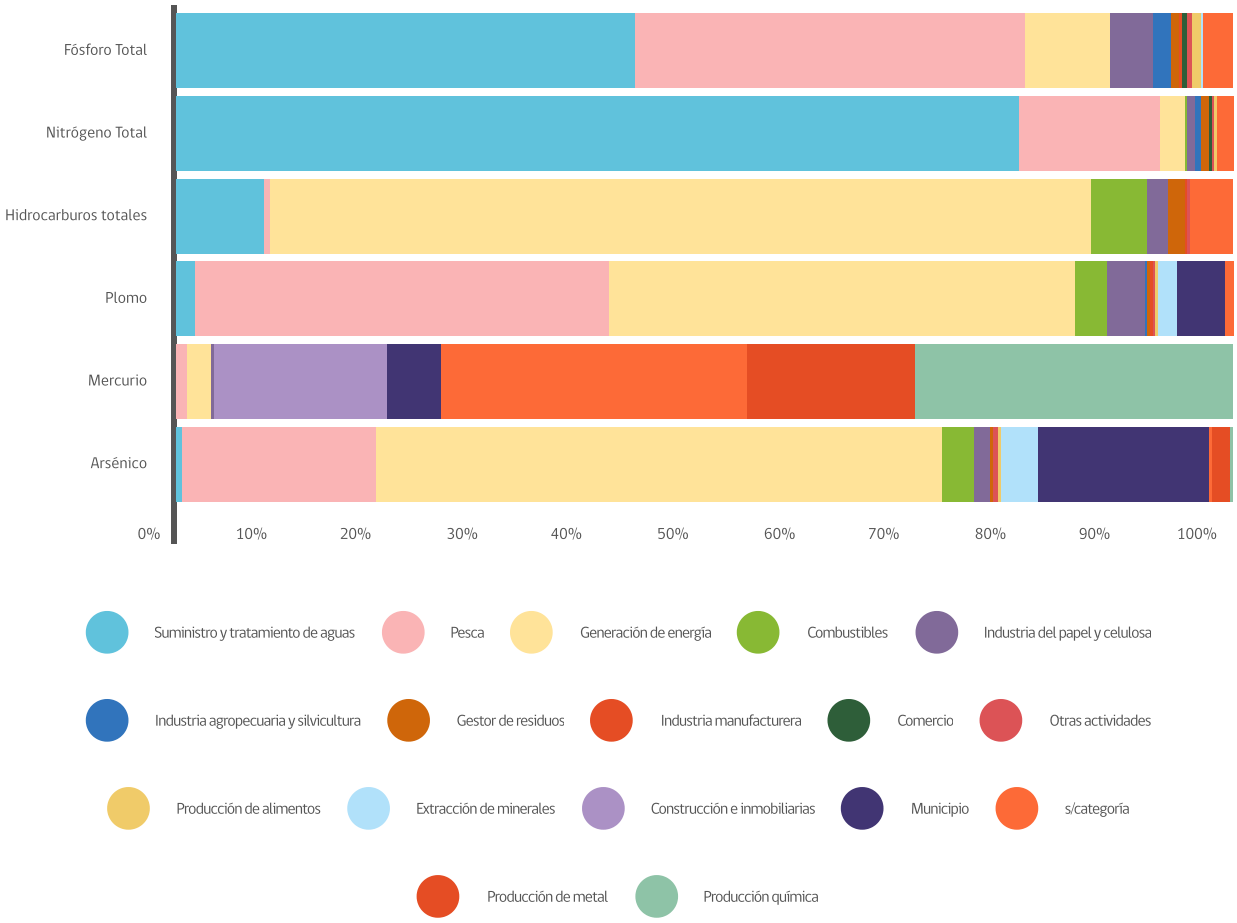


3.2. Emisiones a cuerpos de agua

Las emisiones hacia cuerpos de agua son reguladas a través de distintos decretos que rigen según la naturaleza del cuerpo de agua receptor. Las emisiones a cuerpos de agua superficiales y marinas son reglamentadas por el decreto supremo N°90/2000, mientras que las descargas a aguas subterráneas están normadas por el decreto supremo 46/2002.

Parámetros que son determinantes en el estado de los ecosistemas son los nutrientes (nitrógeno y fósforo totales), hidrocarburos totales y metales pesados como plomo, arsénico y mercurio. Respecto al nitrógeno y fósforo totales, la actividad económica con mayores emisiones es la de suministro y tratamiento de aguas, explicadas fundamentalmente por las emisiones de plantas de tratamiento de aguas servidas. En cuanto a los hidrocarburos totales, alrededor del 80% es retornado a fuentes de aguas marinas y continentales a través de la actividad de generación de energía. En el caso de metales pesados, los sectores que emiten mayor cantidad de arsénico, mercurio y plomo son la pesca y la generación de energía (**Figura 28**).

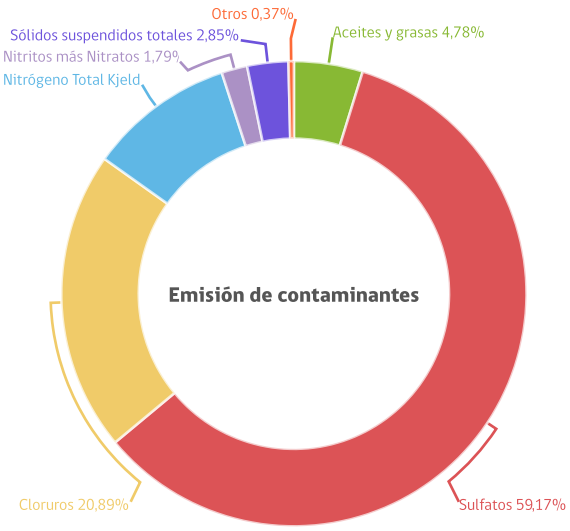
Figura 28. Emisiones de contaminantes en aguas superficiales por actividad económica, 2018



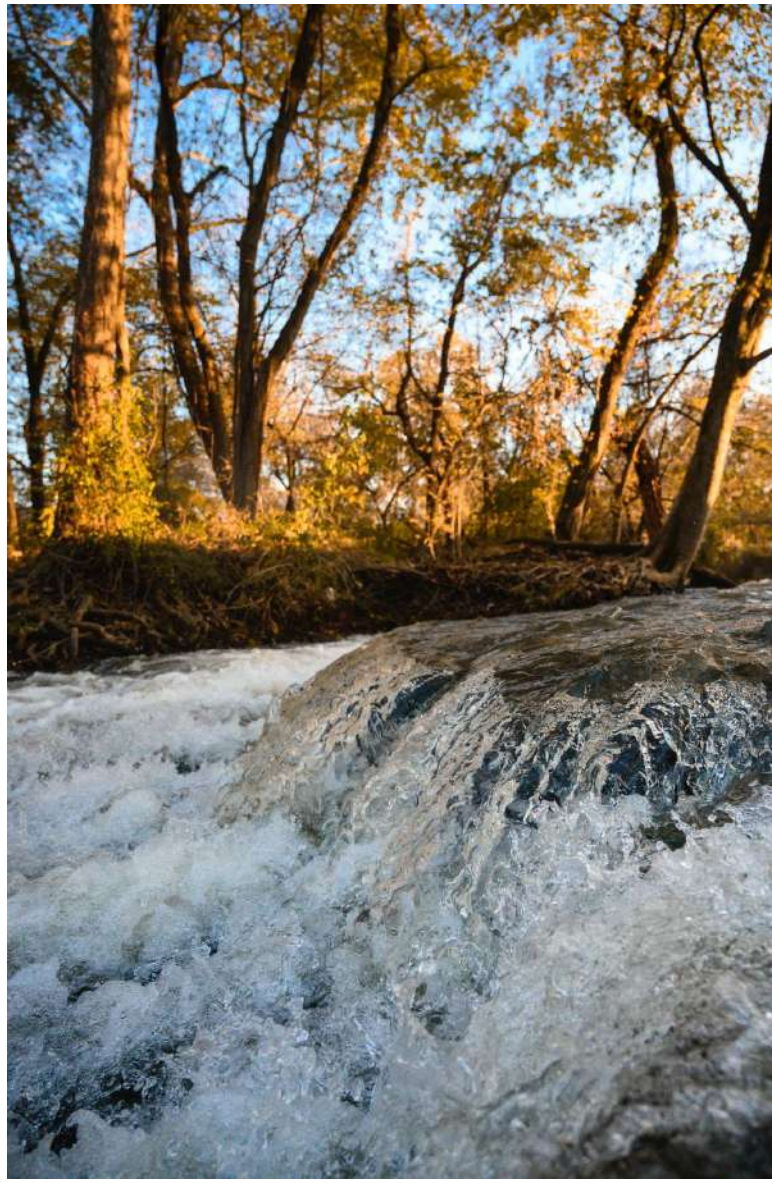
Fuente: Elaboración propia con datos de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), 2020.

Los contaminantes emitidos en mayor proporción a aguas subterráneas para el año 2018 son sulfatos, con 312 toneladas (59% del total), cloruros, con 110 toneladas (21%) y nitrógeno total, con 53 toneladas, equivalentes al 10% del total de emisiones (**Figura 29**).

Figura 29. Emisiones de contaminantes en aguas subterráneas por actividad económica, 2018



Fuente: Elaboración propia con datos de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), 2020.



4. Respuestas

4.1. Acciones para contrarrestar la escasez hídrica

Entre las principales medidas implementadas para mitigar la escasez hídrica a nivel nacional, figura el suministro de agua por parte de camiones aljibe que hoy en día abastecen a gran parte de las zonas rurales.

Igualmente destaca la instalación de nuevas fuentes de agua potable, mediante la construcción de plantas desaladoras que tratan el agua de mar, instaladas mayoritariamente en la zona norte y centro del país.

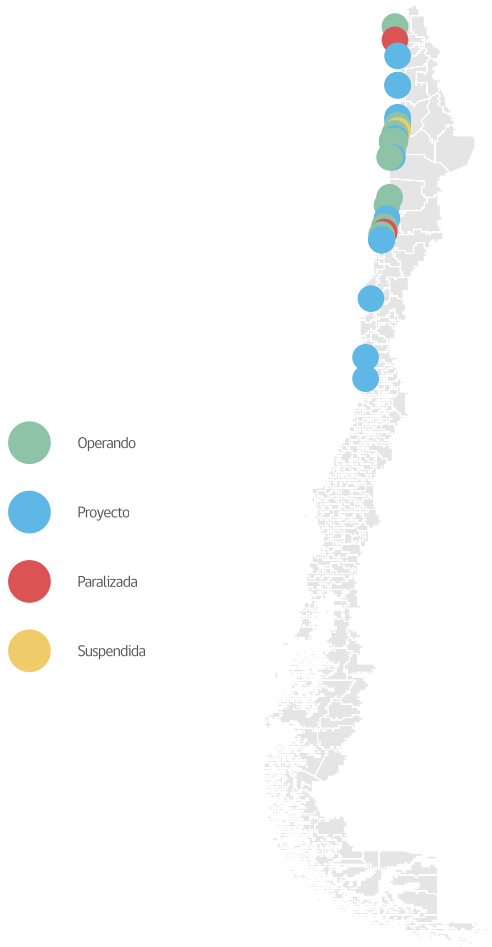


4.1.1. Plantas desaladoras

Las plantas desaladoras de agua se han convertido en una alternativa que permite explotar nuevas fuentes de agua y asegurar el suministro tanto para el consumo humano como para actividades productivas. En Chile, las plantas se destinan al abastecimiento de agua potable para la población, para la minería y para el enfriamiento de las turbinas de centrales termoeléctricas. Según un catastro del Ministerio de Minería[4], a diciembre de 2019 se encuentran operando 18 plantas alcanzando una capacidad desaladora cercana a 6000 l/s. De ellas, 4 son para abastecimiento de agua potable, mientras que los 14 restantes son para minería principalmente de cobre, acero, hierro y yodo. Adicionalmente, existen 18 proyecto de plantas que se encuentran en etapa de construcción (4) o como proyecto donde se está evaluando su factibilidad (14) por medio de Declaraciones o Estudios de Impacto Ambiental (DIAS o EIAS) (**Figura 30**).

Estas plantas captan agua, eliminan la sal, agrega minerales dejando el agua disponible para las personas a través de un proceso denominado osmosis inversa, donde el agua es sometida a alta presión y se enfrenta a membranas semipermeables que retienen la sal. El líquido que atraviesa la membrana sin sal entra a un proceso de tratamiento donde el agua queda disponible para su distribución.

Figura 30. Plantas desalinizadoras en Chile, año 2019



Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Mineria (MinMinería), 2020.

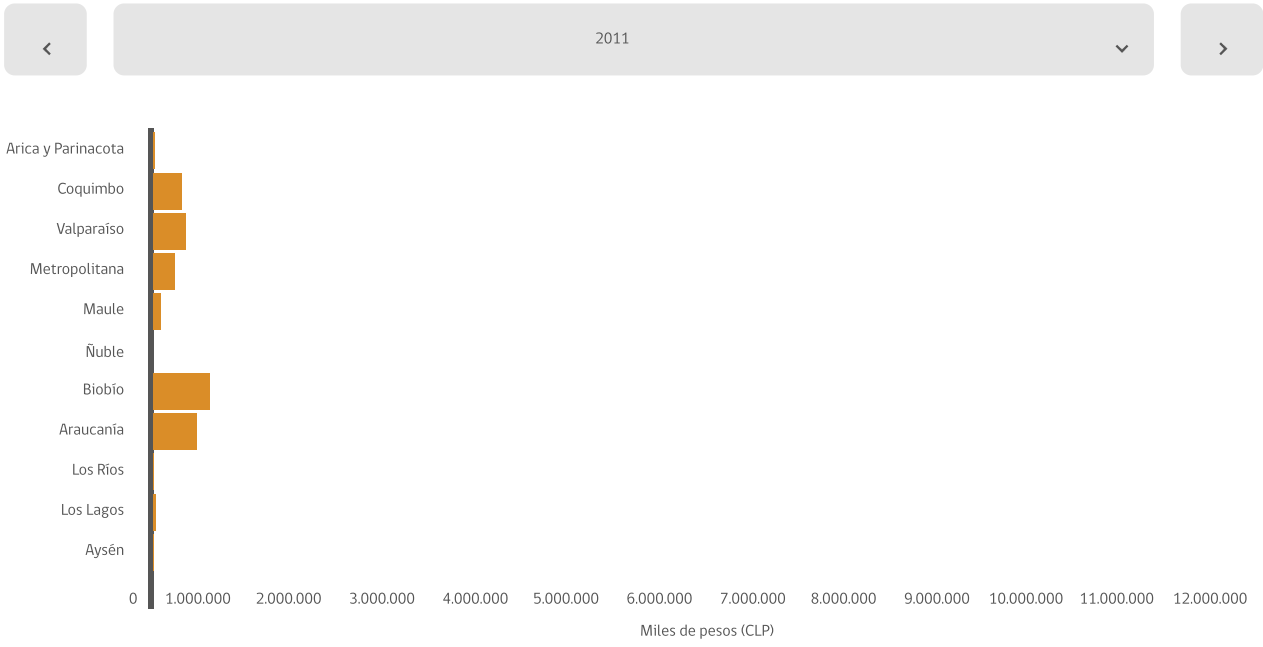
[4] http://www.mineriaabierta.cl/mapa/es

4.1.2. Camiones aljibe

El sistema de suministro de agua potable mediante camiones aljibe comprende la captación de agua, su traslado y entrega en el punto de distribución, cumpliendo con la calidad establecida en el reglamento del Ministerio de Salud (2018) sobre condiciones sanitarias para la provisión de este servicio.

En el período 2011-2019 la Oficina Nacional de Emergencia (Onemi) destinó poco más de 132 mil millones de pesos al abastecimiento de agua mediante camiones aljibe (**Figura 31**). Sin embargo, este monto posiblemente no represente el total, debido a que las intendencias regionales y las gobernaciones provinciales, a cargo de realizar estas contrataciones, podrían haber suplementando dichos gastos. Además, desde 2018 hay regiones que realizan la solicitud de recursos por déficit hídrico directamente a la Subsecretaría del Interior, por lo que no estarían incluidos en el monto de Onemi.

Figura 31. Recursos gestionados para el abastecimiento de agua por camiones aljibe, 2011-2019



Fuente: Elaboración propia con datos de Oficina Nacional de Emergencias del Ministerio de Interior (ONEMI), 2020.

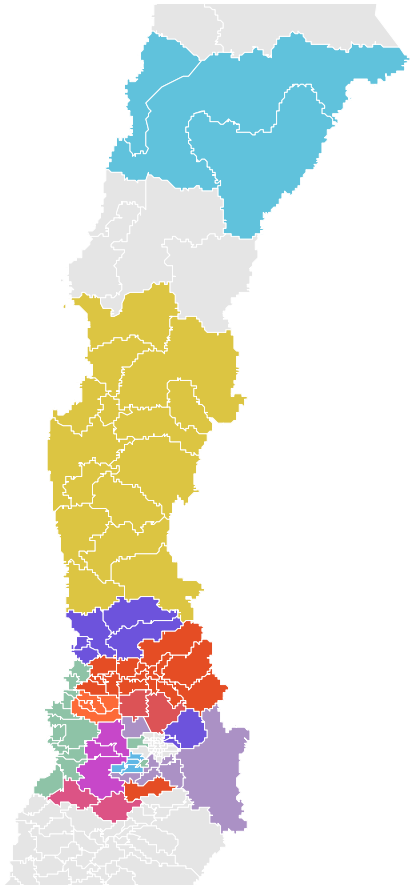
4.2. Principales medidas de protección y conservación de los recursos hídricos

4.1.2. Decretos de escasez

Los decretos de escasez hídrica emanados por la Presidencia de la República comenzaron a implementarse el año 2008 con el objeto de proveer a usuarios del agua y a la población en general de herramientas que les permitan distribuir de mejor manera el recurso en aquellas localidades donde escasea. Las medidas pueden contemplar desde la limitación de autorizaciones para extracción de agua, la redistribución del recurso entre usuarios de una cuenca, hasta la entrega de fondos de emergencia a la población afectada. Estos decretos son emitidos cuando se cumplen criterios que permiten verificar la condición de sequía en una determinada zona, ya se trate de una comuna, una provincia o una región completa. Estos criterios se vinculan con parámetros objetivos de tipo hidrológico, como son el índice de precipitación estandarizada (IPE) y el índice de caudales estandarizados (ICE), que consideran diferentes umbrales dependiendo de la zona.

A noviembre del año 2020 hay vigentes 16 decretos de escasez hídricas que abarcan 79 comunas del país, cubriendo un área de 104.034 km^2, en la cual existe una población rural de 573.612 habitantes. Estos instrumentos tienen una vigencia de 6 meses y abarcan unidades administrativas a diferentes escalas, ya que puede decretarse una comuna, a una región completa (**Figura 32, Tabla 8**).

Figura 32. Decretos de escasez hídrica vigentes a noviembre de 2020



Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

Tabla 8. Decretos de escasez hídrica vigentes a noviembre de 2020

N° DECRETO	ZONA DECRETADA	ÁREA (KM2)	POBLACIÓN RURAL
72	Región de Coquimbo	40634	142470
73	Comunas de Curacaví, María Pinto, Melipilla	2431	58045
81	Provincia de Petorca	4596	25587
82	Comunas de Colina y Tiltil	1623	34431
85	Comuna de Lampa	450	21273
90	Comunas de Padre Hurtado, Peñaflor,Talagante El Monte	393	35565
92	Provincia de Valparaíso y San Antonio	3533	37031
95	Comunas de San Pedro y Alhué	1637	13386
100	Provincias de San Felipe de Aconcagua, Quillota y Los Andes	6827	84757
102	Comunas San José de Maipo, Puente Alto, Pirque, San Bernardo, Buin e Isla de Maipo	6075	49890
108	Comuna de Pudahuel	198	4155
109	Provincia de Marga Marga	1158	15524
118	Comuna de Paine	676	26006
125	Comunas de Lo Barnechea, Vitacura y las Condes	1152	2699
131	Comuna de Calera de Tango	73	13847
132	Provincia de Copiapó	32577	8946
	16 decretos que aplican sobre 79 comunas	104.034	573.612

Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

4.2.2. Áreas de restricción de aguas subterráneas

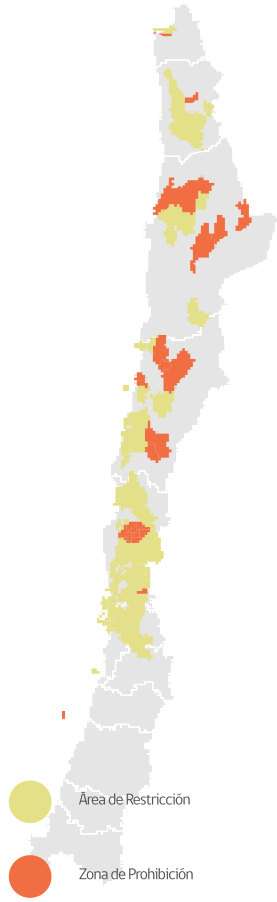
Esta es una medida de carácter preventivo para la protección de acuíferos y los derechos de aprovechamiento ya constituidos dentro del mismo, limitando la extracción de agua desde un sector hidrológico de aprovechamiento común (SHAC) que ha presentado un descenso significativo en los niveles de agua del acuífero. Actualmente existen 146 sectores declarados como áreas de restricción a nivel nacional, los cuales abarcan alrededor de 92.000 km^2, siendo las regiones de Coquimbo, Valparaíso y O'Higgins las que cubren una mayor superficie con 18.770, 10.438 y 8.449 km2 respectivamente (**Figura 33**)

4.2.3. Zonas de prohibición de aguas subterráneas

La declaración de zonas de prohibición es una medida legal de protección de un determinado acuífero, cuyo objeto es impedir un mayor deterioro del sistema a través de la prohibición del otorgamiento de nuevos derechos de aprovechamiento en esa área. A diferencia del área de restricción, esta declaración se implementa cuando la disponibilidad del recurso hídrico se encuentra totalmente comprometida tanto de forma definitiva o provisional, por lo que se prohíbe el otorgamiento de nuevos derechos.

Dentro de las zonas de prohibición de aguas subterráneas, las mayores extensiones se encuentran en las regiones de Atacama y Coquimbo, en las cuencas de Atacama, Sierra Gorda, Copiapó, Coquimbo y Salar de Punta Negra (**Figura 33**).

Figura 33. Áreas de restricción y zonas de prohibición de explotación de aguas subterráneas, 2020



Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

4.2.4. Declaraciones de agotamiento de aguas superficiales

Es un instrumento que permite señalar que la fuente natural de agua superficial respectiva (río, lago, laguna u otro), se agotó la disponibilidad del recurso hídrico para la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas superficiales de tipo consuntivo y ejercicio permanente, de acuerdo con los alcances establecidos en el Código de Aguas (**Tabla 9**).

Tabla 9. Declaraciones de agotamiento de aguas superficiales

FECHA	RESOLUCIÓN DGA	NOMBRE	REGIÓN
19-01-2005	DGA 72	Río Grande y Río Limari y sus afluentes	Coquimbo
08-10-2004	DGA 1432	Río Choapa y sus afluentes	Coquimbo
27-09-1983	DGA 383	primera seccion Río Mapocho y sus afluentes	Metropolitana
21-04-1994	DGA 158	Río Diguillin y sus afluentes	Bío Bio
25-08-1952	DGA 1858	Río Laja desde sus nacientes y bocatoma c.siberia	Bío Bio
22-05-1985	DGA 209	primera seccion Río Aconcagua	Valparaíso
13-09-2004	DGA 1278	Río Putaendo y sus afluentes	Valparaíso
25-05-2009	DGA 1515	Río Elqui y sus afluentes	Coquimbo
14-03-2016	DGA 24	Río Huasco y sus afluentes	Atacama
24-01-2000	DGA 197	Río Loa y sus afluentes	Antogasta
11-05-2016	DGA 44	Río San Pedro y sus afluentes	Antofagasta
14-03-2016	DGA 25	Río Claro de rengo y sus afluentes	O´Higgins
05-11-1999	DGA 894	Estero Chimbarongo y sus afluentes	O´Higgins
16-03-1983	DGA 80	primera sección Río Tinguiririca y sus afluentes	O´Higgins
12-04-2017	DGA 03	Río Vilama y sus afluentes	Antofagasta

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

4.3. Instrumentos Regulatorios, Normativos y de Control recientes o en desarrollo

4.3.1. Plan Nacional de Protección de Humedales (2018-2022)

Este plan busca contribuir a detener la pérdida y degradación de estos valiosos ecosistemas de Chile. En primera instancia el programa contempla un portafolio de 40 humedales priorizados para proteger en el periodo 2018-2022, los cuales se asocian a distintas figuras de protección para garantizar la conservación de la biodiversidad y su patrimonio natural. El año 2019 se protegieron más de 190 mil hectáreas de humedales gracias a este plan, destacando humedales como: Zaino-Laguna El Copín (Región de Valparaíso), Santuario de la Naturaleza El Natri (Biobío), humedales costero Carrizal Bajo (Atacama), humedal Río Maipo (Valparaíso), humedales Río Maullín (Los Lagos), Santuario de la Naturaleza Bahía Lomas (Magallanes), humedal de la cuenca de Chepu y humedal Salinas de Pullally de Longotoma (Valparaíso).



4.3.2. Ley de protección humedales urbanos

El 23 de enero del año 2020 fue promulgada la Ley de Protección de Humedales Urbanos (Ley 21.202, Ministerio del Medio Ambiente) que establece la protección y preservación los humedales que se encuentran total o parcialmente dentro del radio urbano, ya que estos ecosistemas son claves para la conservación de la biodiversidad, combatir el cambio climático y para el desarrollo sustentable de las ciudades (MMA, 2020).
Las principales medidas que considera esta nueva Ley son:

-La declaración de oficio o a petición del municipio, el cual podrá solicitar al MMA el reconocimiento de la calidad de humedal urbano, para poder iniciar el proceso de protección.

-Un reglamento que define criterios, mínimos para sustentabilidad de humedales urbanos, a fin de resguardar sus características ecológicas y su funcionamiento y de mantener el régimen hidrológico, tanto superficial como subterráneo.

-La creación de nuevas causales para el ingreso de proyectos o actividades del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, específicamente pensado en la protección de humedales urbanos.

-El Ministerio del Medio Ambiente, tiene la facultad de declarar la protección del humedal a través del municipio.

-Reforma de la ley General de Urbanismo y construcciones (DFL 458) para efectos de incluir los humedales urbanos en los instrumentos de planificación territorial.

Actualmente el Ministerio del Medio Ambiente está ad-portas de la promulgación del reglamento que permitirá la implementación efectiva de esta ley a lo largo del territorio nacional.



4.3.3. Anteproyecto de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del Río Huasco

Esta iniciativa deriva de los compromisos ambientales impulsados por el Consejo para la Recuperación Ambiental y Social (CRAS) de Huasco.

En mayo de 2020, El Ministerio del Medio Ambiente publicó el Anteproyecto de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas de la Cuenca del río Huasco. El objetivo de la norma es resguardar los ecosistemas acuáticos de dicha cuenca, mediante el establecimiento de valores permitidos para elementos o sustancias presentes en las aguas, que aseguren la mantención o recuperación de la calidad de sus aguas superficiales.



Anteproyecto del Plan de Descontaminación de la cuenca del Lago Villarrica

Este será el primer Plan de Descontaminación para un lago en Chile y se aplicará en la cuenca del Lago Villarrica, declarada zona saturada por clorofila a, transparencia y fósforo disuelto. En este plan se contemplan medidas para el control de emisiones de fuentes puntuales como pisciculturas y plantas de tratamiento de aguas servidas, y también de fuentes difusas como aguas residuales sin saneamiento, usos de suelo silvoagropecuario o coberturas de suelo urbano estableciendo medidas como normas de emisión de residuos líquidos específicas para fuentes puntuales localizadas en la cuenca, programas de reforestación de vegetación ripariana con especies nativas entre otras medidas.



Por último, otros avances considerados por el Ministerio del Medio Ambiente en torno a los ecosistemas acuáticos son la revisión de la norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas (decreto supremo N°46 de 2002) y la norma de emisión de residuos líquidos a aguas superficiales (decreto supremo N°90 de 2000) y la protección de la calidad de las aguas de otras cuencas del país como los ríos Aconcagua, Valdivia, Rapel y lagos norpatagónicos del sur de Chile.

Referencias

- Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS) y Dirección General de Aguas (CEDEUS-DGA). 2020.Implementation of SDG indicators 6.3.2 in Chile: Proportion of bodies of water with Good ambient water quality. CEDEUS Technical Report, Santiago, Chile.

- Centro de ecológica Aplicada y Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 201bB. Red de Monitoreo ambiental de ecosistemas acuáticos de Chile: Insumos para la plataforma de humedales.

- Edáfica.2020. Catastro de humedales urbanos y actualización catastro nacional de humedales.

- Cristi Oscar.27 de mayo de 2020. Seminario Economía circular: una herramienta para mejorar los servicios y la gestión del agua. [Diapositiva de PowerPoint]. https://bit.ly/2M7GUq8

- Davidson, N, C.2014.How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wtland área. Marine and freshwater research, 65 (10) 934-941.

- Dirección General de Aguas (DGA).2016. Atlas del agua Chile 2016.Obtenido el 15 enero de 2020 de https://snia.mop.gob.cl/sad/REH5648.pdf

- Dirección General de Aguas (DGA).2017. Metodología para actualización del balance hídrico nacional. Obtenido el 10 marzo de 2020 de https://snia.mop.gob.cl/sad/MTD5743.pdf

- Dirección General de Aguas (DGA). 2019a. Seguimiento de la calidad del agua subterránea-Fuentes pozos APR región de Valparaíso, 2018. Obtenido el 20 julio de 2020 de https://snia.mop.gob.cl/sad/CQA5847.pdf

- Dirección General de Aguas (DGA).2019b. Boletín sobre Información pluviométrica, fluviométrica, estado de embalses y aguas subterráneas. Obtenido en 10 de marzo de https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/informacionhidrologica/Informacin%20Mensual/Boletin%2012%20Diciembre.pdf

- Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), 2020, Programa de Agua Potable Rural, http://www.doh.cl/APR/AcercadeAPR/Paginas/inversion.aspx

- Fundación Chile. 2019.Escenarios hídricos 2030-EH2030.Transición Hídrica: El futuro del Agua en Chile. Fundación Chile, Santiago, Chile.

- Globehunters.2019. Mapa de sitios donde es seguro tomar agua potable, 2019. Obtenido en noviembre de 2020 en https://www.globehunters.ca/blog/safe-tap-water.htm

- Latuz-Abarzúa H, Peralta J.M., Araya E., 2020, Red de monitoreo: estado, tendencias y pronóstico para la conservación de la biodiversidad en ecosistemas acuáticos y su integración con políticas públicas. Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica (SOCHID). http://www.sochid.cl/publicaciones-sochid/cchiasa/ii-cchiasa/ii-cchiasa-presentacion-01/

- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.

- Ministerio de Obras Públicas (MOP).2020. Mesa Nacional del Agua: primer informe. Obtenido el 15 de abril de 2020 de https://www.mop.cl/Prensa/Documents/Mesa_Nacional_del_Agua_2020_Primer_Informe_Enero.pdf

- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2018a. Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022.

- Ministerio del Medio Ambiente (MMA).2020. Cuenta pública participativa 2019 del Ministerio del Medio Ambiente.

- Ministerio de Salud (MINSAL).2018. Reglamento sobre condiciones sanitarias para la provisión de agua potable mediante el uso de camiones aljibes. Obtenido en julio de https://legislacion-oficial.vlex.cl/vid/decreto-num-41-publicado-702852085

- Organización de Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura [FAO], 2018 Objetivos de Desarrollo Sostenible. http://www.fao.org/sustainable-development-goals/indicators/642/es/

- Organización de Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura [FAO], 2019. Fortalecimiento de capacidades en la medición y reporte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en los países de América del Sur - Informe de resultados Chile Preparado por: Eyleen Barrales Carvajal. http://www.fao.org/3/ca9122es/CA9122ES.pdf

- Rojas M. et al P.Aldunance, L. Farías, H. González, P. Marquet, J.C.Muñoz, R.Palma- Behnke, A. Stehr y S. Vicuña (editores).2019.Evidencia científica y cambio climático en Chile: Resumen para tomadores de decisiones. Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

- Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).2018. Informe de Gestión del sector Sanitario 2018. Obtenido en abril de 2020 de https://www.siss.gob.cl/586/articles-17722_recurso_1.pdf



CAPÍTULO 6

OCÉANOS

OCÉANOS

El medio ambiente de los océanos es afctado por el vertido de aguas residuales al mar, el tráfico marítimo, la actividad portuaria, la industria de acuicultura, la basura marina, entre otros. Esto genera impactos como aumento en la temperatura del mar, acidificación del mar, pérdida de hábitats y la extinción de especies.

USO INTENSIVO DE AGUA DE MAR

En el proceso de extracción de agua, las plantas desaladoras y termoeléctricas pueden succionar fauna marina. En Chile, en la medición de un ducto sin filtro se estimó la extracción de biomasa de 31,4 kg/día

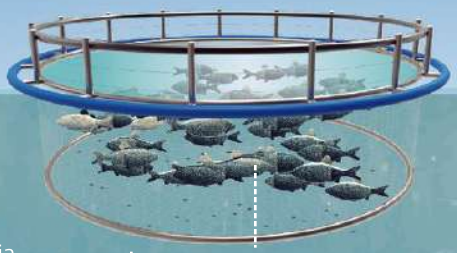
NORMAS

Desde el año 2014, el Ministerio de Energía, SUBPESCA, SERNAPESCA y DIRECTEMAR conforman una mesa de trabajo y han desarrollado estudios, propuestas normativas, guias y implementaciones para el uso intesivo de agua de mar



PESCA INCIDENTAL

La pesca incidental y descartes son eventos ocurrentes en la industria pesquera. En el 2018, en la pesca de la Merluza común se estimó un descarte de 1.951 toneladas, equivalente a el 10% de la captura total. (IFOP)



INDUSTRIA ACUICULTURA

En Chile existen 3.259 concesiones de acuicultura otorgadas y éstas abarcan 3.25932.801 Ha.
1405 concesiones corresponden al rubro de salmón. Sólo en 2019, la SMA regisró 1.362 incidencias en la acuicultura.



CAPTURAS Y DESEMBARQUE

El desembarque del año 2017 fue de 3.533.116 ton. El sector industrial aportó con 26% (907.000 Ton), el sector artesanal aportó con 40% (1.407.000 ton) y la acuicultura con un 34% (1.220.000)

BASURA MARINA

La llegada de turistas a comunas costeras aumenta la cantidad de plásticos que se depositan en las playas y en el mar.

PLÁSTICOS

Constituyen entre el 60% y el 80% del total de basura que hay en el mar.

9 Millones
de toneladas de plástico al año

=

1 camión de basura por minuto

VERTIDO DE AGUAS RESIDUALES AL MAR

Aproximadamente un 23% de las aguas tratadas van al mar.
En Chile existen 35 emisiarios submarinos de plantas de tratamientos de aguas servidas.

TRÁFICO MARÍTIMO Y ACTIVIDAD PORTUARIA

Las aguas de lastre y el tráfico marítimo muchas veces transportan patogenos, algas y animales afectando ecosistemas en lugares remotos (IMO). En 2018, se recepcionaron 20.232 naves en los puertos de Chile.

CONSECUENCIAS

ACIDIFICACIÓN DEL MAR

El Océano recibe gran parte del CO_2 generado en todo el mundo, el CO_2 acidifica el agua alterando organismos vivos.

PÉRDIDA DE HÁBITATS

La modificación del PH, el aumento de la temperatura, y el aumento del nivel del mar modifican los ecosistemas y hábitatts reduciendo la población de especies marinas.

EXTINCIÓN DE ESPECIES

La modificación de ecosistemas y pérdida de hábitat afecta a toda la cadena trófica. Las poblaciones mundiales de especies estan siendo afectadas.

AUMENTO DE T° DEL MAR

El aumento de la T° del mar disminuye los niveles de oxígeno del mar ,afectando los ciclos biológicos de las especies marinas. El aumento de T° también obliga a las especies a desplazarse.

CONTENIDO

Introducción
1. Antecedentes
   1.1 El Océano, fuente de vida
2. Estado del océano en Chile
   2.1 Clasificación de ecosistemas marinos
   2.2 Parámetros físicos y biológicos
   2.3 Floración de algas nocivas (FAN)
   2.4 Poblaciones de peces que están dentro de niveles biológicamente sostenibles (ODS14.4.1)
   2.5 Índice de salud de los océanos
   2.6 Registro de varamiento de especies
   2.7 Avistamiento de cetáceos
3. Presiones sobre el océano en Chile
   3.1 Actividades extractivas y productivas
   3.2 Infraestructura y presiones sobre el borde costero y marino
   3.3 Volumen de aguas vertidas al mar
   3.4 Plásticos en el Mar
   3.5 Plantas desaladoras
4. Respuestas de gestión en el océano
   4.1 Instrumentos regulatorios, normativos y de control
   4.2 Objetivos de desarrollo sostenible
Referencias

INTRODUCCIÓN

Los Océanos permiten que la Tierra sea un lugar habitable para el ser humano; la lluvia que riega los campos, el agua que bebemos, el clima, una gran parte de los alimentos y también el oxígeno que respiramos es proporcionado y/o regulado por el mar.

Los océanos cubren tres cuartas partes del planeta Tierra y contienen el 97% del agua total. Más de tres mil millones de personas dependen los ecosistemas marinos y costeros para subsistir. Los Océanos absorben el 30% del CO2 producido por el ser humano, ayudando a reducir la contaminación y el calentamiento global.

Actualmente, los océanos se encuentran bajo muchas presiones. Reciben todos los residuos que son arrastrados por las precipitaciones o los cuerpos de agua siendo los plásticos y micro plásticos una de las grandes preocupaciones de los últimos años. Los ecosistemas y la biodiversidad han sufrido un continuo deterioro debido a la contaminación y acidificación de las aguas costeras y marinas de los océanos.

Los océanos, sus ecosistemas y su biodiversidad son vitales para sostener la vida y los procesos naturales del planeta. Proteger los océanos debe ser una prioridad para todas las personas y países del planeta. (Naciones Unidas, 2019)

1. Antecedentes

1.1 El Océano, fuente de vida

La existencia de la humanidad depende del mar, que desempeña un papel en el equilibrio social, económico y ambiental de todos los países del mundo. Los océanos son una fuente vital de proteína animal para mil millones de personas en el mundo y llevan a cabo un conjunto de funciones que permiten la existencia de todas las especies del planeta incluyendo los seres humanos, de ellas podemos destacar las siguientes:

- Los océanos son una fuente de recursos biológicos alimentarios.
- Producen la mayor parte del oxígeno en la atmósfera, incluso más que los bosques y selvas de la corteza terrestre y absorben 50 veces más dióxido de carbono que la atmósfera gracias al fitoplancton. El fitoplancton es una planta oceánica que obtiene energía a través de la fotosíntesis absorbiendo el CO2 disuelto en el agua. De esta manera, produce aproximadamente el 80% del oxígeno del planeta (Witman, 2017).
- Los océanos cumplen un rol central regulando el clima y los patrones meteorológicos al transportar calor desde el ecuador a los polos (National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 2020).
- Los océanos son un importante recurso energético, ya que además de contener bolsas de gas y petróleo, producen energía renovable a partir de la fuerza de los movimientos marítimos y las corrientes submarinas (Energía Mareomotriz).
- Los océanos cumplen un papel crucial en la filtración y purificación del agua que reciben de los ríos y emisarios. El agua contaminada es devuelta en forma de lluvia a tierra firme.
- Son el soporte de actividades económicas. Generan trabajo, bienes de consumo, bienes intermedios, actividad turística. Gran parte del intercambio comercial se realiza gracias a los océanos. El transporte marítimo representa el 90% del movimiento de mercancías internacionales.

Chile cuenta con aproximadamente 4.200 km. de costas y más de 80 mil km., si se considera el contorno de todas las islas, canales y fiordos ubicados en la zona sur y austral del país. En las costas se encuentran varias corrientes que recorren en paralelo el océano, de las cuales la más conocida es la corriente de Humboldt. "Una de las principales características de la corriente de Humboldt es que con sus efectos crea una de las zonas marinas más productivas del Pacífico. Lo anterior se debe principalmente a la presencia de zonas de surgencias o afloramientos de agua que se producen por la acción del viento, el que desplaza grandes cantidades de aguas superficiales, creando un espacio que es llenado por el ascenso de aguas más profundas. Estas aguas son frías y muy ricas en nutrientes, con componentes básicos para el mantenimiento de la vida, y que provienen de la descomposición de los organismos del mar y/o de los residuos que llegan a él. Al alcanzar la superficie, estas aguas junto a la acción de la energía solar, facilitan la proliferación de las algas microscópicas que forman el fitoplancton". (SUBPESCA, 2018).

El mar de Chile tiene una superficie de más de tres millones de kilómetros cuadrados, lo que corresponde a cuatro veces la superficie continental que alcanza los 755.915 kilómetros cuadrados. (Subpesca, 2009).

El océano tiene para Chile una importancia vital en lo social, ambiental y económico. En el sector de la pesca artesanal, a diciembre de 2019 se encontraban inscritos cerca de 92.000 pescadores artesanales y cerca de 13.000 embarcaciones. La pesca artesanal tiene reservadas las primeras cinco millas para realizar su labor, llamada Área de Reserva para la Pesca Artesanal. Además, la Ley de Pesca establece la primera milla marítima para el uso exclusivo de embarcaciones de menos de 12 metros de eslora, desde el límite norte del país hasta el límite sur de la isla de Chiloé (Subpesca, 2020)

El desembarque pesquero total el año 2019 fue de casi 4 millones de toneladas. Los sectores industriales, artesanal y los centros de acuicultura aportan alrededor de un tercio cada uno (Subpesca, 2020).



Existe evidencia de que el cambio climático impacta el océano de Chile "tanto en sus mares jurisdiccionales como en los procesos regionales y locales", según lo plantea el Comité Científico COP25. Según este grupo de expertos, "cambios en temperatura, aumento en la intensidad de las marejadas, aumento del nivel del mar, acidificación, pérdida de oxígeno, cambio en la abundancia y localización de recursos pesqueros, masivas mortandades biológicas, eutrofización, proliferación de algas tóxicas o la contaminación de las aguas son algunos de los actuales efectos que se pueden observar y que se verán incrementados por el cambio climático. Dados estas importantes y urgentes problemáticas, se requiere una ineludible acción climática a corto y largo plazo" (Rojas, y otros, 2019).

La gestión ambiental de Chile comprende diversas acciones como la prevención de la dispersión de plagas, control y prevención de aparición de fenómenos naturales la Marea Roja, control de varamiento y reinserción al medio cuando es posible.

El océano es una fuente de recursos para enfrentar los efectos del cambio climático. Frente a la mega sequía que sufre Chile hace más de una década, la provisión de agua dulce para el consumo humano y para procesos mineros tiene como una de sus fuentes la utilización de agua de mar desalada, especialmente en el árido norte de Chile.

La larga costa del país y las características del Océano Pacífico en estas latitudes sustenta la factibilidad generar electricidad a partir de la energía del océano. Un estudio encargado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) estima el potencial de la energía generada por oleaje en aproximadamente de 160 GW, más de 10 veces la capacidad instalada actual (Levy, 2020).

2. Estado del Océano de Chile

2.1 Clasificación de ecosistemas marinos

La planificación y la gestión de la conservación de los espacios ecológicos presentes en el mar chileno requiere del conocimiento científico para definir y orientar las políticas públicas.

Para este propósito, el Ministerio del Medio Ambiente presentó una nueva clasificación de ecosistemas marinos (Rovira y Herreros, 2016), que incluye Isla de Pascua, el archipiélago Juan Fernández y el nuevo Parque Marino Nazca-Desventuradas. Esta clasificación, por la información que aporta sobre el estado de los ecosistemas, es relevante para evaluar y priorizar las áreas más amenazadas, identificar dónde se necesita restauración, detectar brechas de datos y focalizar inversión e investigación.

La clasificación de ecosistemas marinos se puede fundamentar en distintas criterios y puntos de vista, por lo que, luego de revisar los estudios de diversos autores, el Ministerio del Medio Ambiente definió la clasificación para la Zona Económica Exclusiva el 2016 (Rovira & Herreros, 2016), que recogió lo esencial de las clasificaciones de: Jaramillo, y otros, 2006; Spalding, y otros, 2007; Fösterra & Häussermann; la clasificación local para la zona del estrecho de Magallanes de Wildlife Conservation Society (WCS); y la temática de sugerencias según Walter Sielfeld.

Dicha clasificación contempla cinco criterios para la definición y diferenciación de ecosistemas marinos. Estos son:

i) Profundidad; apunta a que las zonas de profundidad homogéneas presentan los mismos patrones ambientales que afectan a la biota, por ejemplo, la luz y la concentración de oxígeno. De esta forma se distinguieron seis rangos de profundidad.

Tabla 1. Profundidad por zonas marinas

ZONA	PROFUNDIDAD
Litoral	0 y -40 m
Epibentónica (Zona de la Plataforma Continental)	-40 a -200 m
Mesobentónica	-200 a -1000 m
Batibentónica	-1000 a -3000 m
Abisal	-3000 a -6000 m
Hadal	Bajo los -6000 m

Fuente: Rovira & Herreros, 2016.

ii) Substrato del fondo marino, es determinante para la estructura de las comunidades y ecosistemas. Esto se aplicó sólo a las ecorregiones costeras, diferenciándose substrato blando de substrato duro.

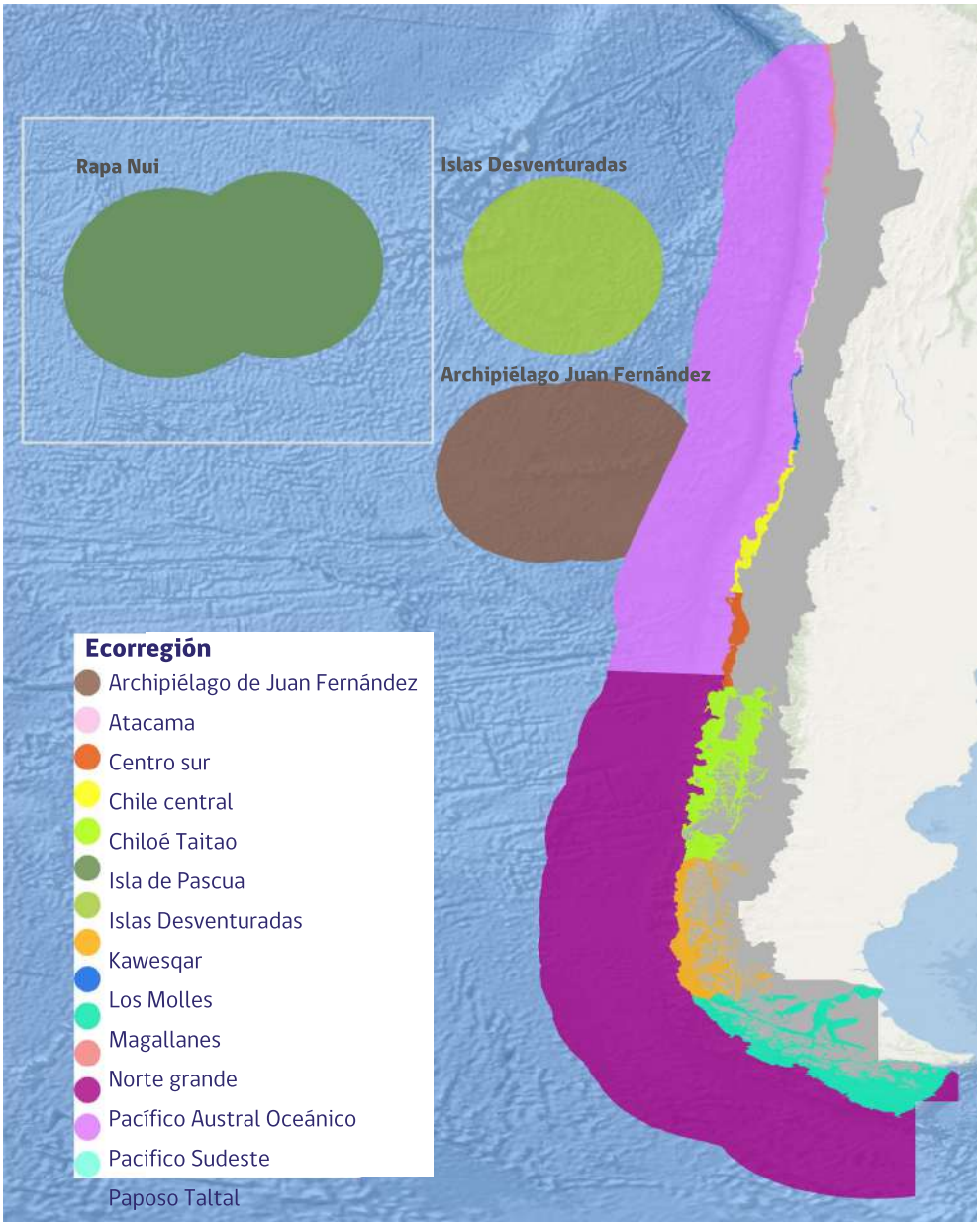
iii) Geoformas particulares, se refiere a la distinción de montes submarinos, los que actúan como núcleos de endemismo.

iv) Zonas de surgencia de ocurrencia regular, apunta a que las fosas, cañones o elevaciones submarinas causan la elevación de las aguas del fondo, alterándose de esta forma la cadena trófica por la distinta composición de nutrientes de las aguas de la profundidad.

v) Ecotono de borde costero, se considera una franja de 500 m desde la línea de costa hacia el interior terrestre, para contemplar las relaciones e influencias entre mar y tierra, especialmente en fiordos y canales.

De acuerdo con la clasificación de ecosistemas marinos de Rovira & Herreros (2016), la Zona Económica Exclusiva (ZEE) chilena presenta 14 ecorregiones marinas (**Figuras 1 y 2**). De estas, las que abordan mayor superficie de la ZEE son Pacífico Sudeste (25,56%), Pacífico Austral Oceánico (22,97%), Isla de Pascua (20,4%), Archipiélago de Juan Fernández (13,24%) e Islas Desventuradas (11,13%).

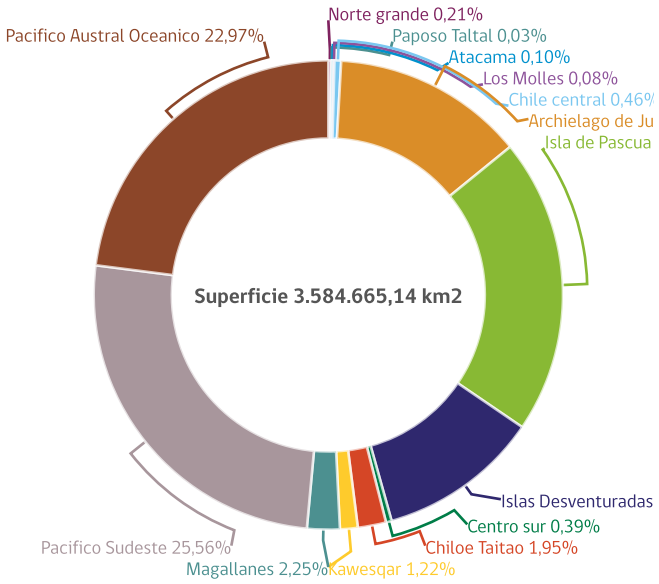
Figura 1. Mapa de ecorregiones marinas de Chile, 2016



Nota: mapa referencial.

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente. Rovira & Herreros, 2016

Figura 2: Distribución de ecorregiones marinas de Chile, superficie (km2) 2016

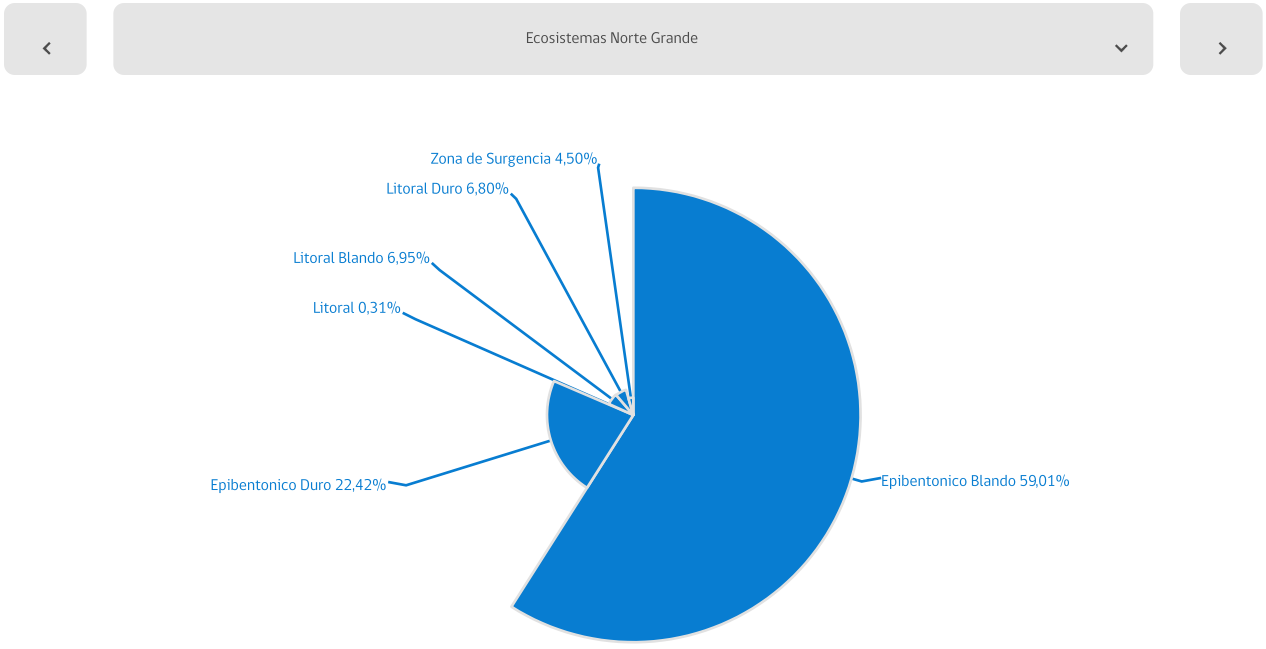


Download data

Fuente: Elaboración propida con datos de Ministerio del Medio Ambiente. Rovira y Herreros, 2016.

Las ecorregiones marinas a su vez se componen de 93 ecosistemas. Es importante mencionar que la zona oceánica tiene una mirada gruesa, fundamentalmente por presentar escasa información levantada. Para esta zona se diferenciaron los montes submarinos y distintas profundidades.

Figura 3. Clasificación y distribución de ecosistemas según ecorregión, porcentaje de superficie, 2016



Download data

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, Rovira & Herreros, 2016.

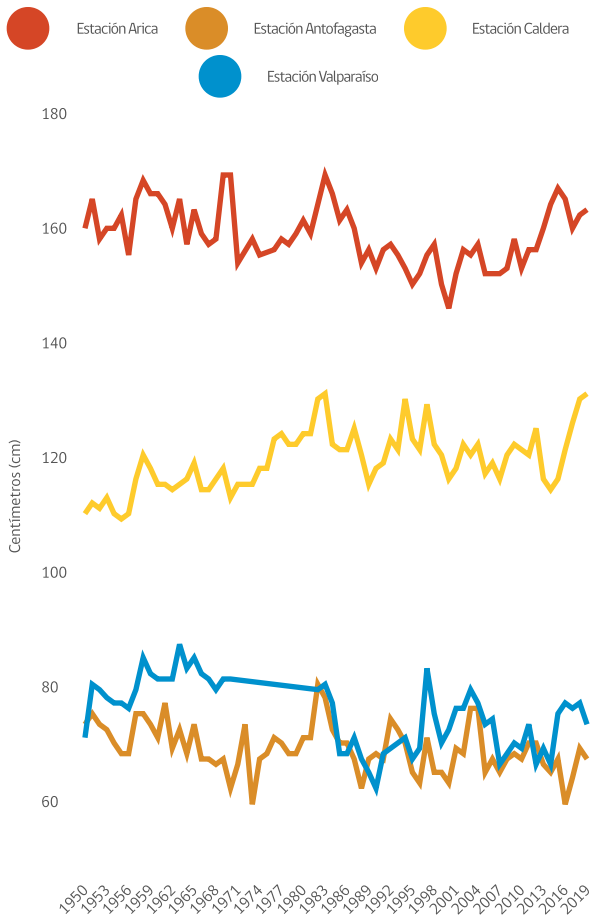
2.2 Parámetros físicos y biológicos

En su informe especial sobre el océano y la criósfera, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) entrega información científica sobre el calentamiento de los océanos y los cambios en su química y biología.

"Los ecosistemas costeros se ven afectados por el calentamiento de los océanos, incluida la intensificación de las olas de calor marino, la acidificación, la pérdida de oxígeno, la intrusión de salinidad y el aumento del nivel del mar, en combinación con los efectos adversos de las actividades humanas en el océano y la tierra. Ya se han observado impactos en el área del hábitat y la biodiversidad, así como en el funcionamiento y los servicios de los ecosistemas". (IPCC, 2019).

En Chile, el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA) mantiene a lo largo de la costa una red de 46 estaciones de nivel del mar para monitorear una serie de variables oceánicas y atmosféricas. Por años se han registrado datos de Nivel Medio del Mar (NMM) y Temperatura Superficial del Mar (TSM). En la actualidad se cuenta con un sistema automático de registro con termistores que transmiten en tiempo casi real vía satelital.

Figura 4: Nivel medio del mar en estaciones de monitoreo seleccionadas, 1950–2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), 2020.

2.2.1 Nivel del mar

Existe una diferencia visible en el aumento de marea en la estación Caldera para el año 2019 respecto a 1950 (**Figura 4**).

2.2.2 Temperatura superficial del mar

El calentamiento de los océanos es mayor en el hemisferio norte que en el hemisferio sur, según un estudio de la U.C. Berkeley y la Universidad de Washington (Friedman, Hwang, Chiang, & Frierson, 2013), en gran parte porque el hemisferio norte tiene más tierra y menos océano que el hemisferio sur. Influyen también las corrientes oceánicas globales que transportan el calor desde las aguas del sur hacia el Atlántico norte y el Pacífico norte, lo que ayuda a calentar aún más las áreas terrestres cercanas en el norte, según otro estudio realizado por el Instituto de Potsdam para la Investigación del Impacto Climático en Alemania (Potsdam Institute for Climate Impact Research, s.f.).

En el caso de Chile, la temperatura superficial del mar (TSM) promedio manifiesta comportamientos variables en el período 1945-2019 (**Ver capítulo de Cambio Climático**).

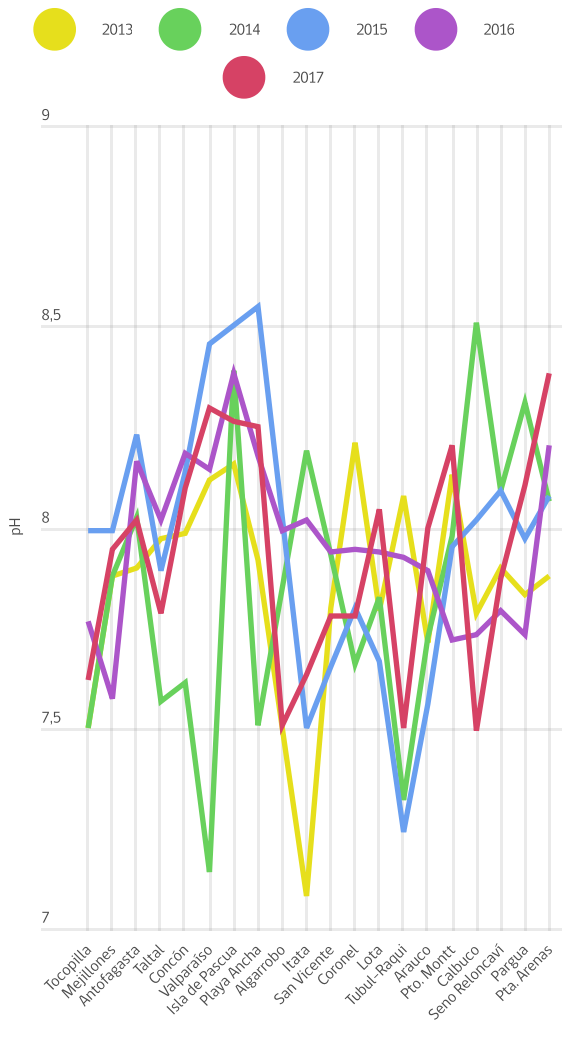
2.2.3 Acidez (pH) del mar

La acidificación de los océanos ocurre cuando el agua marina reacciona con el CO2 que absorbe de la atmósfera, lo que crea más productos químicos que favorecen la acidificación y reducen la presencia de importantes minerales, como el carbonato de calcio, que los organismos marinos necesitan para sobrevivir.

El pH evidencia el nivel de hidrógeno presente en el agua. Se cuantifica en unidades logarítmicas en una escala de 0-14, donde el 0 corresponde al valor de mayor acidez, 7 el punto medio neutro y 14 el valor básico máximo. Esto determina si el agua es ácida, básica o neutra, dependiendo de los niveles relativos de iones de hidrógeno que contiene. Los límites mínimos y máximos de pH recomendados son 7,5 y 8,5 respectivamente, según la guía para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas.

En el periodo 2013-2017, se observa, en general, que los valores medidos en las estaciones de monitoreo marinas se mantienen dentro de los límites recomendados, salvo algunas excepciones puntuales que presentan pH levemente más ácido, como es el caso de Itata el 2013, Valparaíso el 2014 y Tubul Raqui el 2014 y 2015 (**Figura 5**).

Figura 5. pH medio anual del mar en estaciones marítimas seleccionadas , 2013-2017



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA). 2018.

2.2.4 Índice de calidad de aguas costeras

El índice de calidad de aguas costeras (ICAC) se construye con cinco parámetros fisicoquímicos: oxígeno disuelto. nitrato, fosfato, coliformes fecales y sólidos suspendidos, que son medidos por el POAL (Programa de Observación del Ambiente Litoral) de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (Directemar).

Para cada parámetro se define una curva de calidad que relaciona la concentración (en mililitro por litro o microlitro por litro) con su escala de calidad. Se asigna un peso a cada parámetro para calcular el índice. El peso asignado para cada parámetro es de 0,2. Luego se unifican los subíndices de cada parámetro a través de la siguiente fórmula matemática (Cooper, 1995)

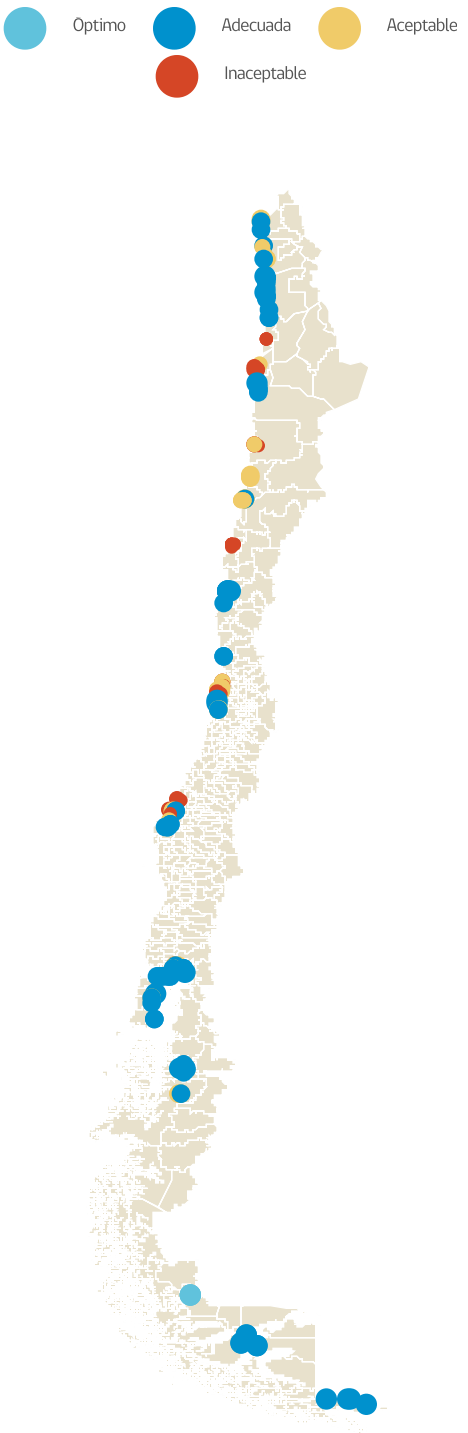
$$\frac{1}{100}\left(\sum_{i=1}^{N} q_i w_i\right)^2$$

Donde q_i es el valor de calidad del parámetro i y w_i es el peso del parámetro i.

El índice tiene una escala de valoración de calidad de cinco categorías: óptimo, adecuado, aceptable, inaceptable y pésima. Las dos últimas categorías indican aguas con efectos nocivos para la población o el medio ambiente.

Los lugares de medición que presentan los mejores valores del índice son Norte Angostura, Frente Pto. Laforest y Sur Angostura, los tres en Puerto Natales y Boca Estero Reloncaví en el Seno de Reloncaví, mientras que los lugares que presentan el peor índice son Descarga Guacolda y Playa Grande Control, ambos en Huasco, Este Ensenada Chapaco, Weste Rompeolas en San Vicente y Sector Escuadrón frente a Oxiquim en Coronel (**Figura 6**).

Figura 6. Índice de calidad de aguas costeras, 2017



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Intereses Marítimos y Medio Ambiente Acuático (Dirinmar), 2019.

2.3 Floración de algas nocivas (FAN)

Las floraciones de algas nocivas (FAN) en los cuerpos de agua son fenómenos naturales causados por organismos fitoplanctónicos microscópicos que, en condiciones ambientales favorables para su desarrollo, se multiplican de manera explosiva y se concentran en determinadas localidades, donde pueden producir alteraciones a la salud humana, la vida marina o la economía del área afectada.

Estas proliferaciones generalmente provocan cambios en la coloración del agua de mar, razón por la cual comúnmente se las llama marea roja. Sin embargo, usar el término para referirse a todas las proliferaciones algales nocivas puede conducir a error, ya que hay especies que son tóxicas a muy bajas concentraciones y no producen variaciones de la coloración del agua de mar; otras, en cambio, causan una fuerte coloración y resultan ser inocuas. La coloración y la intensidad que alcanzan las FAN depende de la especie que prolifere y las concentraciones que ésta alcance.

El inicio, desarrollo y duración de la marea roja depende de la interacción de múltiples factores:

- Biológicos: presencia de sustratos.
- Hidrológicos: corrientes marinas.
- Meteorológicos: temperatura y luminosidad.

En las últimas tres a cuatro décadas se ha apreciado un aparente incremento en la frecuencia, duración, cobertura geográfica e intensidad de los fenómenos de FAN.

En 1994, con aportes del Fondo de Investigación Pesquera, el Instituto de Fomento Pesquero (Ifop) inició los monitoreos de marea roja en la Región de Magallanes y Antártica Chilena, para el muestreo, detección y cuantificación periódicos del veneno paralizante de los mariscos (VPM), además de la distribución y abundancia de la especie nociva y fuente primaria de la toxina paralizante, el dinoflagelado Alexandrium catenella, conjuntamente con la disposición de información ambiental de tipo hidrográfica y meteorológica.

Actualmente, el programa de marea roja del Ifop se distribuye en nueve zonas de estudio: zonas norte, centro y sur de las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes, en las cuales se encuentran alrededor de 222 estaciones de monitoreo que registran mes a mes la abundancia relativa de los dinoflagelados.

Las especies monitoreadas son ocho: Alexandrium catenella, Alexandrium Cf. tamarense, Alexandrium ostenfeldii, Dinophysis acuminata, Dinophysis acuta, Protoceratium reticulatum, Pseudo-nitzschia cf. australis y Pseudo-nitzschia cf. pseudodelicatissima. Para estas especies se establece una escala de abundancia donde 0 es ausente y 10 es mayor que mega abundante (**Tabla 2**).

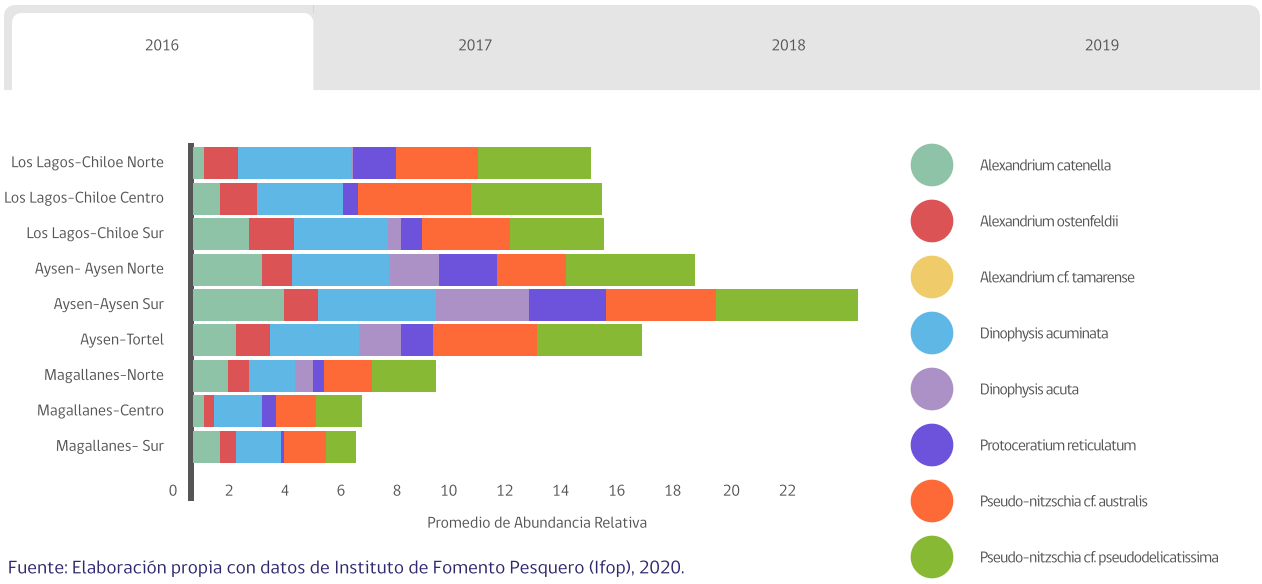
Tabla 2. Escala de abundancia relativa del programa de monitoreo de marea roja

Ausente	0
Raro	1
Escaso	2
Regular	3
Abundante	4
Muy abundante	5
Extremadamente abundante	6
Hiper abundante	7
Ultra abundante	8
Mega abundante	9
> Mega abundante	10

Fuente: Instituto de Fomento Pesquero (Ifop).

Según estos registros, las distintas zonas de la Región de Aysén son las que presentan un mayor número de abundancia relativa promedio de las especies de microalgas nocivas en el periodo 2016-2019 (**Figura 7**).

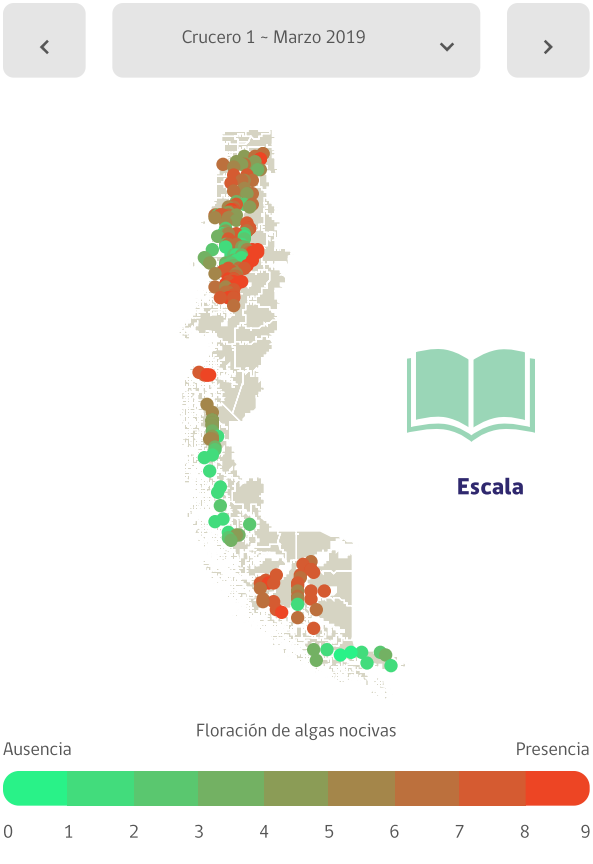
Figura 7. Floración de Algas Nocivas (FAN) por especie y zona, 2016- 2019



Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto de Fomento Pesquero (Ifop), 2020.

Download data

Figura 8. Mapa de estaciones de monitoreo de marea roja, 2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto de Fomento Pesquero (Ifop), 2020.

La Figura 8 ofrece una visualización de las estaciones de monitoreo de marea roja. Se categoriza la estación de monitoreo según la especie con mayor abundancia relativa registrada por cada mes del año 2019. Se puede observar un notorio aumento de abundancias relativas en los meses estivales.



2.4 Poblaciones de peces que están dentro de niveles biológicamente sostenibles (ODS14.4.1)

El objetivo de "conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos" que persigue la Agenda 2030 tiene entre sus metas al año 2020 reglamentar eficazmente la explotación pesquera y poner fin a la pesca excesiva e ilegal, a fin de restablecer las poblaciones de peces "al menos alcanzando niveles que puedan producir el máximo rendimiento sostenible de acuerdo con sus características biológicas" (FAO, s.f.).

Uno de los indicadores de seguimiento es la proporción de poblaciones de peces que están dentro de niveles biológicamente sostenibles (**indicador 14.4.1**).

Según la FAO: "Este indicador ODS mide la sostenibilidad de la pesca de captura marina mundial por su abundancia. Una población de peces cuya abundancia es igual o superior al nivel que puede producir el rendimiento máximo sostenible se clasifica como biológicamente sostenible. Por el contrario, cuando la abundancia queda por debajo de este nivel, la población se considera biológicamente insostenible. El indicador medirá los progresos hacia la consecución de la meta 14.4 de los ODS."

Para calcularlo, cada país determina una lista de especies, incluidos peces, crustáceos y otros invertebrados. La sustentabilidad de cada stock se evalúa mediante un valor denominado punto biológico de referencia (PBR), que establece la medida "a partir de la cual o bajo la cual queda definido el estado de situación de las pesquerías", según precisa en Chile el artículo 2 N°72 del texto refundido de la Ley General de Pesca y Acuicultura (Decreto 430, 2019).

El PBR de la especie está basado en la cantidad de su biomasa reproductora y en la mortalidad que puede soportar. Las poblaciones que presentan abundancia por sobre el nivel asociado con el rendimiento máximo sostenible se cuentan como biológicamente sostenibles; de lo contrario, se consideran sobreexplotadas.

Actualmente existen 44 pesquerías definidas para el país, generando un total de 37 Comités de Manejo en operación, los cuales se encuentran implementando 28 planes de manejo promulgados y en funcionamiento.

De las 44 pesquerías existentes en Chile, 27 poseen PBR formalizados por comités científicos técnicos, seleccionadas por su volumen y valor, así como importancia ecológica. Estas son: alfonsino, anchoveta, bacalao de profundidad, besugo, camarón nailon, congrio dorado, jurel, langostino amarillo, langostino colorado, merluza común, merluza de cola, merluza de tres aletas, merluza del sur, pez espada, raya volantín, reineta, sardina austral, sardina común y sardina española. Algunas de estas especies se desagregan por zonas geográficas, totalizando las 27 indicadas (Tabla 3). Cabe señalar que existen otras 17 especies de importancia –almeja, pulpo, macha, navajuela y otras– que, al no tener determinado su PBR, no figuran en la lista de stocks monitoreados para este efecto.

Tabla 3. Poblaciones de peces que están dentro de niveles biológicamente sostenibles, 2014–2019

(Estado de explotación según especie y localización, 2014 - 2019)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Alfonsino (XV-XII Regiones)	Agotada o colapsada	Agotada o colapsada	Agotada o colapsada	Agotada o colapsada	Agotada o colapsada	Agotada o colapsada
Anchoveta (III y IV Regiones)	Sobreexplotada	Sobreexplotada	Plena Explotación	Subexplotada	Plena Explotación	Plena Explotación
Anchoveta (V a X Regiones)	Agotada o colapsada	Agotada o colapsada	Agotada o colapsada	Agotada o colapsada	Agotada o colapsada	Sobreexplotada
Anchoveta (XV-II Regiones)	Sobreexplotada	Sobreexplotada	Sobreexplotada	Indeterminado	Sobreexplotada	Subexplotada
Bacalao de profundidad (47° al 57° L.S)	Sobreexplotada	Sobreexplotada	Indeterminado	Agotada o colapsada	Agotada o colapsada	Sobreexplotada
Bacalao de profundidad (XV región al 47° S)	Plena Explotación	Sobreexplotada	Indeterminado	Agotada o colapsada	Agotada o colapsada	Sobreexplotada
Besugo (III-X Regiones)	Agotada o colapsada	Agotada o colapsada	Agotada o colapsada	Agotada o colapsada	Agotada o colapsada	Agotada o colapsada
Camarón Nailon (II-VIII Regiones)	Plena Explotación	Plena Explotación	Plena Explotación	Plena Explotación	Plena Explotación	Plena Explotación
Congrio dorado norte (41°28,6′ L.S. - 47°S)	Agotada o colapsada	Agotada o colapsada	Agotada o colapsada	Sobrexplotada	Sobreexplotada	Sobreexplotada
Congrio dorado sur (47°00′ L.S. - XII)	Agotada o colapsada	Agotada o colapsada	Agotada o colapsada	Sobreexplotada	Sobreexplotada	Sobreexplotada
Jurel (XV - X Regiones)	Sobreexplotada	Sobreexplotada	Sobreexplotada	Plena Explotación	Sobreexplotada	Plena Explotación
Langostino Amarillo (III-IV Regiones)	Plena Explotación	Plena Explotación	Plena Explotación	Plena Explotación	Plena Explotación	Plena Explotación
Langostino Amarillo (V-VIII Regiones)	Plena Explotación	Plena Explotación	Plena Explotación	Plena Explotación	Plena Explotación	Plena Explotación
Langostino Colorado (V-VIII Regiones)	Plena Explotación	Sobreexplotada	Sobreexplotada	Sobreexplotada	Plena Explotación	Plena Explotación
Langostino Colorado (XV-IV Regiones)	Plena Explotación	Plena Explotación	Subexplotada	Plena Explotación	Plena Explotación	Sobreexplotada
Merluza común (IV - 41°28,6′ L.S.)	Agotada o colapsada	Agotada o colapsada	Sobreexplotada	Sobreexplotada	Sobreexplotada	Sobreexplotada
Merluza de cola (V - XII Regiones)	Sobreexplotada	Sobreexplotada	Agotada o colapsada	Agotada o colapsada	Agotada o colapsada	Agotada o colapsada
Merluza de tres aletas (41°28,6′ L.S. - XII)	Sobreexplotada	Agotada o colapsada	Agotada o colapsada	Sobreexplotada	Sobreexplotada	Sobreexplotada
Merluza del sur (41°28,6′ L.S. - XII Región)	Sobreexplotada	Sobreexplotada	Sobreexplotada	Sobreexplotada	Sobreexplotada	Sobreexplotada
Pez espada (XV-XII	Plena	Plena	Plena	Plena	Plena	Plena

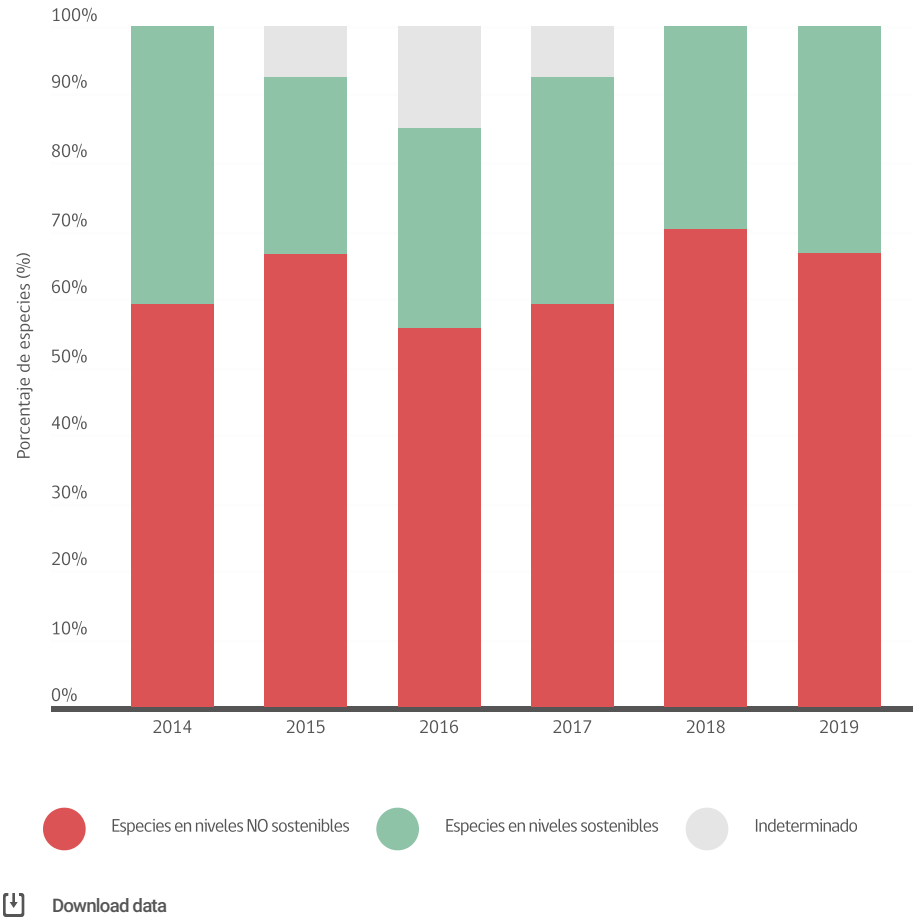
Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca), 2020.

La información para el cálculo del indicador es publicada anualmente por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca) en el documento "Estado de situación de las principales pesquerías chilenas", lo que permite la comparabilidad a través de los años. Para calificar el estatus de cada pesquería se establecen cuatro categorías: pesquería subexplotada, pesquería en plena explotación, pesquería sobreexplotada y pesquería agotada o colapsada.

Entre 2014 y 2019, considerando el total de 27 pesquerías con PBR en el país, se observa un descenso de la proporción de poblaciones de peces que están en nivel sostenible de explotación, pasando de 40,7% a 33,3% (**Figura 9**). Las especies que presentan un deterioro en su estado de nivel sostenible entre esos años son el bacalao de profundidad (Región de Arica y Parinacota al 47° S), langostino colorado (Arica y Parinacota-Coquimbo), reineta (Arica y Parinacota-Magallanes y Antártica Chilena), sardina austral (Los Lagos) y sardina austral (Aysén). Especies que mejoran su nivel sostenible de explotación en el período son anchoveta (Atacama y Coquimbo), anchoveta (Arica y Parinacota-Antofagasta) y jurel (Arica y Parinacota-Los Lagos).

Figura 9. Proporción de poblaciones de peces que están dentro de niveles biológicamente sostenibles, 2014 - 2019



Fuente: Elaboración propia con datos de Subsecretaría de Pesca y Acuicultra (Subpesca), 2020.

2.5 Índice de salud de los océanos

El Índice de Salud del Océanos es una herramienta que evalúa de manera integral los beneficios que las personas obtienen de los océanos, bajo la premisa de que un océano sano es aquel que ofrece de manera sostenible una gama de beneficios sociales, económicos y ambientales. Constituye una iniciativa colaborativa del NCEAS (www.nceas.ucsb.edu) y de Conservation International (www.conservation.org). Se implementó por primera vez a escala global en 2012. "Fue diseñado para poder ser aplicado a nivel nacional o regional y así proveer a los Gobiernos con una herramienta holística para medir la salud de los Océanos y promover acciones que los mantengan saludables." (Ocean Health Index, 2020).

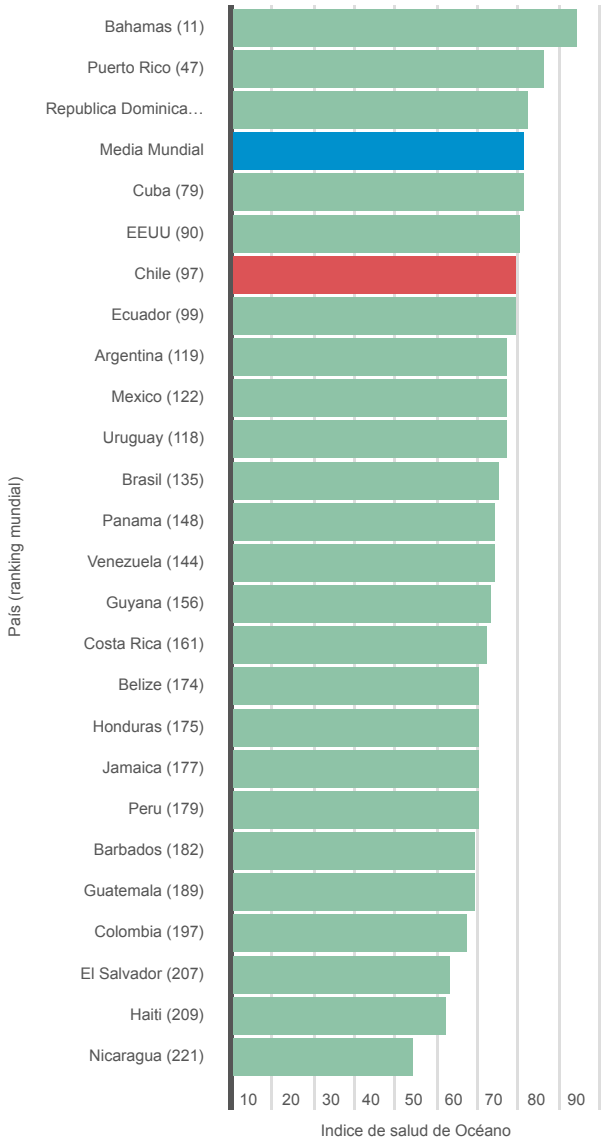
Se trata de un índice de alta complejidad que se compone de 10 metas, 8 submetas, 4 dimensiones, 118 variables y factores de ponderación, de sostenibilidad, de ajuste, de corrección.

Se realiza un cálculo global centralizado que utiliza, para obtener el valor de cada variable, información que proviene de organismos de las Naciones Unidas, Agencias Espaciales, Universidades, Centros de Investigación y trabajos académicos puntuales.

Los puntajes reflejan cómo las regiones costeras optimizan los beneficios y servicios potenciales de una manera sostenible, y se miden en una escala de 0 a 100.

En este índice Chile obtiene un 69%, ubicándose en el lugar 97 de entre 221 Zonas Económicas Exclusivas, posición bajo la media mundial y sexta en América.

Figura 10. Índice de salud de los Océanos en países de América, 2019



Fuente: Elaboración propia con datos de Ocean Health Index, 2020.

En un desglose de las 10 metas (Tabla 4), la menor puntuación de Chile se encuentra en la meta "Productos naturales", que mide la forma en que las personas cosechan de forma sostenible productos no alimentarios del mar, tales como conchas marinas y peces de acuario. Baja puntuación tiene también en la meta "Suministro de alimentos", que mide la cantidad de productos del mar capturados o cultivados de manera sostenible.

En las metas donde Chile obtiene valores por sobre la media mundial figura "Sustento y economías costeras" que evalúa cómo el océano proporciona trabajos con salarios y economías estables para las comunidades costeras. También alcanza alta puntuación en "Aguas limpias" que evalúa el cumplimiento del objetivo de minimizar la contaminación por productos químicos, nutrientes excesivos (eutrofización), patógenos humanos y basura.

Tabla 4. Puntaje de Chile en Índice de Salud de los Océanos, 2019

Meta	Puntaje
Suministro de alimentos	41
Oportunidades de pesca artesanal	87
Productos naturales	25
Almacenamiento de carbono	N/A
Protección costera	N/A
Sustento y economías costeras	100
Turismo y recreación	33
Sentido del lugar	82
Aguas limpias	94
Biodiversidad	92

Fuente: Elaboración propia con datos de Índice de Salud de los Océanos (OHI), 2020.

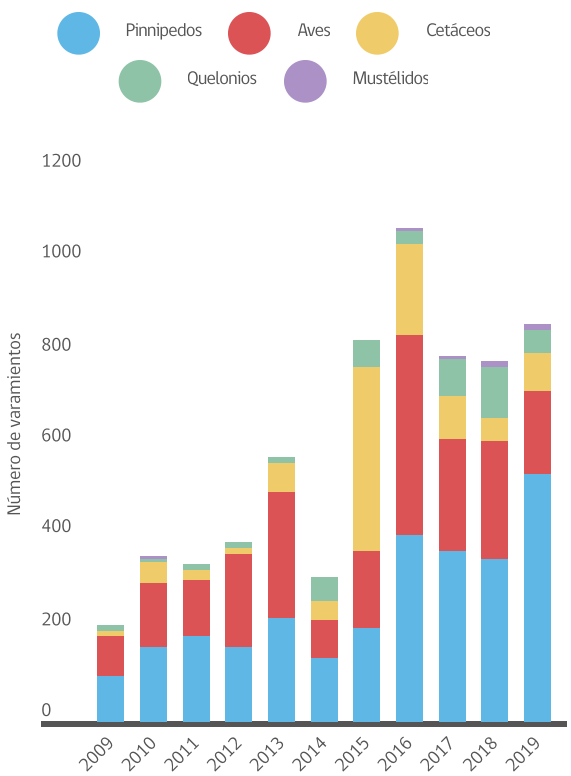


2.6 Registro de varamiento de especies

Un varamiento se produce cuando un animal acuático protegido vivo o muerto, es arrastrado por el mar hacia la playa o las rocas, o ejemplares que salen del mar por sus propios medios, pero que se encuentran enfermos, desorientados o indefensos y necesitan ayuda. También se refiere a animales fuera de su hábitat, animales vivos enredados en artes y aparejos de pesca o en desperdicios marinos, o carcasas flotando en el mar.

El Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca) lleva un registro de los varamientos denunciados en el país desde el año 2009, observándose un aumento (**Figura 11**). Históricamente, la fauna con mayores incidencias de varamientos son las Aves y los Pinnípedos, como por ejemplo los lobos de mar.

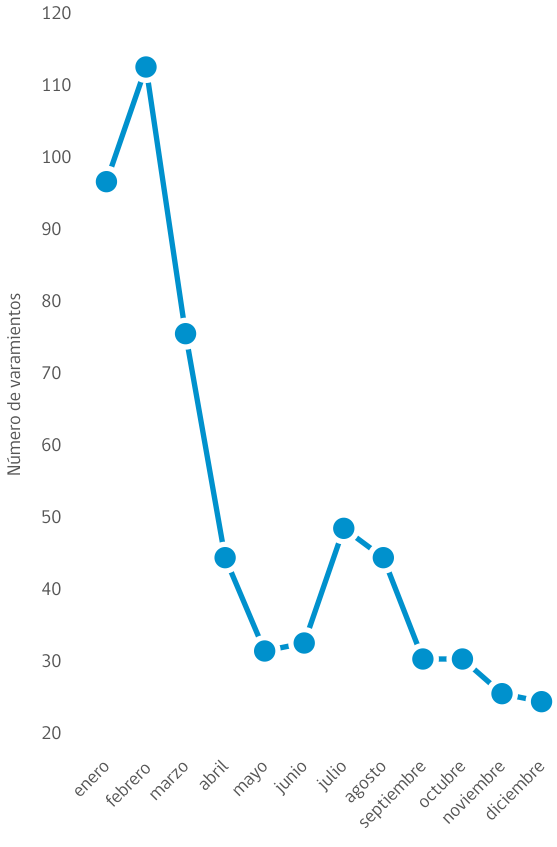
Figura 11. Registro de varamientos de especies, 2009-2019



Download data

Los varamientos pueden ser declarados por cualquier persona. Una vez que el Sernapesca valida el varamiento, se procede a agregar al registro de la base de datos. En los meses de enero, febrero y marzo aumenta notoriamente el promedio de varamientos registrados (**Figura 12**). Es difícil obtener conclusiones, ya que también es la época cuando hay en la costa un mayor número de personas debido a la época estival.

Figura 12. Promedio mensual de los ejemplares varados por año, 2009 - 2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca), 2020.

2.7 Avistamiento de cetáceos

El Reglamento general de observación de mamíferos, reptiles y aves hidrobiológicas y del registro de avistamiento de cetáceos (Decreto supremo 38, 2011) establece que "durante las actividades de observación se deberá garantizar un comportamiento respetuoso con los ejemplares, así como asegurar el resguardo de las características específicas de cada especie. Además, se prohíbe la realización de cualquier acto de acoso o de persecución". Dicho reglamento determina que, en el caso de observación de cetáceos, los capitanes y patrones de naves deben velar porque no se generen ruidos molestos, ni se alimente a los animales. Asimismo, indica distancias mínimas: 50 m frente a cetáceos menores (delfines, toninas), 100 m en el caso de cetáceos mayores (cachalotes, jorobadas) y 300 m para la ballena azul. Especies como la ballena franca, dado su alto grado de amenaza, solo deben ser avistadas desde la costa.

Este mismo reglamento entrega a la Dirección General del Territorio Marítimo (Directemar) la responsabilidad de confeccionar, actualizar y administrar el registro de avistamiento de cetáceos, base de datos en la cual se recopila información relativa a la presencia de estos animales en aguas nacionales.

Las actividades de avistamiento se llevan a cabo en varios niveles. A nivel científico, el proyecto de seguimiento de recursos altamente migratorios del Instituto de Fomento Pesquero (Ifop) realiza la actividad del avistamiento de cetáceos por medio de observadores especializados, en el buque científico Abate Molina. En los últimos cuatro años, el proyecto suma cerca de 800 avistamientos, desde Arica hasta Corral (Ifop, 2020).

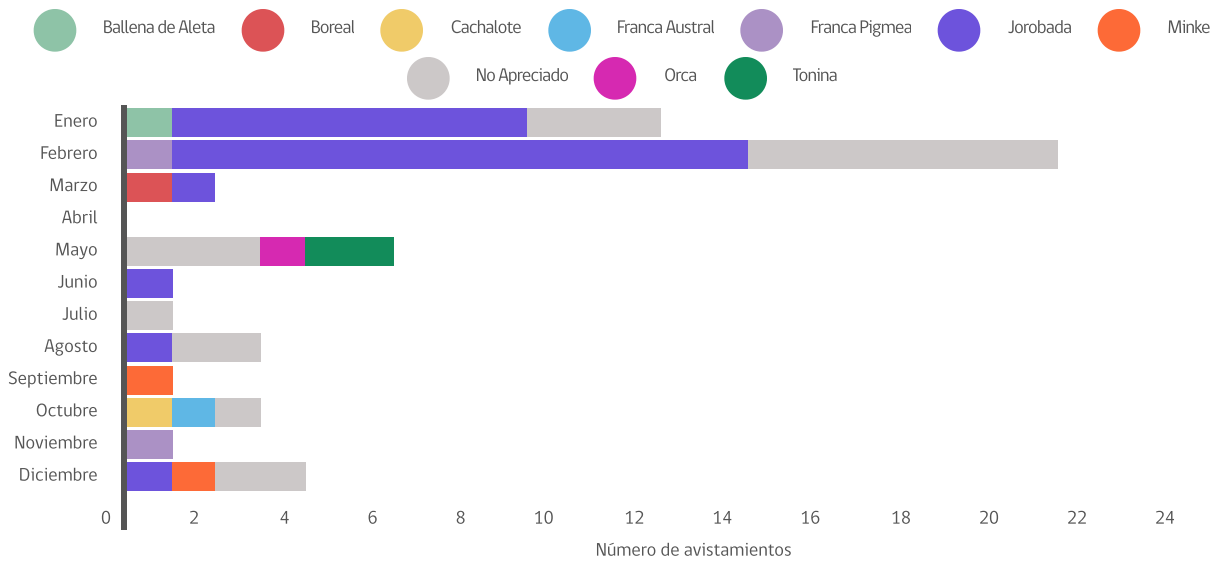
A nivel de naves con fines recreativos de observación, el citado reglamento fija la obligación para los guías de turismo de proporcionar a Directemar los datos del hallazgo (artículo 25).

La autoridad marítima local también puede refrendar medidas para la disminución de los riesgos de colisión entre naves y cetáceos, así como para hacer un adecuado registro de su avistamiento. De este modo, Directemar establece medidas para registrar los avistamientos y evitar las colisiones con los cetáceos: "las medidas necesarias y sugeridas para tales efectos, son: a.- Contar con vigías capacitados en el avistamiento y registro de cetáceos, que desempeñen estas funciones durante las navegaciones e informen tales hallazgos de manera inmediata al puente de mando, para la adopción de medidas de evasión o de mitigación de colisiones con ballenas. b.- Evitar o desviar el rumbo de navegación de un sector donde se observen ballenas en actividades de alimentación, crianza o interacción grupal (sociabilización)" (Directemar, 2018).

En 2019, según el registro de Directemar, se verificó un total de 10 avistamientos de cetáceos a nivel nacional. Las especies avistadas fueron: ballena de aleta, boreal, cachalote, ballena franca austral, ballena franca pigmea, ballena jorobada, ballena Minke, orca, tonina, junto a un número de ejemplares de especie no apreciada. Los meses de verano muestran un aumento ostensible de avistamiento de individuos (**Figuras 13 y 14**).



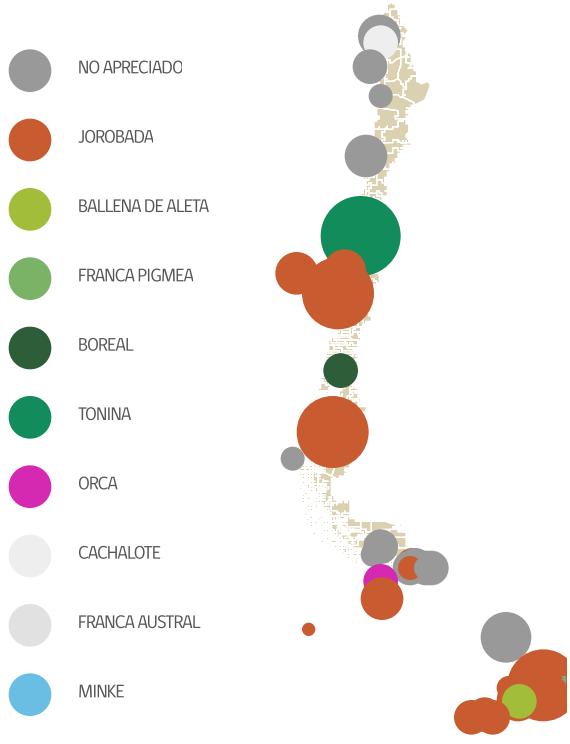
Figura 13. Avistamientos de Individuos de especie por mes, 2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección de Intereses Marítimos y Medio Ambiente Acuático (Dirinmar), 2020.

Figura 14. Mapa de localización de avistamiento de cetáceos por fecha, 2019



Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección de Intereses Marítimos y Medio Ambiente Acuático (Dirinmar), 2020.

Download data

En el ámbito del turismo, el Reglamento General de Observación de Mamíferos, Reptiles y Aves Hidrobiológicas y del Registro de Avistamiento de Cetáceos establece para las actividades de tipo recreativo que "durante las actividades de observación se deberá garantizar un comportamiento respetuoso con los ejemplares, así como asegurar el resguardo de las características específicas de cada especie. Además, se prohíbe la realización de cualquier acto de acoso o de persecución". Los capitanes y patrones "deberán velar porque no se ejecuten las siguientes conductas durante las actividades de observación: a) Generar ruidos molestos, b) Alimentar a los animales, c) Arrojar todo tipo de desperdicios o desechos". Sernapesca recomienda que frente a cetáceos de gran tamaño se mantenga una distancia mínima de cien metros en el caso de cachalotes o jorobadas, y de trescientos para ballena azul. Especies como la ballena franca, en tanto, solo deben ser avistadas desde la costa



3. Presiones sobre el océano en Chile

3.1 Actividades extractivas y productivas

La pesca y la acuicultura pueden producir impactos ambientales en los ecosistemas. Los principales impactos son el agotamiento o escasez de recursos, las modificaciones en los ecosistemas, la captura no intencional (especies que no son de interés y que se eliminan), cosecha de especies protegidas, contaminación por desechos de alimentación y químicos o antibióticos en el caso de la acuicultura (FAO, 2017).

De acuerdo con un documento técnico de la FAO (Garcia, Zerbi, Aliaume, Do Chi, & Lasserre, 2003): "La pesca tiene un impacto en los recursos objetivo. Reducen su abundancia, potencial de desove y, posiblemente, parámetros poblacionales. Cuando está mal controlada, la pesca puede desarrollar una capacidad pesquera excesiva, lo que lleva a la sobrepesca, con importantes consecuencias económicas, sociales y para el ecosistema".

Por otra parte, la acuicultura puede impactar el medio ambiente por contaminación y por interacciones con el ecosistema, tal y como lo señala la Comisión Europea:

A. Contaminación.

- Contaminación por desechos orgánicos y nutrientes. Los desechos se liberan en forma de partículas sólidas (por ejemplo, heces de pescado y alimentos no consumidos), mientras que los nutrientes disueltos (nitrógeno y fósforo) son liberados por los peces (a través de las branquias y en la orina), así como por los desechos sólidos cuando se descomponen. Estos pueden afectar negativamente los ecosistemas bentónicos (del fondo marino) en las inmediaciones de la granja, causando impactos ecológicos. Los nutrientes liberados tienen el potencial de causar eutrofización.
- Antibióticos. Los antibióticos utilizados en la acuicultura ingresan al medio marino a través de las heces de los peces y pueden persistir durante largos períodos en los sedimentos.

B. Interacciones ecológicas

Existe posibilidad de impactos negativos en los ecosistemas naturales de las especies cultivadas, tales como:

- Fuga de especies cultivadas. Los peces pueden escapar de las granjas lo que conlleva el riesgo de mestizaje con especies silvestres y/o de competir con las poblaciones silvestres por el alimento y el espacio y propagar enfermedades.
- Enfermedades. Las enfermedades pueden transmitirse entre especies silvestres y cultivadas.



Descarte y Pesca Incidental

Una de las mayores amenazas a nivel global para la sustentabilidad de las pesquerías son los descartes, es decir, especies que son devueltas al mar, así como también la captura incidental de aves, mamíferos y tortugas marinas producto de la interacción con la pesca. Al no cuantificar lo que se descarta en las capturas totales se originan subestimaciones de la mortalidad real por pesca y de la productividad de los stocks, lo que provoca errores en las bases de datos científicas para la toma de decisiones e incertidumbre en su manejo y administración.

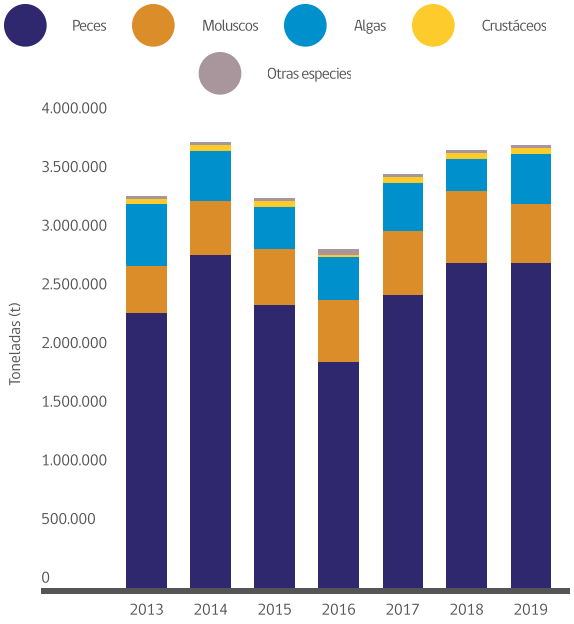
Desde una perspectiva ecosistémica, social, ética y de conservación, al realizar descartes se pierden oportunidades económicas y sociales, se desperdician recursos alimenticios y se reduce la biodiversidad. Todas situaciones que resultan incompatibles con el uso sustentable y responsable de los recursos pesqueros y su ambiente (Subpesca, 2017).



3.1.1 Desembarque pesquero

El desembarque pesquero total corresponde a la suma del total desembarcado y cosechado producto de la actividad de los agentes extractivos artesanales e industriales y las cosechas de centros de cultivo de la acuicultura. Esto es, la suma del subsector artesanal, con el desembarque de las flotas artesanales, recolectores de orilla y áreas de manejo; del subsector industrial, con desembarque de la flota industrial y buques fábrica o factoría, y del subsector de acuicultura, para las cosechas provenientes de centros de mar o en tierra. Considerando peces, algas, moluscos y otros, en 2019 el desembarque total en Chile llegó a 3.779.744 toneladas. Al examinar la serie 2013-2019 (**Figura 15**) los peces representan la mayor proporción del desembarque total, constituyendo 73% en 2019.

Figura 15. Desembarque pesquero total (desembarque y acuicultura) por especie, 2013-2019

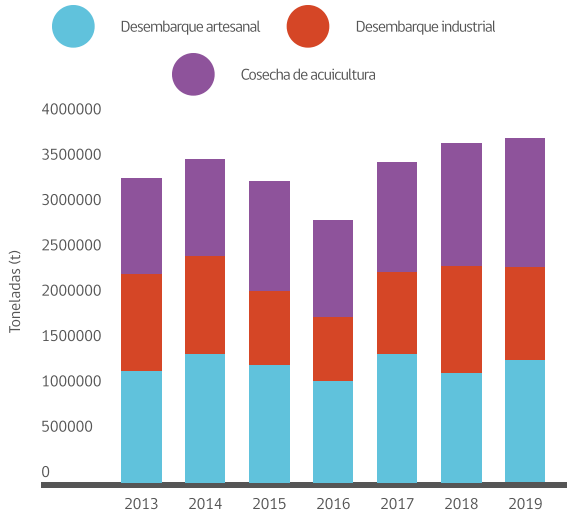


Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca), 2020.

El desembarque total se encuentra distribuido aproximadamente en tres tercios en los subsectores artesanal, industrial y acuícola, que en el año 2019 representaron, respectivamente, 36%, 27% y 37% del total (**Figura 16**). El tipo de especie más extraída son los peces, seguido por las algas y moluscos, y por último los crustáceos y otras especies. La distribución de extracción por tipo ha variado muy poco desde 2013 al 2019. En 2019 se desembarcaron 2.773.500 toneladas de peces.

Figura 16. Desembarque pesquero total por sector, 2013-2019

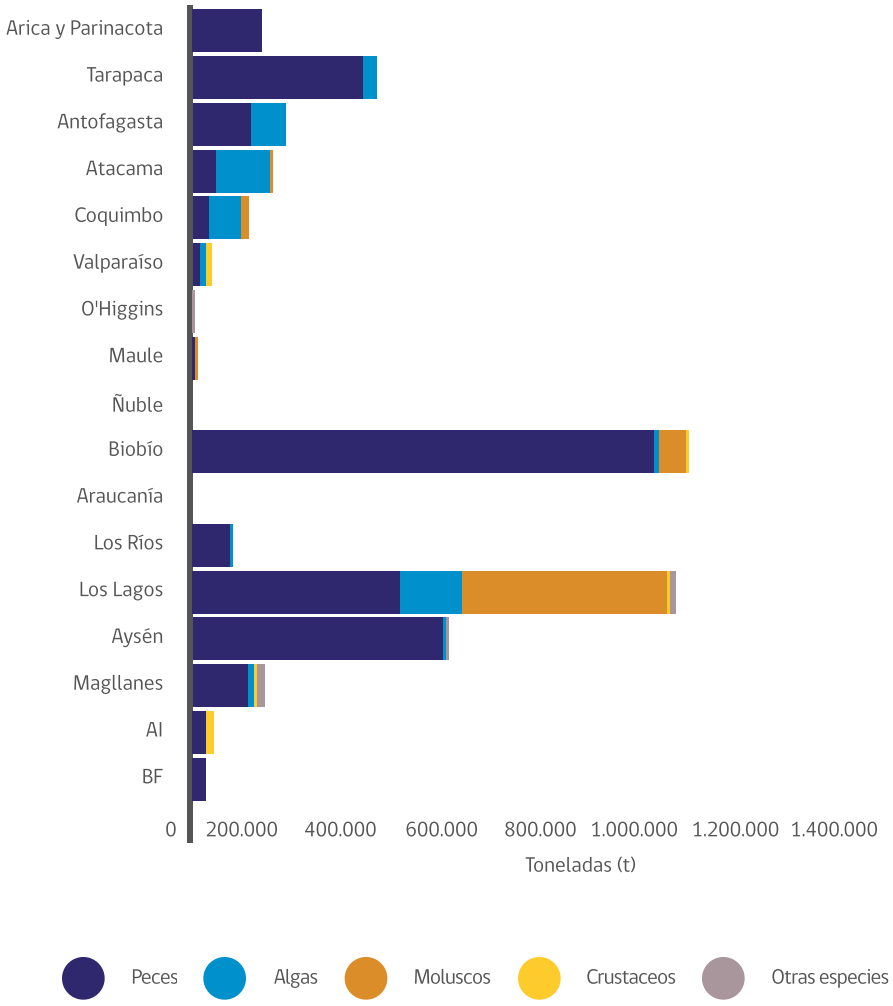


Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca), 2020.

En cuanto a la distribución regional, las regiones de Biobío y Los Lagos tienen la mayor participación en el desembarque pesquero total del país en 2019. No obstante, la composición de ese desembarque es distinta: en Biobío los peces corresponden al grueso del desembarque (93%), mientras que en Los Lagos peces y moluscos están igualmente repartidos en 43% (**Figura 17**).

Figura 17. Desembarque pesquero total por Región, 2013-2019



Download data



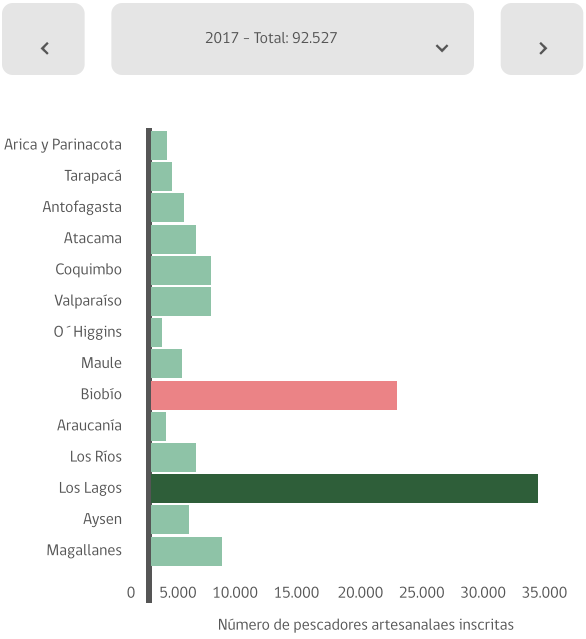
3.1.2 Esfuerzo pesquero artesanal

Los pescadores y sus embarcaciones deben inscribirse en el Registro Pesquero Artesanal (RPA) del Sernapesca, el que le da la facultad para operar sobre especies determinadas, bajo una o más categorías y en una región en particular, con la excepción del régimen de zonas contiguas. Actualmente se encuentran inscritos cerca de 92.000 pescadores artesanales y más de 12.750 embarcaciones (Subpesca, 2020).

Las tareas de soporte a la labor de extracción artesanal, como mantención, preparación de artes, comercialización e incluso actividades de carácter social y cultural, confluyen en las caletas pesqueras. Se reconoce en Chile un total de 467 caletas oficializadas, entre la Región de Arica y Parinacota y la Región de Magallanes, incluyendo las islas oceánicas (Subpesca, 2020).

La región de los Lagos y de Biobío son las que acumulan mayor número de pescadores registrados (**Figura 18**). La región de los Lagos supera los 30.000 pescadores inscritos.

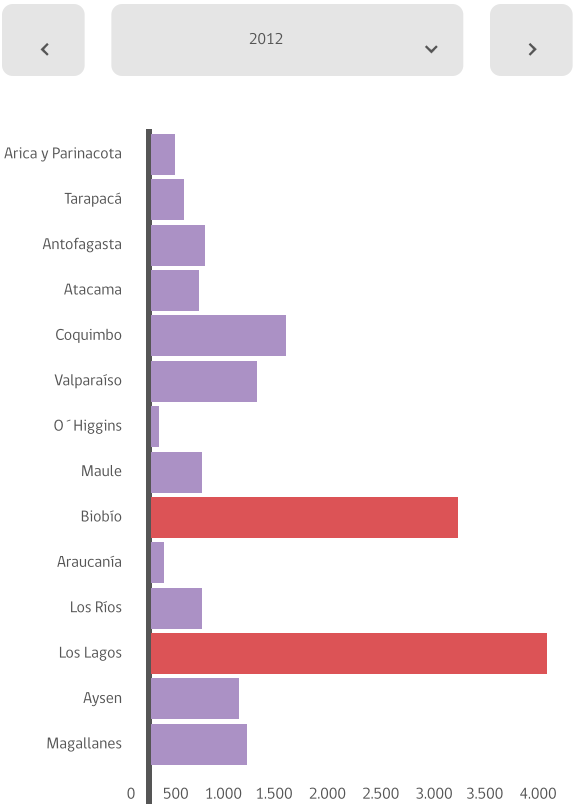
Figura 18. Esfuerzo pesquero artesanal, pescadores inscritos por región, 2012-2017



Download data

El esfuerzo pesquero (número de pescadores inscritos) muestra una correlación con la cantidad de embarcaciones inscritas (**Figura 19**). Igualmente, la región de los Lagos y Biobío se llevan el mayor porcentaje del total en la serie histórica.

Figura 19. Esfuerzo pesquero artesanal, embarcaciones inscritas por región, 2012-2017

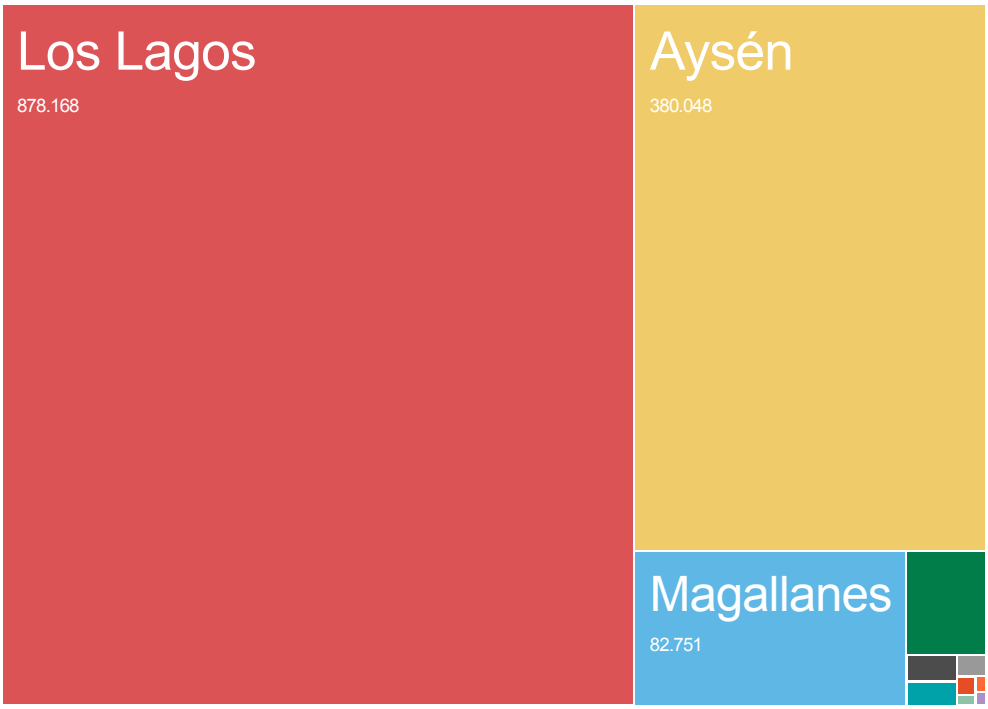


Fuente: Elaboración propia con datos de Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca), 2018.

3.1.3 Cosecha en centros de cultivo acuícola

La cosecha de la acuicultura se concentra en las regiones de Los Lagos y de Aysén, con un 64% y un 28% del total, en toneladas, respectivamente (Figura 20).

Figura 20. Cosecha en centros de cultivo acuícola por región, 2018



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca), 2018.



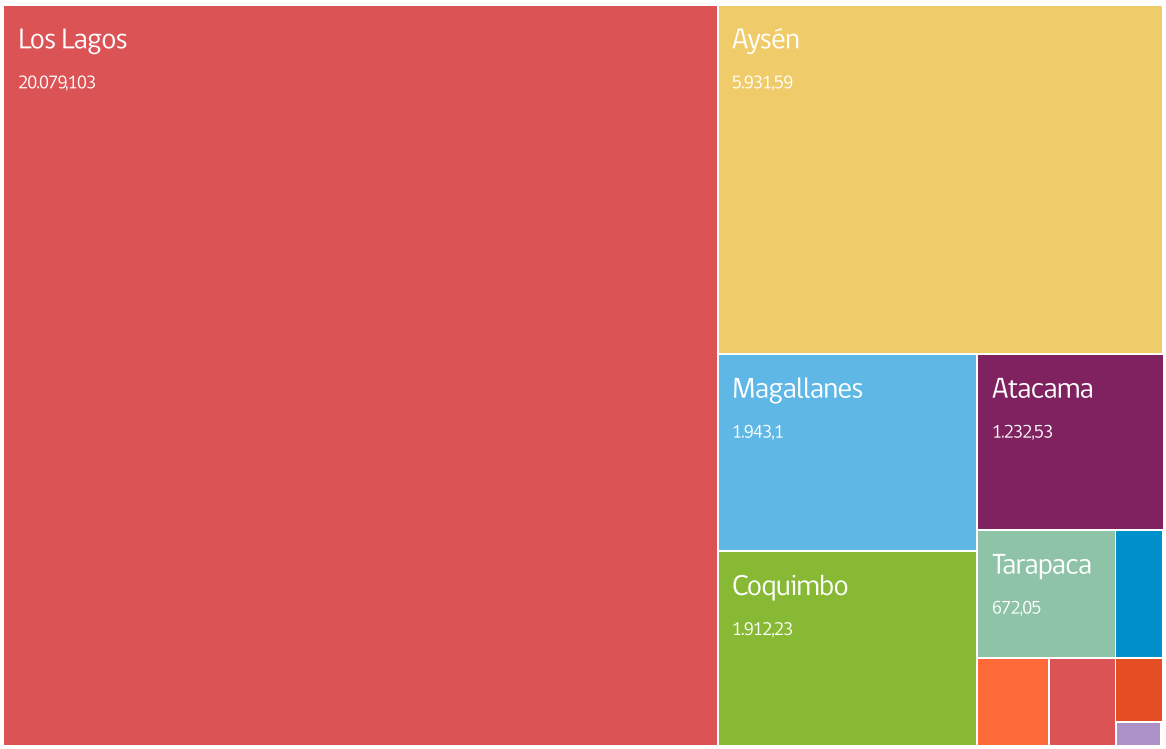
3.2 Infraestructura y presiones sobre el borde costero y marino

El desarrollo de infraestructura es una necesidad para las actividades productivas ligadas al mar y es una fuente de trabajo para miles de personas. Sin embargo, esa infraestructura en ocasiones crea presiones sobre el borde costero produciendo cambios en el entorno natural, que afecta a las poblaciones humanas y ecosistemas locales.

3.2.1 Extensión de concesiones de acuicultura

Existe alta correlación del porcentaje de extensión de acuicultura con la cosecha por región. Los Lagos y Aysén lideran con creces la extensión de acuicultura con un 61% y 18% respectivamente (Figura 21).

Figura 21. Extensión de concesiones de acuicultura por región, hectáreas, abril 2020

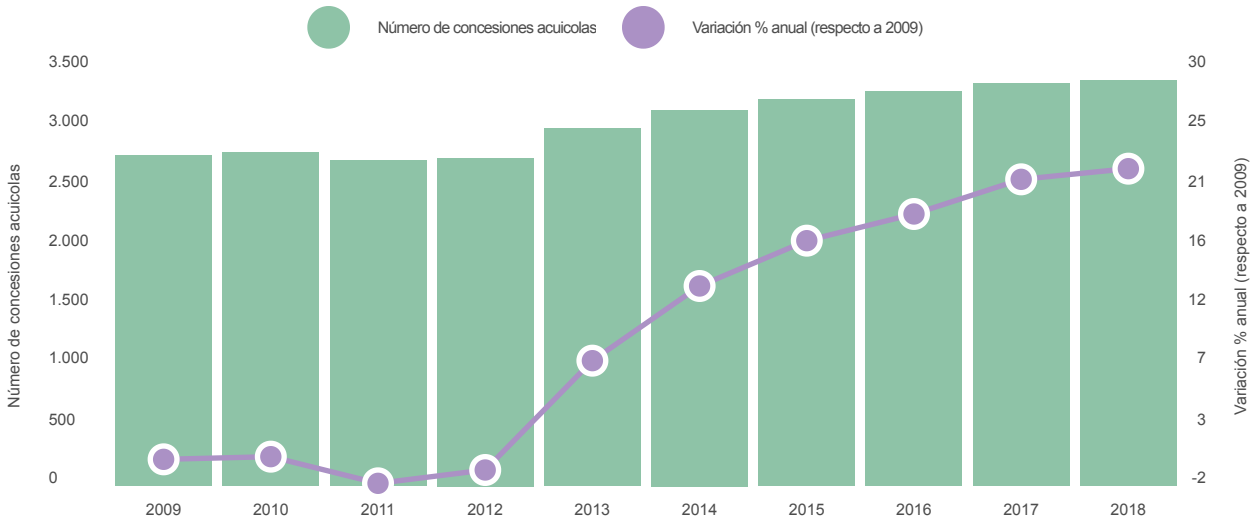


Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca), 2020

Desde 2009 a 2018 se aprecia que ha habido un aumento sostenido de las concesiones acuícolas, alcanzando más del 20% en dicho periodo (Figura 22).

Figura 22. Evolución de concesiones acuícolas, 2009-2018

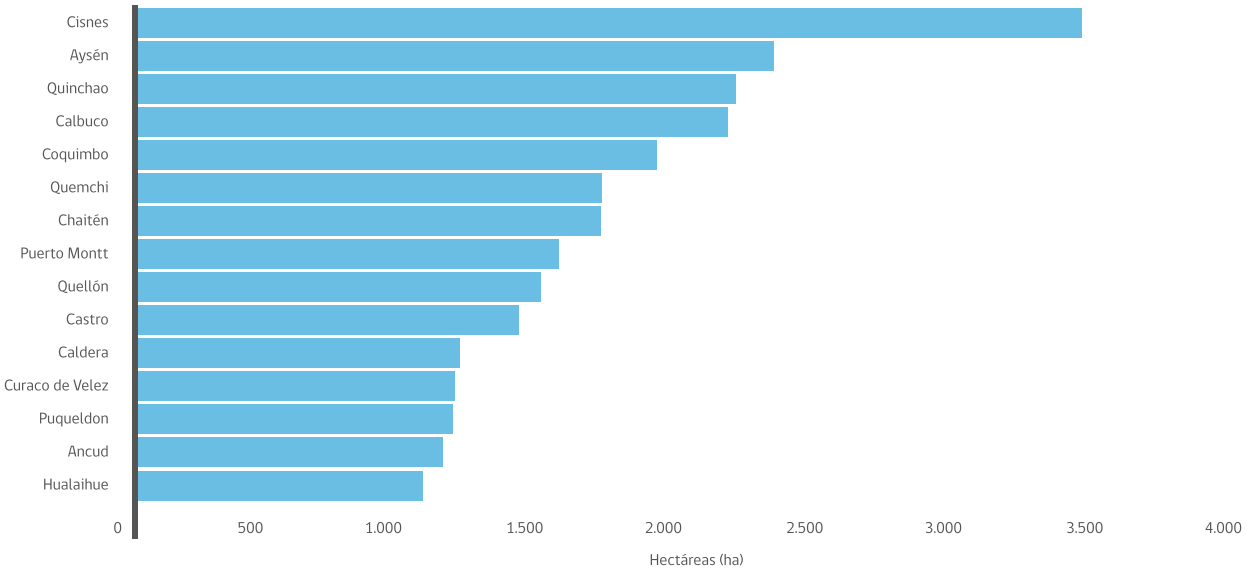


Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (Directemar), 2019.

Download data

Las tres comunas con mayor cantidad de hectáreas destinadas a la acuicultura son Cisnes, Aysén y Quinchao (**Figura 23**).

Figura 23. 15 comunas con mayor superficie de concesiones de acuicultura otorgadas, abril 2020



Fuente: Elaboración propia con datos de Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca), 2020.

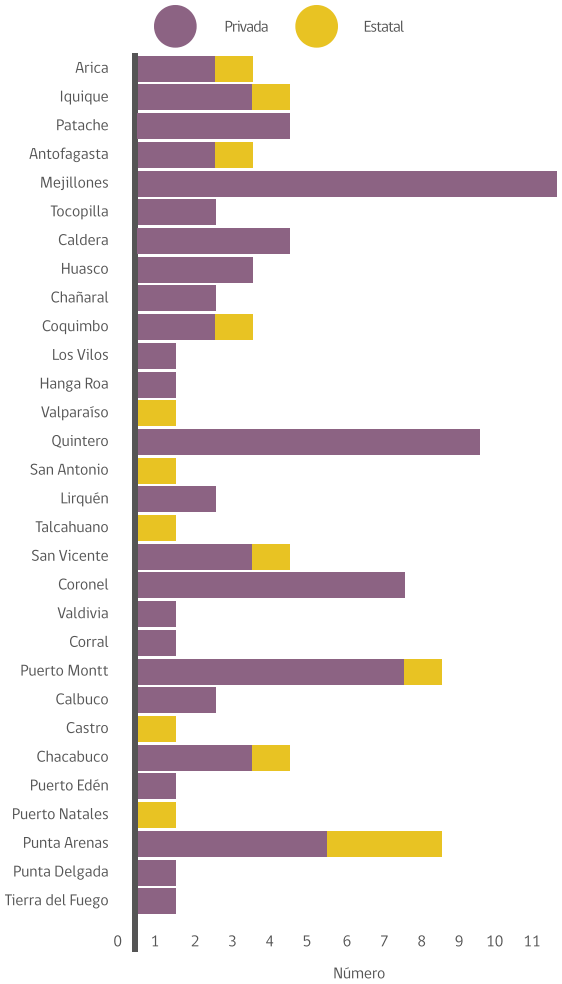
Download data

3.2.2 Infraestructura portuaria principal

La infraestructura portuaria en Chile es preponderantemente privada (**Figura 24**). Se trata de 95 instalaciones portuarias principales y secundarias, incluyendo terminales marítimos, de las cuales 80 son privadas y 15 estatales. Las comunas de Mejillones, Quintero, Coronel, Puerto Montt y Punta Arenas son las que presentan mayor número. Se trata de 95 instalaciones portuarias principales y secundarias, incluyendo terminales marítimos, de las cuales 80 son privadas y 15 estatales.

Teniendo Chile 4.200 kilómetros de costa en línea recta, la infraestructura costera está presente a lo largo del litoral de norte a sur. Si bien las condiciones geográficas del extremo austral ofrecen una cantidad menor de lugares adecuados, Magallanes exhibe un número de instalaciones y de infraestructura que supera a varias otras regiones del país (**Figura 25**).

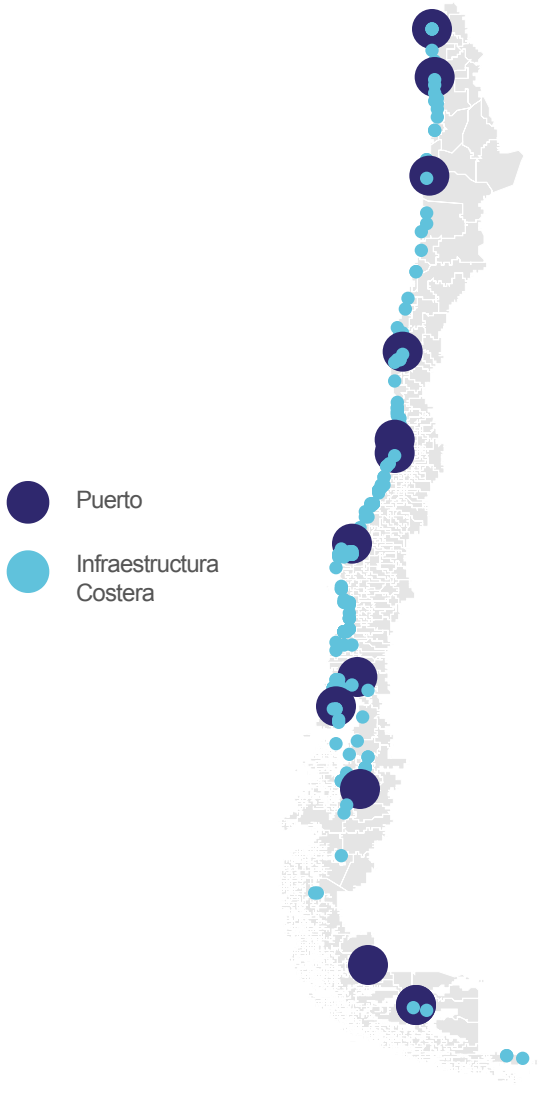
Figura 24. Infraestructura portuaria principal, 2018



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (Directemar), 2019.

Figura 25. Infraestructura Costera, 2018



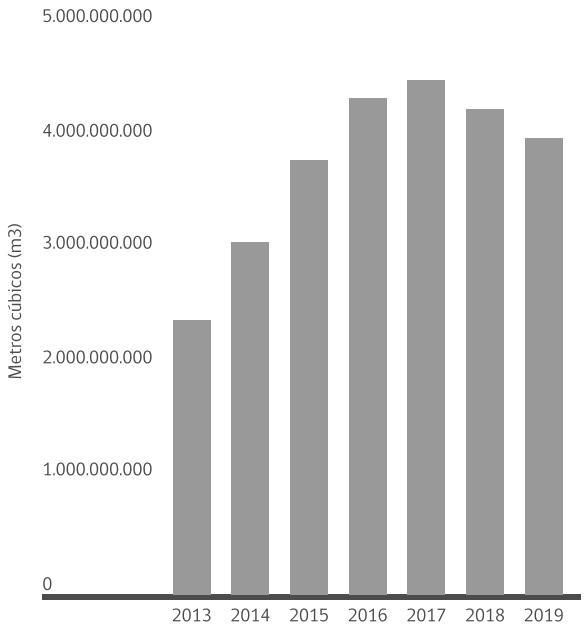
Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Obras Públicas (MOP) , 2018.

3.3 Volumen de aguas vertidas al mar

En Chile, todos los años miles de millones de metros cúbicos de aguas residuales son vertidos al océano por distintos sectores productivos. Esta cifra superó los 4 mil millones de metros cúbicos en 2019 (**Figura 26**).

Figura 26. Volumen de aguas vertidas al mar, 2013 -2019



Download data

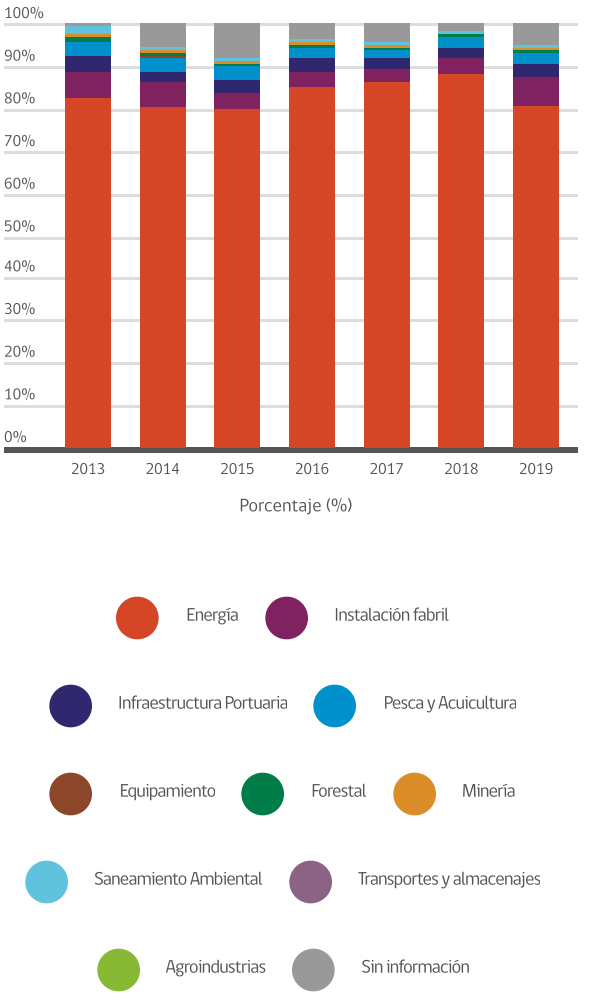
Fuente: Elaboración propia con datos de Supertintendencia del Medio Ambiente (SMA), 2020.

Distintos rubros productivos, como energía, acuicultura, minería, saneamiento ambiental y otros, vierten aguas al mar a través de emisarios submarinos y descargas directas.

Los emisarios del rubro de saneamiento ambiental vierten al medio marino las aguas residuales previamente tratadas. Estos emisarios son manejados por empresas sanitarias. Un manejo deficiente puede significar contaminación de agua y sedimentos marinos por coliformes, detergentes y otros.

El sector de energía utiliza las aguas de mar para enfriar sus procesos productivos. Cuando el agua es devuelta al mar, la temperatura del mar sube considerablemente, lo cual puede tener repercusiones en la interacción de los ecosistemas. Del total de agua vertida al mar, el sector Energía genera el 80% aproximadamente (**Figura 27**).

Figura 27. Proporción de aguas vertidas al mar por sector económico, 2013-2019

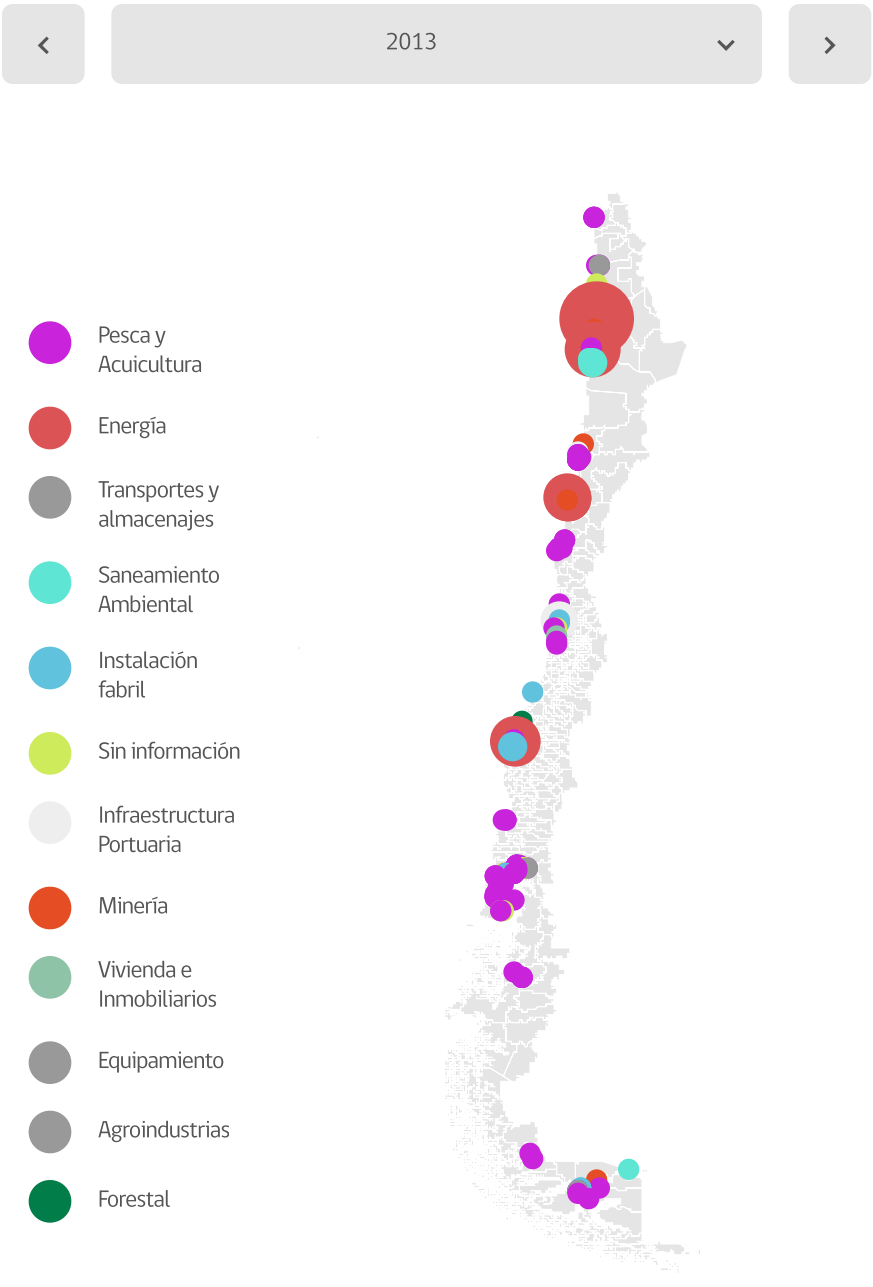


Download data

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

A nivel nacional, la zona norte es la que mayor volumen de agua vierte, con el sector de la energía con la mayor participación (**Figura 28**).

Figura 28. Mapa de voumen de aguas vertidas al mar por ducto y sector económico, 2013-2019



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

3.4 Plásticos en el Mar

Los plásticos constituyen entre el 60% y el 80% del total de basura que hay en el mar. Además de sus efectos directos por acumulación en los ecosistemas y la biodiversidad marina, son fuente de gases de efecto invernadero y contribuyen, por tanto, al calentamiento global. En forma adicional, la FAO ha sostenido que los microplásticos a menudo transportan contaminantes tóxicos y representan un riesgo real para la seguridad alimentaria y la salud humana si entran a la cadena alimenticia a través de los peces (Aimone Arredondo, 2018).

Los desechos marinos antropogénicos (AMD) en el sudeste del Pacífico tienen orígenes principalmente locales de fuentes terrestres, incluidas las ciudades (costeras y del interior), los visitantes de playas, la acuicultura y la pesca.

El plástico en el mar proviene en gran parte de las bolsas plásticas, elementos de pesca y redes. "En la región de Los Lagos, especialmente en Chiloé, es distinto: los residuos en su mayoría son de la industria salmonera. Estos desechos son muy fáciles de identificar. Corresponden a cordeles, boyas, rieles, plumavit, etc., que provienen claramente de la acuicultura" (Thiel, y otros, 2018). En 2009, la FAO estimó que hay unas 640.000 toneladas de redes abandonadas en el fondo marino en todo el mundo. Gran parte de estas redes continúa atrapando a los animales marinos en lo que se ha denominado "pesca fantasma" (ONU, 2017).

Los microplásticos se generan de dos formas. Son fabricados, no sólo como microperlas, sino también como microfibras que se desprenden de las ropas en el lavado, o se crean cuando las olas y la luz del sol rompen piezas de plástico más grandes. Las microperlas son pequeñas piezas de plástico utilizadas, entre otras cosas, en productos exfoliantes y pasta de dientes. Se describen en los ingredientes como polietileno o polipropileno. Dada la cantidad de plástico presente hoy en los océanos, gran parte de la vida marina lo ingiriere directamente o a través de la alimentación con criaturas marinas más pequeñas.

Un estudio reveló interacciones con plásticos para 97 especies en el Pacífico SE, incluidas 20 especies de peces, 5 tortugas marinas, 53 aves marinas y 19 mamíferos marinos. Las tortugas marinas son las más afectadas por las interacciones con los plásticos, subrayado por el hecho de que 4 de las 5 especies sufren tanto de enredo como de ingestión. Se han reportado altas frecuencias de ingestión de microplásticos de peces planctívoros y aves marinas que habitan las aguas oceánicas y las islas expuestas a altas densidades de microplásticos concentrados por las corrientes oceánicas en el giro del Pacífico Sur. Se analizaron algunas especies de peces que viven alrededor de Isla de Pascua y 80% tenía plástico en su estómago (Thiel, y otros, 2018).

Los microplásticos a menudo transportan contaminantes tóxicos y representan un riesgo real para la seguridad alimentaria y la salud humana si entran a la cadena alimenticia a través de los peces que comemos. Además de los peligros para los seres humanos, los microplásticos asfixian, ya que contienen moléculas que funcionan como disruptores endocrinos (que afectan el equilibrio hormonal), lo cual tiene secuelas en la salud animal (ONU, 2017).

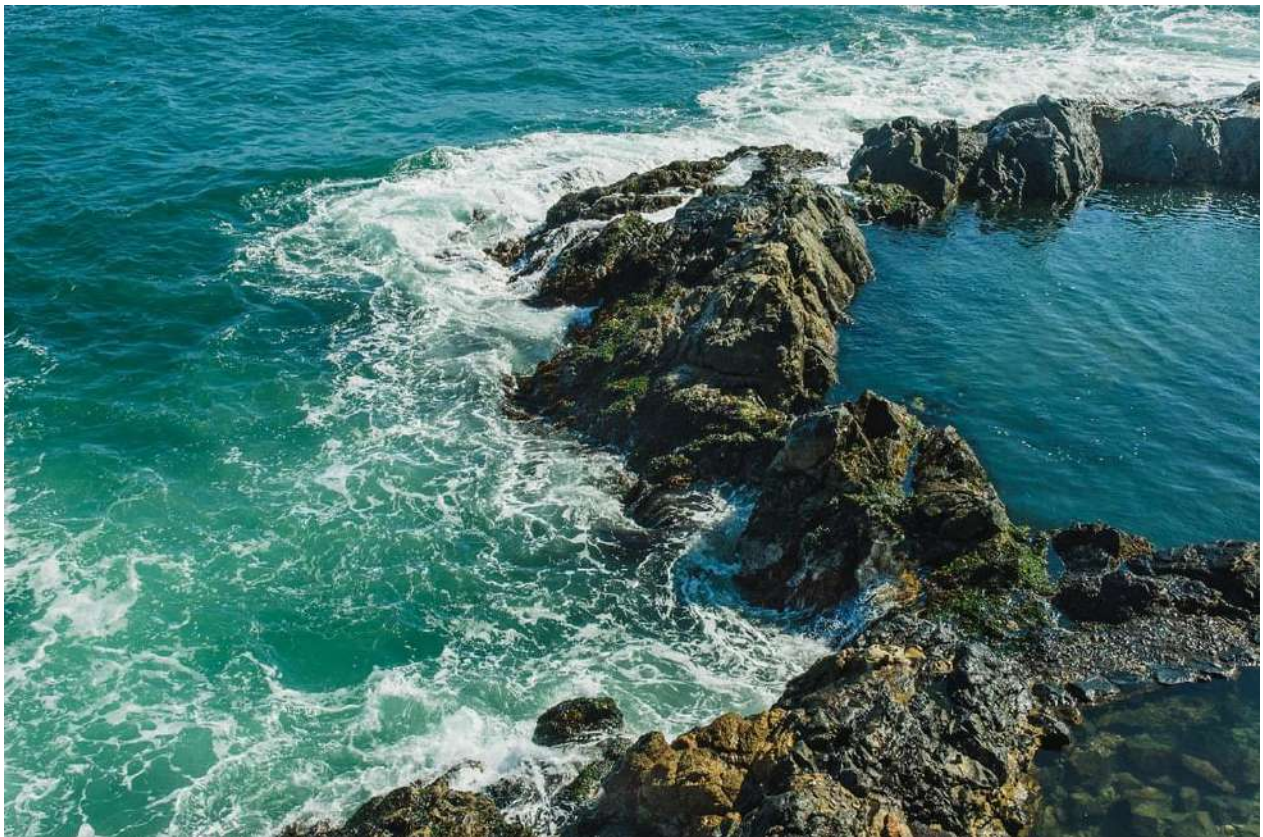


3.5 Plantas desaladoras

Frente a la megasequía que sufre Chile hace más de una década, la provisión de agua dulce para consumo humano y procesos productivos como los de la minería, tiene entre sus fuentes la utilización de agua de mar desalada. Actualmente, existen en el país 23 plantas desaladoras, la mayoría situadas en las regiones de Antofagasta y Atacama, que abastecen el 1,1% del total de agua potable y el 20% de toda el agua que usa la minería (Dirección General de Aguas, 2020). Se espera para los próximos cinco años un aumento de 160% de la capacidad de desalación.

Si bien las plantas desaladoras ofrecen una solución para superar la escasez hídrica, pueden tener un efecto negativo en el medio ambiente. Un informe técnico de la Subsecretaría de Pesca (2019) indica que "la captación continua de grandes volúmenes de agua de mar, sin la incorporación de medidas de mitigación adecuadas, puede generar una presión adicional a los ecosistemas marinos en desmedro de la capacidad de sostenibilidad de las especies hidrobiológicas que los habitan. Esto debido a que, en conjunto con el agua captada, se succiona una importante cantidad de biomasa planctónica -larvas y ovas de diferentes especies hidrobiológicas, entre otras-, introduciendo al sistema una nueva forma de mortalidad que afecta principalmente a las primeras etapas de vida de dichas especies". Esta situación aplica también a las centrales termoeléctricas que utilizan agua de mar para enfriamiento.

En el caso de la desalinización existe además el impacto del uso de químicos y la descarga de salmuera que vuelve al océano. "En las plantas de osmosis reversa la descarga de salmuera varía entre un 30% a 70% del total de agua tratada, lo que significa un 1,3 a 1,7 veces la concentración del agua de mar. Por tanto, es necesario asegurar una adecuada dilución de la descarga y minimizar sus efectos adversos en el ambiente marino a través del uso de tecnología apropiada para este objetivo" (Directemar, 2015).



4. Respuestas de gestión en el océano

4.1 Instrumentos regulatorios, normativos y de control

Chile ha elaborado un conjunto de instrumentos estratégicos, legales y de fomento que tienen como meta la conservación ambiental de los recursos marinos y la regulación de las actividades productivas relacionadas con el mar. Se encuentran programas y leyes que concretan en acciones y regulaciones acuerdos internacionales relativos al mar, así como algunos de focalización específica en mujeres y en pueblos indígenas.



4.1.1 Políticas, Planes y Programas

- Política Nacional Oceánica: Orientada a asegurar la protección y uso sostenible del mar y sus recursos marinos.
- Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030, Plan de acción "Conservación de la Biodiversidad Marina y de Islas Oceánicas".
- Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura y el Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad.
- Plan de creación de Áreas Protegidas Marinas.
- Programa de monitoreo de la biodiversidad y programa de vigilancia y fiscalización.
- Política Nacional y Plan de Acción Nacional para prevenir, desalentar y eliminar la Pesca Ilegal, No Declarada y No Reglamentada (INDNR), del año 2004, dictado al alero del Plan de Acción Internacional de la FAO.

4.1.1.1 Legislación nacional enfocada en conservación de recursos hidrobiológicos

- Ley General de Pesca y Acuicultura N° 20.657
- Decreto supremo N°1.393/1997 MINREL, Convención sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR) establece un régimen comprensivo de ley y orden de los océanos y mares del mundo, estableciendo reglas rectoras para los usos de los océanos y sus recursos.
- Decreto supremo N°31/2016 MINREL- Acuerdo sobre la Conservación y Ordenación de las Poblaciones de Pesca Transzonales y las Poblaciones de Peces Altamente Migratorios (aplicación de disposiciones generales CONVEMAR).
- Decreto supremo N°662/1981 MINREL- Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCRVMA), vigente desde 1982 como parte del Sistema del Tratado Antártico.
- Decreto supremo N° 89/2012 MINREL- Convención para la Conservación y Manejo de los Recursos Pesqueros de la Alta Mar del Pacífico Sur.
- Ley N° 20.925 de Bonificación para el Repoblamiento y Cultivo de Algas.

4.1.1.2 Políticas, Planes y Programas relativos a la protección y uso del borde costero marino

- Decreto con Fuerza de Ley N° 340 sobre Concesiones marítimas.
- Decreto supremo N°475/ 1994 Ministerio de Defensa Nacional, que establece la Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República, y crea una Comisión Nacional.
- Ley N° 20.249, que crea Espacios Costeros Marinos para Pueblos Originarios (ECMPO).
- Decreto supremo N°1.689/1994 MINREL- Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques, de 1973 (MARPOL 73/78).
- Programa "Te Quiero Caleta", que busca afianzar el trabajo y la identidad de las 467 caletas existentes en Chile, a través de iniciativas de emprendimiento local y regional que apunten al desarrollo sustentable.
- Programa de Observación del Ambiente Litoral (POAL) de la Directemar.

- Programas de apoyo a mujeres pescadoras y Concurso "Mujer Pescadora Emprende", que convoca a pescadoras de todo Chile.



4.1.2 Áreas protegidas marinas

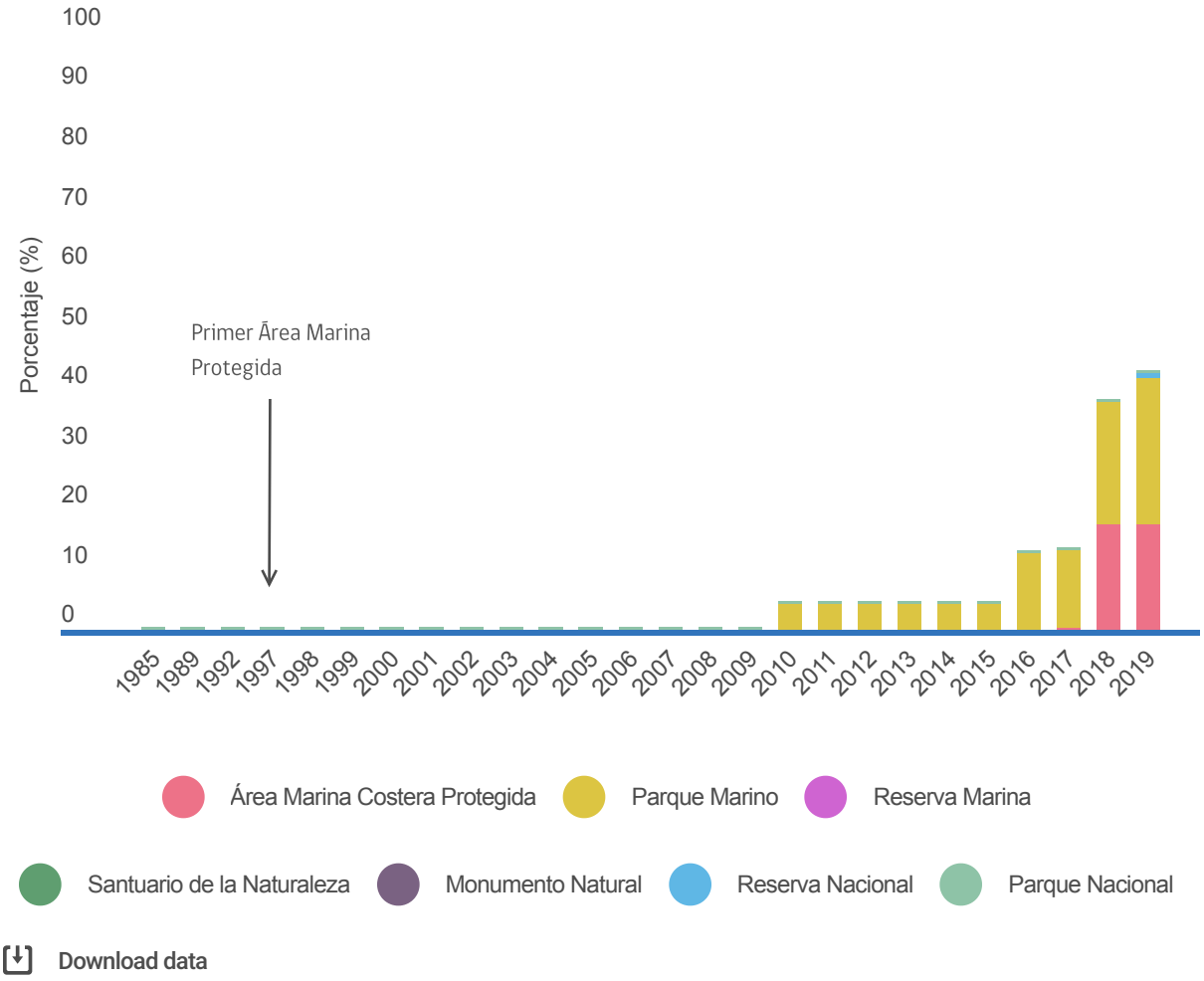
Chile ha hecho importantes esfuerzos por aumentar la superficie de áreas protegidas marinas (Figura 29). Las áreas protegidas marinas oficiales se presentan de acuerdo con siete categorías de protección a nivel nacional. Por una parte, se encuentran las áreas de designación marinas, tales como las Áreas Marinas Costeras Protegidas de Múltiples Usos (AMCPMU, 13 unidades), los Parques Marinos (10 unidades) y las Reservas Marinas (5 unidades). Estas tres categorías corresponden a áreas fiscales y mientras las AMCPMU están bajo la custodia del Ministerio del Medio Ambiente, los Parques Marinos y Reservas Marinas son administradas por el Sernapesca. Junto con estas áreas, existen once Santuarios de la Naturaleza marinos, los que pueden ser públicos o privados. Por otra parte, existen algunas áreas marinas bajo categorías que son parte de las áreas del SNASPE, es decir que son administradas por la Conaf. Los Parques Naciones Alberto de Agostini y Bernardo O'Higgins, de acuerdo con las indicaciones de sus límites, incluyen áreas que pertenecen a la Zona Económica Exclusiva. Además, la Reserva Nacional Kawésqar corresponde a una superficie absolutamente marina. Finalmente, existen dos Monumentos Naturales marinos: La Portada, en Antofagasta, e Isla Cachagua, la que se ubica frente a la costa de Cachagua.

4.1.2.1 Proporción de zona económica exclusiva gestionada mediante enfoques basados en los ecosistemas (ODS 14.2.1)

En Chile, la creación de las áreas protegidas marinas como tales, comienza en 1997 al establecerse la Reserva Marina Bahía Moreno – La Rinconada. Sin embargo, con anterioridad, en 1976, se habían declarado las primeras zonas marinas bajo protección, el Santuario de la Naturaleza Isla Sala y Gómez e islotes adyacentes a la Isla de Pascua. Desde los años noventa, la proporción de áreas protegidas marinas en relación con el área total de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) ha aumentado paulatinamente hasta presentar un alza importante en el año 2010, con la creación del Parque Marino Motu Motiro Hiva, el que posee una extensión de 15 millones de hectáreas. La siguiente expansión relevante se registró en 2016, al crearse el Parque Marino Nazca-Desventuradas de más de 30 millones de hectáreas. Luego, en 2018 se establece el Área Marina Costera Protegida Rapa Nui, la de mayor extensión en su tipo, con más de 57 millones de hectáreas. En 2019 la creación de la Reserva Nacional Kawésqar, de 2,6 millones de hectáreas, permitió alcanzar un porcentaje de protección de 43,74% de la ZEE a que apunta el Objetivo de Desarrollo Sostenible 14.2.1. En este resultado destaca la proporción de protección otorgada por los Parques Marinos, con 24,8%, como también la proporción protegida por las AMCPMU, equivalente a 17,6% de la ZEE.



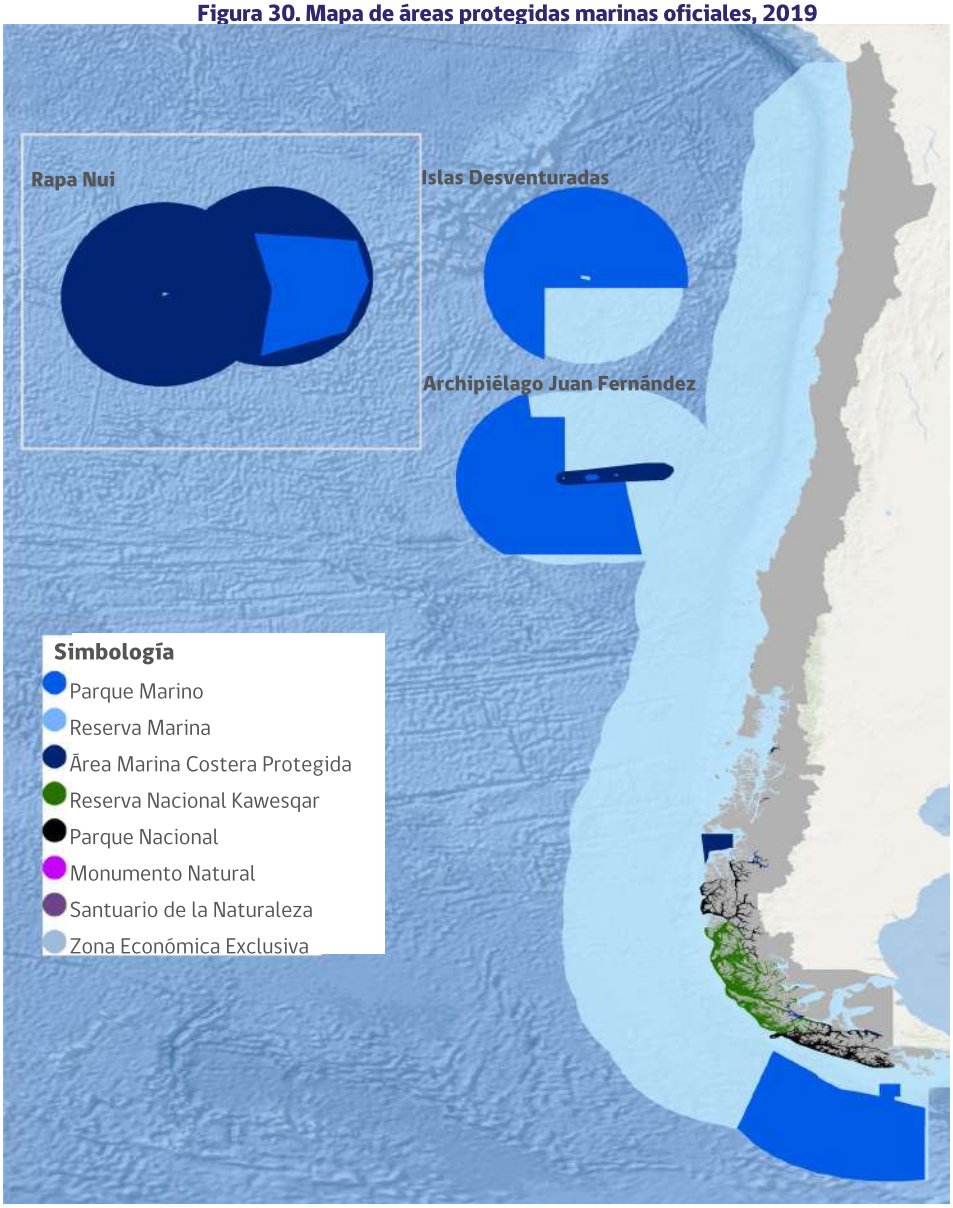
Figura 29. ODS 14.2.1 Proporción de zona económica exclusiva gestionada mediante enfoques basados en los ecosistemas, 1985-2019



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



Figura 30. Mapa de áreas protegidas marinas oficiales, 2019



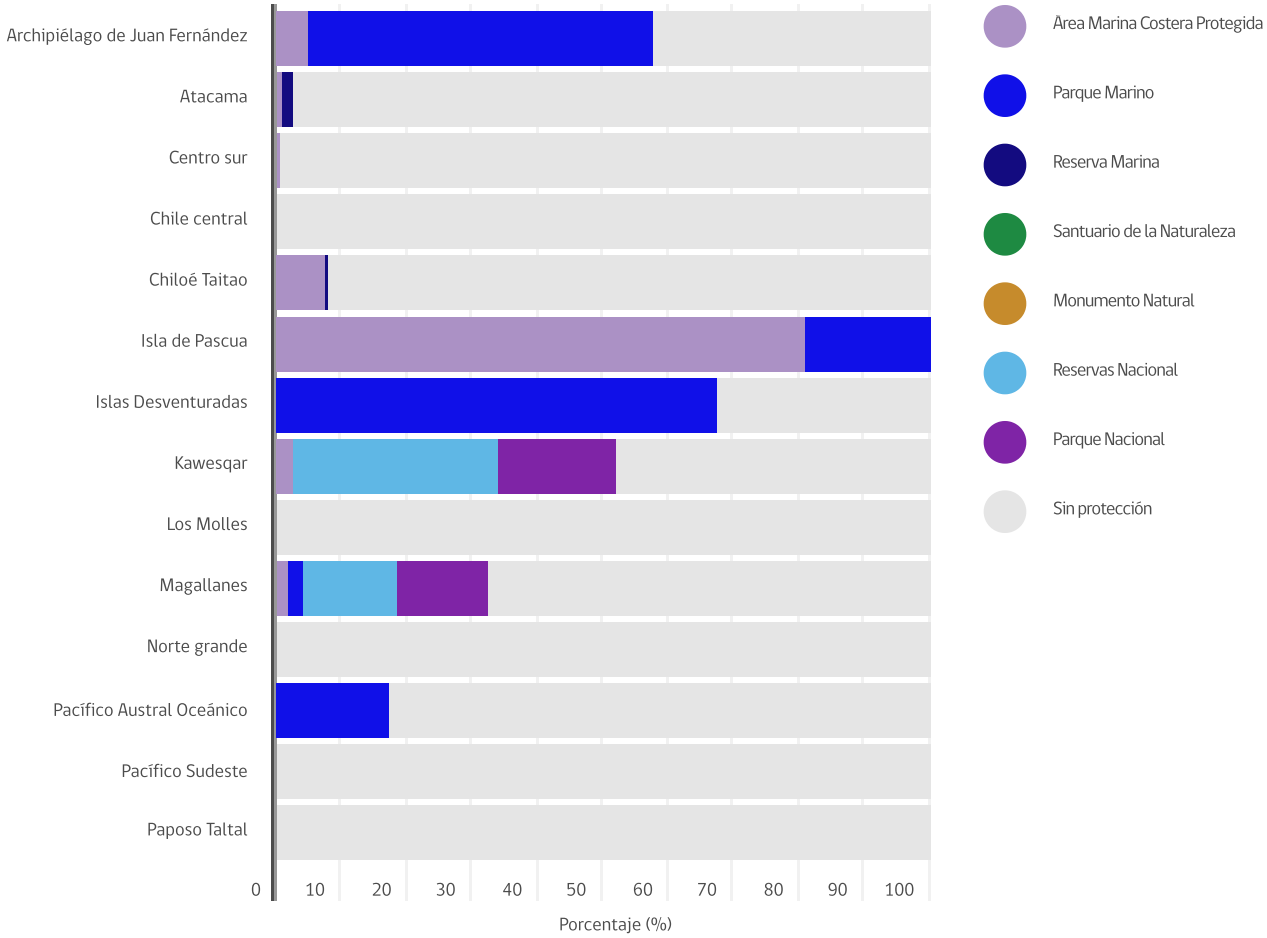
Nota: Considera datos hasta diciembre de 2019.

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

ELas áreas protegidas marinas según las distintas categorías resguardan parte de las ecorregiones naturales del maritorio. La representatividad de las ecorregiones marinas se presenta en mayor proporción en la ecorregión Isla de Pascua, con el 100% de su extensión protegida por las categorías área marina costera protegida y parque marino (**Figura 31**). Por otra parte, las ecorregiones Archipiélago de Juan Fernández, Islas Desventuradas y Kawesqar también presentan un alto porcentaje de protección, con más del 50% de éstas protegido, mientras que las ecorregiones Magallanes y Pacífico Austral Oceánico exhiben más del 10% de la superficie protegida. Es preciso mencionar que la meta de AICHI n°11 define que el 10% de los ecosistemas marinos deberán ser protegidos. De las ecorregiones restantes, siete presentan menos del 10% de protección, y el peor escenario se presenta para las ecorregiones Austral Oceánico y Paposo Taltal, las que no presentan ningún tipo de protección.

Una buena gestión y manejo de las áreas protegidas permiten la conservación de la biodiversidad. Por lo tanto, la creación de planes de manejo es fundamental para la mantención y mejora de estas áreas. Para las áreas exclusivamente marinas este instrumento de gestión es llamado Plan general de administración, y en el caso de áreas que pertenecen al SNASPE y para los Santuarios de la Naturaleza el instrumento se denomina Plan de manejo. Considerándose como vigente a los planes de manejo no mayores a 10 años de antigüedad, incluyéndose las áreas protegidas oficiales marinas, en los últimos cuatro años, la proporción de áreas que cuenta con plan de manejo vigente ha disminuido. En relación con el número total de áreas protegidas marinas, disminuyó de un 22,6% implementado en el 2016 a un 6,1% implementado en el 2019. Por otra parte, respecto a la superficie total de áreas protegidas marinas respectivas de cada año, el escenario es más desfavorable, ya que el porcentaje disminuye de un 0,02% implementado en el año 2016 a un 0,003 % implementado al año 2019. Esta disminución de los porcentajes se vincula al incremento de áreas protegidas marinas de gran extensión que se ha realizado en los últimos años.

Figura 31. Proporción de áreas protegidas en las ecorregiones marinas, 2019



Nota: Considera datos hasta diciembre de 2019.

Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020; Rovira & Herreros, 2016.

4.1.3 Otras áreas protegidas marinas

4.1.3.1 Espacios costero-marinos de pueblos originarios (ECMPO)

Otra categoría de área marina protegida corresponde a los espacios costeros marinos de pueblos originarios (ECMPO). Con ellos se busca resguardar el uso ancestral y las tradiciones de las comunidades indígenas ligadas al borde costero, las cuales se comprometen, a través de la administración de estos espacios, a asegurar la conservación de los recursos naturales presentes, contribuyendo así a su propio bienestar.

Estos espacios son creados conforme a la ley Lafkenche (ley 20.249, de 2008). Las comunidades indígenas que se encuentren inscritas en el registro de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (Conadi), pueden presentar una solicitud a la Subpesca, la que evalúa el cumplimiento de los requisitos necesarios para ser aceptada y tramitada.

Los ECMPO representan una oportunidad para repensar las formas de habitar los territorios/maritorios, según el uso consuetudinario ejercido por comunidades indígenas y tradicionales sobre la base de una ética de convivencia entre las personas y su entornoética de convivencia entre humanos y no humanos (Araos, y otros, 2020).

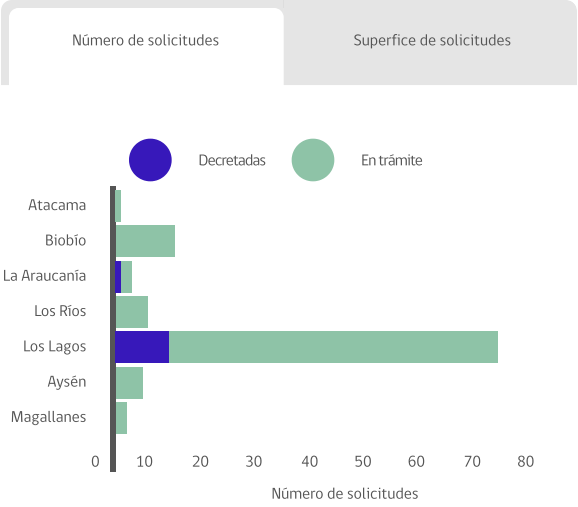
Hasta el año 2019 se han decretado 11 ECMPO, de las cuales diez se encuentran en la Región de Los Lagos y una en la Región de la Araucanía. En total, son 43.893,6 hectáreas protegidas en la ZEE. Junto con ello, hasta 2019 existían 85 solicitudes en estado de trámite, de las cuales sólo una se ubica en el norte del país (Región de Atacama) y el resto, desde Biobío hasta Magallanes, sumando 3.347.370,11 hectáreas. La Región de Los Lagos encabeza tanto el número de solicitudes como la superficie que abarcan (**Figura 33**)

Figura 32. Espacios costero-marinos de pueblos originarios (ECMPO) decretadas, 2019



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

Figura 33. Número y superficie de solicitudes de ECMPOs por región al 2019



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

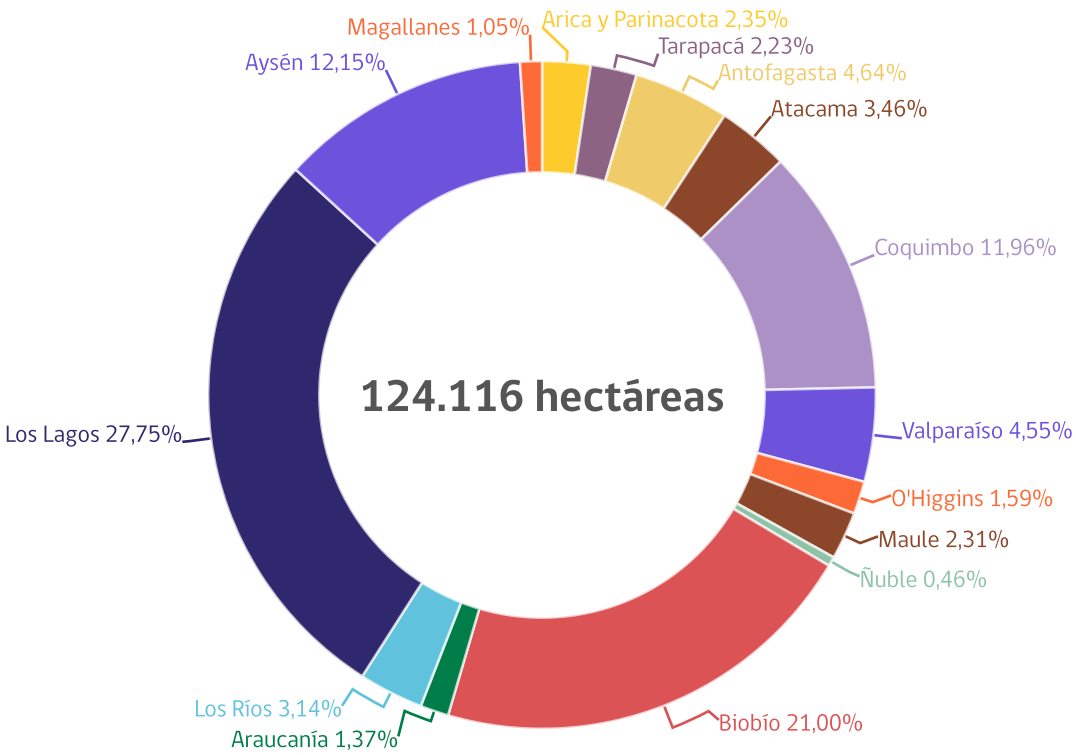
4.1.3.2 Áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (AMERB)

Las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (AMERB) corresponden a un régimen de acceso que asigna derechos de explotación exclusiva a organizaciones de pescadores artesanales, mediante un plan de manejo y explotación basado en la conservación de los recursos bentónicos presentes en sectores geográficos previamente delimitados.

De acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuicultura, este régimen de acceso puede establecerse en el área de reserva para la pesca artesanal (Arpa) y en las aguas terrestres (ríos y lagos) del territorio nacional. Cabe precisar que el Arpa incluye la franja costera de cinco millas náuticas que se proyecta desde las líneas de base, entre el límite norte de Chile y el sur de la isla de Chiloé (43°25'45" L.S.), y alrededor de las islas oceánicas, pero también contempla la playa de mar y las aguas interiores del país (al interior de las líneas de base rectas, en la zona austral) (Subpesca, 2019).

Al año 2020, las AMERB a nivel nacional suman un total de 124.116 hectáreas. La zona sur concentra la mayor cantidad de AMERB otorgadas a nivel nacional, de las cuales 27,8% se ubican en la Región de Los Lagos y 21% en la de Biobío (**Figura 34**).

Figura 34. Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB) por región, 2020

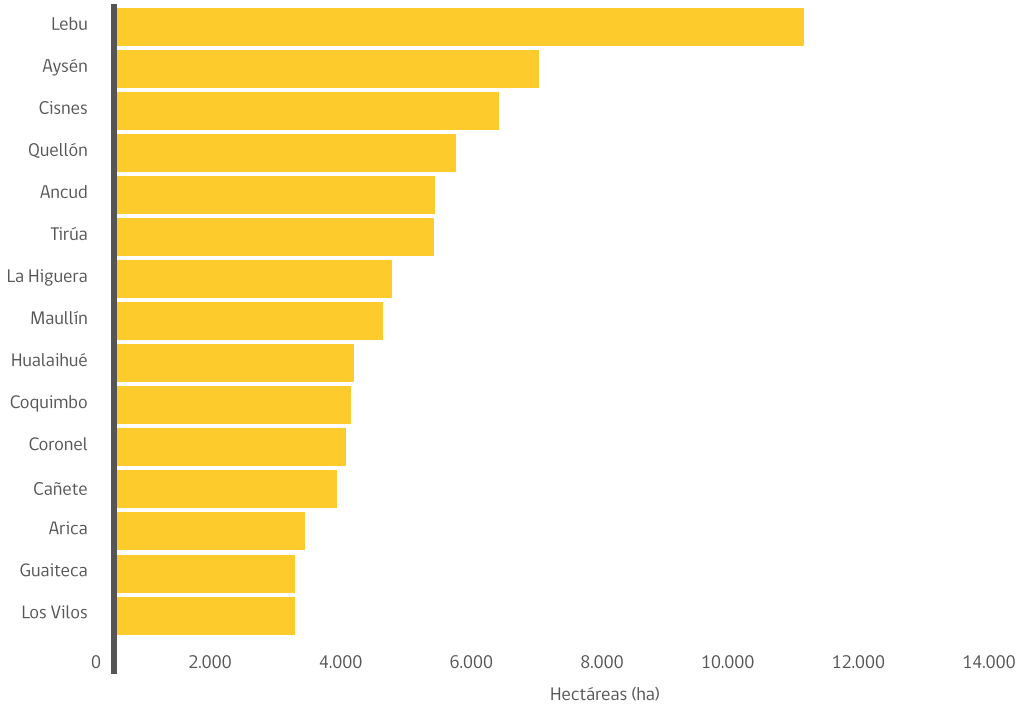


Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca), 2020.

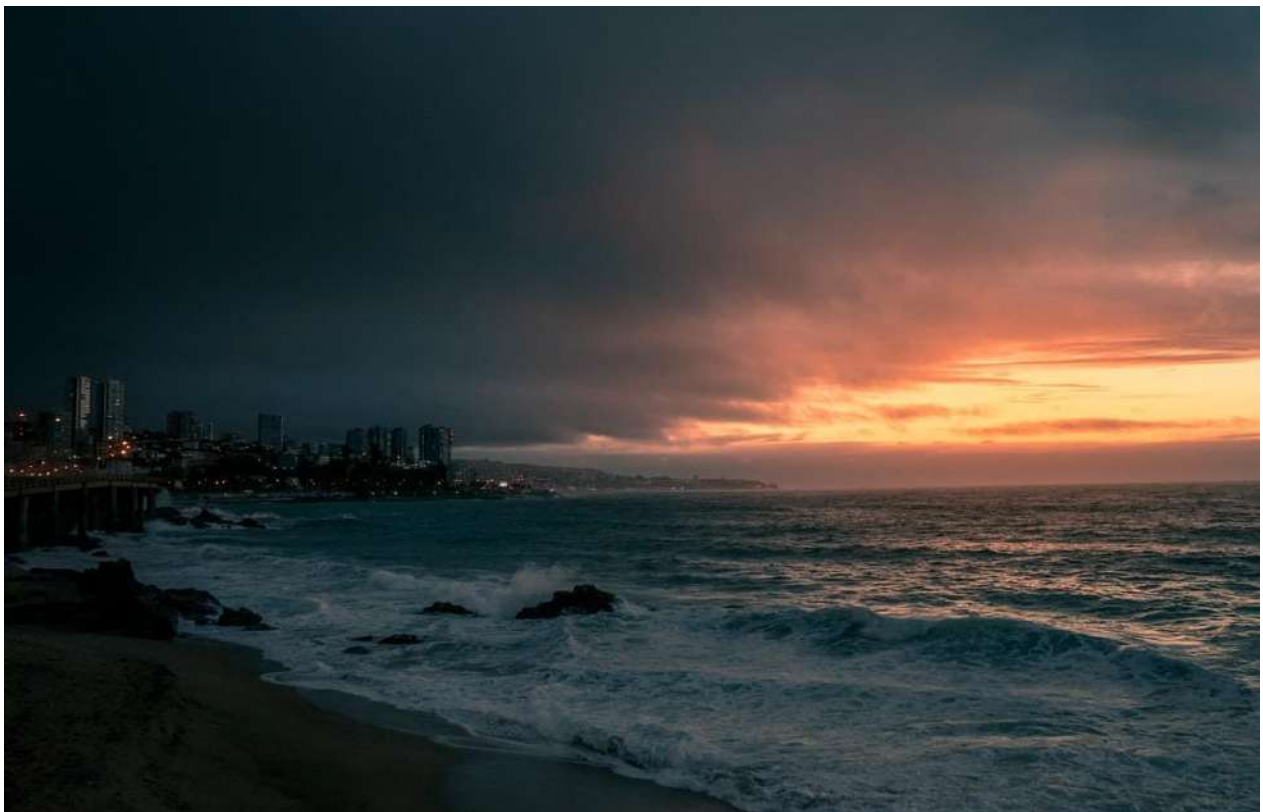
Las comunas con mayores áreas de AMERB implementadas son Lebu, Aisén, Cisnes, Quellón y Ancud (**Figura 35**).

Figura 35. 15 Comunas de Chile con mayor superficie de AMERB



Download data

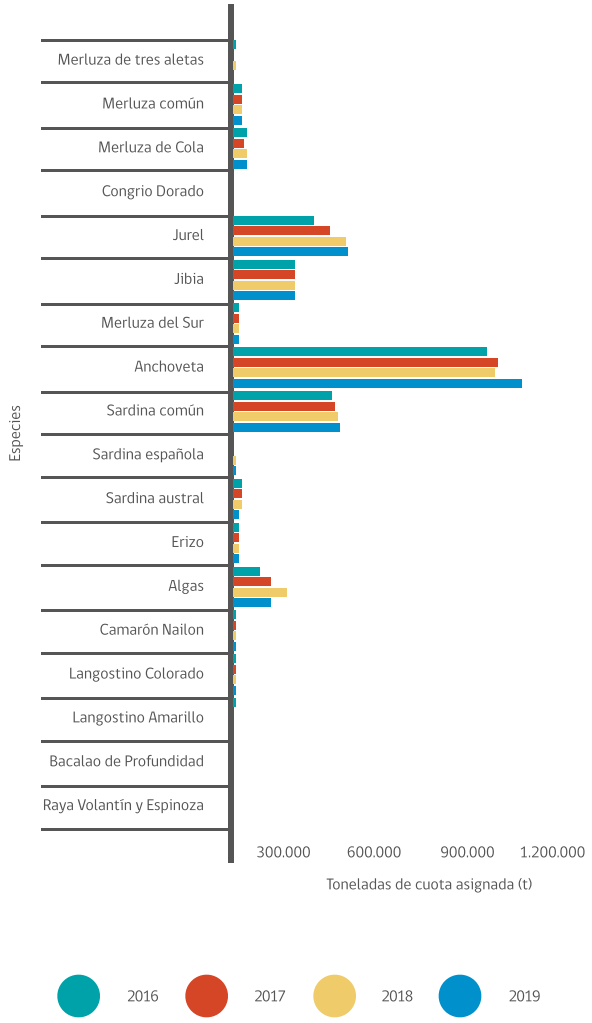
Fuente: Elaboración propia con datos de Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca), 2020.



4.1.4 Cuotas de captura pesquera

Las cuotas de captura pesquera son una medida para limitar la cantidad de capturas que se pueden hacer al año para determinadas especies, con el objetivo de mantenerlas en un estado sostenible, permitiendo la renovación de sus generaciones. Entre las especies que concentran las mayores cuotas de captura en Chile figuran la anchoveta, la sardina común, el jurel y la jibia (**Figura 36**).

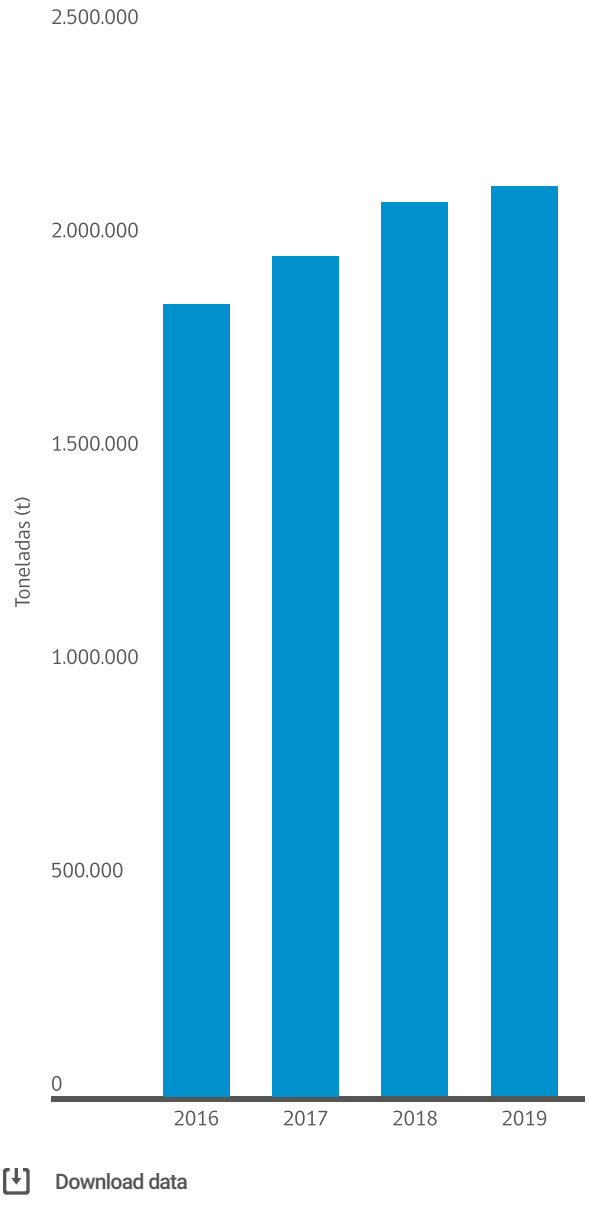
Figura 36. Cuotas de captura pesquera por especie, 2016-2019



Fuente: Elaboración propia con datos de Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca), 2020.

Desde el año 2016 al 2019 las cuotas de captura pesquera total han aumentado en un 14% (**Figura 37**), llegando a superar los 2 millones de toneladas.

Figura 37. Cuotas de captura pesquera total de recursos, 2016-2019

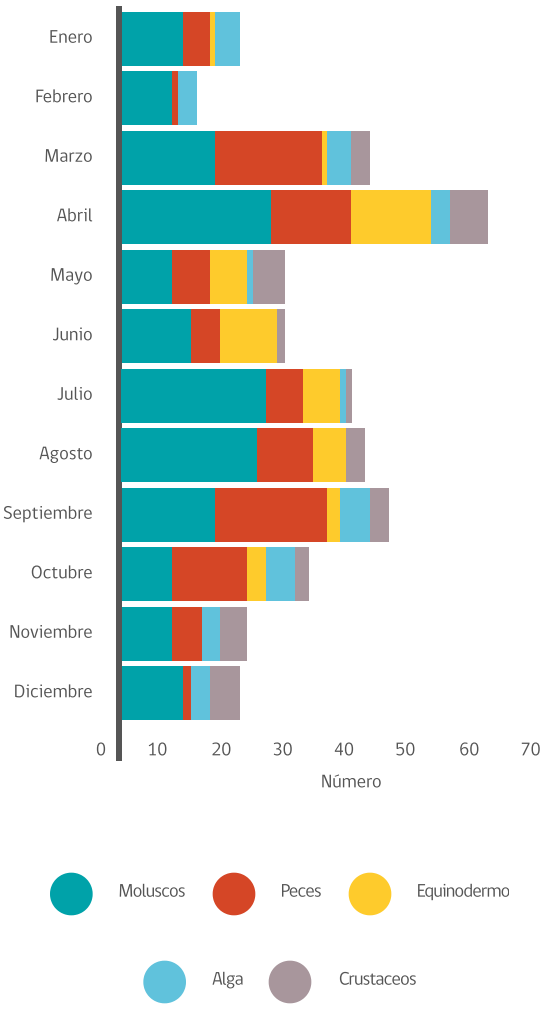


Fuente: Elaboración propia con datos de Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca), 2020.

4.1.5 Incautaciones pesqueras

La Directemar tiene la facultad de incautar productos pesqueros que, de alguna forma, puedan estar fuera de norma, según lo establece el decreto con fuerza de ley 292, de 1955. Las especies marítimas con mayor incidencia son los moluscos, al extraerse a pesar de estar en situación de veda. Los meses en que más se incauta son abril, septiembre y marzo (**Figura 38**).

Figura 38. Número de Incautaciones pesqueras por tipo de recurso y mes, 2018

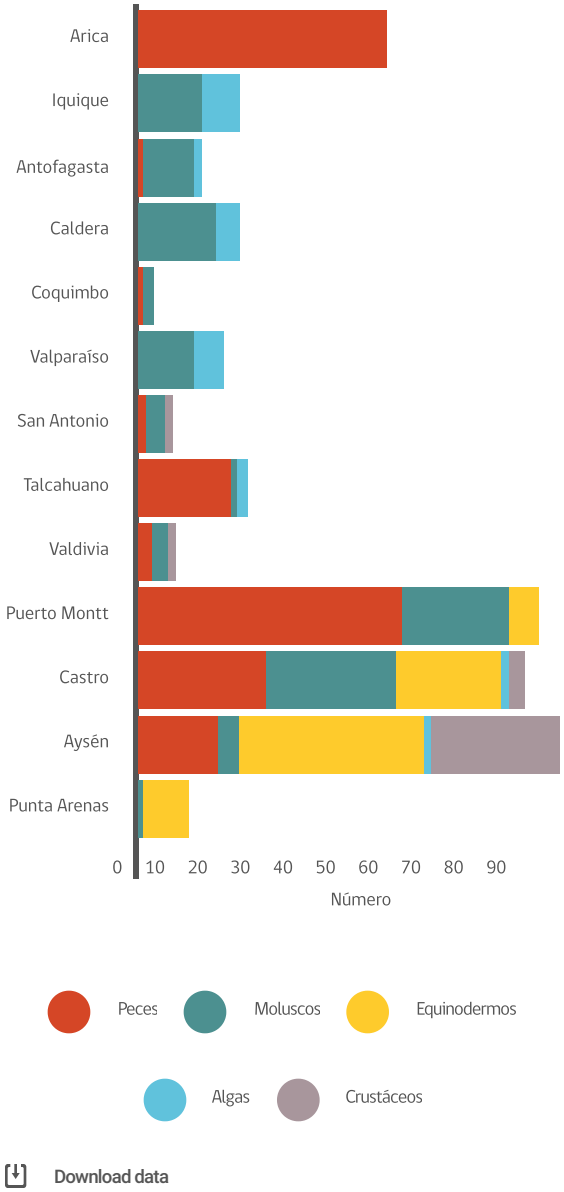


Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección de Intereses Marítimos y Medio Ambiente Acuático (Dirinmar), 2018.

Las localidades en las que se realizaron más incautaciones en 2018 fueron Aysén, Puerto Montt, Castro y Arica (**Figura 39**).

Figura 39. Número de incautaciones pesqueras por tipo de recurso y localidad, 2018

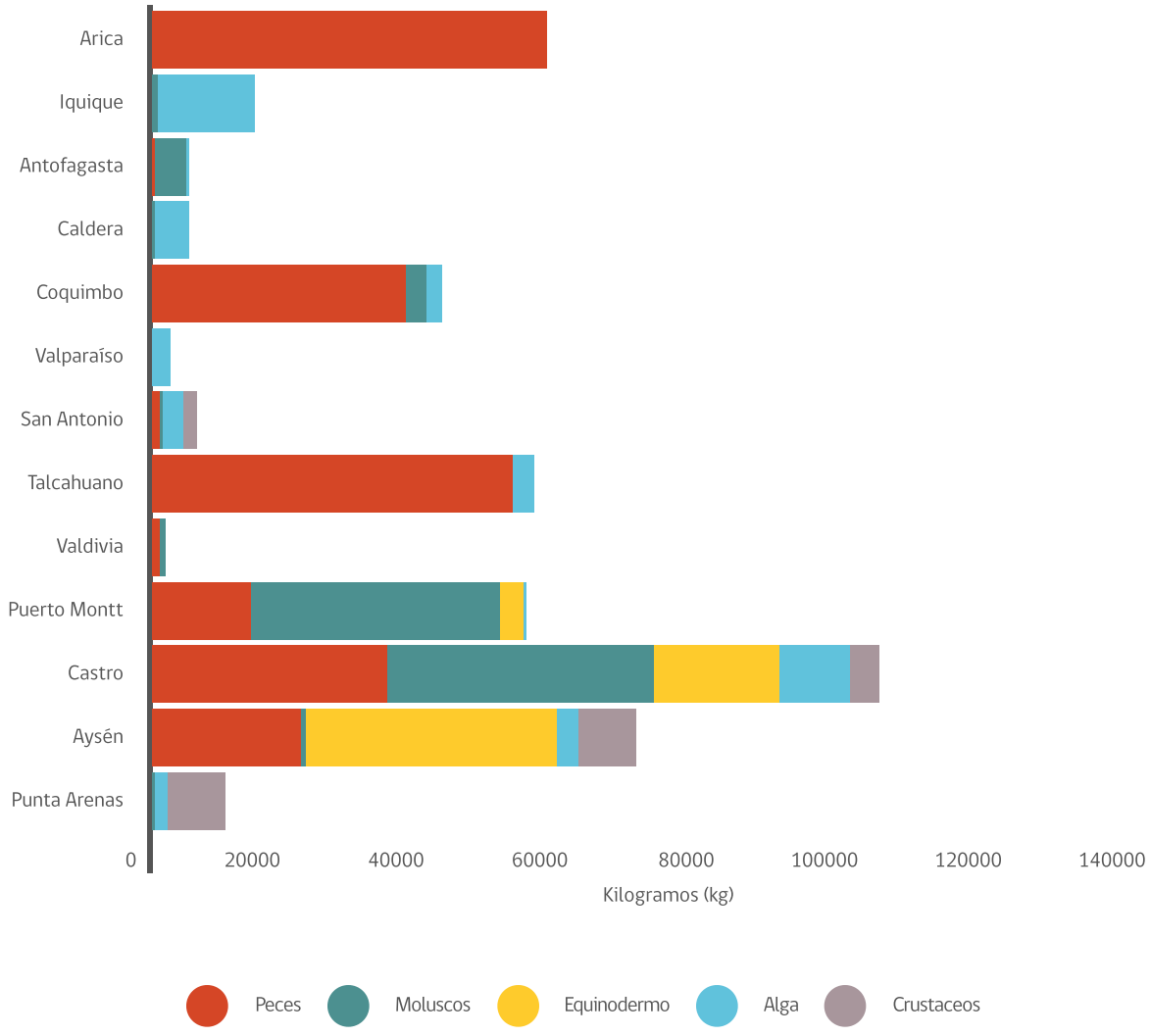


Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección de Intereses Marítimos y Medio Ambiente Acuático (Dirinmar), 2018

Las comunas de Castro y Aysén presentan la mayor cantidad de kilos de recursos pesqueros incautados en 2018. Castro alcanza los 100.100 kilos aproximadamente (**Figura 40**).

Figura 40. Masa de incautaciones pesqueras por tipo de recurso y localidad, 2018



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección de Intereses Marítimos y Medio Ambiente Acuático (Dirinmar), 2018

4.1.6 Plantas desaladoras

Para mitigar los potenciales impactos ambientales de las plantas desaladoras, las entidades públicas responsables han elaborado directrices para la evaluación del impacto ambiental y guías de buenas prácticas para su construcción. Respecto de la evaluación de impacto, Directemar solicita "Especificar la ingeniería de construcción (forma y tamaño) del sistema final de aducción de agua de mar. Además, señalar el detalle del sistema de protección para evitar la succión de fauna marina, indicando el tamaño de organismos que será capaz de filtrar este sistema. De acuerdo con lo anterior, la Autoridad Marítima solicita que la bocatoma final del ducto de aducción tenga forma de campana o similar, a objeto de reducir la velocidad de succión horizontal y así evitar al mínimo la succión de organismos marinos" (Directemar, 2015).

Por su parte, el Ministerio de Energía elaboró un Manual de Buenas Prácticas para Centrales Termoeléctricas cuyas directrices se aplican también a las plantas desaladoras: a. Reducir el flujo de captación de agua; b. Seleccionar adecuadamente el emplazamiento del punto de succión de agua (más alejada de la costa y más profunda); c. Instalar tecnologías que permitan excluir organismos del sistema de captación o permitan recolectar los organismos para facilitar su retorno al cuerpo de agua. (Ministerio de Energía, 2016).

En la actualidad existe un Proyecto de ley que modifica la ley N° 19.300, para incluir las desaladoras en la tipología de actividades sometidas al sistema de evaluación de impacto ambiental y norma sus requisitos.



4.2 Objetivos de desarrollo sostenible

El Objetivo 14, "Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos" es particularmente relevante para Chile frente a los desafíos ambientales del océano.

ODS 14.2.1 Proporción de zona económica exclusiva gestionada mediante enfoque basado en los ecosistemas

En Chile, la proporción de zona económica exclusiva gestionada mediante enfoque basado en los ecosistemas ha aumentado significativamente en los últimos años desde menos del 5% el año 2010 a más del 40% el año 2019 (**Figura 29**).

ODS 14.6.1. Progresos realizados por los países en el grado de aplicación de instrumentos internacionales cuyo objetivo es combatir la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada

Chile alcanza un cumplimento del 95% de este indicador de acuerdo con las acciones del país realizadas, documentos de respaldo y referencias detallados en la Tabla 5.



Tabla 5. Progresos realizados por los países en el grado de aplicación de instrumentos internacionales cuyo objetivo es combatir la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada.

	ODS.14.6.1
ODS	14. Vida Submarina
Meta	14.6. De aquí a 2020, prohibir ciertas formas de subvenciones a la pesca que contribuyen a la sobrecapacidad y la pesca excesiva, eliminar las subvenciones que contribuyen a la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada y abstenerse de introducir nuevas subvenciones de esa índole, reconociendo que la negociación sobre las subvenciones a la pesca en el marco de la Organización Mundial del Comercio debe incluir un trato especial y diferenciado, apropiado y efectivo para los países en desarrollo y los países menos adelantados
Nombre del Indicador	14.6.1 Progresos realizados por los países en el grado de aplicación de instrumentos internacionales cuyo objetivo es combatir la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada
Existencia de metodología internacional ODS	Tier II. Sí existe metodología internacional
Definición	Avances de los países en el grado de implementación de los instrumentos internacionales destinados a combatir pesca ilegal, no declarada y no reglamentada.
Cumplimiento	Se calculó que Chile presenta un porcentaje de cumplimiento del 95%
Acción del país y documentos de respaldo	a) Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 1982 - Ponderación 10% b)Acuerdo sobre la Aplicación de las Disposiciones de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 10 de diciembre de 1982 Relativas a la Conservación y Ordenación de las Poblaciones de Peces Tranzonales y las Poblaciones de Peces Altamente Migratorios - Ponderación del 10% c) Plan de Acción Internacional para Prevenir, Desalentar y Eliminar la Pesca Ilegal, no Declarada y no Reglamentada (PAI-INDNR, en ingles IPOA-IUU), 2001.- Ponderación del 30% d)Acuerdo sobre medidas del estado rector del puerto para prevenir, desalentar y eliminar la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (en inglés PSMA), 2009. Ponderación del 30% e)Directrices voluntarias para la actuación del estado del pabellón (en inglés VG-FSP) - Ponderación 20%
Documentos adicionales de referencia	a) Decreto Supremo N° 1.393, de 1997, del Ministerio de Relaciones Exteriores, por la cual se promulga la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar y sus Anexos y el Acuerdo Relativo a la Aplicación de la Parte XI de dicha Convención b)Decreto Supremo N° 31, de 2016, del Ministerio de Relaciones Exteriores, por el cual se promulga el Acuerdo sobre la Aplicación de las Disposiciones de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 10 de diciembre de 1982 relativas a la Conservación y Ordenación de las Poblaciones de Peces Transzonales y las Poblaciones de Peces Altamente Migratorios. c) Decreto Supremo N° 105, de 2016, del Ministerio de Relaciones Exteriores, por el cual se promulga el Acuerdo sobre Medidas del Estado Rector del Puerto Destinadas a Prevenir, Desalentar y Eliminar la Pesca Ilegal, No Declarada y No Reglamentada. d)Decreto Supremo N° 105, de 2016, del Ministerio de Relaciones Exteriores, por el cual se promulga el Acuerdo sobre Medidas del Estado Rector del Puerto Destinadas a Prevenir, Desalentar y Eliminar la Pesca Ilegal, No Declarada y No Reglamentada e)Decreto Supremo N° 78, de 2004, del Ministerio de Relaciones Exteriores, por el cual se promulga el acuerdo para Promover el Cumplimiento de las Medidas Internacionales de Conservación y Ordenación por los Buques Pesqueros que Pescan en Alta Mar. El Acuerdo tiene dos principales objetivos: establecer y darle contenido a la responsabilidad de los estados del pabellón, y maximizar la información relacionada con la pesca en alta mar.
Tipo de documento	1) Decreto Supremo 1393 MINREL (1997) 2) Decreto Supremo° 31 MINREL (2016) 3) Decreto N°105 MINREL (2016) 4) Decreto N°105 MINREL (2016)) 5) Decreto N° 78 MINREL (2004)

Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio del Medio Ambiente, Año de actualización 2018

ODS 14.b.1. Marco jurídico, reglamentario, normativo o institucional que reconozca y proteja los derechos de acceso para la pesca en pequeña escala

Chile alcanza un cumplimento del 90% de este indicador (**Figura 41**), el cual mide el avance en acciones clasificadas en 3 ítems:

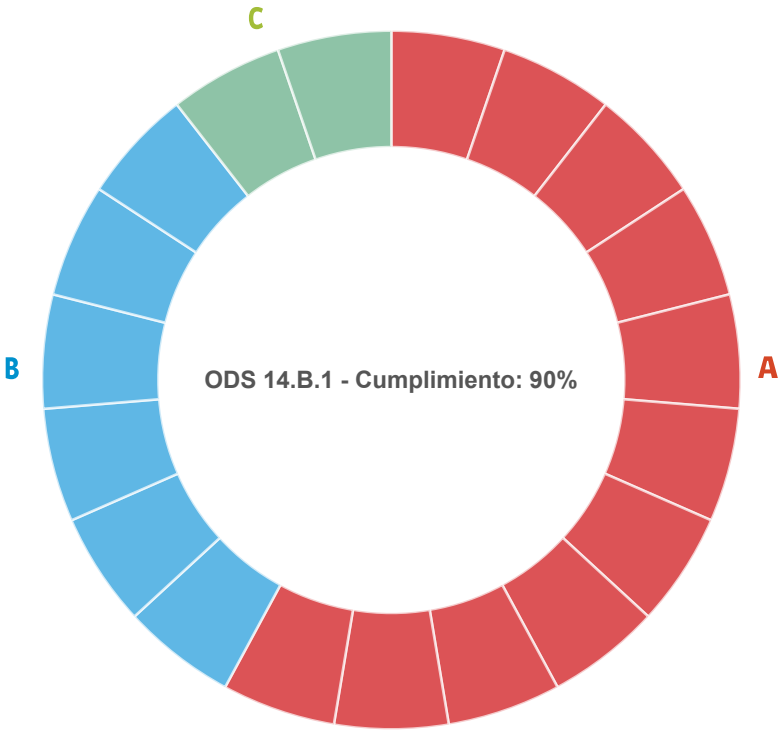
A) Existencia de leyes, reglamentos, políticas, planes o estrategias que se dirijan específicamente o aborden el sector de la pesca en pequeña escala (PPE).

B) Iniciativas específicas en curso para implementar las Directrices PPE.

C) Existencia de mecanismos a través de los cuales los pescadores en pequeña escala y los trabajadores de la pesca contribuyen a los procesos de toma de decisiones.



Figura 41. ODS 14.b.1 Marco jurídico, reglamentario, normativo o institucional que reconozca y proteja los derechos de acceso para la pesca en pequeña escala



Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2018

Download data

Referencias

- Aimone Arredondo, G. (2018). EL PLÁSTICO EN EL MAR. Revista de Marina Nº 964, 27-34. Recuperado el septiembre de 2020, de https://revistamarina.cl/revistas/2018/3/gaimonea.pdf
- Cooper, J. (1995). The Estuarine Index: A New Approach to Scientific Information Transfer. Ocean & Coastal Managment.25, 103-114.
- DGA. (23 de marzo de 2020). Informe de Prensa DGA-MOPLU. (D. G. Aguas, Ed.) Recuperado el septiembre de 2020, de https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/Documents/Informe%20de%20Prensa%20DGA%20MOP.pdf
- Directemar. (2015). Directrices para la evaluación ambiental de proyectos industriales de desalación en jurisdicción de la Autoridad Marítima. Armada de Chile. Recuperado el septiembre de 2020, de https://www.directemar.cl/directemar/intereses-maritimos/medio-ambiente-acuatico/archivos-destacados-medio-ambiente-acuatico/directrices-para-la-evaluacion-ambiental-de-proyectos-industriales-de
- Directemar. (26 de noviembre de 2018). Obtenido de Informa medidas necesarias para la disminución de los riesgos de colisión entre naves y grandes cetáceos e instruye acerca del registro de sus avistamientos: https://www.directemar.cl/directemar/site/artic/20181212/asocfile/20181212170127/12600_339_26_11_18_cas.pdf
- European Commission. (2015). Science for Environment Policy. (U. uropean Commission DG Environment by the Science Communication Unit, Editor) Recuperado el septiembre de 2020, de Sustainable Aquaculture. Future Brief 11: http://ec.europa.eu/science-environment-policy
- FAO. (2015). Perfiles sobre la pesca y la acuicultura por países República de Chile. Recuperado el septiembre de 2020, de http://www.fao.org/fishery/facp/CHL/es#CountrySector-GenGeoEconReport
- Friedman, A., Hwang, Y., Chiang, J., & Frierson, D. (2013). Interhemispheric Temperature Asymmetry over the Twentieth Century and in Future Projections. ournal of Climate, 26(15),, 5419-5433. doi:https://doi.org/10.1175/jcli-d-12-00525.1
- Garcia, S., Zerbi, A., Aliaume, C., Do Chi, T., & Lasserre, G. (2003). The ecosystem approach to fisheries. Issues, terminology, principles, institutional foundations, implementation and outlook. (FAO, Ed.) Fisheries Technical Paper(443), 71. Obtenido de https://www.widecast.org/Resources/Docs/FAO_FishTechPap_443_ecosystem_appr_to_fisheries.pdf
- IFOP. (2020). Proyecto de IFOP registra cerca de 800 avistamientos de cetáceos. Recuperado el septiembre de 2020, de https://www.ifop.cl/proyecto-de-ifop-registra-cerca-de-800-avistamientos-de-cetaceos/
- IPCC. (2019). Summary for Policymakers. En H. Pörtner, & D. Roberts, IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Obtenido de https://report.ipcc.ch/srocc/pdf/SROCC_FinalDraft_FullReport.pdf

- Levy, A. (2020). Energía Marina en Chile. Obtenido de Centro de Innovación Energética - Banco Interamericanpo de Desarrollo BID: https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Energ%C3%ADa-marina-en-Chile.pdf
- Ministerio de Energía. (2016). Guía de Buenas Prácticas en el uso de agua para refrigeración de centrales termoeléctricas. División de Desarrollo Sustentable. Obtenido de http://dataset.cne.cl/Energia_Abierta/Estudios/Minerg/Guia_Buenas_Practicas_Termoelectrica.pdf
- NOAA. (2020). Why should we care about the ocean? Our ocean provides countless benefits to our planet and all the creatures that live here. Recuperado el septiembre de 2020, de US National Oceanic and Atmospheric Administration: https://oceanservice.noaa.gov/facts/why-care-about-ocean.html
- Ocean Health Index. (septiembre de 2020). Obtenido de http://www.oceanhealthindex.org/
- ONU. (12 de mayo de 2017). La ONU lucha por mantener los océanos limpios de plásticos. Recuperado el septiembre de 2020, de https://news.un.org/es/story/2017/05/1378771
- Potsdam Institute for Climate Impact Research. (s.f.). Obtenido de https://www.pik-potsdam.de/en
- Rojas, M., Aldunce, P., Farías, L., González, H., Marquet, P., & Muñoz. (2019). Evidencia científica y cambio climático en Chile: Resumen para tomadores de decisiones. Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, Comité Científico
- COP25. Recuperado el septiembre de 2020, de https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/03/Resumen-para-tomadores-de-decisiones.pdf
- SUBPESCA. (2018). Características del Sector de la Pesca y Acuicultura Chilena. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Obtenido de http://mardechile.cl/wordpress/wp-content/uploads/Caracter%C3%ADsticas-de-del-Sector-de-la-Pesca-y-Acuicultura-Chilena-2.pdf
- Subpesca. (2019). Informe Técnico - Regulación para mitigar los impactos asociados a la captación intensiva de agua de mar. Unidad de Biodiversidad y Patrimonio Acuático - División de Administración Pesquera.
- SUBPESCA. (2020). Panorama de la pesca artesanal. Recuperado el septiembre de 2020, de Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, SUBPESCA: http://www.subpesca.cl/portal/616/w3-article-645.html
- Thiel, M., Luna-Jorquera, G., Álvarez-Varas, R., Gallardo, C., Hinojosa, I., & Luna, N. (2018). Impacts of Marine Plastic Pollution From Continental Coasts to Subtropical Gyres—Fish, Seabirds, and Other Vertebrates in the SE Pacific. Frontiers in Marine Science, 5. Obtenido de https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00238
- Witman, S. (2017). World's Biggest Oxygen Producers Living in Swirling Ocean Waters. Journal of Geophysical Research: Oceans. Obtenido de Eos.: https://doi.org/10.1029/2017eo081067



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

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

PRESIONES

- FRAGMENTACIÓN DEL HÁBITAT Y LOS ECOSISTEMAS
- CONTAMINACIÓN
- ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS
- PERDIDA HÁBITAT POR CAMBIO DE USO DE SUELO
- CAMBIO CLIMÁTICO
- INCENDIOS FORESTALES
- EXPLOTACIÓN DIRECTA DE RECURSOS NATURALES

ECOSISTEMAS AMENAZADOS



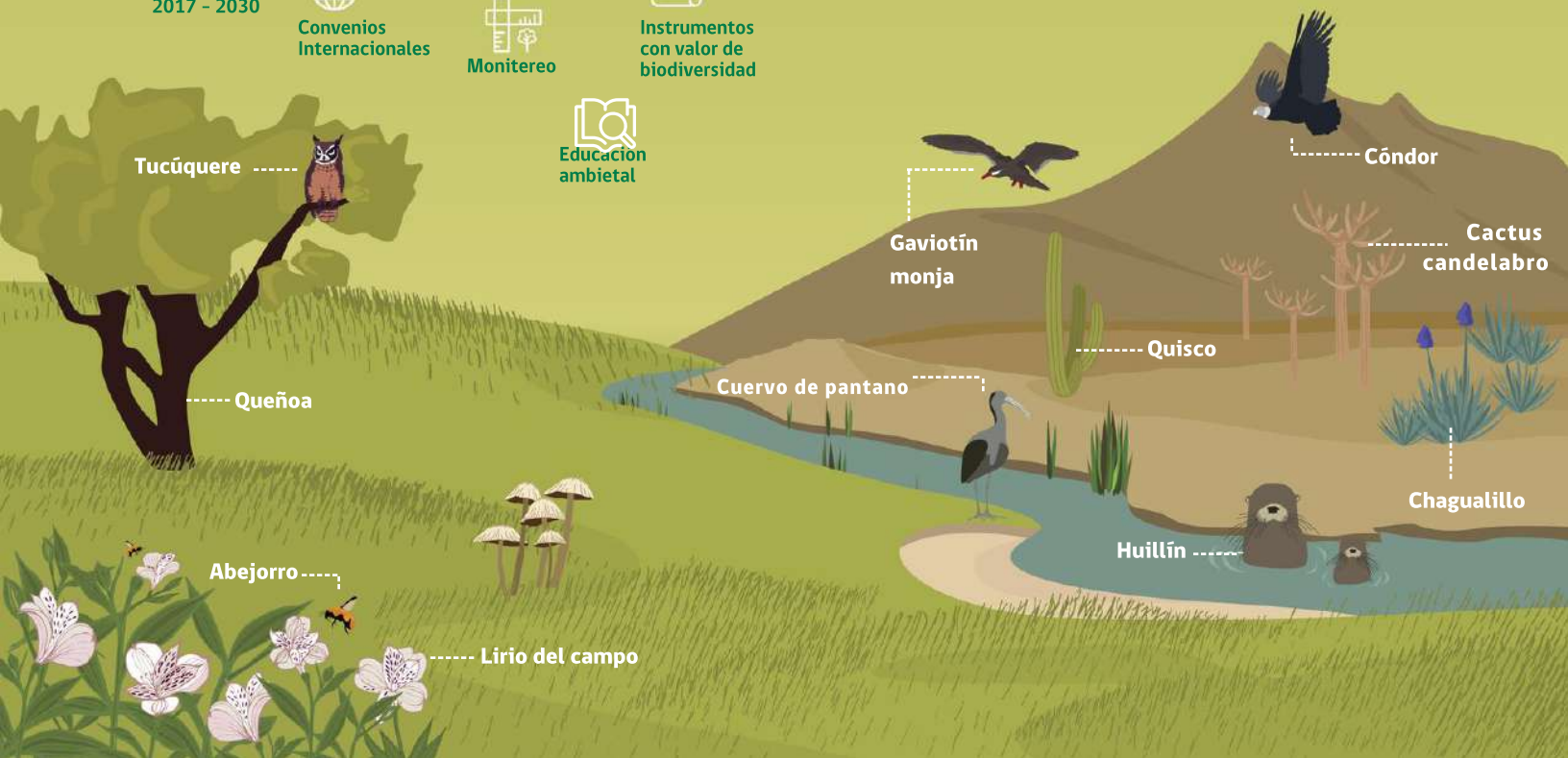
RESPUESTAS

- Restauración Ecológica
- Áreas Protegidas — **22 %** del territorio nacional
- Planes RECOGE
- Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017 - 2030
- Gastos en Biodiversidad
- Convenios Internacionales
- Monitereo
- Instrumentos con valor de biodiversidad
- Educación ambietal

EL BOSQUE NATIVO

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

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



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.

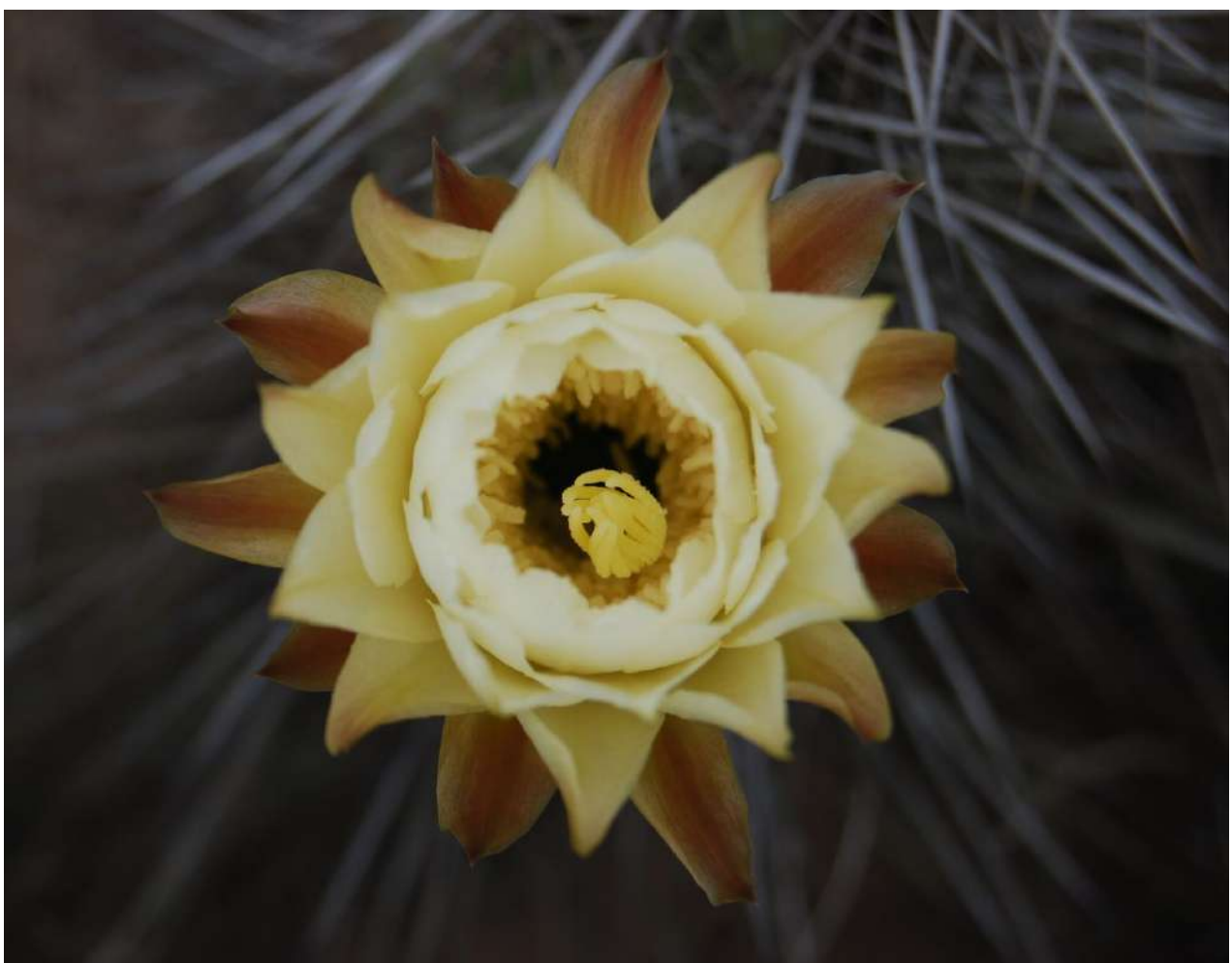
Para mejor el estado de conservación de la biodiversidad, algunos de los principales instrumentos que se han desarrollado en el país hasta el año 2019, consisten la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030, las áreas protegidas, el Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022 y los planes 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



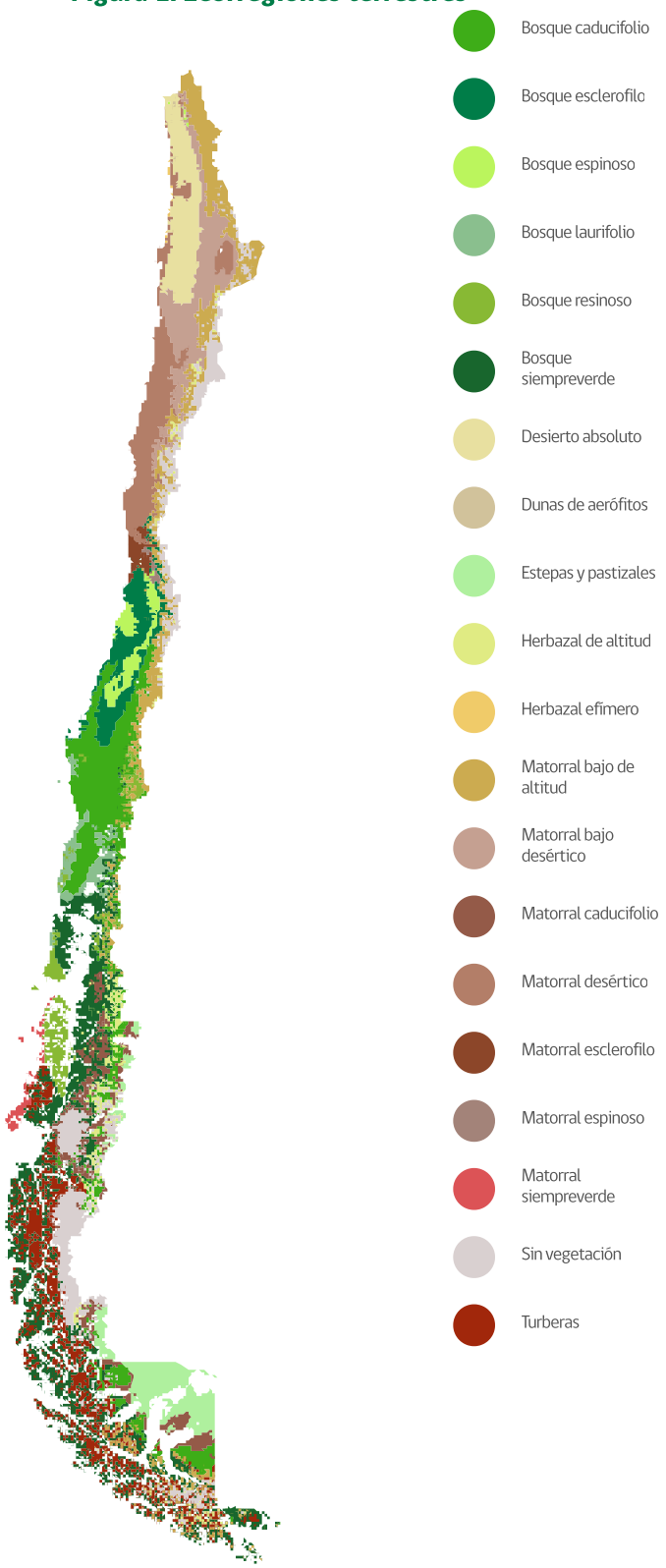
El concepto "ecosistema" fue definido formalmente en primera ocasión por Tansley (1935) como "un sistema –en el sentido físico– reconocible y contenido en sí mismo, que incluye no solo el complejo de organismos, sino también, el complejo de factores físicos que forman lo que llamamos el entorno del bioma, 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 Nothofagus glauca - N. obliqua	1889 km2	Vulnerable	Preocupación Menor	Vulnerable
Bosque caducifolio mediterráneo costero de Nothofagus glauca - Azara petiolaris	1119 km2	En Peligro Crítico	En Peligro	En Peligro Crítico
Bosque caducifolio mediterráneocostero de Nothofagus glauca - Persea lingue	2513 km2	En Peligro Crítico	En Peligro	En Peligro Crítico
Bosque caducifolio mediterráneo costero de Nothofagus macrocarpa / Ribes punctatum	881 km2	Preocupación Menor	Preocupación Menor	Preocupación Menor
Bosque caducifolio mediterráneo costero de Nothofagus obliqua - Gomortega keule	2623 km2	En Peligro Crítico	En Peligro	En Peligro Crítico
Bosque caducifolio mediterráneo de Nothofagus obliqua - Persea lingue	7785 km2	En Peligro Crítico	En Peligro	En Peligro Crítico
Bosque caducifolio mediterráneo interior de Nothofagus obliqua - Cryptocarya alba	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 & Pliscoff, 2017.

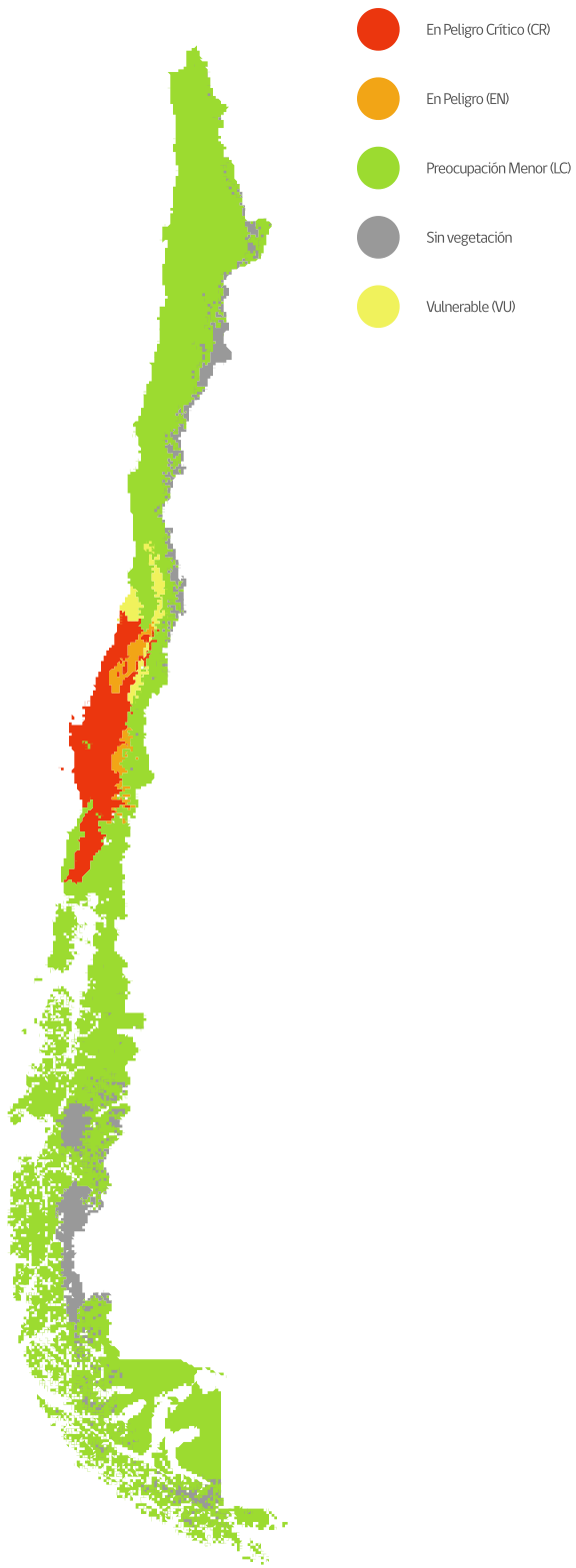
Una forma de definir el nivel de riesgo de colapso o grado de amenaza que presentan los ecosistemas terrestres, es la aplicación de la metodología de las listas rojas de ecosistemas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Esta consiste en un procedimiento estándar que 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**).

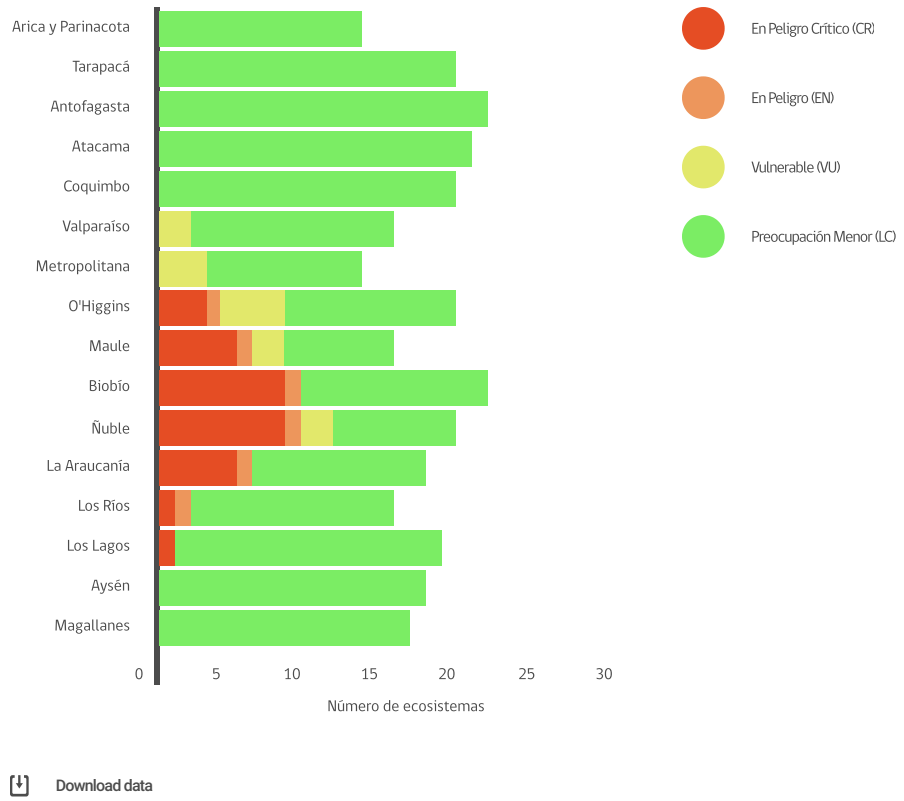


Figura 2. Estado de conservación de los ecosistemas de Chile



Fuente: Elaboración propia con datos de Luebert & Pliscoff, 2017.
Download data

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



Fuente: Elaboración propia con datos de Luebert & Pliscoff, 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.

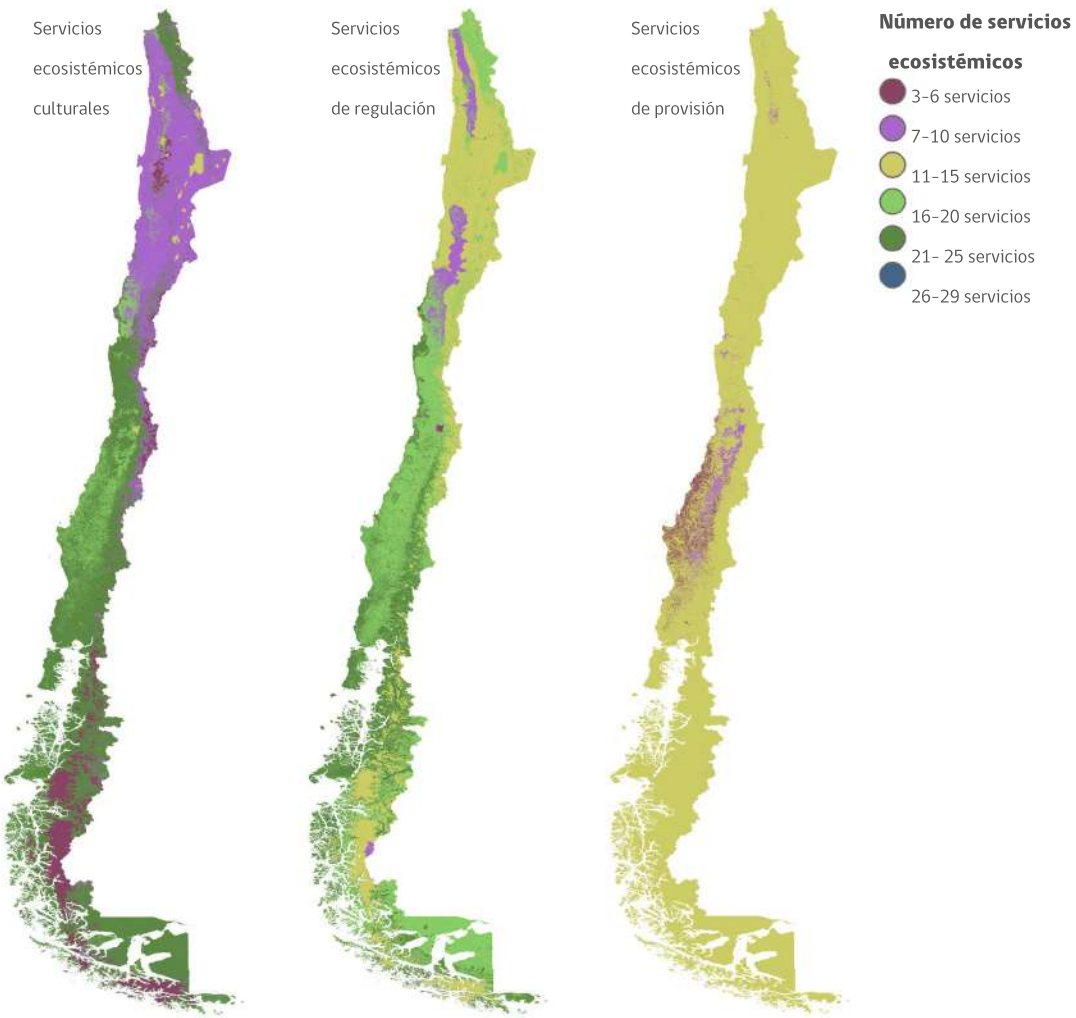
A nivel de ecosistemas se pueden distinguir distintos servicios ecosistémicos de acuerdo al uso que las comunidades tengan de los recursos. Como una referencia a escala nacional sobre la valoración de los servicios ecosistémicos, existe un estudio que se levantó mediante la participación de 34 expertos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

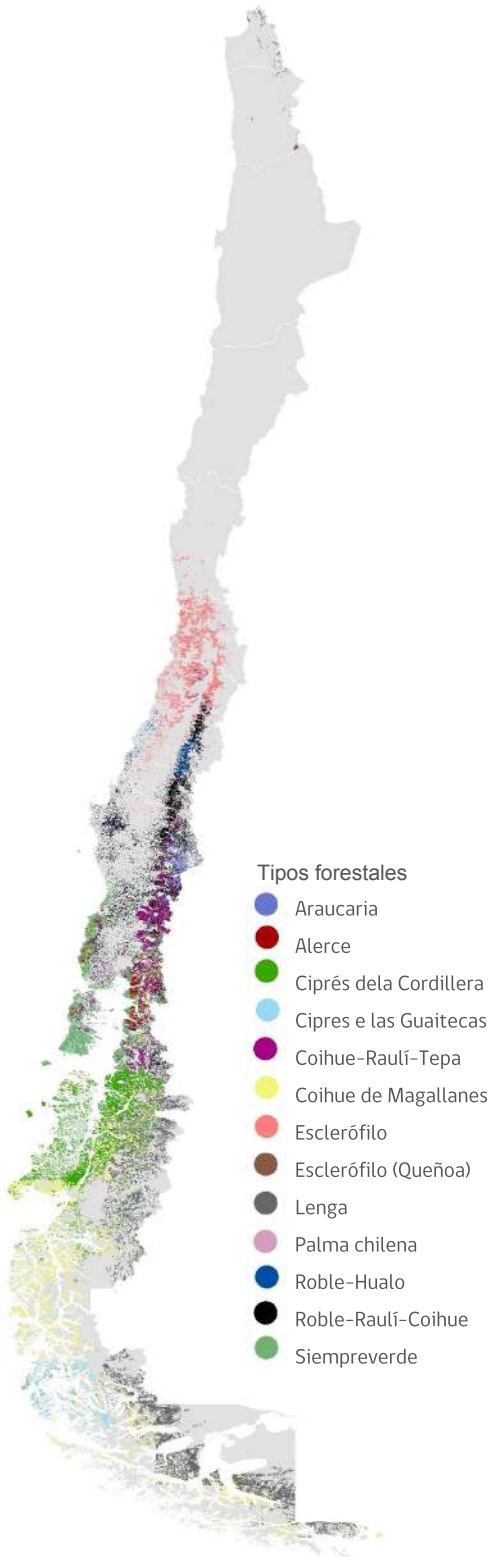


A escala gruesa en Chile se pueden diferenciar seis ecorregiones de bosque nativo, estas son bosque caducifolio, bosque esclerófilo, bosque espinoso, bosque laurifolio, bosque resinoso y bosque siempreverde. A su vez, las formaciones se pueden dividir en 57 ecosistemas (Luebert & Pliscoff, 2017). Una 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**).

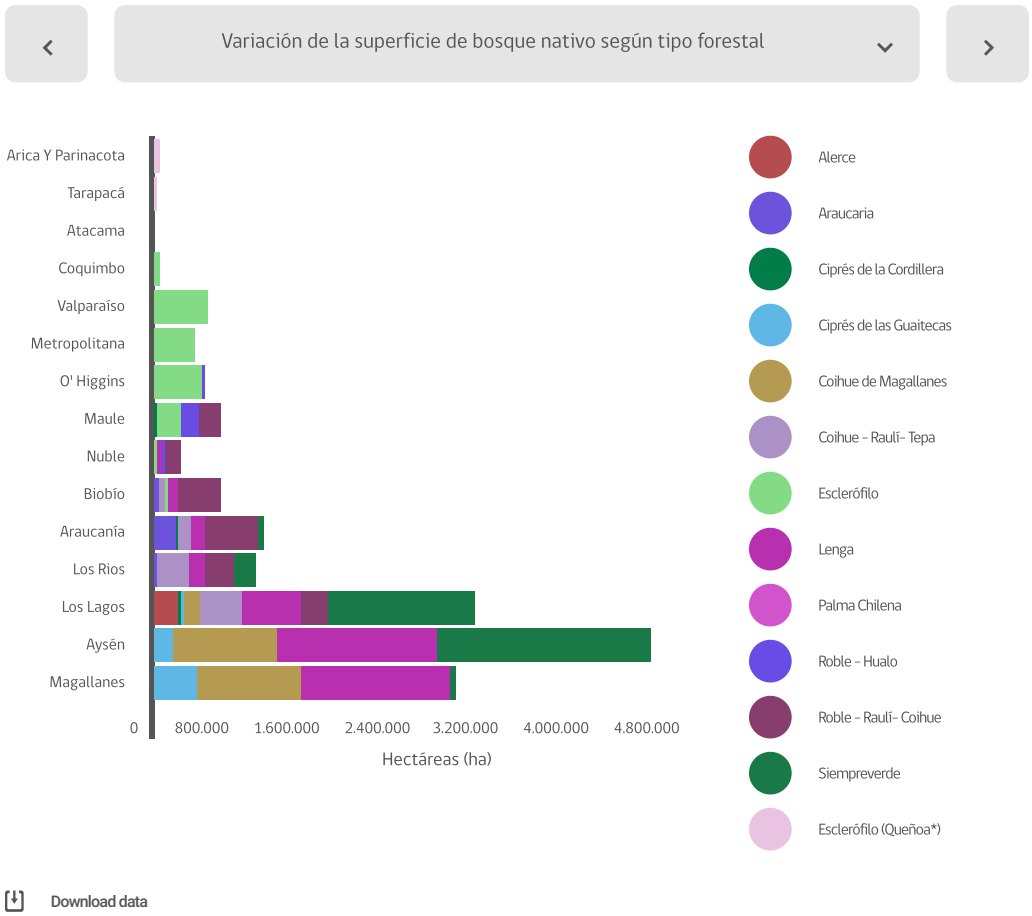
De acuerdo a CONAF (2020a), se distingue que el tipo forestal Lenga (Nothofagus pumilio) es el bosque que presenta mayor superficie con 3.633.340,2, ha y se ubica entre las regiones del Maule y Magallanes, encontrándose la mayor superficie en la región de Aysén, seguido por el tipo forestal Siempreverde 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 Foreslal (CONAF), 2020a.

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



Fuente: Elaboración propia con datos de Corporación Nacioanl Foreslal (CONAF), 2020a; Luebert & Pliscoff, 2017.

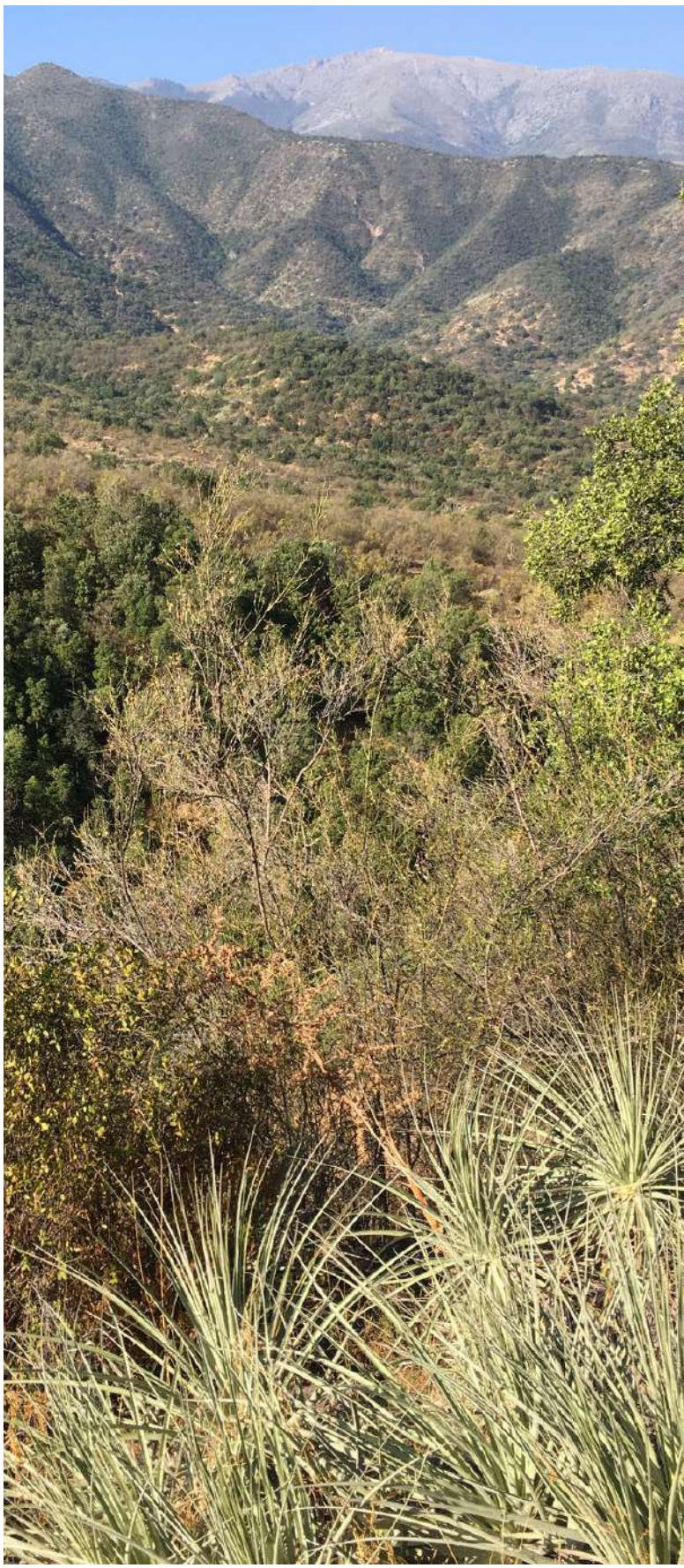
Es relevante recordar que en la actualidad también existen formaciones boscosas mixtas, lo que corresponde a bosques con dominancia de especies nativas y especies exóticas, generalmente Eucaliptus sp. o Pinus sp., las que provienen de las plantaciones forestales. Sin embargo, la superficie total de bosque 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 & Pliscoff, 2017). Dentro de estas formaciones, Bosque espinoso está clasificado como Vulnerable (VU), mientras que las demás se encuentran clasificados como Casi Amenazadas (LC) (Luebert & Pliscoff, 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 hectáreasy 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 CO2 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.

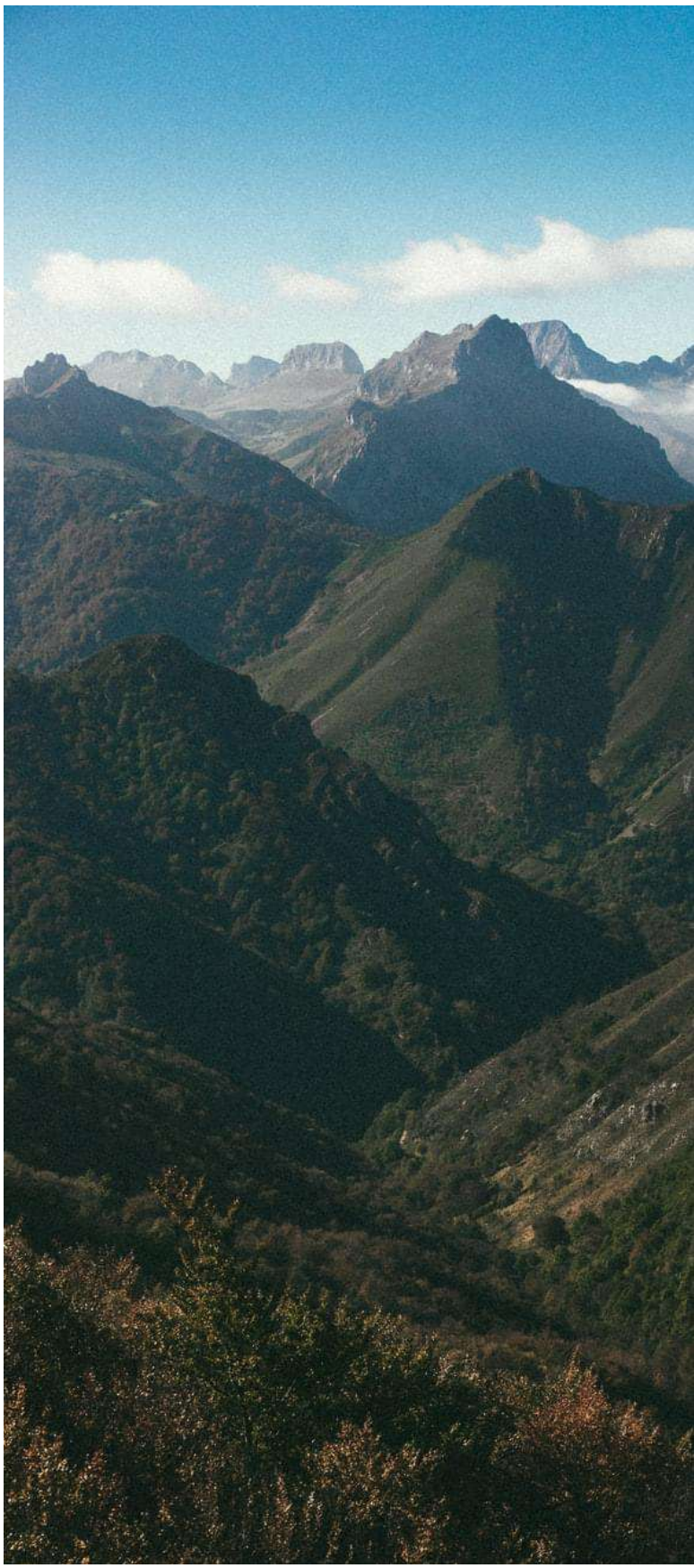
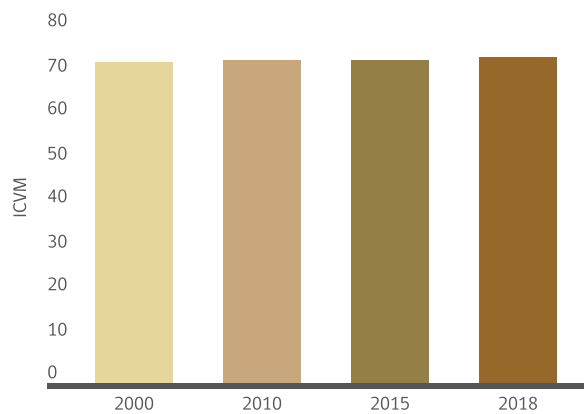


Figura 8 . ODS. 15.4.2. Índice de cobertura verde de las montañas, 2000-2018



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.

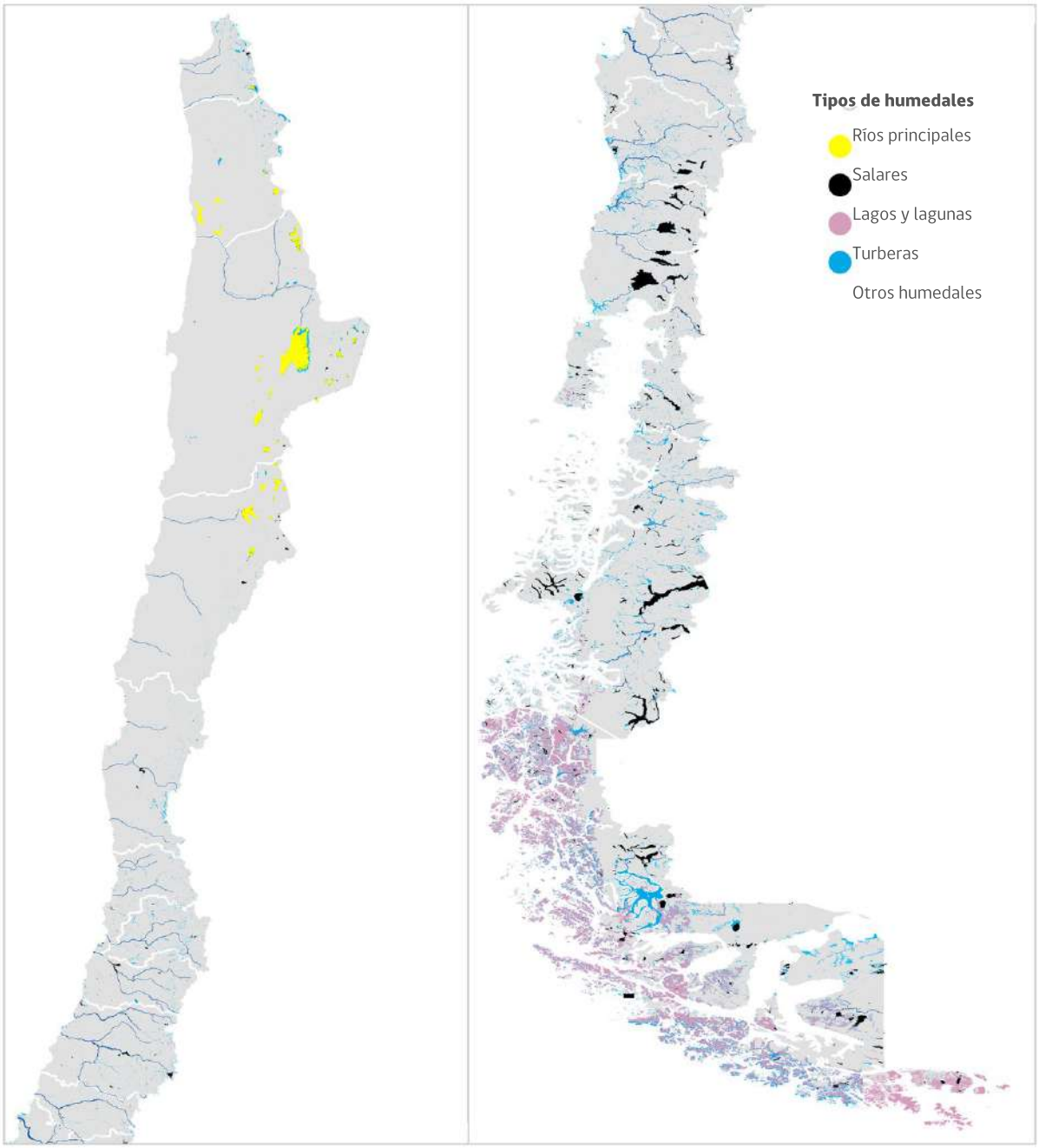
La condición de aislamiento de estos hábitats ha favorecido el endemismo de especies de peces (44 de 48) (Habit et al., 2019), muchos de los cuales se encuentran amenazados. En la zona central aparecen los ríos en sistemas de valles transversales con desembocadura en el mar, también dominan los humedales 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) (V**er 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:

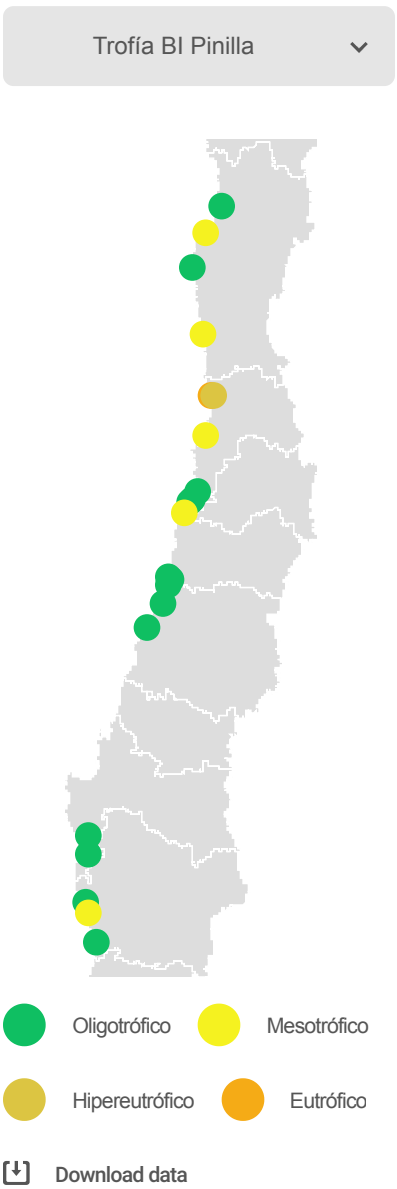
Río Elqui, Río Limarí, Estero Tongoy, Río Choapa, Río Petorca, Río La Ligua, Río Aconcagua, Río Maipo, Laguna El Yali, Estero El Yali, Río Rapel, Estero Nilahue, Laguna Torca, Lago Vichuquén, Río Mataquito, Río Maule, Lago Lanalhue, Lago Lleulleu, Río Imperial, Lago Budi y Río Toltén.

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 hipereutroficado, 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 altiplánicas 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.

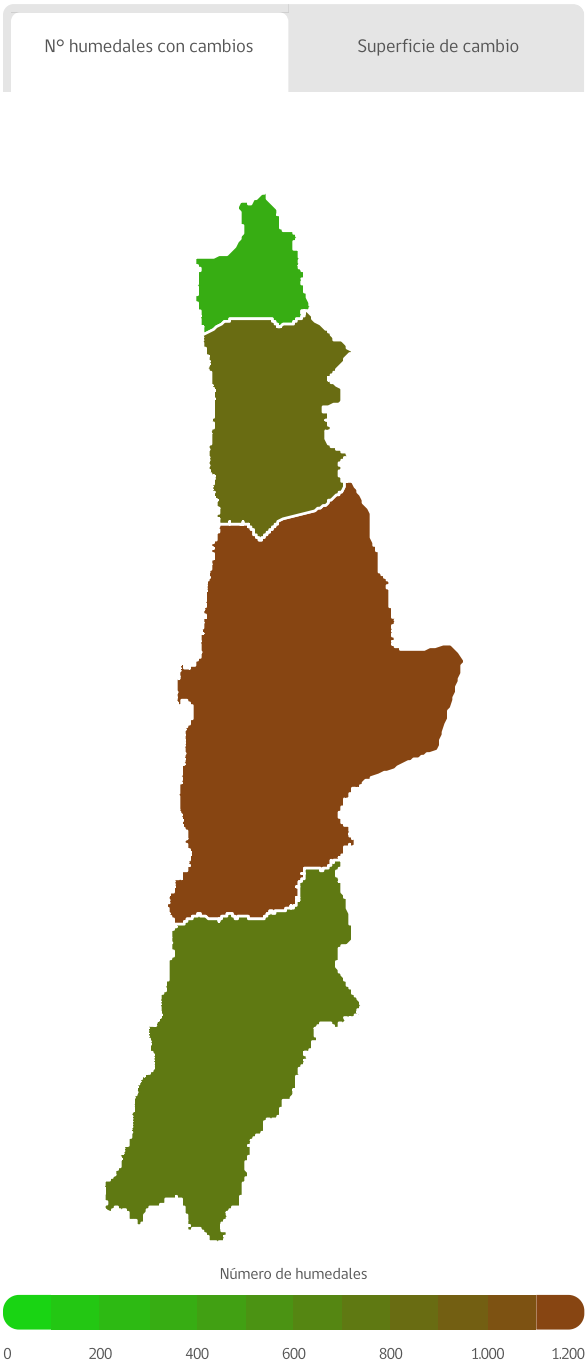
La conservación de los humedales altoandinos es importante tanto para la conservación de la biodiversidad que habita en estos ambientes, como también para conservar la cultura de las comunidades altoandinas y todos los beneficios que estos brindan a las personas. Como una referencia del estado de conservación 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 presentaran 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 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
	Reptiles	135	0,45
Invertebrados	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 Garilleti et al., 2012; Garilleti et al. 2015; Larraín, 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

N° PROCESO	DECRETO (NÚMERO, AÑO, INSTITUCIÓN)	N° ESPECIES
1	DS N° 151/2007 MINSEGPRES	33
2	DS N° 50/2008 MINSEGPRES	71
3	DS N° 51/2008 MINSEGPRES	61
4	DS N° 23/2009 MINSEGPRES	133
5	DS N° 33/2011 MMA	112
6	DS N° 41/2011 MMA	73
7	DS N° 23/2011 MMA	111
8	DS N° 19/2012 MMA	96
9	DS N° 13/2013 MMA	110
10	DS N° 52/2014 MMA	103
11	DS N° 38/2015 MMA	100
12	DS N° 16/2016 MMA	89
13	DS N° 6/2017 MMA	121
14	DS N° 79/2018 MMA	55
Total evaluaciones		1.268

Download data

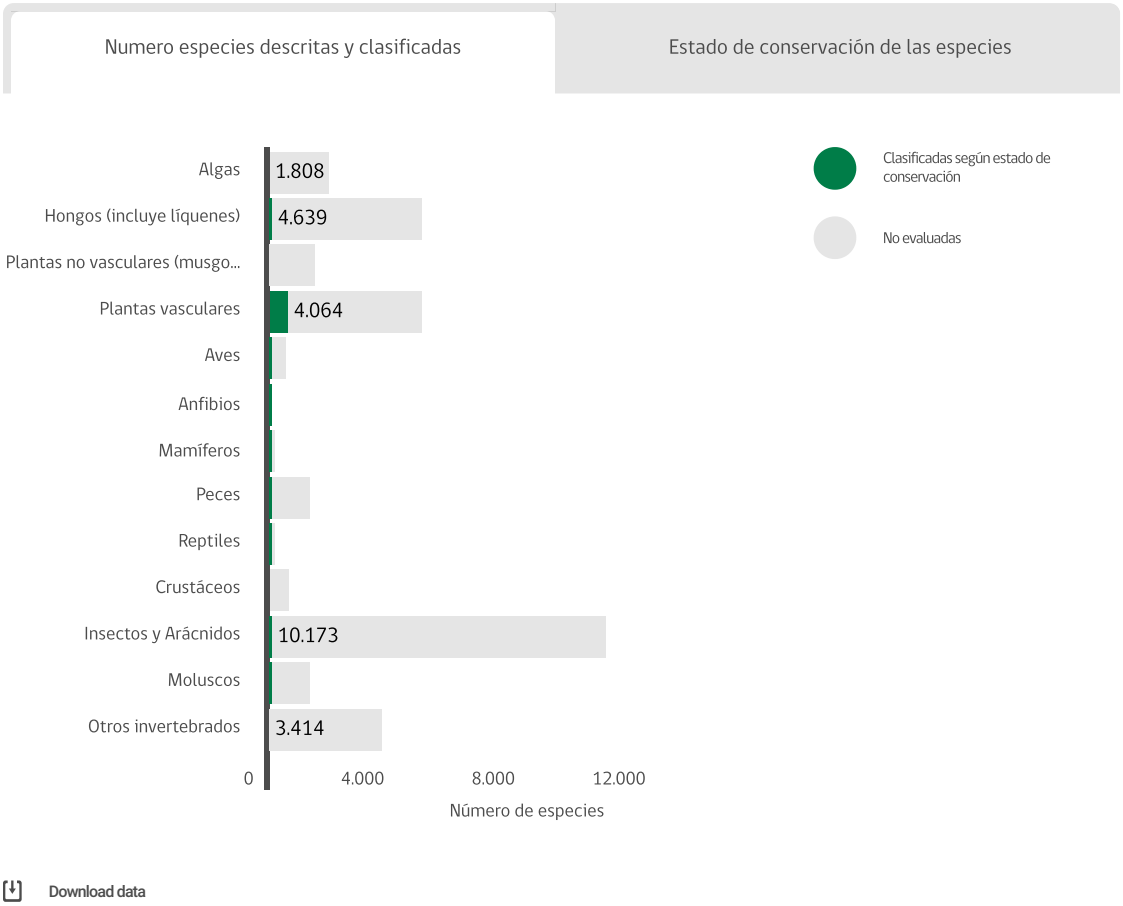
Fuente: Elaboración propia con datos de Decretos del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de Chile (MINSEGPRES).

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 N°5 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



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

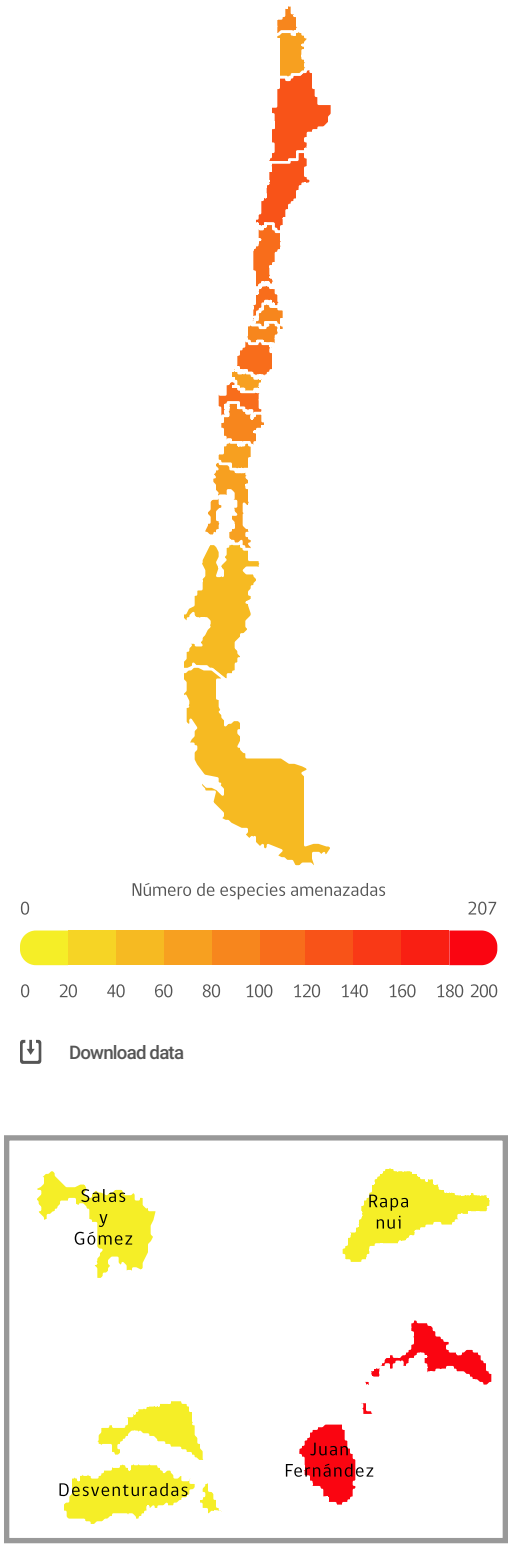
Fuente: Elaboración propia con datos MMA, 2020c.



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 km2 (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



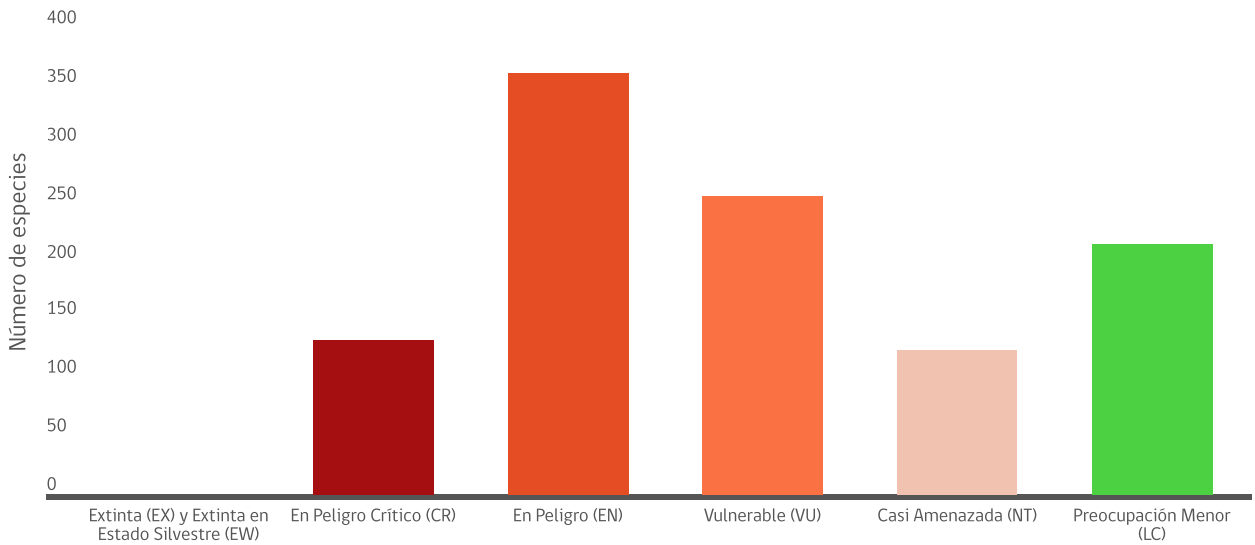
Fuente: Elaboración propia con datos MMA, 2020c.

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 indicar a 1087 especies. Específicamente 133 especies clasificadas En Peligro Crítico (CR); 360 especies clasificadas En Peligro (EN); 256 especies clasificas como Vulnerables (VU), 123 especies clasificadas como Casi Amenazadas (NT); y 214 especies clasificadas como Preocupación Menor (LC). Aunque el total de especies clasificada 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 indicé 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**).

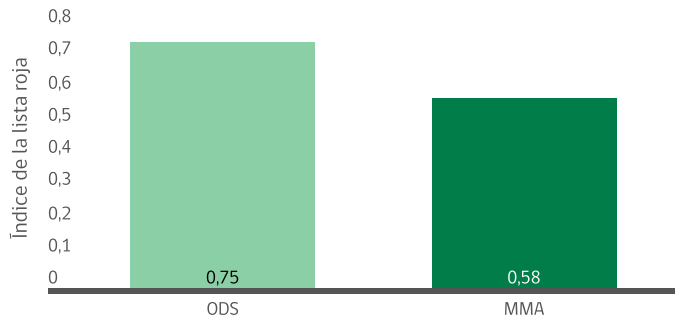


Figura 14. Número de especies según categoría de conservación utilizadas en el ODS 15.5.1



Fuente: Elaboración propia con datos MMA, 2020c.

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

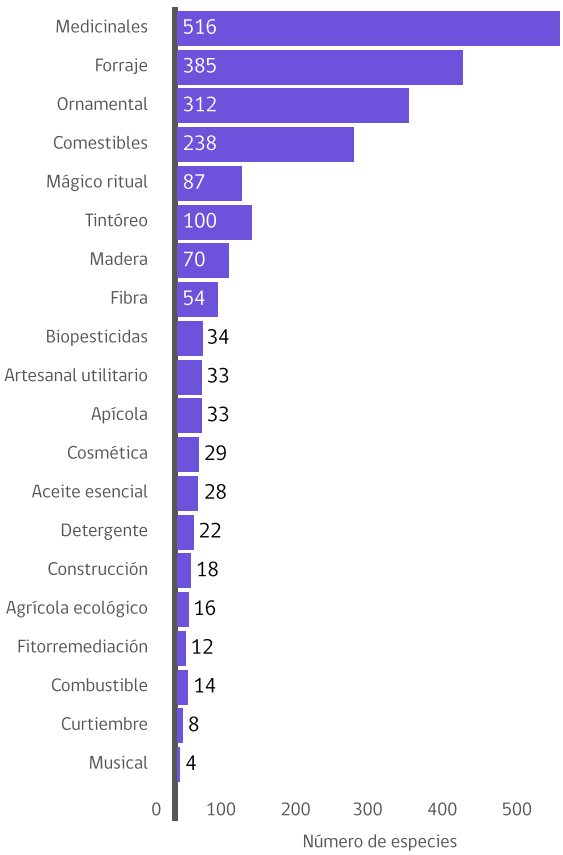


Download data

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 Diaz 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 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-Phylogetic 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).

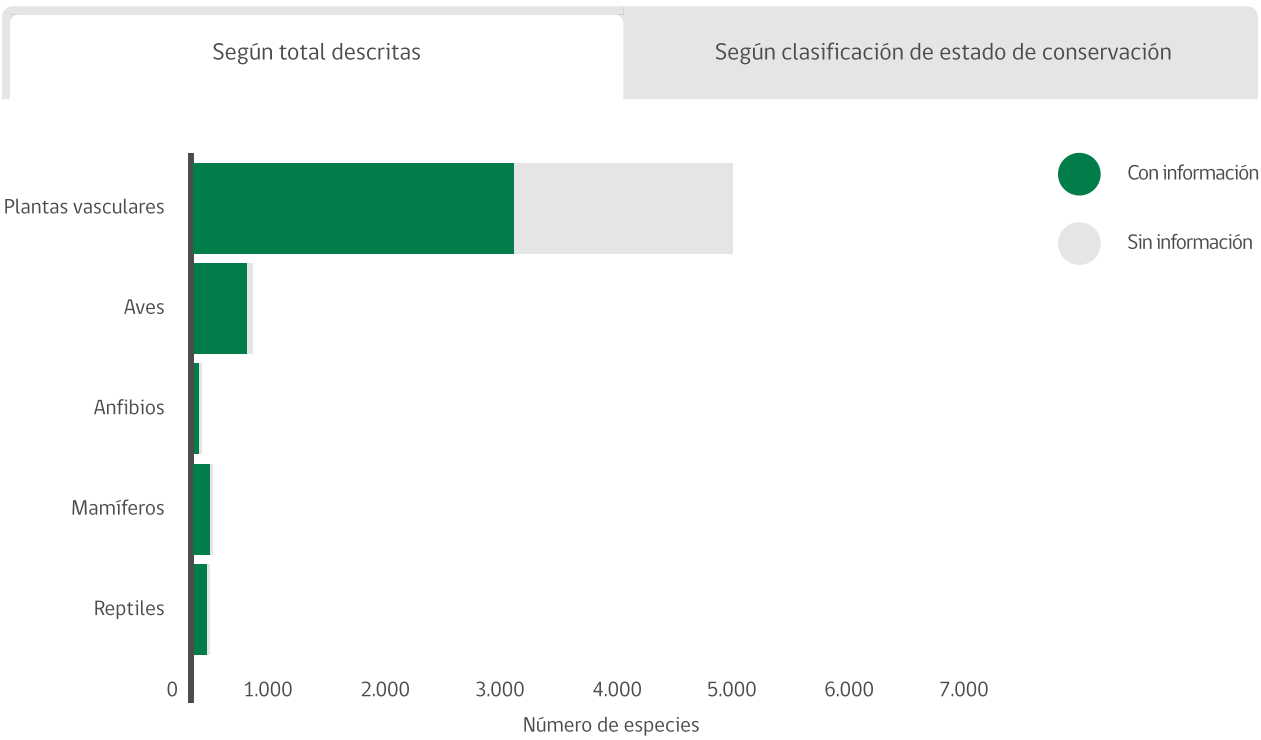
Aún se requieren de muchos esfuerzos, recursos y tiempo para poder abordar estudios de diversidad genética para el total de especies autóctonas de Chile (Martínez et al., 2018). Idealmente esto sería útil para evaluar el estado de endogamia de especies amenazadas y así priorizar los recursos en las especies 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



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**).

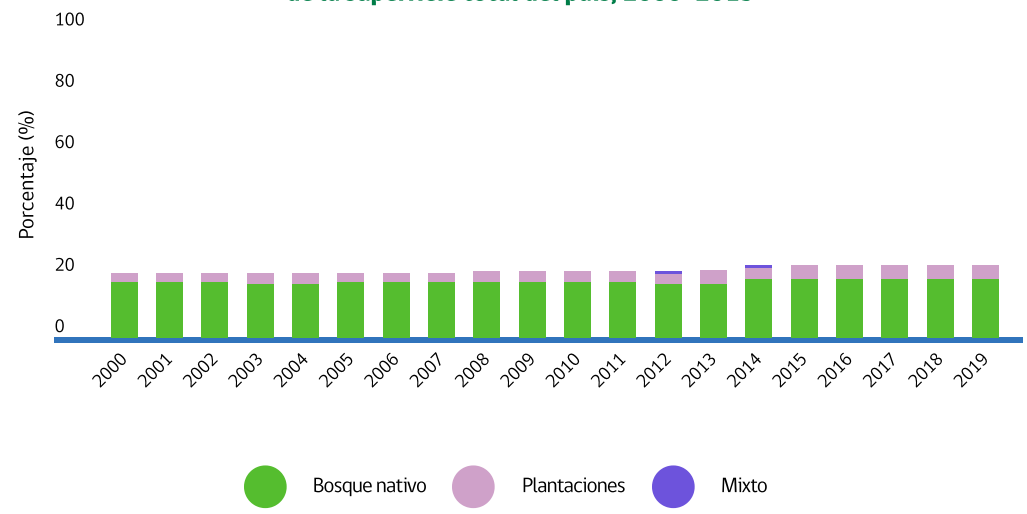
A estas presiones se añadieron las que se presentan en forma particular en Chile, los incendios forestales y la fragmentación del hábitat y los ecosistemas (MMA, 2020a).

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



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

Además de la pérdida del hábitat, el cambio de suelo 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 acuerdos 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 Rhinocriptidae, presenta especies especialistas de bosque como el hued hued (Pteroptochos 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.

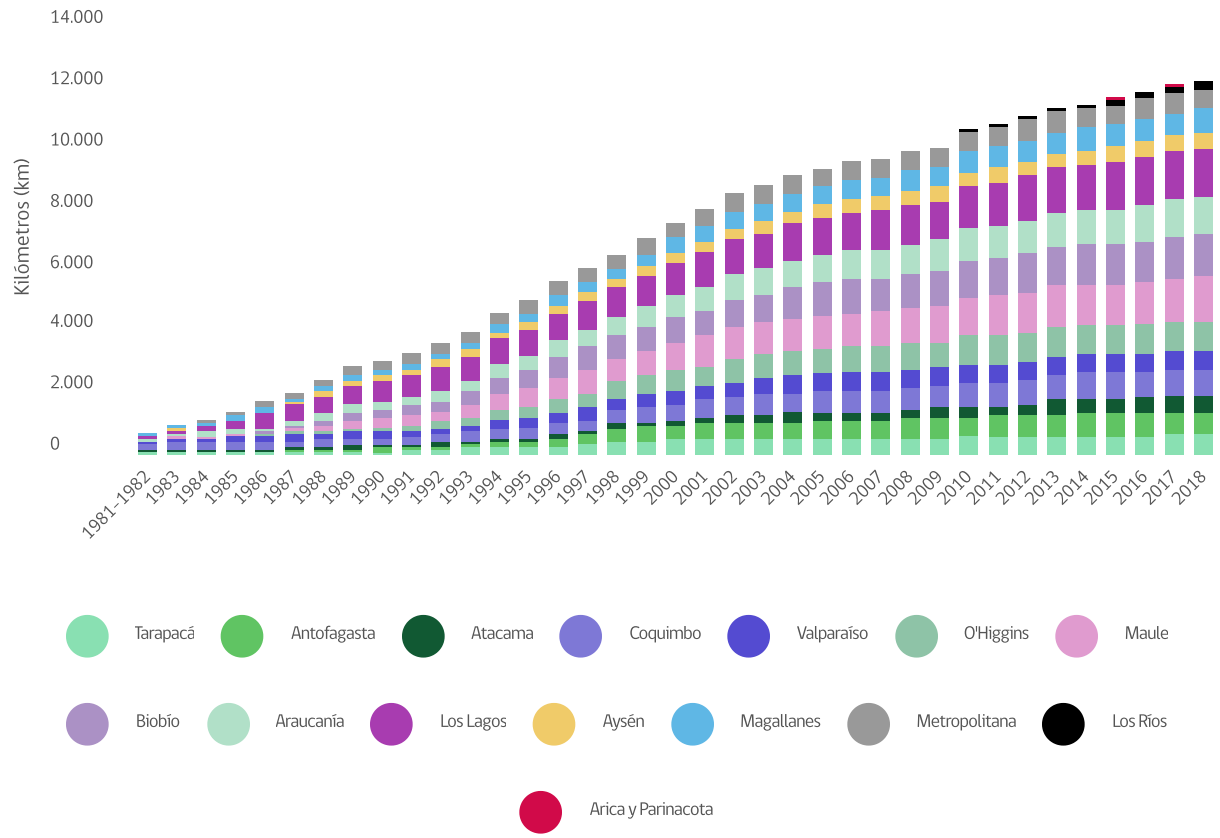
Las carreteras son infraestructuras lineales que pueden promover efectos de barrera debido a la perturbación y a efectos de mortalidad (Asensao et al., 2017). En efecto, los bordes de hábitat que presentan carreteras son mucho menos permeables que los bordes de hábitat que no los tienen (Asensao et al., 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.

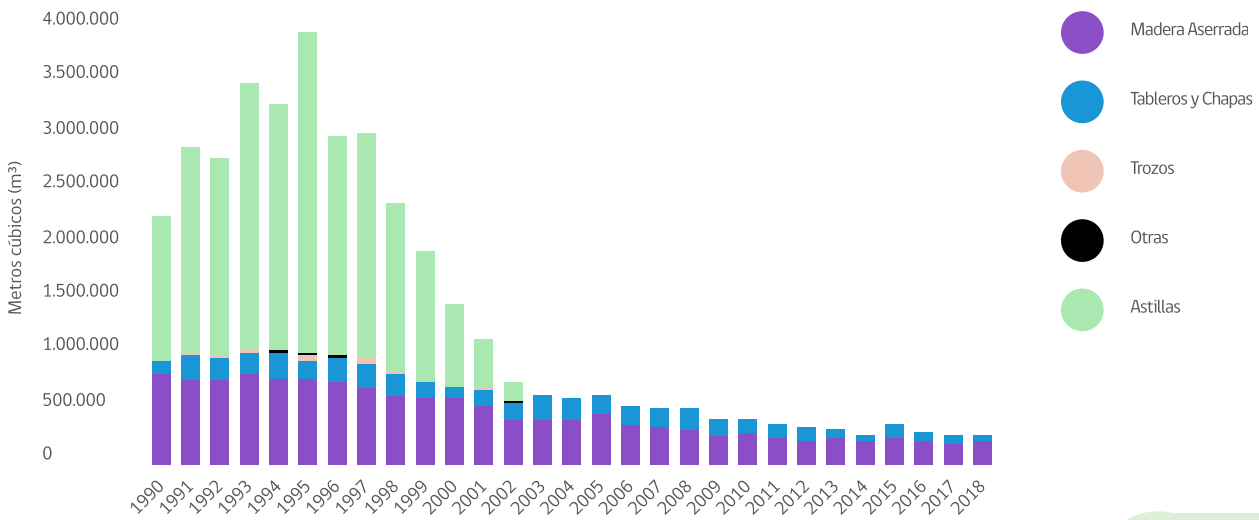
3.3 Explotación directa de los recursos naturales

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 m3 y 48.000 m3 respectivamente, mientras que el consumo de trozos es solo de 100 m3. 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), tineo (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



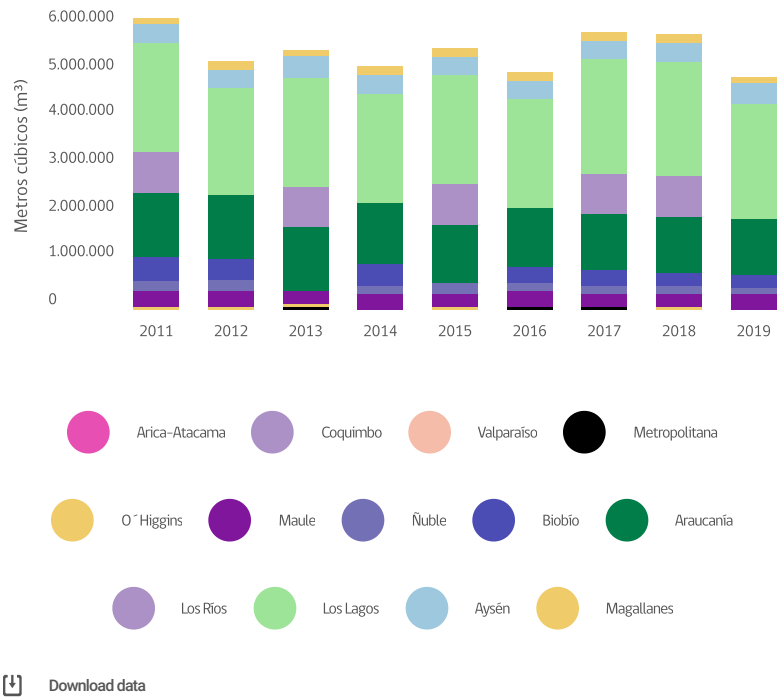
Download data

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 m3. De este total 5,8 millones de m3 son de madera nativa. En el año 2019 en el país se consumieron 12,85 millones m3 de leña, manteniéndose la misma cantidad de consumo de madera nativa (5,8 millones m3) 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



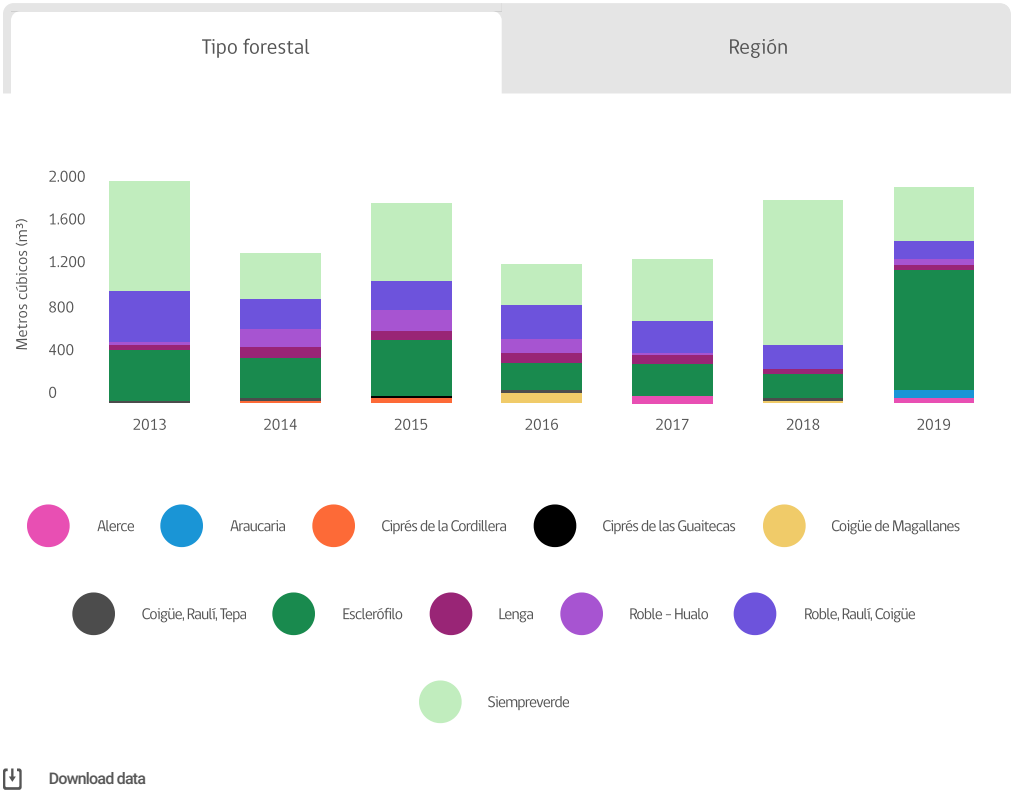
Download data

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



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). Sphamnum 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 comocianuro, 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 NO_2 y 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).



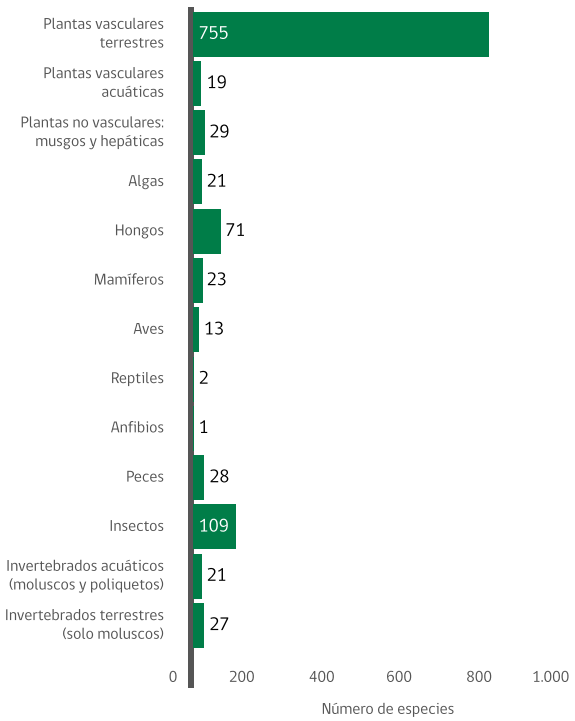
3.5 Introducción de especies exóticas invasoras

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 Áfrca (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



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.

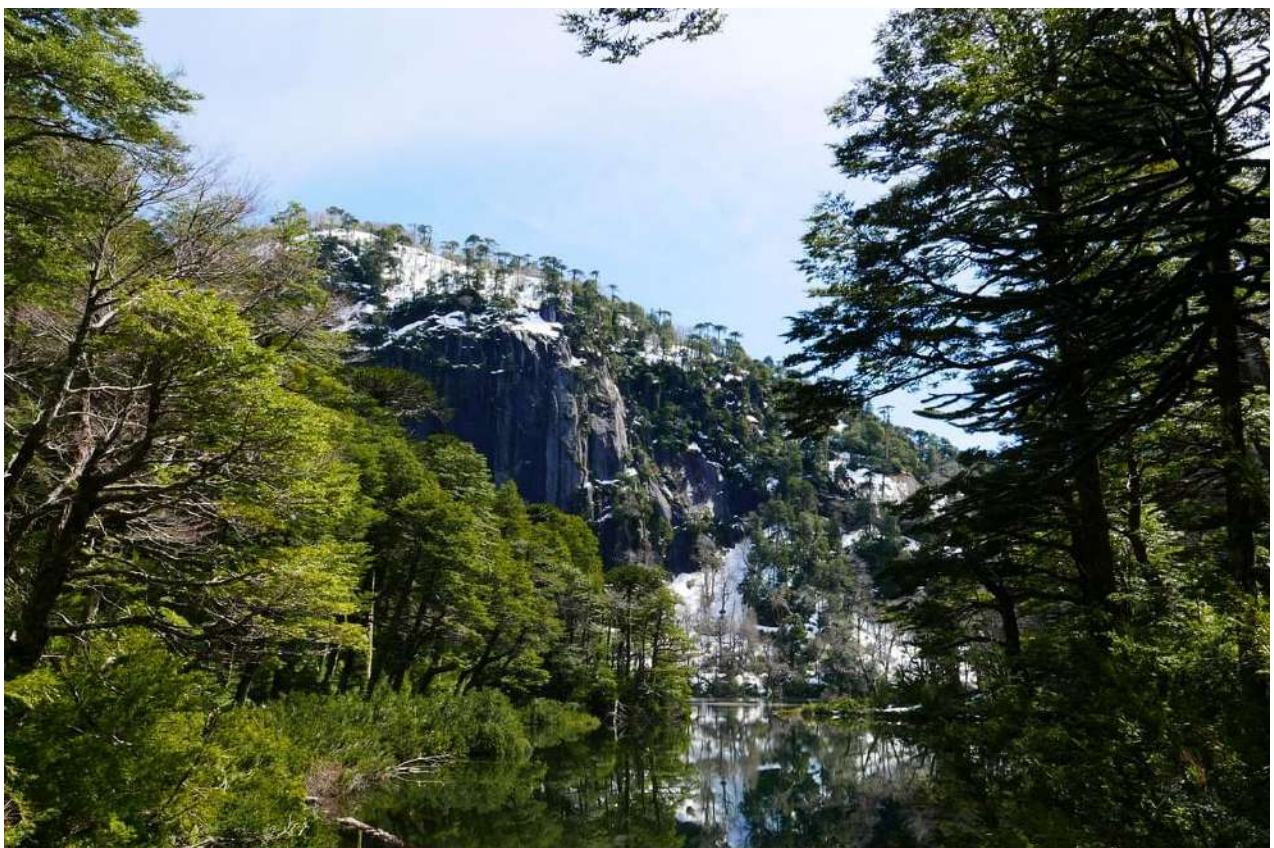
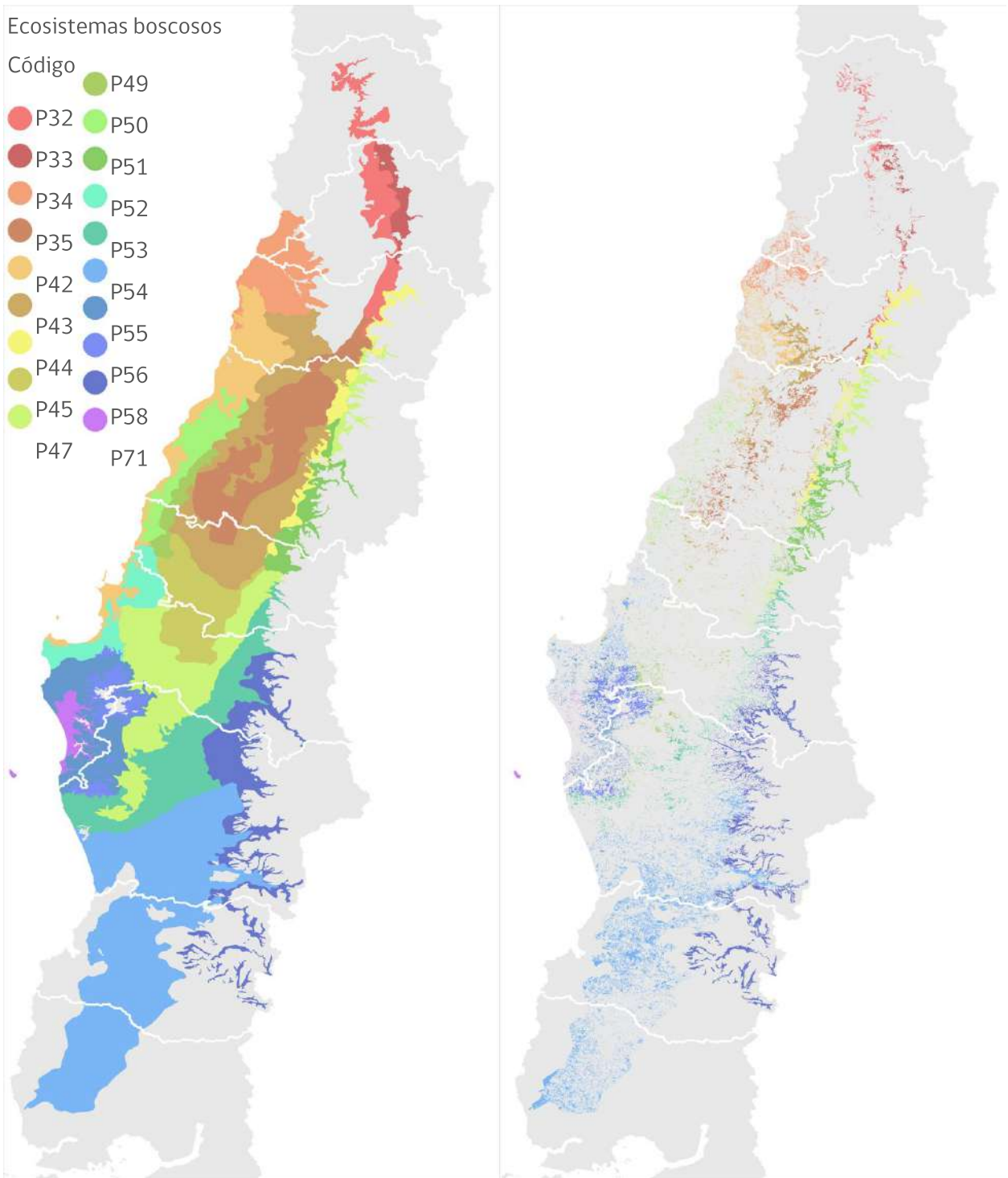


Figura 25. Pérdida histórica de los ecosistemas boscosos actualmente amenazados



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

Download data

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

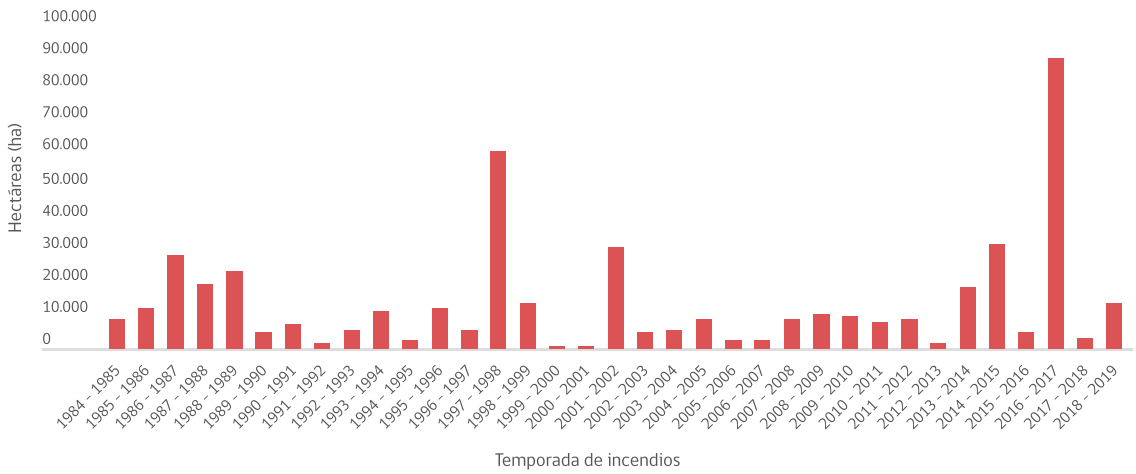
4.2 Incendios Forestales

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 (Ãvila 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



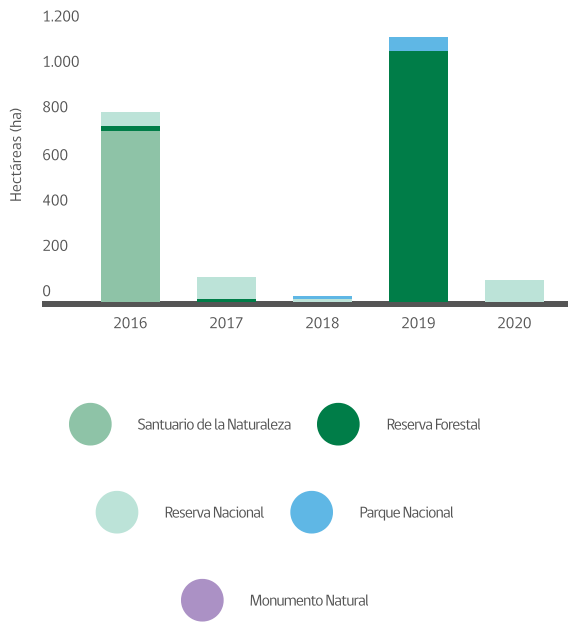
Download data

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.



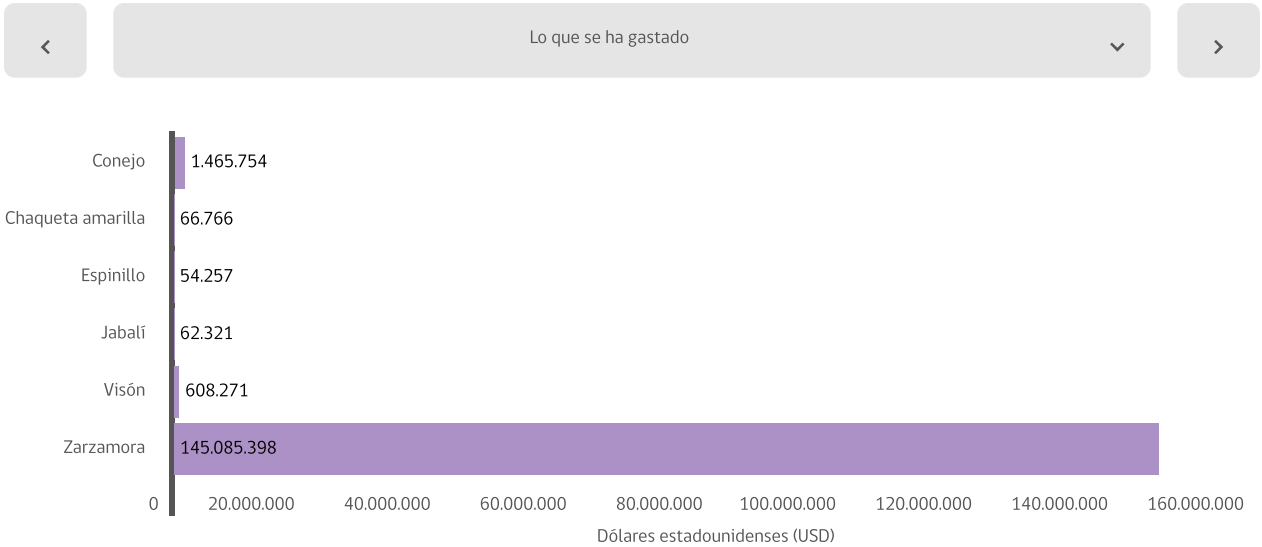
4.3 Especies exóticas invasoras

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

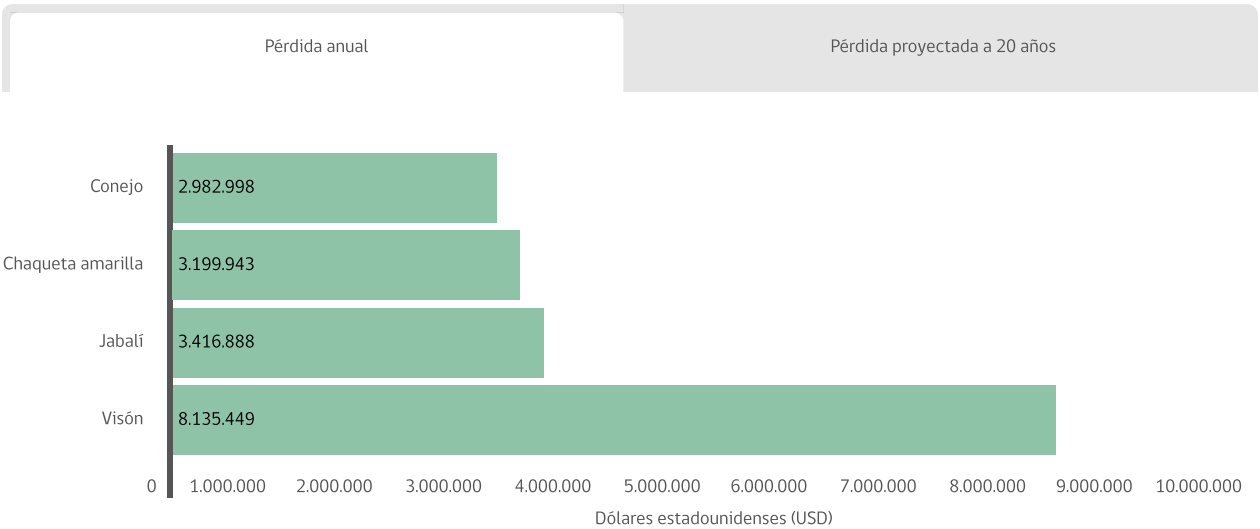


Fuente: Elaboración propia con datos de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) 2017b.

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**).

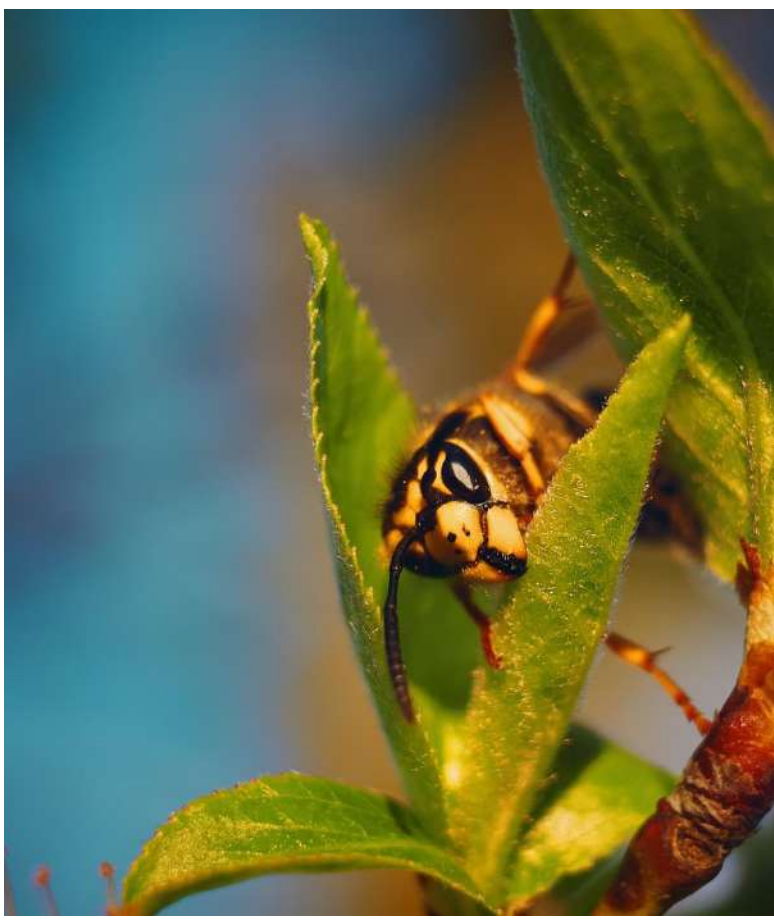
Figura 29. Valor económico mínimo de impacto de las EEI a la biodiversidad



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).

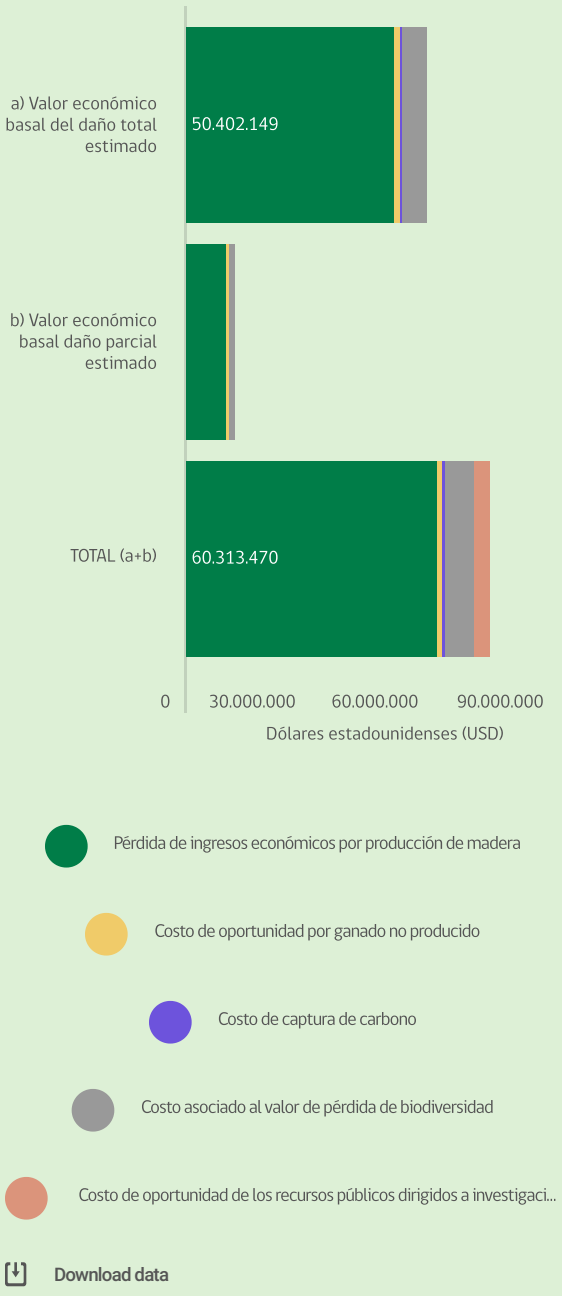
Esto ocurre tanto en el territorio chileno como en territorio argentino, donde han causado destrucción e inundación de los bosques, turberas y pastizales. Además del impacto en la biomasa en los ecosistemas, las represas alteran la hidrología natural del paisaje, ya que cambian el régimen de descarga 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



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 Medo 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.

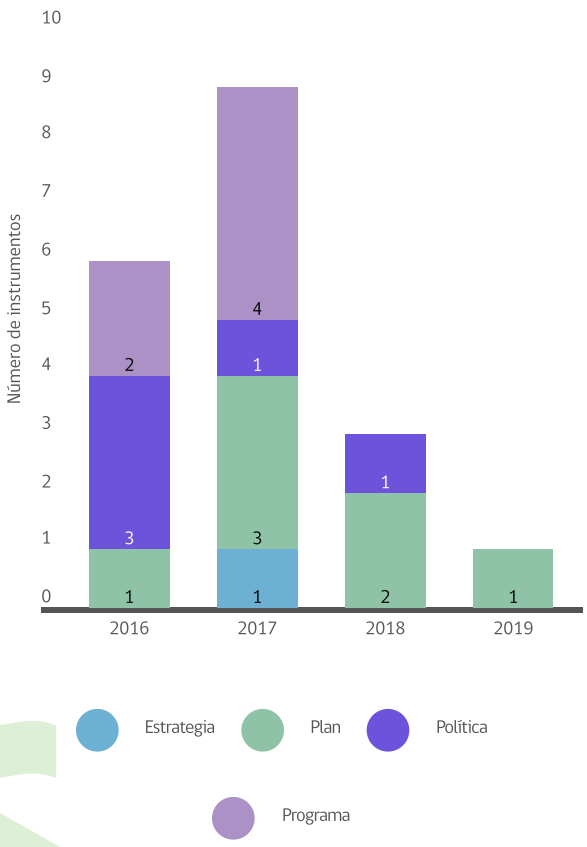
Adicionalmente, Chile participa de otros tratados o convenios internacionales en el marco de la conservación de la biodiversidad. Algunos de estos son:

- 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

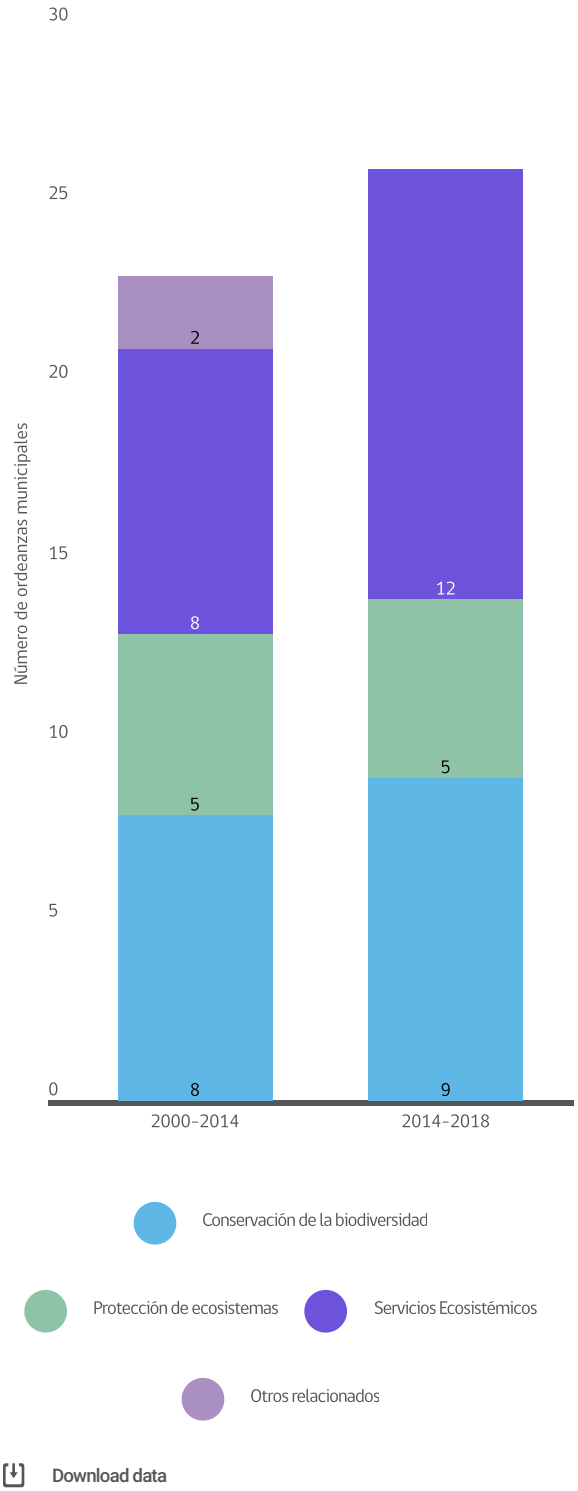


Download data

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

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.

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



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 finamente, 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, Subsecretaria 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, Franklinia 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 (Secretaria 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).

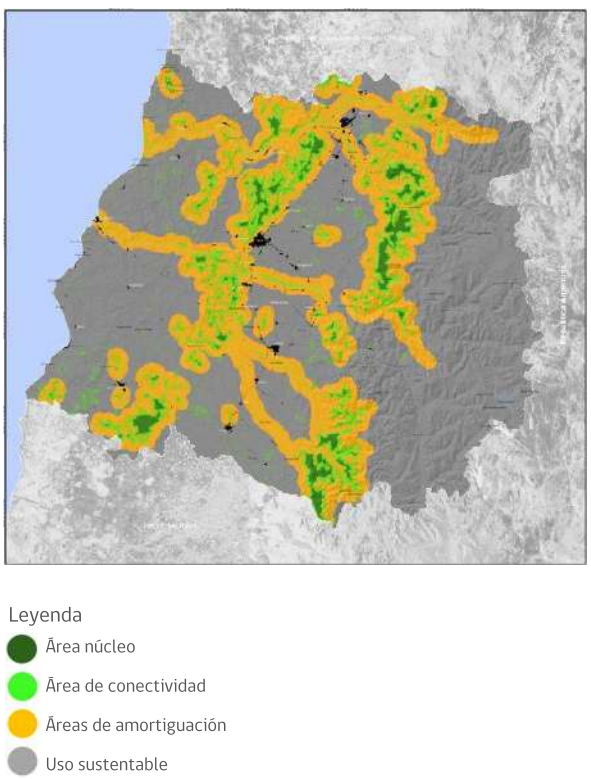
En tal sentido, la infraestructura ecológica no es algo suntuario sino una necesidad esencial para mantener y recuperar la resiliencia de los territorios y las poblaciones frente a los factores de degradación climáticos y antropogénicos. La Infraestructura ecológica, fue mencionada tempranamente por Glendening en 1999 (Benedict & McMahoon, 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.

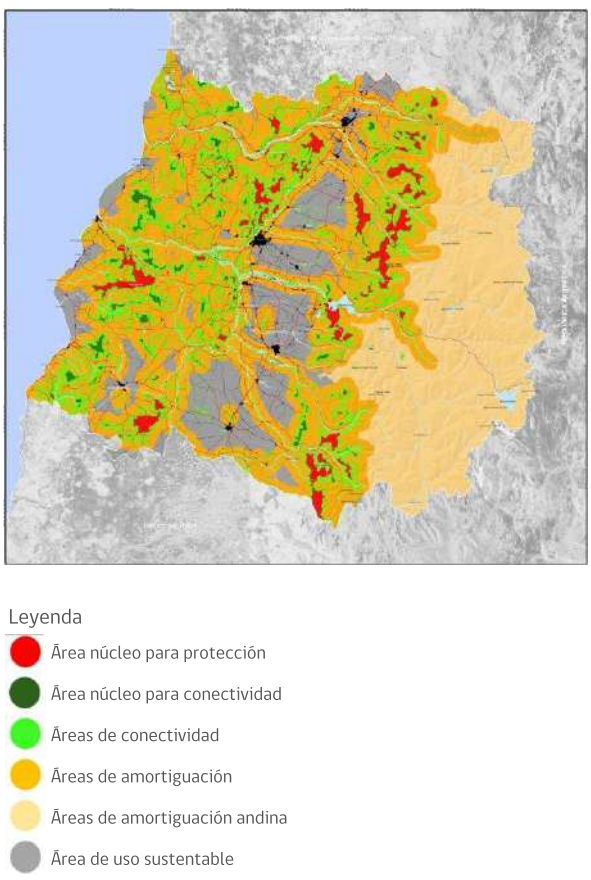
Mientras las áreas de conectividad ocupan el 9% de la región, se ubican mayoritariamente en la zona andina y no aseguran una conectividad funcional del paisaje. En la actual situación, la mayor proporción de los paisajes corresponden a terrenos dedicados a uso antrópico (**Figura 33**). Por otra parte, 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



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

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



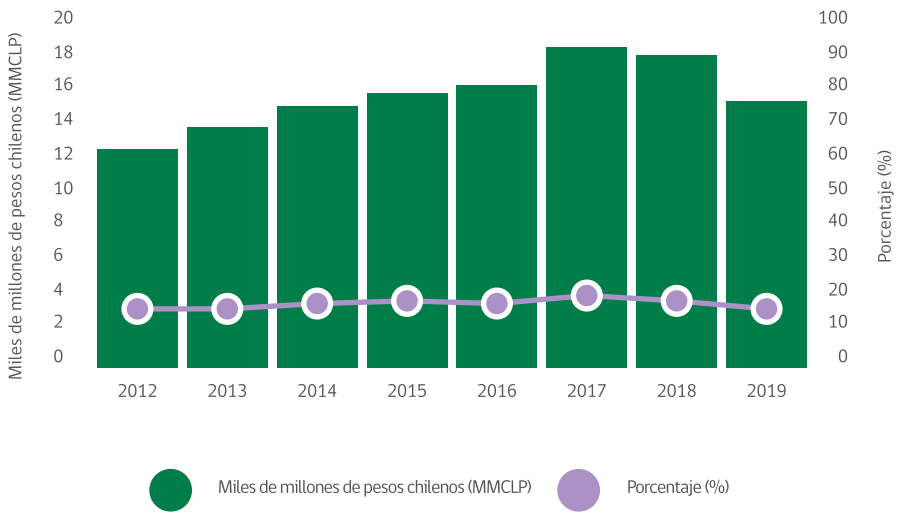
Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (MMA)-Universidad de Concepción, 2018.

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

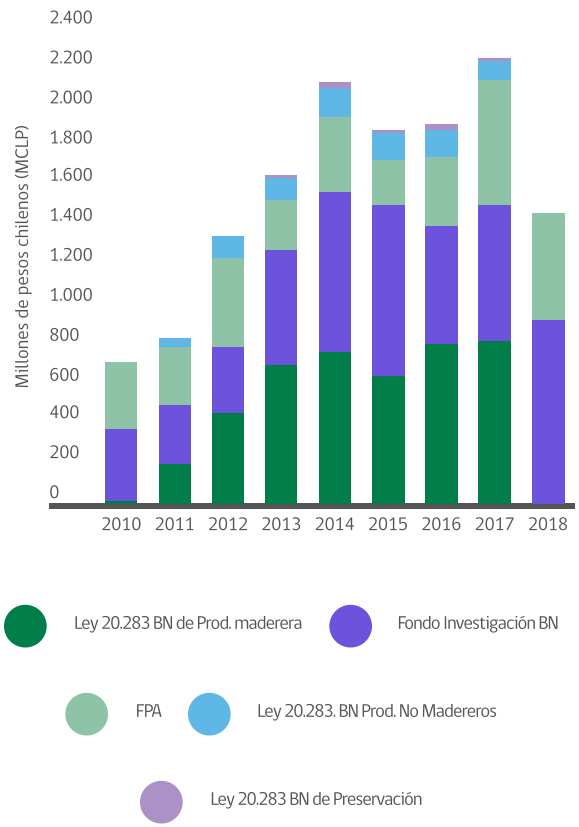


Fuente: Elaboración propia con datos de Biblioteca del Congreso Nacional (BCN), 2020.

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.

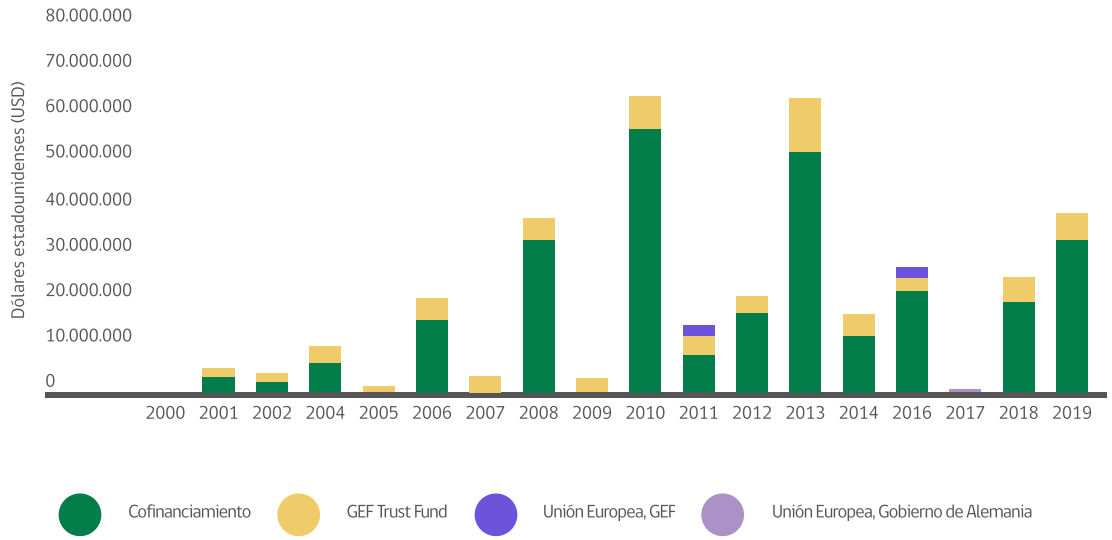
Por otra parte, es importante destacar los fondos concursables anuales para proyectos destinados a la biodiversidad. Estos fondos corresponden a los Fondos de Protección Ambiental (FPA) que imparte el Ministerio del Medio Ambiente, el Fondo de Investigación de Bosque Nativo (FIBN) que imparte CONAF y 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**).

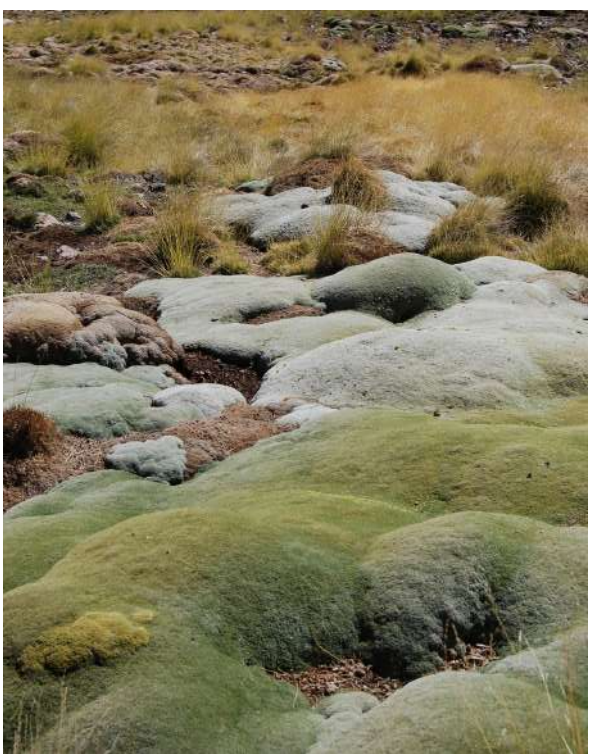
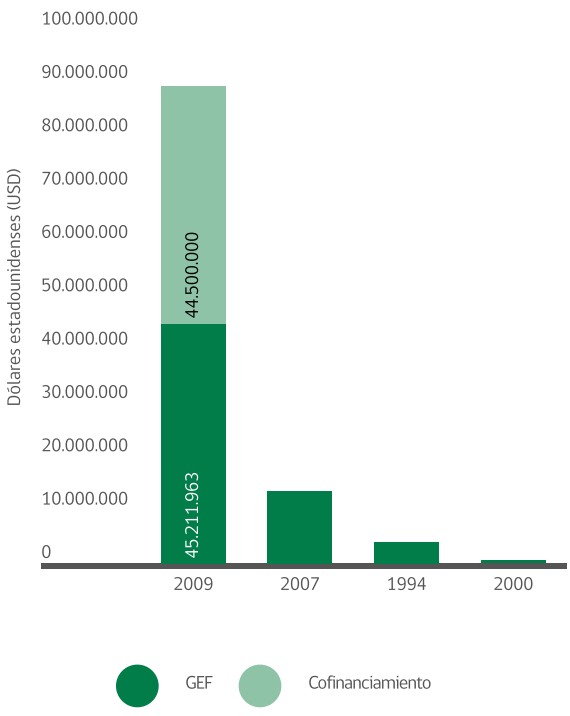


Figura 38. Fondos donados a varios países en los que se incluye Chile



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).

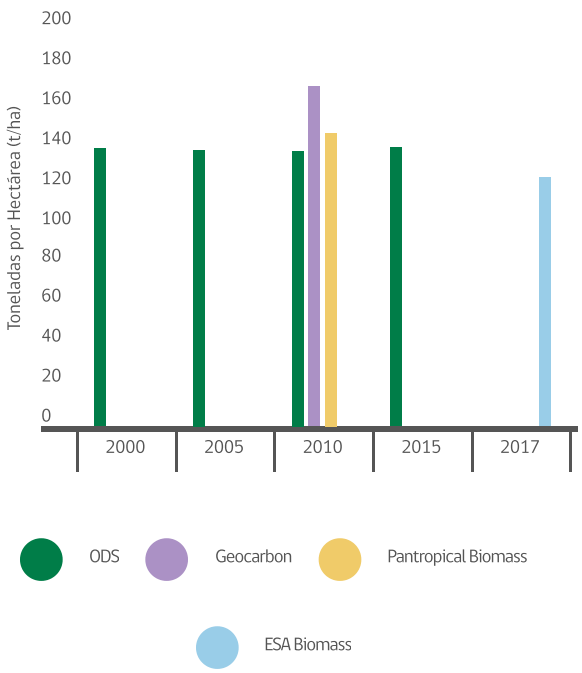
Otra iniciativa que vincula la temática social con la biodiversidad es el Proyecto GEF Comunidades Mediterráneas Sostenibles. Desarrollado entre los años 2015 y 2020. Este proyecto busca desencadenar un proceso de cambio en la Ecorregión Mediterránea de Chile que aumente la sustentabilidad del uso de 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



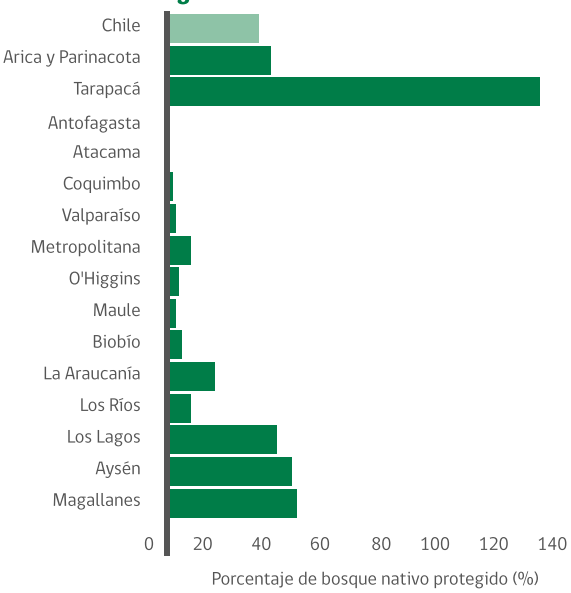
Download data

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), 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

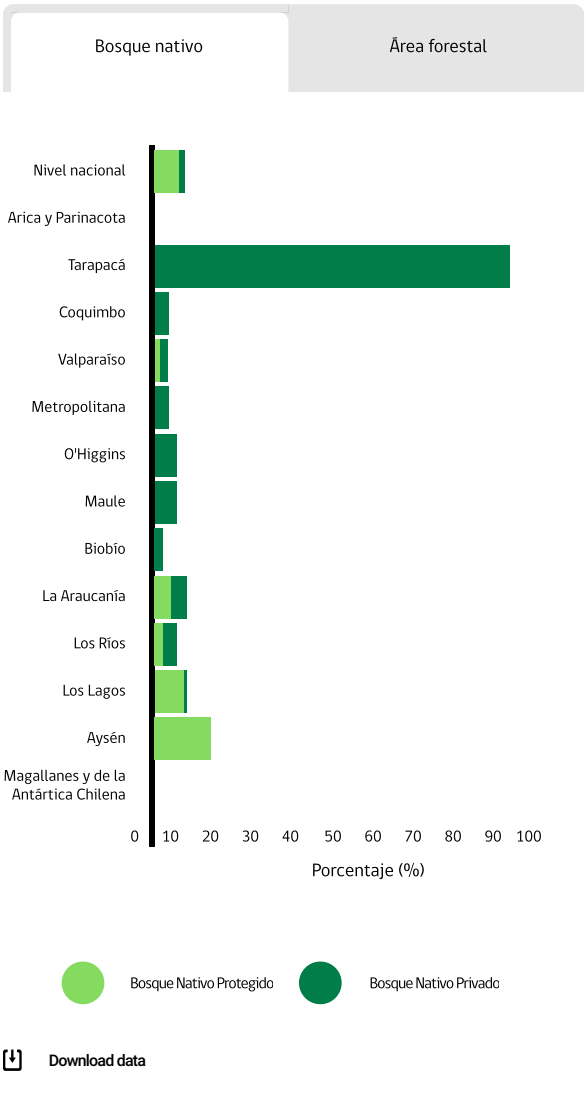


Download data

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



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.

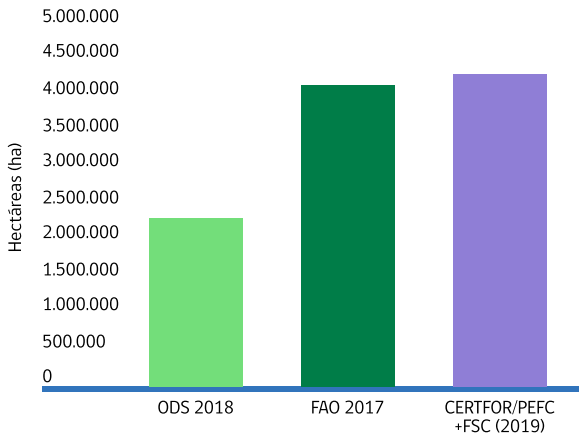
Dados estos resultados, a nivel nacional el porcentaje de bosque manejado, considerando solo las áreas protegidas, es de 6 % del bosque nativo. Sin embargo, si se consideran los planes de manejo en áreas privadas el porcentaje de bosque nativo con plan de manejo a largo plazo aumenta resultando la región 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 al 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**).

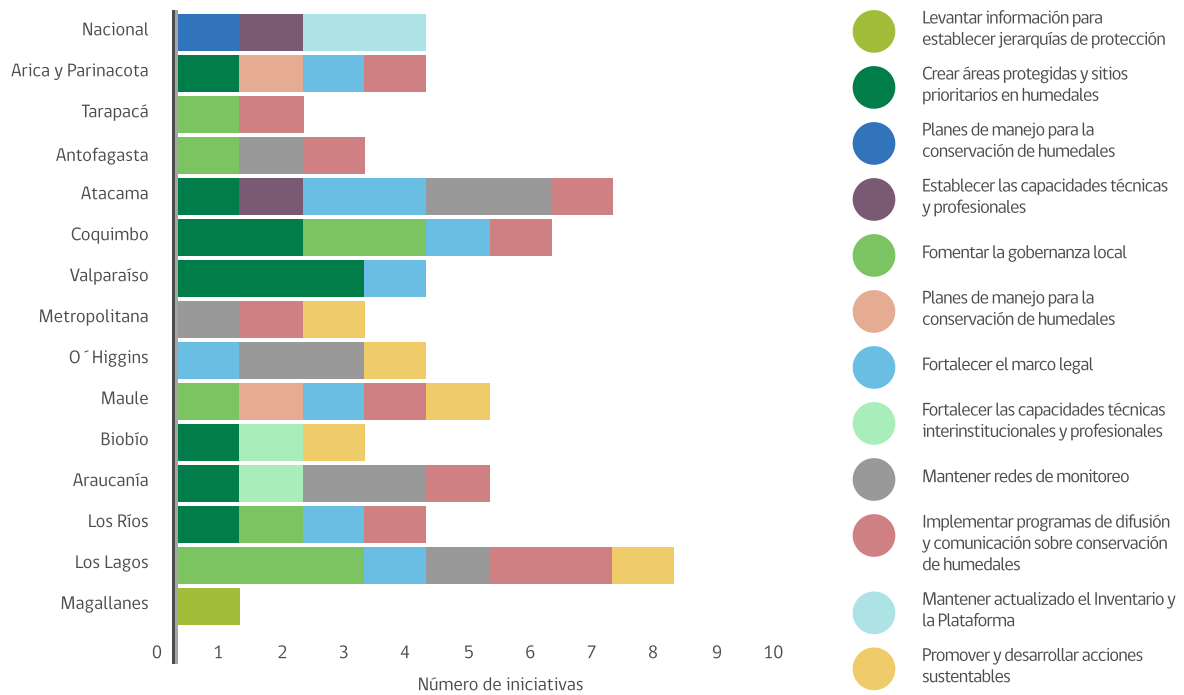
Además de lo anterior, el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, que tiene por objeto incorporar la variable ambiental a los proyectos de inversión, es administrado por el Servicio de Evaluación Ambiental, el cual además tiene entre sus facultades la de uniformizar los criterios, requisitos, condiciones, 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[1]. 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 dialogó 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 Cáhuil (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 capitulo.

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

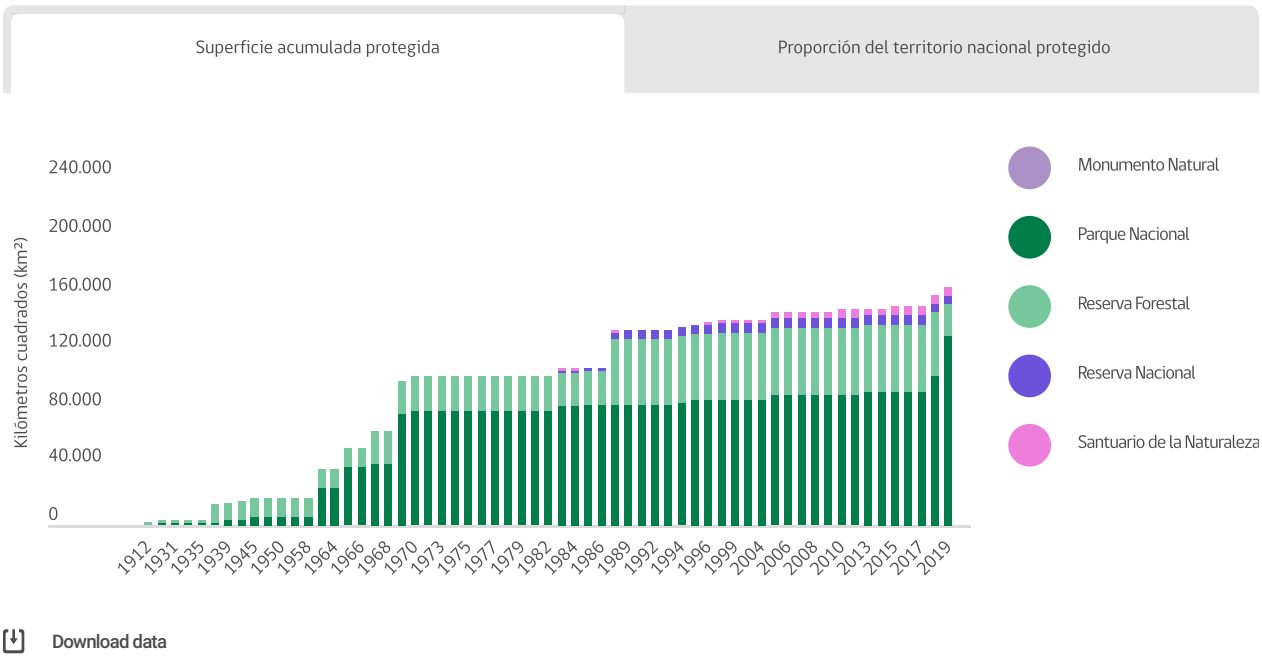
Desde una perspectiva internacional, un área protegida es "un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores 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 delestado 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 km2, 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**).

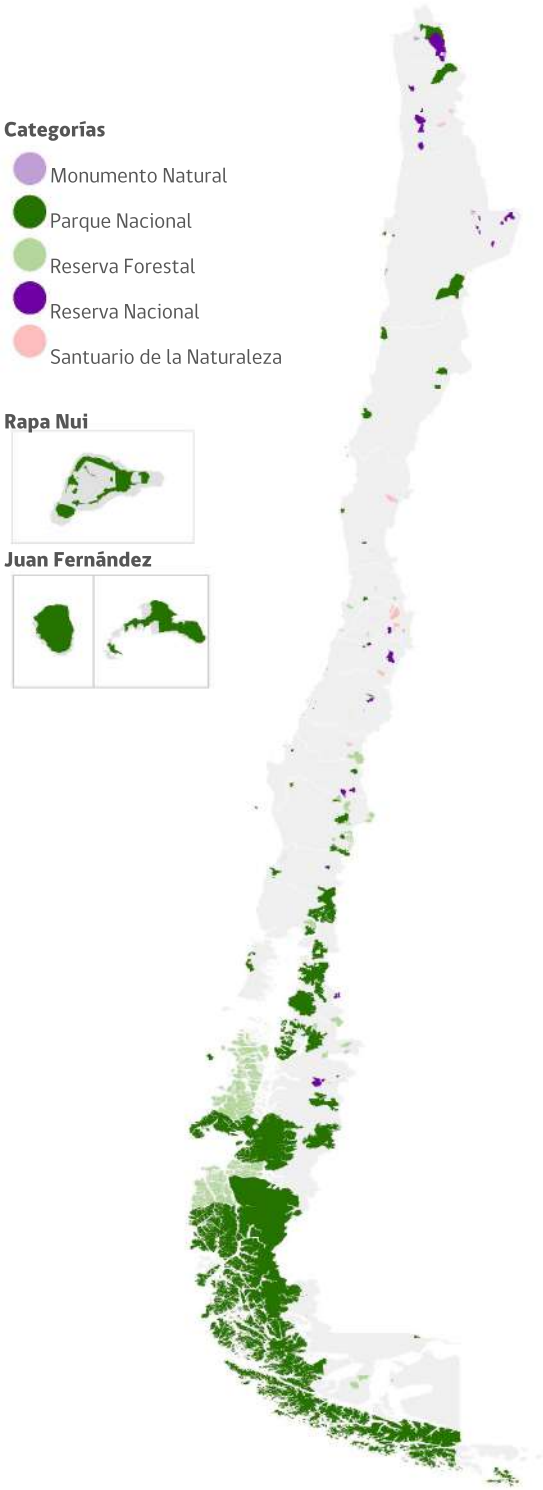
Figura 44. Variación de la superficie acumulada protegida y proporción del territorio nacional protegido al 2019



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.

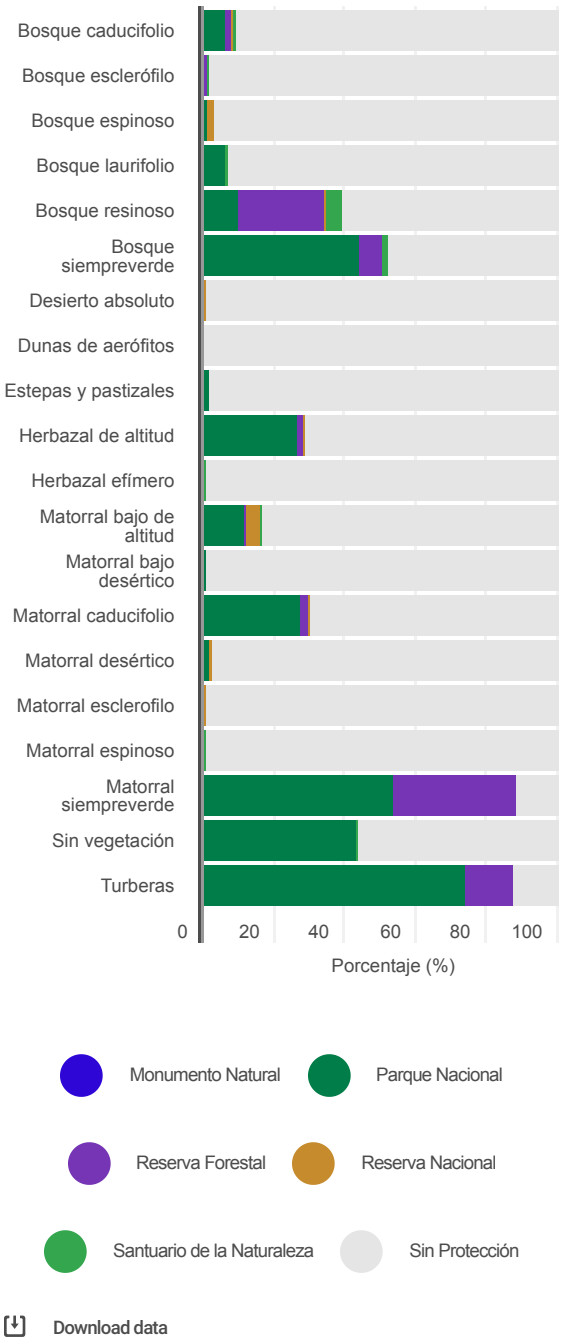
La distribución de las áreas protegidas en el territorio presenta mayor proporción en la zona sur del país, especialmente en las regiones de Magallanes y de Aysén, sin embargo, todas las regiones presentan áreas protegidas (**Figura 45**).



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



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 declaras 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 Yali, 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.

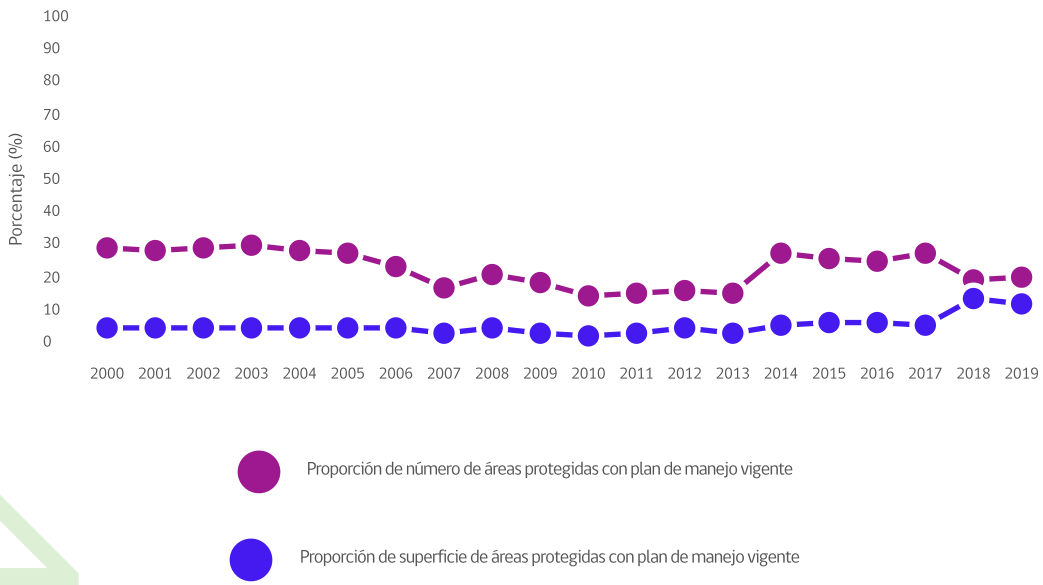


5.12 Planes de manejo

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



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 Totoralillo 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 (Chlopehaga 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).

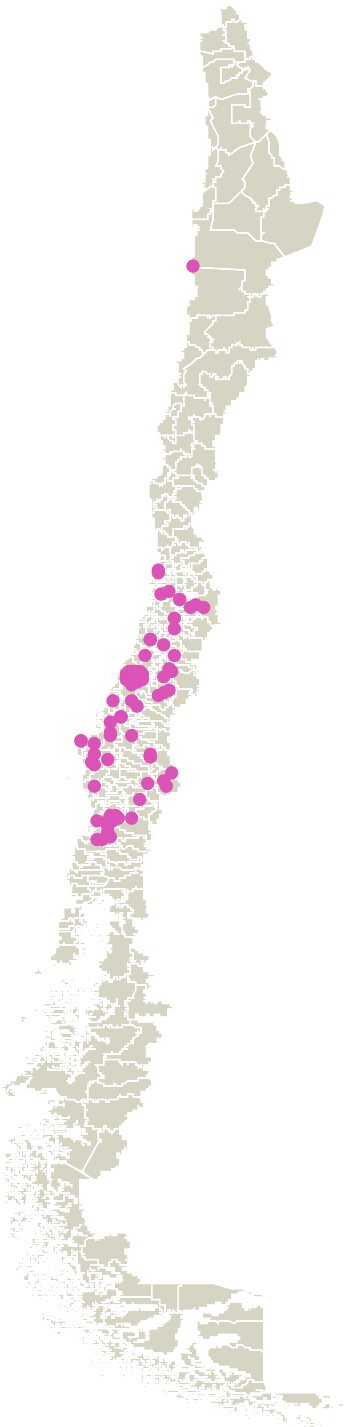
Según algunos acuerdos internacionales en que Chile participa, se presentan distintas metas sobre restauración que los países debe cumplir. El Convenio de Diversidad Biológica, mediante las metas de Aichi, estableció que los países deben restaurar el 15% de sus ecosistemas degradados para el año 2020. 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

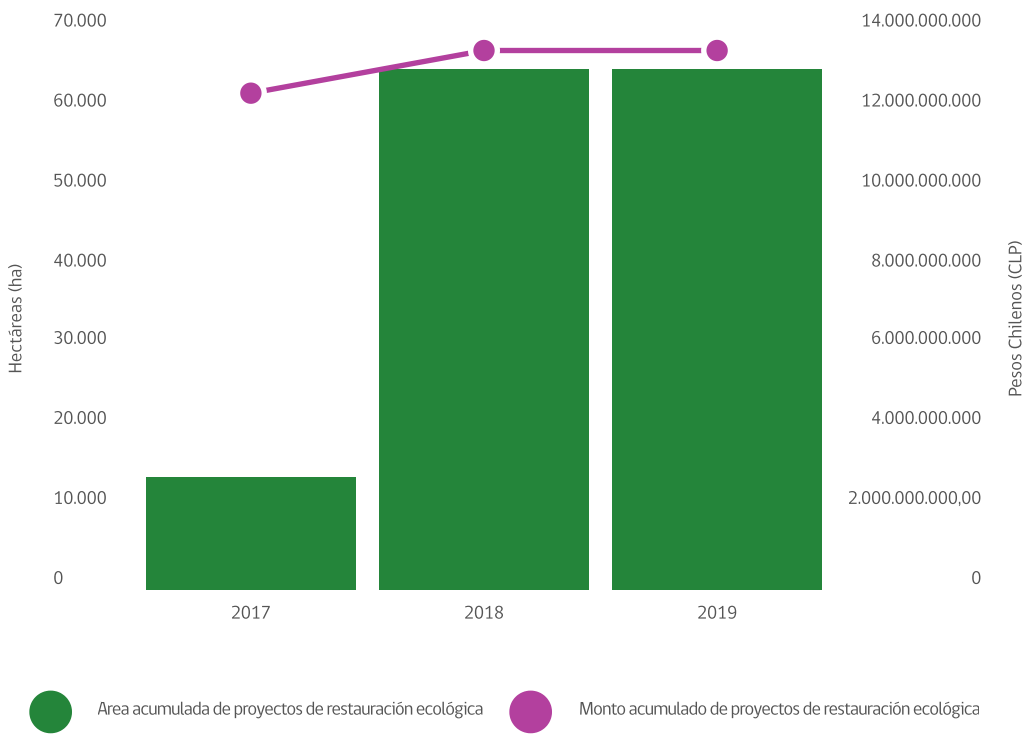
Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020d.

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.

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.

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).

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



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.



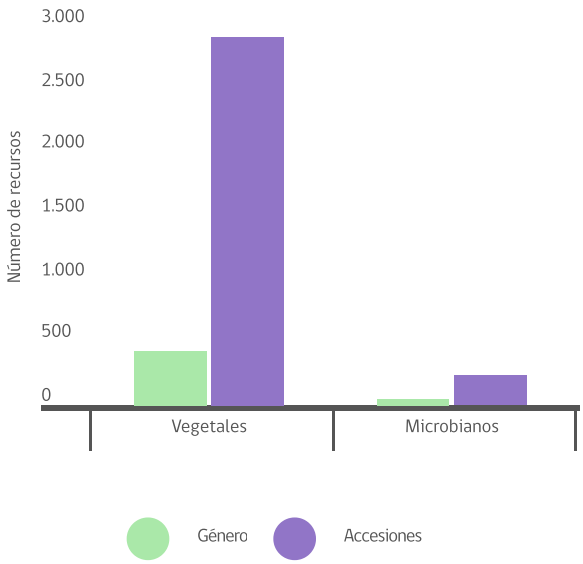
5.15 Conservación ex situ

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 formaex 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 colectar 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 colectar 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	N° 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.

Download data

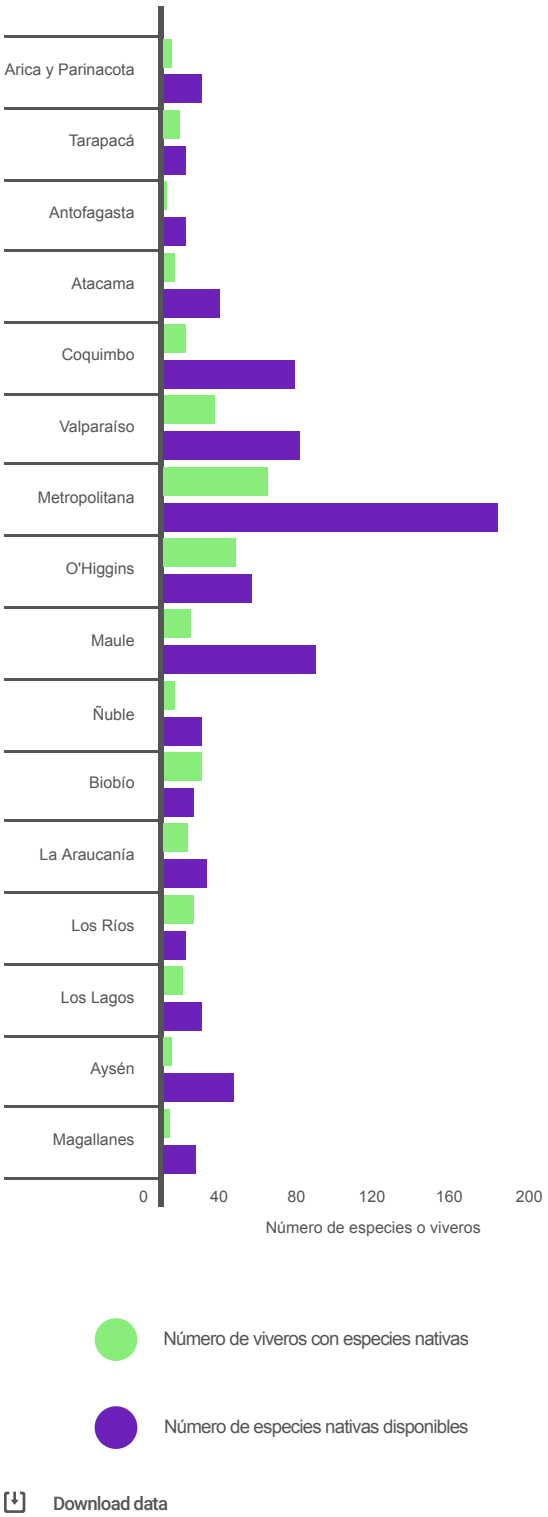
Por otra parte, algunas instituciones se enfocan en la conservación de Recursos genéticos Forestales (RGF), donde una de las principales instituciones es el Instituto Forestal (INFOR). La mayoría de los esfuerzos por conservar RGF se enfocan en especies exóticas de la industria forestal de Pinus sp y Eucaliptus sp.Sin embargo, existen algunas iniciativas de conservación de RFG 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.

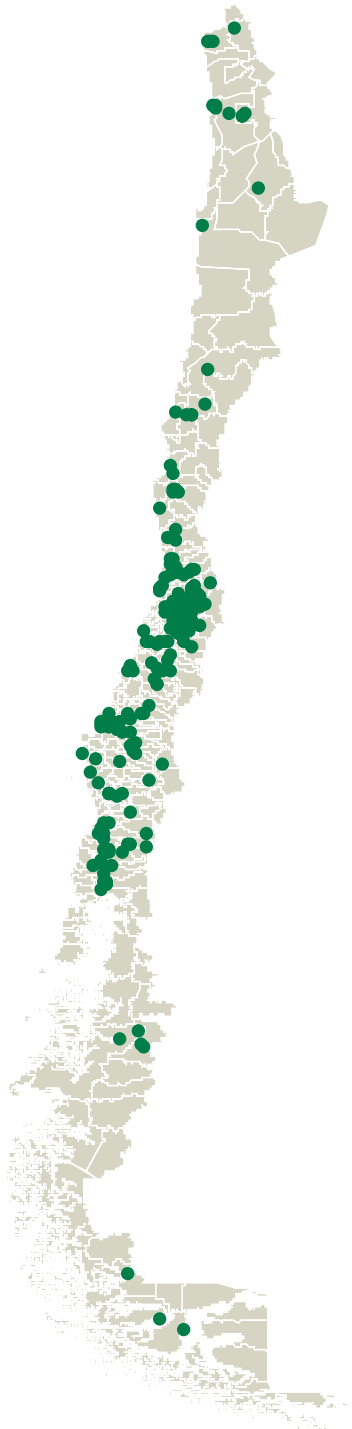


Figura 52. Número de viveros y especies nativas disponibles por región al 2019



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

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



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 Infraestructure: Smart Conservation for the 21st Century, The Conservation Found, Sprawl Watch Clearinghouse Monogragh 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., Araníbar, 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
- 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
- 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., Olsen, 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
- 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, Ō. 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., Levely, 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. Arneth, 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). Mediteranean 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. Manuschevich, 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
- Millennium Ecosystem Assesment. (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
- 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). Nómina 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 Revisted: 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 (CR2), 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 - Arbelaiza 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
- Santibáñez, F., Santibáñez, 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., Schmullius, 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. 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 dehttps://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 salmonicultura 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.



CAPÍTULO 8

TIERRAS

CONTENIDO

Introducción
1. Antecedentes
2. Presiones sobre el suelo
    2.1. Uso de las tierras
    2.2. La expansión urbana
    2.3. Actividad agrícola
    2.4. Actividad minera
3. Estado del Suelo
    3.1. Desertificación
    3.2. Erosión
    3.3. Suelos con potencial presencia de contaminantes
4. Respuesta: Protección de los suelos
    4.1. Programa de acción nacional de lucha contra la desertificación, la degradación de las tierras y la sequía (PANCD)
    4.2. Normativa sectorial
Referencias

TIERRAS

El suelo corresponde a la capa más delgada de la tierra y varios factores participan en su formación, como el material parental, el clima, los organismos vivos y la topografía. La creciente demanda de suelo para la localización de proyectos habitacionales, actividades comerciales y servicios, ha llevado la expansión urbana hacia zonas de carácter agrícola. En este proceso, tanto la cantidad de viviendas como la población han experimentado un alza importante en el país y han ejercido una presión en el cambio de uso del suelo y con ello una disminución de suelos cultivables.

IMPORTANCIA

El suelo, mediante sus funciones, da soporte para diversos servicios ecosistémicos. Se trata de aspectos claves que permiten entregar beneficios directos e indirectos a la población y el medio ambiente.

- Apoyo
- Regulación
- Aprovisionamiento
- Culturales

¿QUÉ SE ESTÁ HACIENDO?

Programa de acción nacional de lucha contra la desertificación, la degradación de las tierras y la sequía (PANCD)

¿QUÉ ESTÁ OCURRIENDO?

DEGRADACIÓN

1. Erosión.
2. Desertificación.
3. Contaminación de suelo.



SEGURIDAD HÍDRICA

Funcionan como el mayor filtro y tanque de almacenamiento de agua en la Tierra, controlando la cantidad y calidad de los recursos de agua dulce

SEGURIDAD ALIMENTARIA

Se estima que el 95% de nuestros alimentos provienen directamente o indirectamente de la tierra

SEGURIDAD DEL ECOSISTEMA

Contienen nitrógeno, fósforo y otros nutrientes que las plantas necesitan para crecer y que son los componentes moleculares para todas las formas de vida

SEGURIDAD CLIMÁTICA

Los suelos participan en la mitigación del cambio climático a través del almacenamiento de carbono y la reducción de las emisiones. Siendo el mayor almacén de carbono terrestre

INTRODUCCIÓN

Si bien en nuestro idioma español muchos usan indistintamente las palabras suelo y tierra, conceptualmente existen diferencias que se deben considerar. De acuerdo con la Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación (CNULD), "por tierra se entiende el sistema bioproductivo terrestre que comprende el suelo, la vegetación, otros componentes de la biota y los procesos ecológicos e hidrológicos que se desarrollan dentro del sistema" (Artículo 1 (e) de la Convención)

Asimismo, entre los Objetivos del Desarrollo Sostenible al 2030 (ODS), existen metas concretas orientadas a la protección de la tierra y el suelo, debido a la importancia que tienen como soporte para la producción alimentaria y también en su dimensión más amplia, que incluye servicios y funciones necesarios para la adecuada conservación de los ecosistemas, así como de la diversidad biológica.

En este capítulo se muestra un panorama general de las principales características de este componente ambiental en el país, los problemas que actualmente enfrenta, en particular la erosión y desertificación, así como las acciones que se desarrollan para avanzar en su protección.

1. Antecedentes

El componente suelo es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento. Está compuesto por los siguientes elementos:

- Los minerales provenientes de la roca madre, que se desprenden lentamente por factores erosivos, y que también pueden ser aportados por el viento y el agua, que los arrastran desde otras zonas erosionadas.

- La materia orgánica, que es el producto de la descomposición de vegetales y animales muertos, y que puede almacenar gran cantidad de agua y es rica en minerales.

- Se pueden mencionar dos tipos de microorganismos: los que despedazan la materia orgánica (insectos y lombrices) y los que la descomponen liberando los nutrientes (hongos, bacterias). Estos viven dentro del suelo y, además de intervenir para que la materia orgánica sea nuevamente utilizada por las plantas, ayudan a pulverizar las rocas. Adicionalmente, las lombrices e insectos forman poros que permiten la aireación, el almacenaje del agua y el crecimiento de las raíces.

- Agua y aire ocupan los poros, espacios entre las partículas de suelo que se producen por las irregularidades de su forma y tamaño. La distribución y tamaño de los poros es importante. Una excesiva cantidad de poros pequeños origina suelos compactos, pesados, húmedos y un pobre crecimiento de las raíces. Demasiados poros grandes forman suelos sueltos que se secan rápidamente. Cuando más pequeño es el poro, más difícil es para la planta absorber agua de él.

Los organismos del suelo y las plantas necesitan agua para vivir. Las plantas la utilizan para mantener sus tejidos, transportar nutrientes y realizar la respiración y nutrición. El agua del suelo es absorbida por las raíces y utilizada en el proceso de fotosíntesis. La disolución de minerales y materia orgánica en el agua facilita que sean captados por las plantas.

Todas estas sustancias que forman el suelo son importantes por sí mismas, pero lo fundamental es el equilibrio adecuado entre los diferentes elementos. La materia orgánica y los microorganismos aportan y liberan los nutrientes y unen las partículas minerales entre sí. De esta manera, crean las condiciones para que las plantas respiren, absorban agua y nutrientes y desarrollen sus raíces. Lombrices, bacterias y hongos también producen humus, que es una forma estable de materia orgánica. El humus retiene agua y nutrientes y ayuda a prevenir la erosión. En resumen, el manejo sostenible del suelo debe estimular la actividad de los microorganismos, manteniendo o aportando una cantidad adecuada de materia orgánica. (FAO, 1996)

Sustrato para la vida



"Los suelos son fundamentales para la vida en la Tierra", afirma la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, (FAO, 2015) en su informe sobre el estado mundial de este recurso. En efecto, la capa más delgada de la tierra constituye la base de la producción y la seguridad alimentaria, al brindar a las plantas los nutrientes, el agua y el soporte para sus raíces. La entidad estima que 95% de nuestros alimentos proviene directa o indirectamente de la tierra (FAO, 2015b).

De los suelos dependen también otras dimensiones de la seguridad de la civilización, como la seguridad climática, la hídrica y la del ecosistema. Y es que estos almacenan grandes cantidades de carbono –más del que contiene toda la vegetación de superficie–, lo que ayuda a regular las emisiones de CO2 y los procesos climáticos, como asimismo nitrógeno, fósforo y otros nutrientes que las plantas necesitan para crecer y que son los componentes moleculares para todas las formas de vida. "Funcionan como el mayor filtro y tanque de almacenamiento de agua en la Tierra", ilustra la FAO, controlando la cantidad y calidad de los recursos de agua dulce. Además, albergan una cuarta parte de la biodiversidad del planeta, hospedando una multitud de organismos que desempeñan papeles clave en la formación del suelo, el ciclo de nutrientes y otros procesos vitales del ecosistema.

No solo organismos vivos participan en la formación del suelo, también lo hace el material parental o roca madre, el clima y la topografía, en un proceso muy lento, lo que lleva a que se le considere un recurso natural no renovable.

Debido a las largas escalas de tiempo involucradas en el cambio del suelo, algunos de los cambios más importantes ocurren durante décadas y pueden ser difíciles de detectar. La expansión de las ciudades, incluidas las zonas industriales, han sellado suelos bajo asfalto y concreto de manera permanente, contaminándolos con exceso de sal, acidez y metales pesados; la agricultura industrializada, por su parte, ha significado limpiar de vegetación natural más de 35% de la superficie libre de hielo del planeta para dedicarla a cultivos y crianza de ganado. Todo ello acarrea un fuerte aumento de la erosión y grandes pérdidas de carbono orgánico del suelo y de nutrientes, amenazando la producción de alimentos y la seguridad alimentaria, la disponibilidad y la calidad de los recursos hídricos, junto con disminuir la biodiversidad que es fundamental para los procesos ambientales y la resiliencia, contribuyendo a acelerar el cambio climático.

El manejo cuidadoso de la tierra, utilizando métodos y tecnologías probados, puede aumentar el suministro de alimentos y ser una valiosa palanca para la regulación climática y la protección de los servicios del ecosistema.

2. Presiones sobre el suelo

El cambio climático y la presión humana son los principales factores impulsores de la degradación del suelo en la región de América Latina y el Caribe. La degradación del suelo afecta a la regulación del clima y también implica la pérdida de biodiversidad y resiliencia del suelo y una incrementada vulnerabilidad de los asentamientos humanos a las perturbaciones naturales y los eventos meteorológicos extremos (FAO, 2015).

2.1 Uso de las tierras

El crecimiento simultáneo de la demanda de alimentos, piensos, energía y materias primas está provocando la conversión de los usos de la tierra, la degradación de la tierra y la erosión del suelo. La necesidad de mejorar la productividad agrícola como consecuencia, por ejemplo, del crecimiento de la población, y de compensar la pérdida de tierras cultivables frente a la urbanización, la construcción de infraestructuras y la desertificación ha de sopesarse teniendo en cuenta los posibles costos ambientales (FAO, 2015). Las presiones sobre el suelo, como el cambio del uso del suelo, pueden presentar las siguientes amenazas para sus funciones.



- Desequilibrio de nutrientes ocurre cuando el suministro de nutrientes (a través de adiciones de químicos y fertilizantes orgánicos u otras fuentes) es: a) insuficiente para permitir que los cultivos alcancen su desarrollo y rendimiento o b) excesivo durante la cosecha de los cultivos. La insuficiencia de nutrientes contribuye a la inseguridad alimentaria. El exceso de nutrientes es un mayor contribuyente al deterioro de la calidad del agua y a las emisiones de gases de efecto invernadero (especialmente el óxido nitroso (N_2O)) a la atmósfera procedentes de fuentes agrícolas.

- La compactación del suelo es el incremento en la densidad y disminución de macroporosidad en el suelo, que resulta de la aplicación de presión a la superficie del mismo. La compactación impide las funciones de ambos, el suelo superficial y subsuelo, e impide la penetración de las raíces y el intercambio de agua y gases.

- La contaminación del suelo es la adición de productos químicos o materiales al suelo que tienen un efecto adverso significativo sobre cualquier organismo o en las funciones del suelo. Un contaminante puede ser definido como cualquier químico o material fuera de lugar, o presente en concentraciones más altas que las normales.

- La acidificación del suelo es la disminución del pH del suelo debido a la acumulación de iones de hidrógeno y aluminio en el suelo, y la pérdida asociada de cationes básicos tales como el calcio, magnesio, potasio y sodio del suelo debido a la lixiviación o remoción del producto.

- La salinización del suelo es la acumulación de sales en el suelo. Las sales acumuladas incluyen sodio, potasio, magnesio y calcio, cloruro, sulfato, carbonato y bicarbonato, siendo la salinización secundaria la que es causada por las intervenciones humanas tales como las prácticas de riego inapropiadas, por ejemplo, el riego con agua rica en sal y/o drenaje insuficiente.

- El sellamiento del suelo es la cobertura permanente de un área de la tierra y su suelo por material artificial impermeable (como asfalto y concreto): por ejemplo, a través de edificios y caminos. La ocupación del territorio es el incremento del área de asentamientos en el tiempo. Esto incluye el desarrollo de asentamientos dispersos en las áreas rurales, la expansión de las áreas urbanas en torno a un núcleo urbano, la conversión de la tierra dentro de un área urbana (densificación), así como la expansión de la infraestructura de transporte, tales como caminos, carreteras y vías férreas.

- El anegamiento del suelo ocurre cuando el suelo está muy húmedo y es insuficiente el oxígeno en el espacio de los poros para que las raíces de las plantas puedan respirar adecuadamente. Otros gases perjudiciales para el crecimiento de raíces, tales como dióxido de carbono y etileno, también se acumulan en la zona de las raíces y afectan a las plantas. Muchos suelos son anegados naturalmente, y esto sólo es considerado como una amenaza cuando los suelos que fueron previamente aeróbicos (por ejemplo, con oxígeno adecuado en el espacio poroso) pasan a ser anegados.

- La pérdida de carbono orgánico del suelo (COS) es la pérdida de carbono orgánico almacenado en el suelo; ocurre principalmente debido a a) la conversión del carbono del suelo en dióxido de carbono (CO_2) o metano (CH_4), siendo ambos gases de efecto invernadero, y b) a la pérdida física de carbono del suelo por la erosión.

- La pérdida de la biodiversidad del suelo es una declinación en la diversidad de micro y macro-organismos presentes en el suelo.

(FAO, 2015)

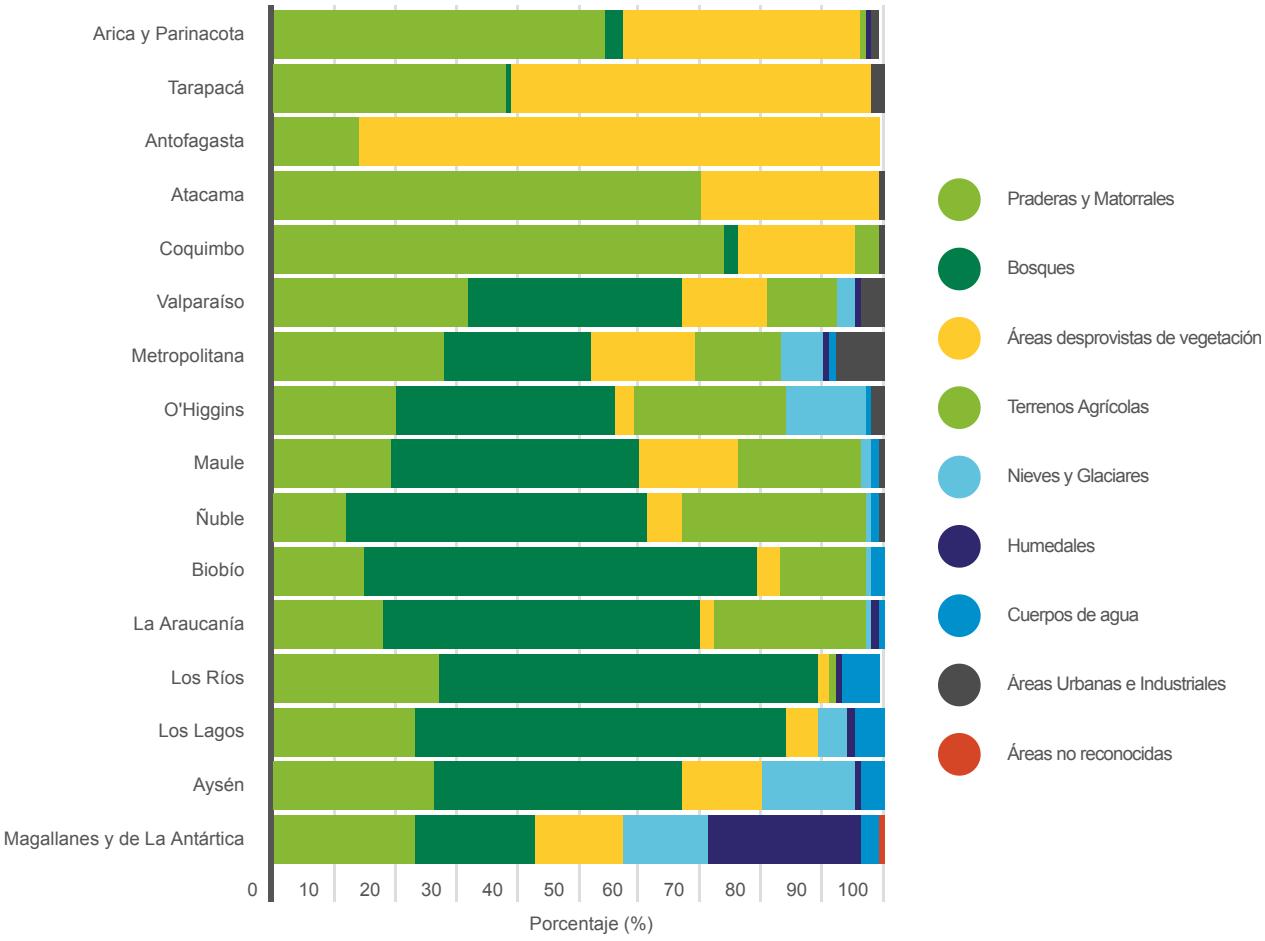


En Chile, la información base para conocer el uso de los suelos es el "Catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile", preparado por la Corporación Nacional Forestal (Conaf). Su construcción y actualización, sin embargo, es regional, por lo que contiene información de distintos años. En este contexto, el Ministerio del Medio Ambiente desarrolló un proyecto orientado a unificar la información geográfica oficial disponible, con una mirada en la planificación territorial que contribuya a la protección de la biodiversidad y el desarrollo sustentable, sobre la base de dicho catastro. De esta manera, se elaboró una cartografía base para conocer la ocupación del suelo a nivel nacional.

La información del catastro muestra las características geográficas del suelo, tanto naturales como los suelos modificados por las actividades económicas y utilizados por la sociedad.

Esta da cuenta que, a 2018, las tres principales ocupaciones son las áreas desprovistas de vegetación (28,7 % de la superficie total), praderas y matorrales (30,4%) y bosques (23.7%). Nieves y glaciares representan 5,4% de la superficie total, los humedales el 4,7% y los cuerpos de agua, 1,8%. A los terrenos agrícolas, en tanto, está destinado 4,2% del suelo, mientras que las áreas urbanas e industriales ocupan 0,7% de la superficie total (**Figura 1 y Figura 2**).

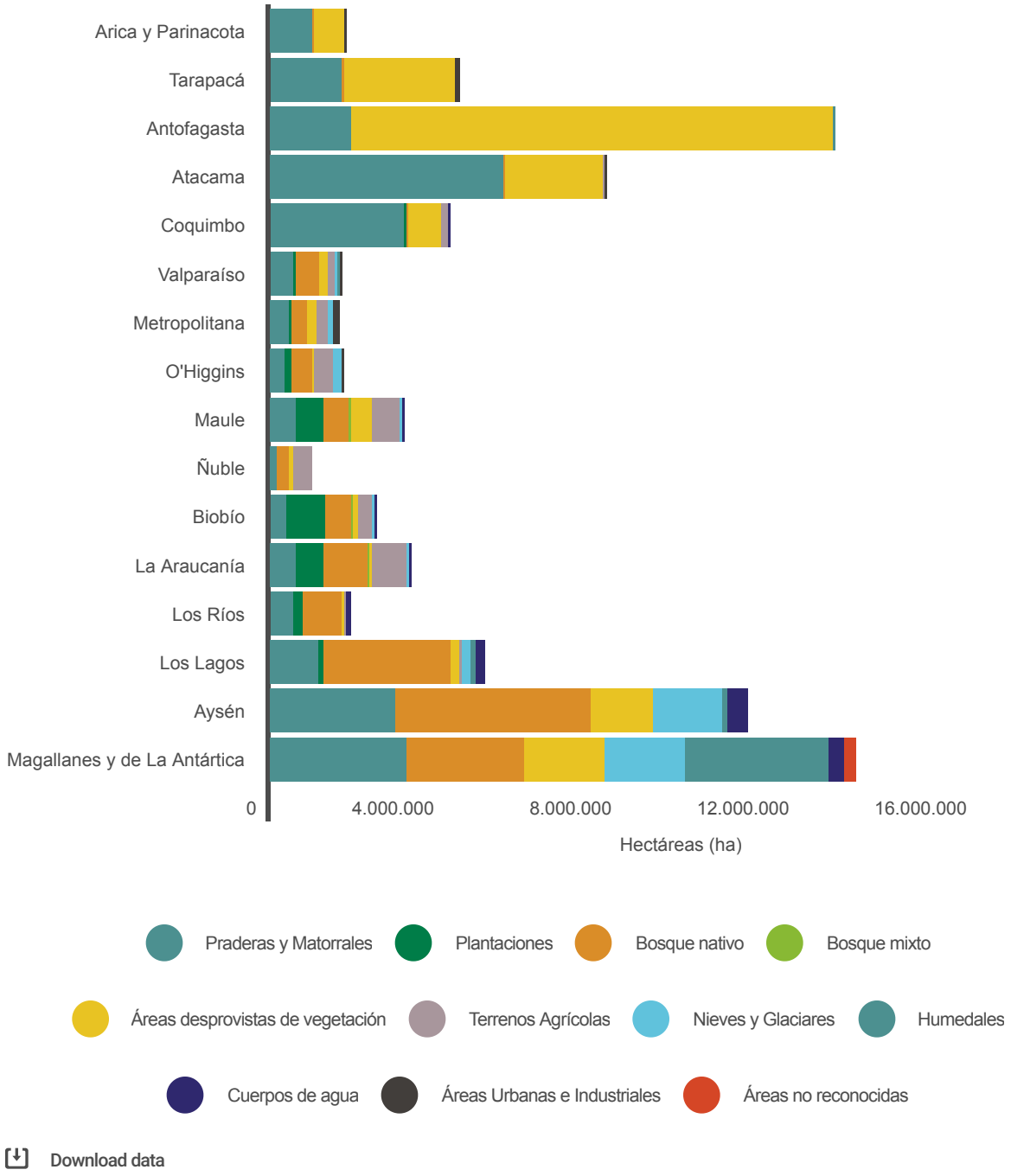
Figura 1. Porcentaje de superficies de uso de suelos, según tipo de uso de suelo y región, 2018



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de corporación Nacional Forestal (CONAF), 2018.

Figura 2. Superficies de uso de suelos según tipo de uso de suelo y región, 2018



Nota, Figura 1 y 2: Áreas desprovistas de vegetación: Se incluye en esta categoría los sectores cuya cobertura vegetacional no alcanza el 25 % de cobertura mínima. Las áreas desprovistas de vegetación se subdividen en las siguientes categorías: Playas y Dunas (asociado ppal. A mares y lagos), Afloramientos Rocosos, Terrenos sobre el Límite Altitudinal de la Vegetación, Corridas de Lava y Escoriales, Derrumbes aún no Colonizados por Vegetación, Salares, Otros sin vegetación y Cajas de Río, se consideran (zonas sin agua ni vegetación, con arenales, rocas, o mezclas de ambas)

Fuente: Elaboración propia con datos de corporación Nacional Forestal (CONAF), 2018.

2.2 La expansión urbana

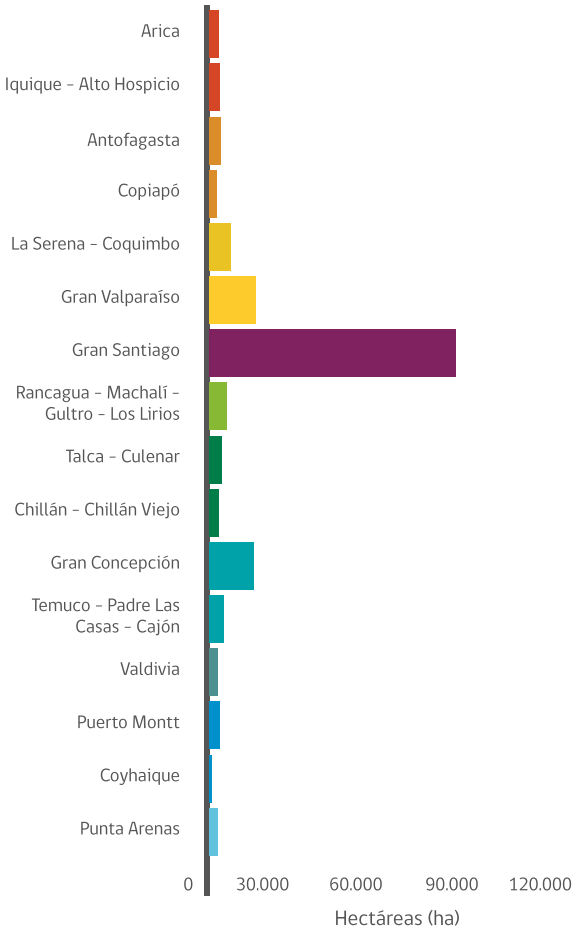
La expansión urbana, relacionada con las necesidades de equipamiento e infraestructura por parte de una creciente población (**Ver capítulo de Fuerzas Motrices**) provoca un aumento de la demanda de tierras para la localización de proyectos habitacionales, industriales, comerciales y de servicios, ampliando las zonas urbanas del país. En 2017 la superficie de los asentamientos humanos en Chile sumaba 289.781 hectáreas, equivalentes a 0,4% del territorio nacional. Las regiones con más superficie urbana ocupada son la Metropolitana (6,2%) y Valparaíso (2,5%), en tanto que el resto de las regiones no alcanza el 1%.

Así lo establece la "Metodología para medir el crecimiento físico de los asentamientos humanos en Chile", desarrollada por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu), y el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), el 2019. El análisis calcula un crecimiento bruto de 82.083 hectáreas ocupadas entre 2002 y 2017, lo que significa que en quince años aumentaron prácticamente en el equivalente a la superficie urbana del Gran Santiago (78.252 hectáreas).

En Chile, las áreas urbanas consolidadas corresponden, como es de esperarse, a las capitales regionales y conurbaciones que albergan mayor población (**Figura 3**).



Figura 3: Principales áreas urbanas consolidadas de capitales regionales y sus conurbaciones, 2017



Download data

Gran Valparaíso incluye: Valparaíso, Viña del Mar, Concón, Quilpué, Villa Alemana y Placilla de Peñuelas.
Gran Santiago incluye: la Provincia de Santiago, Puente Alto, San Bernardo, Peñaflor, Buin, Lampa, Colina, Padre Hurtado, Bajos de S. Agustin, Batuco, Pirque, El Principal, Lo Herrera, Alto Jahuel, Champa, Pintué-La Guachera, Estación Colina y Viluco.
Gran Concepción incluye: Concepción, Chiguayante, Hualpén, Talcahuano, San Pedro de la Paz, Coronel, Lota

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), 2020.

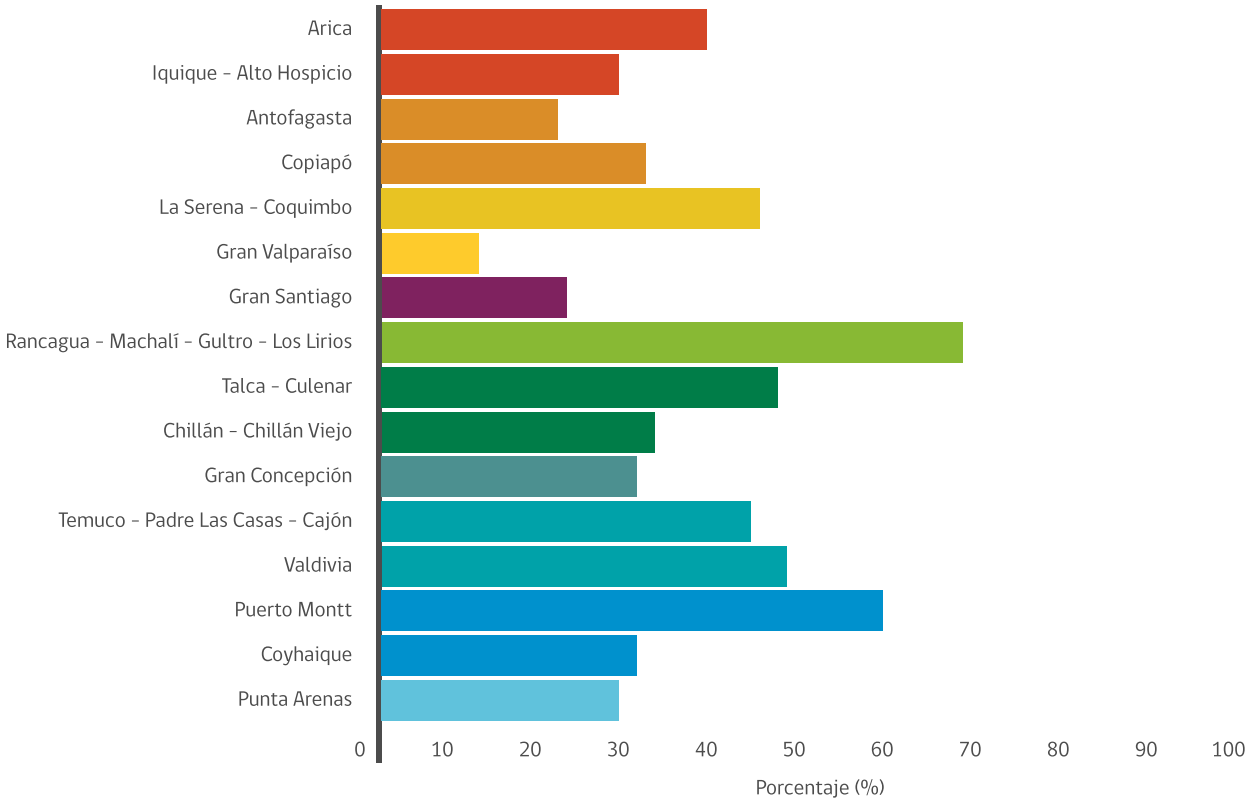
Respecto al crecimiento de las capitales regionales y sus conurbaciones, lleva la delantera el Gran Santiago, cuya área urbana registró un crecimiento bruto de 13.483 ha, lo que representa un crecimiento del 21% entre el periodo 2002 y 2017. Mientras que la capital regional que tuvo un mayor crecimiento en dimensiones porcentuales es Rancagua y sus conurbaciones (Machalí, Gultro y Los Lirios) con un 66% de expansión urbana, lo que representa 2.147 ha entre el 2002 y 2017.

En dimensiones porcentuales, se pueden destacar las siguientes capitales regionales con mayor crecimiento: Puerto Montt con un 57% (3.194 ha), Valdivia con un 46% (809 ha) y la conurbación de Talca y Culenar, que registró un crecimiento de 45% (1.263 ha) en el período 2002 - 2017.

Mientras que, en dimensiones de crecimiento bruto, la capital regional que sigue al Gran Santiago es el Gran Concepción, con un crecimiento bruto de 3.179 ha (29%) entre el 200 - 2017.

Adicionalmente, se puede mencionar que la capital regional con menor crecimiento porcentual es Valparaíso, con un 11% de crecimiento (1.429 ha). Y la capital regional con menor crecimiento bruto corresponde a Coyhaique con 212 ha (29%) en el periodo 2002 - 2017 (**Figura 4**).

Figura 4: Porcentaje de crecimiento bruto de las capitales regionales, 2002-2017



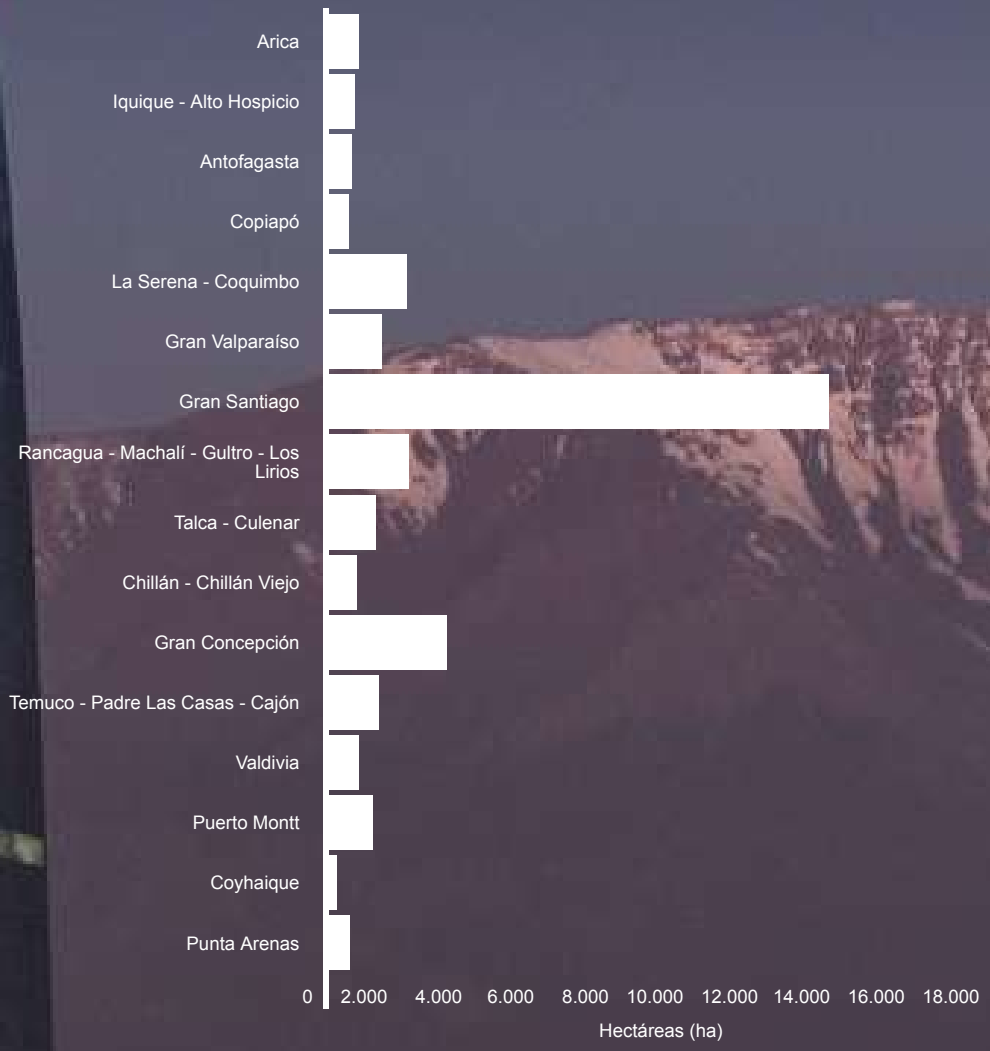
Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), 2020.

Figura 4

Figura 5

Figura 5: Crecimiento bruto de las capitales regionales, 2002-2017



Nota Figura 4 y 5

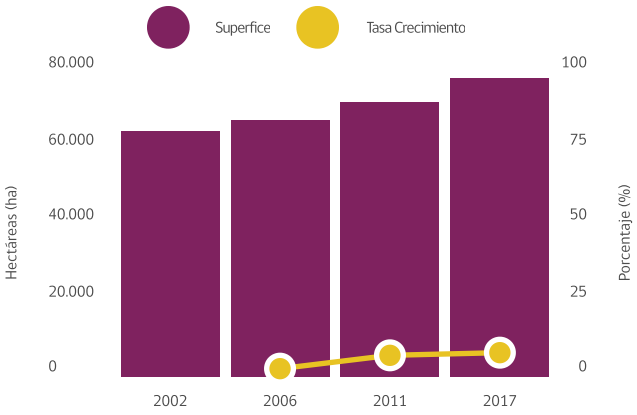
Gran Valparaíso incluye: Valparaíso, Viña del Mar, Concón, Quilpué, Villa Alemana y Placilla de Peñuelas.

Gran Santiago incluye: la Provincia de Santiago, Puente Alto, San Bernardo, Peñaflor, Buin, Lampa, Colina, Padre Hurtado, Bajos de S. Agustin, Batuco, Pirque, El Principal, Lo Herrera, Alto Jahuel, Champa, Pintué-La Guachera, Estación Colina y Viluco.

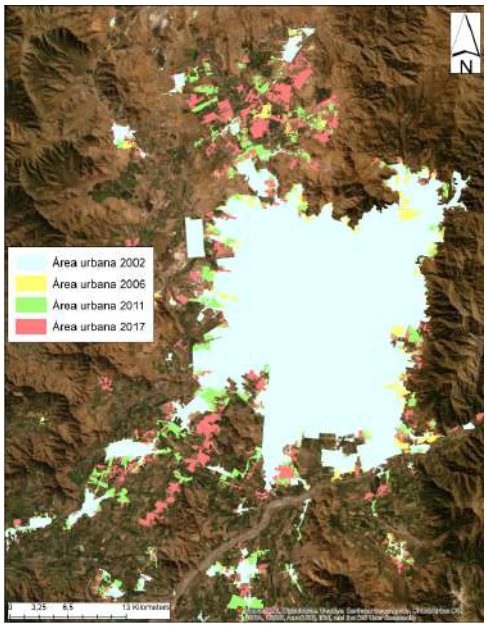
Gran Concepción incluye: Concepción, Chiguayante, Hualpén, Talcahuano, San Pedro de la Paz, Coronel, Lota

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), 2020.

Figura 6: Expansión urbana Gran Santiago, 2002, 2006, 2011, 2017



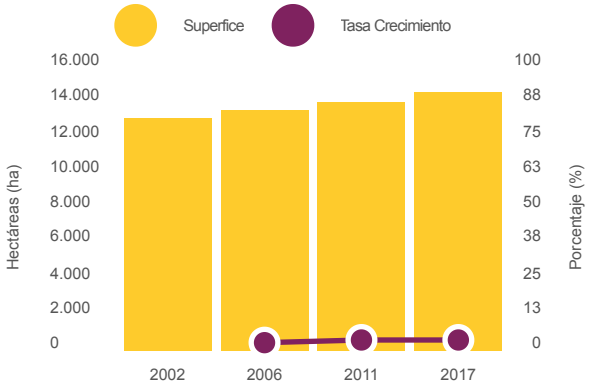
Download data



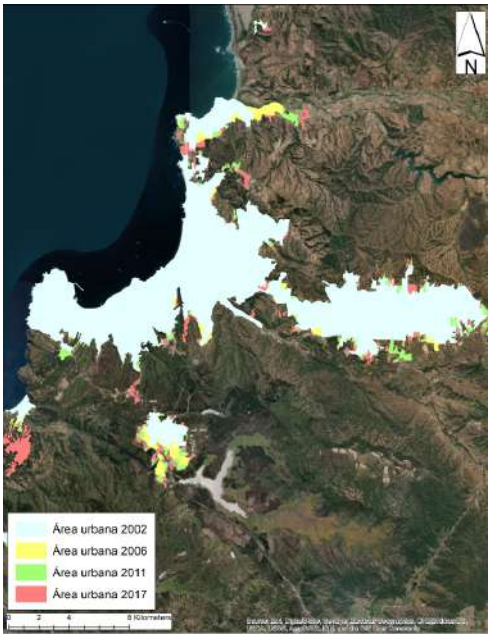
Gran Santiago incluye: la Provincia de Santiago, Puente Alto, San Bernardo, Peñaflor, Buin, Lampa, Colina, Padre Hurtado, Bajos de S. Agustin, Batuco, Pirque, El Principal, Lo Herrera, Alto Jahuel, Champa, Pintué-La Guachera, Estación Colina y Viluco.

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), 2020.

Figura 7. Expansión urbana Gran Valparaíso, 2002, 2006, 2011, 2017



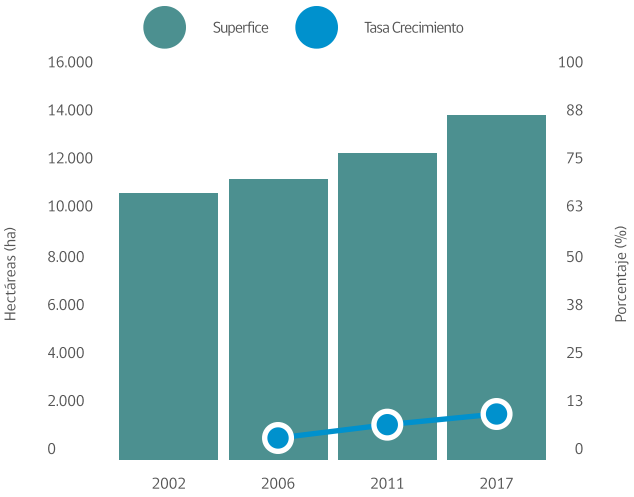
Download data



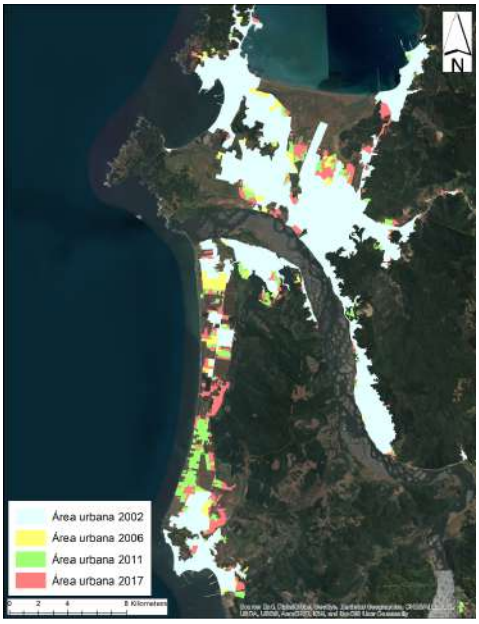
Gran Valparaíso incluye: Valparaíso, Viña del Mar, Concón, Quilpué, Villa Alemana y Placilla de Peñuelas.

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), 2020.

Figura 8. Expansión urbana del Gran Concepción, 2002, 2006, 2011, 2017



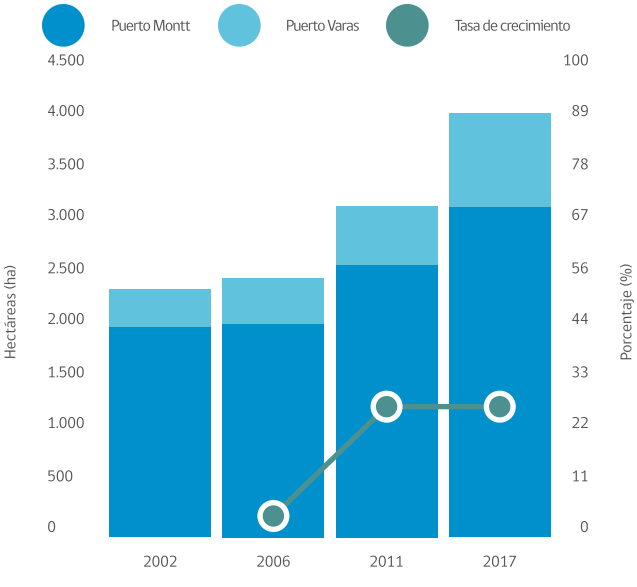
Download data



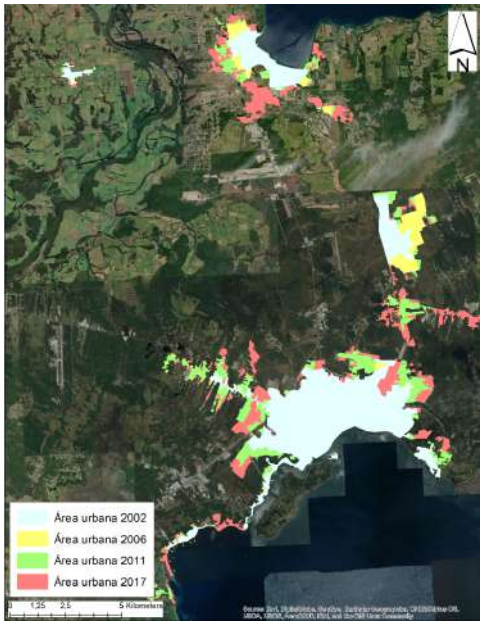
Gran Concepción incluye: Concepción, Chiguayante, Hualpén, Talcahuano, San Pedro de la Paz, Coronel, Lota,

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), 2020.

Figura 9. Expansión urbana Puerto Montt – Puerto Varas, 2002, 2006, 2011, 2017



Download data

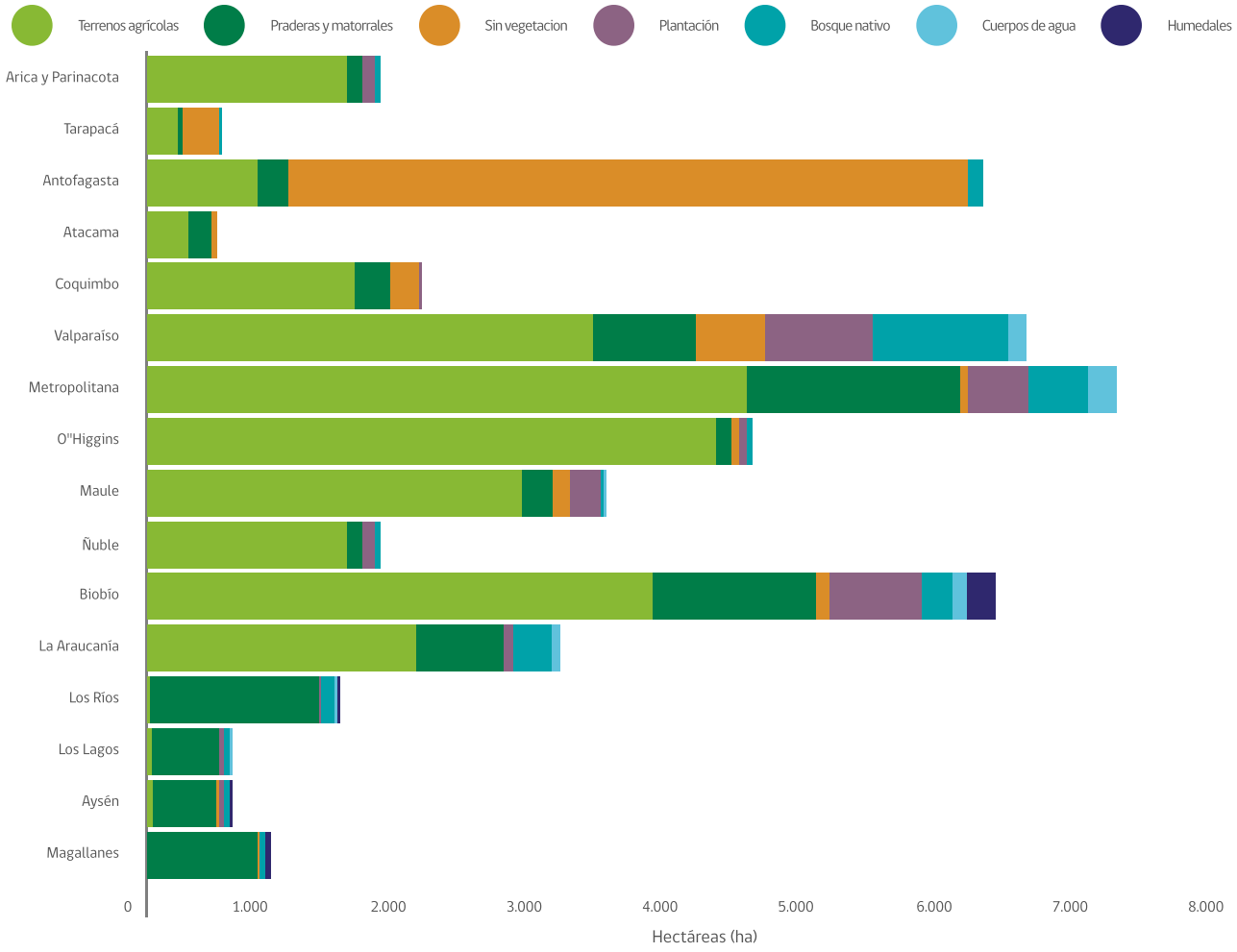


Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), 2020.

La expansión urbana generalmente ha ido en desmedro de las zonas agrícolas, ejerciendo presión en el cambio de uso del suelo y la consiguiente disminución de la superficie destinada a los rubros frutícolas, vitivinícolas, cultivos anuales y permanentes. La tierra urbanizada queda cubierta por una capa superficial compacta que le impide absorber agua de lluvia de manera normal, lo que puede ocasionar deslizamiento de la superficie, erosión del suelo y riesgo de inundación.

El Catastro de uso de suelo y vegetación de CONAF estima que, a nivel nacional, el 56% de los suelos reemplazados por la expansión urbana corresponden a terrenos agrícolas, siendo las regiones Metropolitana, de O'Higgins y del Biobío las que mayor cantidad de hectáreas fueron reemplazadas, con 4.389 (ha), 4178 (ha) y 3692 (ha) respectivamente. Adicionalmente, se puede destacar que en todo el territorio nacional existe reemplazo de bosque nativo por zonas urbanas, y en solo en tres regiones no existe reemplazo de humedales por zonas urbanas. (**Figura 10**).

Figura 10. Uso de suelo reemplazado por la expansión urbana 2017 según catastro de uso de suelo de CONAF al 2018



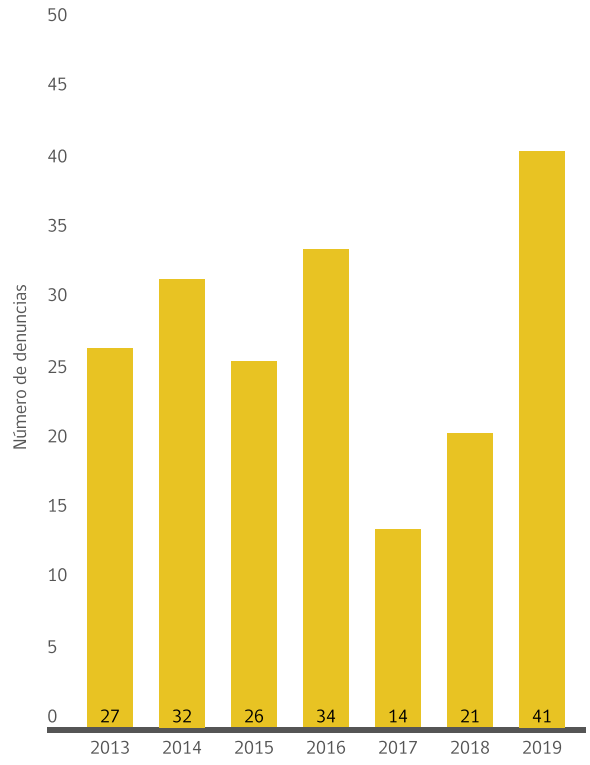
Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Corporación Nacional Forestal (CONAF), 2018; Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), 2020.

La extracción de áridos, que ha tenido un marcado desarrollo en Chile en las últimas dos décadas de la mano del crecimiento de los sectores de construcción y de infraestructura, también ejerce presión sobre el recurso suelo, originando una disminución de la superficie vegetal y nativa y, en general, una pérdida del valor de los suelos.

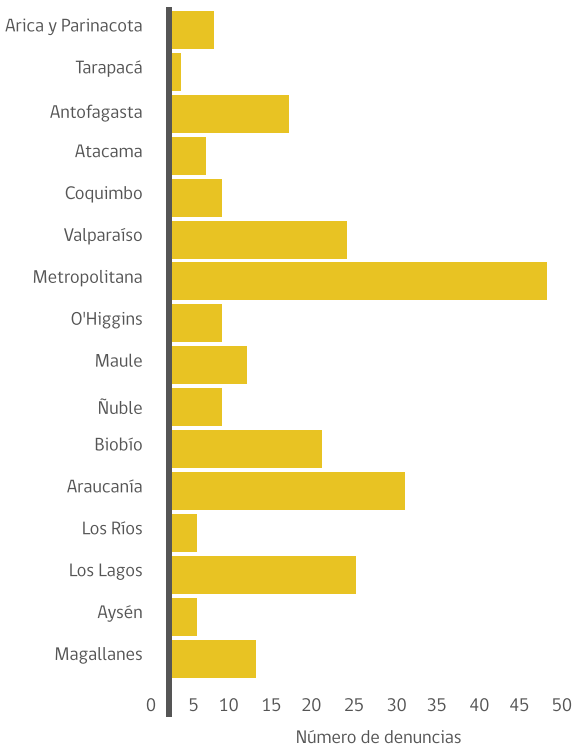
Un indicador de esta situación que afecta tanto o más a los cauces de los ríos- lo constituye el número de denuncias por extracción de áridos recibidas por la Superintendencia de Medio Ambiente, las cuales prácticamente se duplicaron entre 2018 y 2019 (Figura 11). A nivel regional, las denuncias se encuentran concentradas en la Región Metropolitana y en La Araucanía, las que cuentan con el 22% (45 denuncias) y el 14% (28 denuncias) respectivamente en el periodo 2013 - 2019.

Figura 11. Número de denuncias por extracción de áridos recepcionadas por la Superintendencia del Medio Ambiente, 2013 - 2019



Download data

Figura 12. Número de denuncias por extracción de áridos recepcionadas por la Superintendencia del Medio Ambiente, por región, acumulado entre 2013 - 2019



Download data

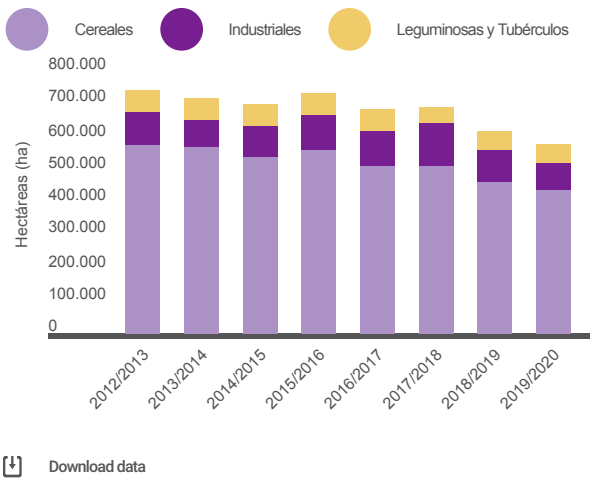
Fuente: Elaboración propia con datos de Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), 2020.

2.3 Actividad agrícola

Chile continental tiene una superficie superior a 75 millones de hectáreas, de las cuales cerca de 54% corresponde a suelo productivo. La superficie sembrada para el año agrícola 2019/2020 se estima en 576.415 hectáreas, anotando una baja de -7,2% respecto del período anterior, cuando representó 621.105 hectáreas. La disminución es aún mayor si se compara, por ejemplo, con el año agrícola 2012/2013, cuando la superficie sembrada bordeaba las 743.223 hectáreas, tratándose, en realidad, de una tendencia en el tiempo (**Figura 13**).

La superficie sembrada se concentra entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos (**Figura 14**), reuniendo la superficie sembrada más extensa, largamente, La Araucanía, con 211.534 hectáreas en el año agrícola 2018/2019, equivalentes a 34% de la superficie sembrada del país (**Figura 15**). Cereales son el cultivo mayoritario en casi todas las regiones en el período de 2012 a 2020, muy por sobre cultivos industriales y de leguminosas y tubérculos.

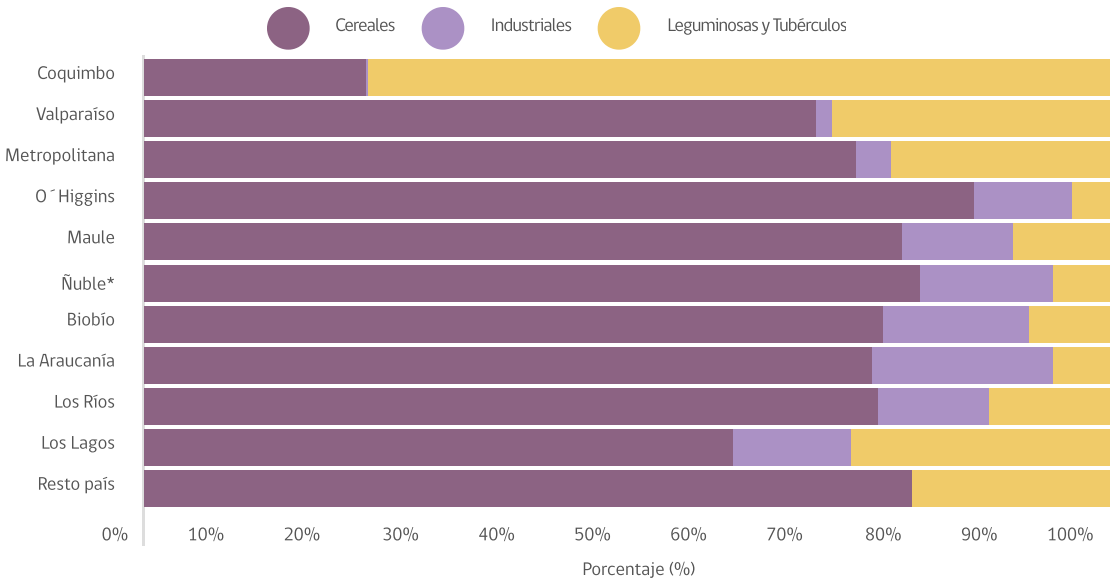
Figura 13. Estimación de superficie sembrada a nivel nacional para años agrícolas, 2012-2020



Fuente: Elaboración propia con datos Instituto Nacional de Estadísticas (IINE), 2020 .https://www.ine.cl/estadisticas/economia/agricultura-agroindustria-y-pesca/cosecha.



Figura 14. Distribución de superficie sembrada a nivel regional para años agrícolas, 2012-2020

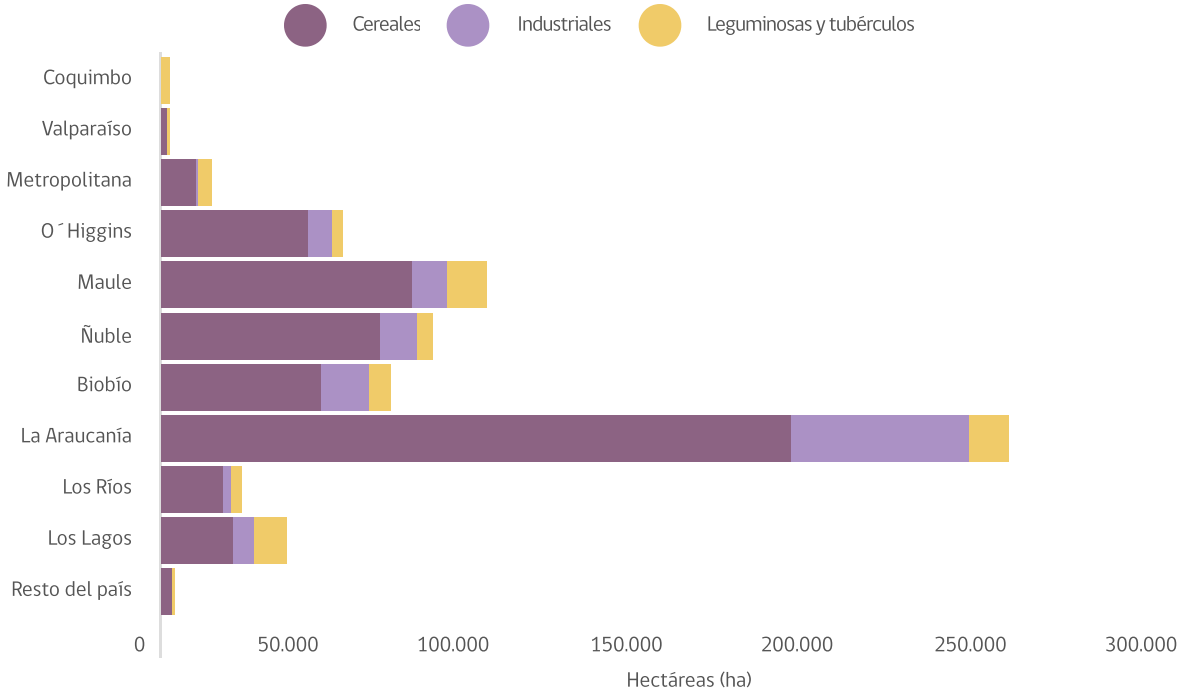


Nota: Maule a contar del año agrícola 2017/2018

Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Nacional de estadísticas (IINE), 2020.

Figura 15. Estimación de superficie sembrada a nivel regional para el año agrícola, 2018-2019



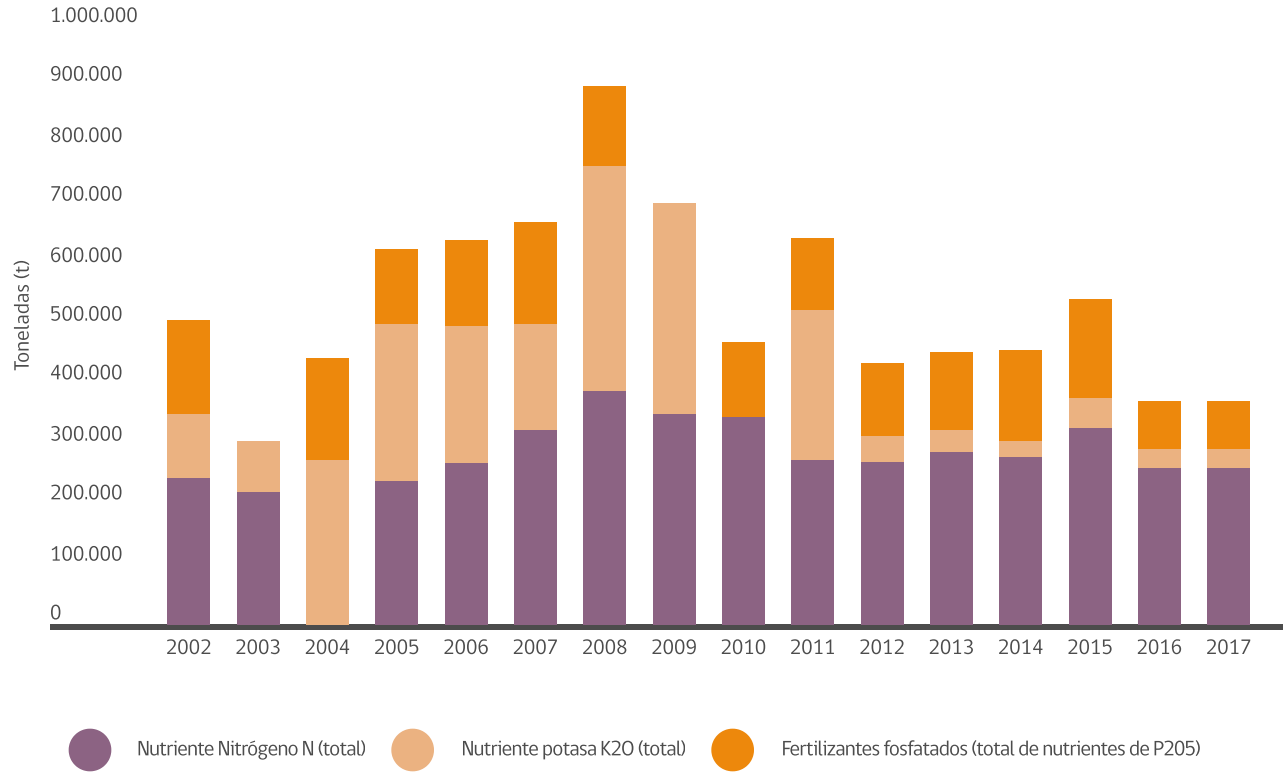
Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Nacional de estadísticas (IINE), 2020.

Los fertilizantes químicos han contribuido al rendimiento de los cultivos, favoreciendo el aumento de la producción de alimentos en el mundo. No obstante, su aplicación excesiva -cuando se usan en mayor cantidad de la que pueden absorber las plantas o se volatilizan- provoca acidificación en los suelos, junto con un deterioro de la estructura de estos y de la microfauna. La **Figura 16** muestra la distribución de fertilizantes según nutriente -correspondiente a los minerales solubles nitrógeno, potasio y fósforo, los tres principales fertilizantes del suelo- aplicados en la agricultura en el período de 2002 a 2017.



Figura 16. Uso agrícola de fertilizantes según nutriente, 2002-2017

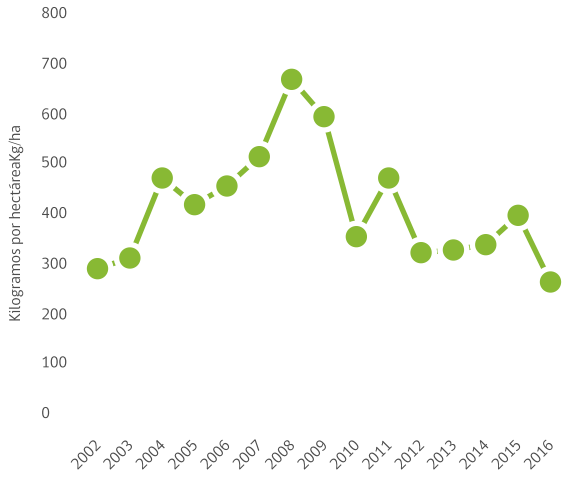


Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2020.

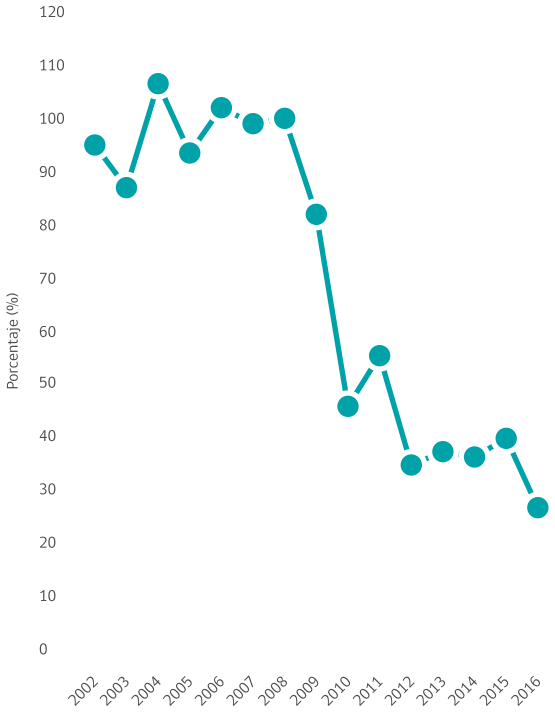
En Chile, el consumo de fertilizantes llegó a 294 kilos por hectárea en 2016, en una tendencia a la baja tras un máximo en 2008 (**Figura 17**), lo que también se aprecia al observar el consumo de fertilizantes como porcentaje de producción en el período 2002-2016 (**Figura 18**).

Figura 17. Consumo de fertilizantes, kilogramos de fertilizantes por hectárea de tierra cultivable, 2002-2016



Download data

Figura 18. Consumo de fertilizantes, por porcentaje de producción, 2002-2016



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Banco Mundial, 2020.



Los plaguicidas son aplicados para reducir las pérdidas en las cosechas a causa de plagas de insectos, malas hierbas y patógenos, y así garantizar el suministro global de alimentos. Los plaguicidas incluyen, en forma enunciativa y no limitativa, fungicidas, herbicidas, rodenticidas, molusquicidas, nematicidas y reguladores del crecimiento de las plantas. (FAO, 2019)

Un mal uso de los plaguicidas tiene efectos negativos para el suelo cuando son aplicados en cantidades superiores a las necesarias o mediante el uso de prácticas que contribuyen a su propagación en el medio ambiente, lo que ocurre cuando son rociados con equipo de aplicación no apropiado, sin mantenimiento o no calibrado o cuando se usan aviones en vastas regiones, afectando a los habitantes y a los organismos para los que no están destinados (Carvalho, 2017).

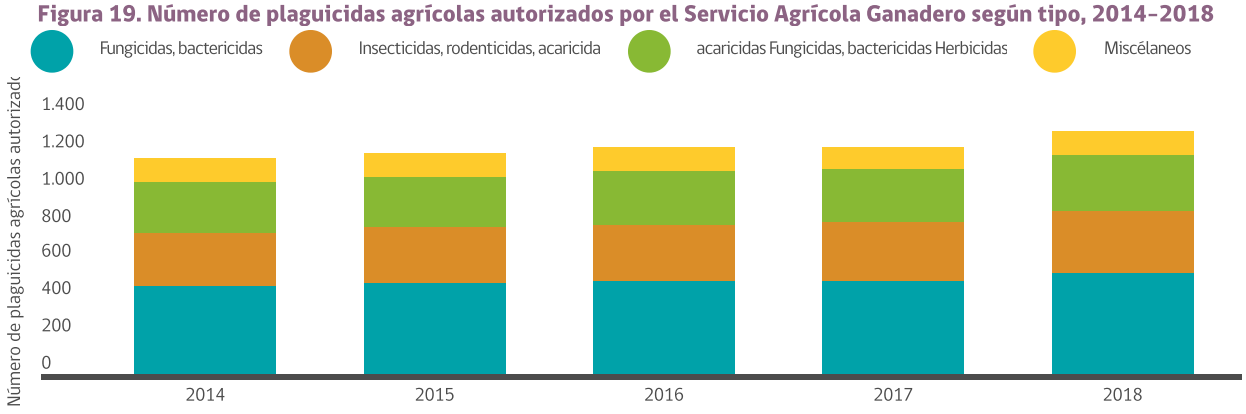
En Chile, la normativa[1] indica que sólo deben aplicarse plaguicidas autorizados por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). El número de productos autorizados por la entidad ha ido en aumento durante los últimos años, llegando a 1.317 en el año 2018 (INE, 2019). De estos, la mayor proporción (42%) son fungicidas, bactericidas, con 554 productos, seguidos de insecticidas, rodenticidas, acaricidas, con 324 productos (**Figura 19**).

La FAO pronostica que, a medida que aumente la preocupación por la contaminación y la pérdida de biodiversidad, el uso de plaguicidas puede crecer más lentamente que en el pasado. "Además, su uso será frenado por la creciente demanda de cultivos orgánicos, producidos sin la adición de productos químicos. Es probable que en el futuro aumente el uso de plaguicidas 'inteligentes', variedades de cultivos resistentes y métodos ecológicos de control de plagas" (FAO, 2002).

En este contexto, la agricultura orgánica ha surgido como una interesante alternativa, tanto para la producción de alimentos saludables, como para el cuidado del medio ambiente. De acuerdo con datos del SAG, en 2011 el total nacional de superficie orgánica certificada[2] fue de 19.953 hectáreas, ubicadas mayoritariamente en las regiones del Biobío, Maule y Aysén. Para la temporada 2019, la superficie orgánica certificada alcanzó las 20.897 hectáreas que representa además un aumento del 28,3% con respecto a la temporada 20019 (SAG, 2019).

Junto a las ventajas de producción de la agricultura orgánica, se encuentra la creciente preferencia de los consumidores, especialmente en mercados externos, lo cual ha significado la generación de un mercado de exportaciones, conformado principalmente por fruta, productos procesados como pulpa y vino.

Figura 19. Número de plaguicidas agrícolas autorizados por el Servicio Agrícola Ganadero según tipo, 2014-2018



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2019.

[1] La fabricación, comercialización y aplicación de plaguicidas y fertilizantes, se encuentran regulados mediante el decreto ley Nº 3.557/1980 del Ministerio de Agricultura.

[2]La certificación orgánica se encuentra regulada mediante la Ley 20.089, que crea el Sistema Nacional de Certificación de Productos Orgánicos Agrícolas, que establece las condiciones para la comercialización de productos bajo la denominación de orgánico o sus equivalentes.

2.4 Actividad minera

La minería, junto con las faenas industriales y las prácticas agrícolas, se encuentra entre las actividades productivas que tiene más impacto en los suelos en Chile. Se trata de uno de los principales sectores económicos del país, concentrado especialmente en la zona norte del territorio, aunque muestra un desarrollo importante hasta la Región de O'Higgins.



Las operaciones mineras implican extraer grandes cantidades de roca, de la cual sólo una parte corresponde al elemento de interés económico: algo menos del 1% en el caso del cobre. Luego de haber extraído el mineral en el proceso de flotación, esa roca finamente molida, más agua y otros compuestos, se descarta. Es el denominado relave, que previo a un proceso de licencias de las autoridades ambientales y mineras, debe disponerse en lugares debidamente habilitados para ello, de modo de aislar completamente el material depositado. No es, en principio, un residuo tóxico, pero ciertos relaves reaccionan con agua y solubilizan tóxicos que se pueden transportar disueltos en agua. Por esto existe una normativa que regula la construcción y operación de los depósitos de relave (Servicio Nacional de Geología y Minería [Sernageomin], (SERNAGEOMIN, s.f.)).

Se debe mencionar, que estas instalaciones mineras se encuentran reguladas ambiental y sectorialmente, a través del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y su Permiso Ambiental Sectorial (PAS) de competencia de Sernageomin, siendo la normativa aplicable el Decreto Supremo 248, que establece el Reglamento para la aprobación de proyectos de diseño, construcción, operación y cierre de los depósitos de relaves, además de la Ley 20.551 que regula el cierre de instalaciones y faenas mineras.

En la etapa de aprobación ambiental en el SEIA, se evalúan los impactos ambientales que generan los depósitos de relave, además los aspectos técnicos y formales en la parte ambiental del PAS 135 (permiso del depósito de relave) y 137 (permiso para su cierre), considerando aspectos geológicos, hidrogeológicos, peligros geológicos y su estabilidad física y química.

En la etapa sectorial minera, Sernageomin revisa aspectos técnicos de ingeniería y el detalle de los proyectos de depósito de relaves, junto con su proyecto plan de cierre para evitar su abandono una vez finalizada su explotación, asociados a los PAS señalados anteriormente, siempre de acuerdo a la ley 20.551 que regula el cierre de faenas e instalaciones mineras. Para su aprobación se toman las obligaciones de la Resolución de Calificación Ambiental e incorporan medidas adicionales relativas al control del riesgo de estabilidad física y química, para las personas y el medio ambiente. Tanto el permiso ambiental y sectoriales deben ser autorizados previo a la operación.

Actualmente el D.S. 248 se encuentra en etapa de modificación, con una propuesta de parte de Sernageomin en la que se incorporan aspectos relevantes de considerar, como nuevas obligaciones sobre la estabilidad química, evaluación de riesgo a la población y determinación de distancia peligrosa, y también se incorporan acciones de seguimiento y control, con monitoreo en línea, cuando corresponda. Igualmente el Sernageomin y Ministerio de Minería trabajan en nuevas guías operacionales para regular y posibilitar el reprocesamiento de dichos relaves.

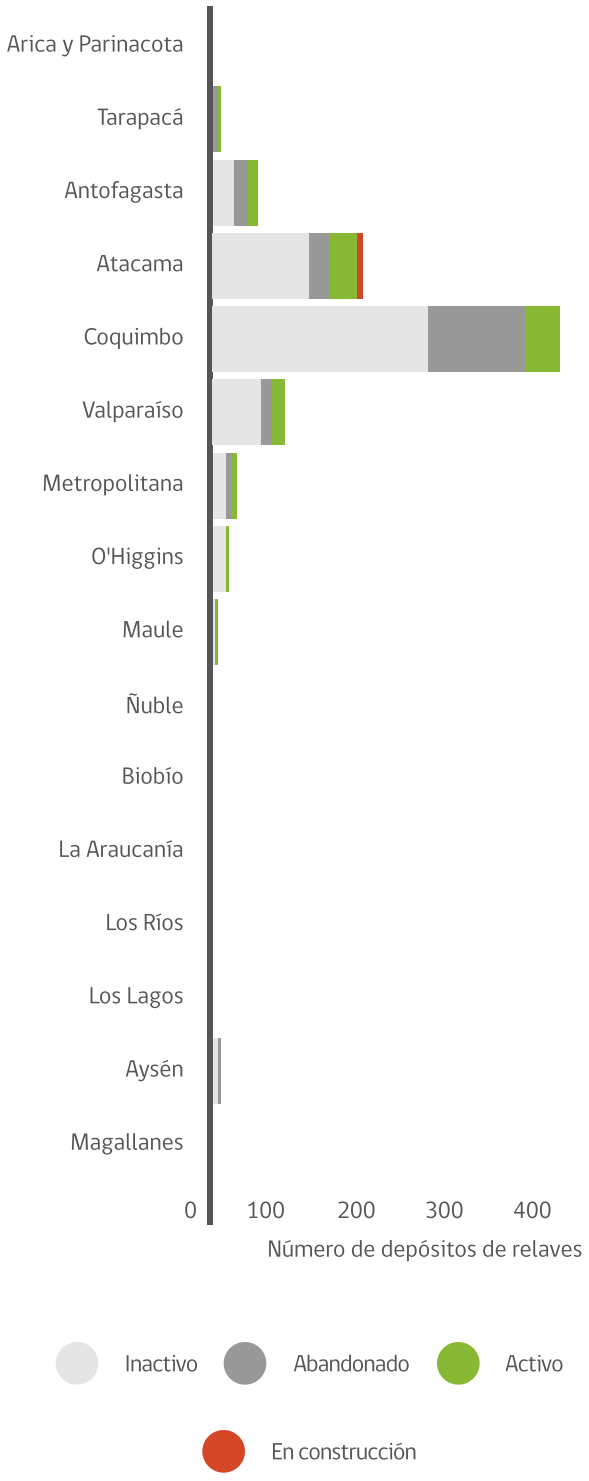
Es importante considerar la seguridad y la gestión de relaves y otros residuos mineros constituye un tema que genera preocupación en la población, por lo que resalta la importancia del trabajo que desarrolla Sernageomin al contar con un catastro respecto a la ubicación y estado de estos lugares, a objeto de identificar riesgos para la población y el medio ambiente, así como la importancia que ha significado la implementación de la ley que regula el cierre de faenas e instalaciones mineras.

El catastro de depósitos de relave de Sernageomin registra al 10 de agosto del 2020, un total de 757 depósitos a nivel nacional. De estos, 467 están inactivos, es decir ya no son parte de alguna operación minera, y 173, abandonados, con una cantidad ya fija de material. Otros 112 depósitos se encuentran activos -es decir, siguen aumentando su contenido de relaves- y cinco están en construcción (**Figura 20**). Cabe señalar que muchos de los relaves abandonados corresponden a faenas que se desarrollaron de manera previa a la existencia de normativas ambientales que regularan su construcción y operación.

En la Zona Central de Chile existen comunas que tienen una cantidad elevada de relaves en relación a su superficie. Tiltil, Requínoa, Colina, Nogales y Los Andes superan las 100.000 toneladas de relaves por kilómetro cuadrado y Alhué, en la Región Metropolitana, supera el millón de toneladas de relaves por kilómetro cuadrado.
En la zona norte, Calama, Salamanca, Los Vilos y Andacollo superan las 100.000 toneladas (**Figura 21**).

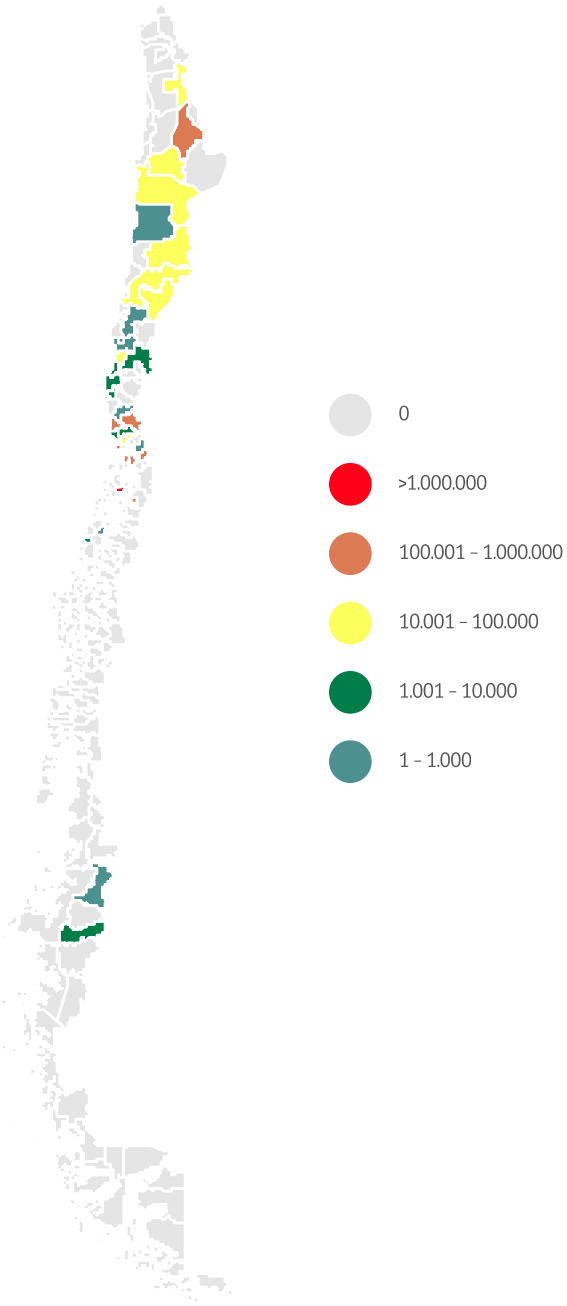


Figura 20. Estado de los depósitos de relave por región, 2020



Download data

Figura 21. Toneladas de relaves por superficie comunal (t/km2), 2020



Download data

Nota: datos actualizados al 10-8 del 2020

Fuente: Elaboración propia con datos de Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), 2020.

3. Estado del suelo

De acuerdo con el CIREN (2010), "la degradación del suelo significa el cambio de una o más de sus propiedades a condiciones inferiores a las originales, por medio de procesos físicos, químicos o biológicos". La degradación de tipo física se refiere por ejemplo a la pérdida de su capacidad de retención de agua o permeabilidad, en tanto la biológica se refiere a una disminución de microorganismos, lo que afecta directamente su fertilidad.

Finalmente, la degradación química está asociada a problemas de salinización, alcalinización, acidificación y toxicidad. En tanto, la degradación de la tierra constituye un problema más amplio que incluye todos los cambios negativos en la capacidad del ecosistema para prestar bienes y servicios (FAO, 2015).



Riesgo de desertificación, 2016

3.1 Desertificación

La desertificación es la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, como resultado de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas. La desertificación exacerba el cambio climático, puesto que las tierras secas liberan carbono a la atmósfera en el equivalente a casi 4% de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial. Y acarrea una importante pérdida de biodiversidad y de servicios ecosistémicos, tales como el filtrado de aguas y la seguridad alimentaria.

En Chile, donde se conjuga, adicionalmente, una megasequía de más de diez años de duración, el intenso estrés hídrico de los suelos lleva a que 21,7% del territorio continental, equivalente a 16.379.342 hectáreas, esté afectado por algún grado de riesgo de desertificación -leve, moderado o grave-, y que 38% de la población se encuentre bajo riesgo de desertificación; vale decir, casi siete millones de personas, pertenecientes a 156 comunas del país. La categoría de riesgo moderado es la que presenta la superficie más extensa (11,7% del total) y también la mayor proporción de habitantes (16,2%) susceptibles de ser afectados (**Tabla 1**.).

Tabla 1. Riesgo de desertificación, 2016

RIESGO DE DESERTIFICACIÓN	NÚMERO DE COMUNAS	%	POBLACIÓN	%	SUPERFICIE (HA)	%
Desertificación Grave	19	5,5%	2.277.604	12,6%	2.708.606	3,6%
Desertificación Moderada	85	24,6%	2.915.621	16,2%	8.851.704	11,7%
Desertificación Leve	52	15,1%	1.623.436	9,0%	4.819.032	6,4%
Sin Desertificación	7	2,0%	61.218	0,3%	3.694.475	4,8%
No Aplica	150	43,5%	5.621.054	31,2%	55.411.347	73,3%
Uso Urbano	32	9,3%	5.507.282	30,6%	203.064	0,3%
Total	345	100%	18.006.215	100%	75.643.227	100%

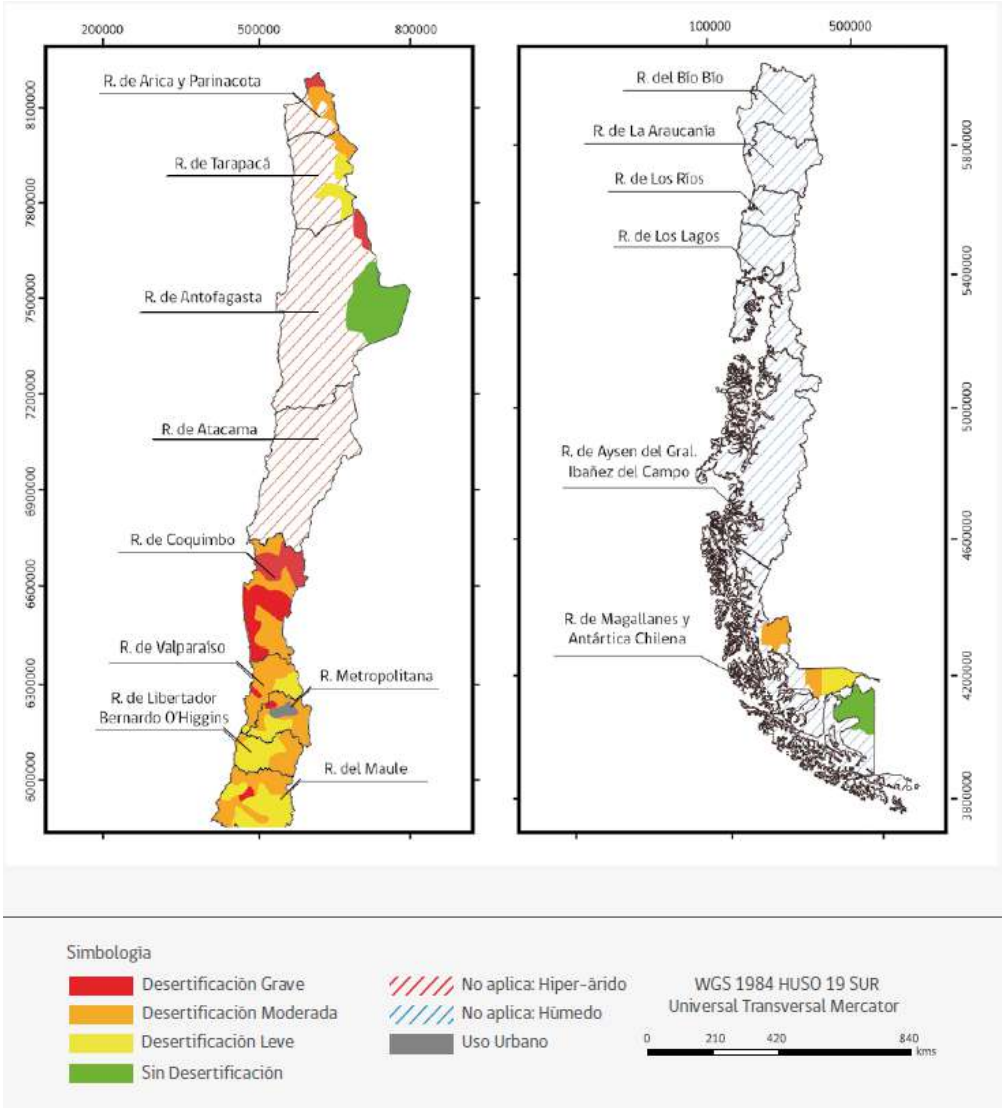
Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Corporación Nacional Forestal (CONAF), 2010.

El mapa de la **Figura 22** muestra cómo se distribuye territorialmente el riesgo de desertificación en Chile. La categoría grave se ubica principalmente en la Región de Coquimbo (2,2 millones de hectáreas) y engloba 83% de esta condición en el país. Riesgo moderado exhiben las regiones de Maule (1,4 millones de hectáreas), Coquimbo (1,3 millones de hectáreas) y Biobío (1 millón de hectáreas), reuniendo entre las tres regiones 42% de la superficie total en esta condición. Por su parte, la categoría de riesgo leve se encuentra principalmente en las regiones de Maule (1,5 millones de hectáreas) y Tarapacá (0,9 millones de hectáreas), abarcando entre ambas 51% de la superficie total de esta categoría de riesgo de desertificación.



Figura 22. Riesgo de desertificación en Chile



Fuente: Corporación Nacional Forestal (CONAF), 2016.

3.2 Erosión

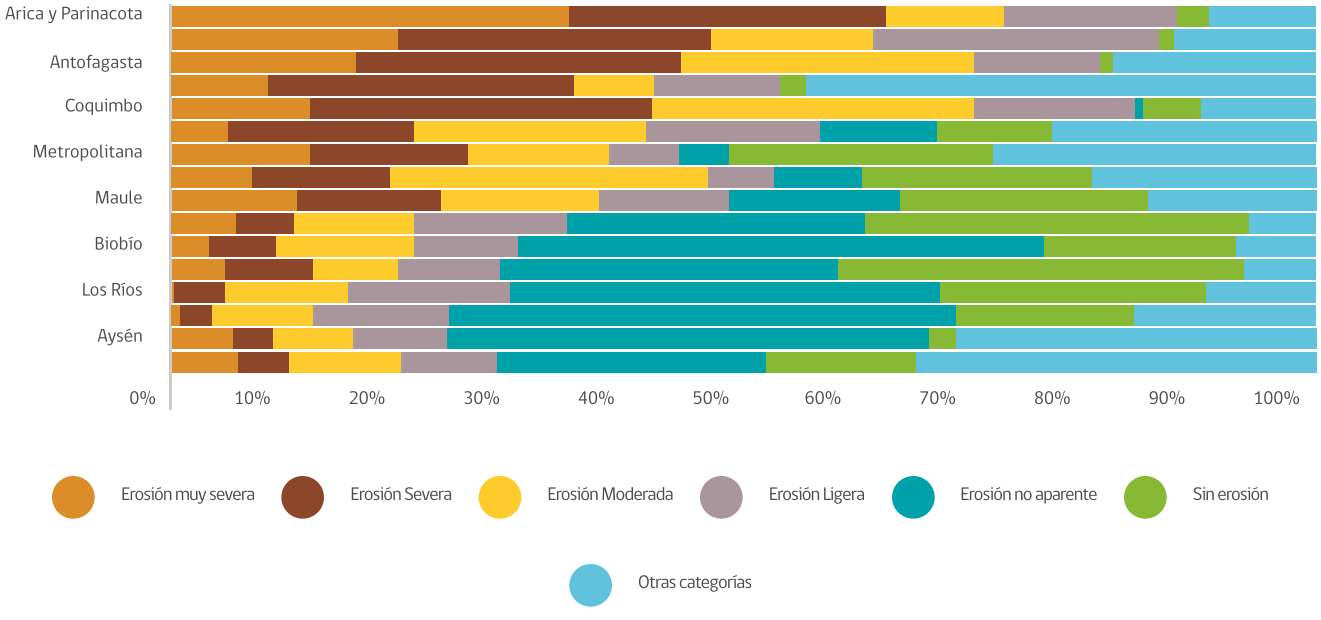
La erosión de un determinado suelo se considera como el proceso de pérdida de capas o movimiento de partículas de éste, generado por agentes externos naturales (viento , agua, hielo) y/o antrópicos (Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y la Agricultura, 2009). En Chile, las grandes extensiones de terrenos erosionados tienen estrecha relación con la fragilidad de los ecosistemas y la topografía montañosa del territorio. La cordillera de los Andes está constituida por rocas ígneas sedimentarias y mixtas, sometidas a enérgicos procesos de remodelamiento y, por consiguiente, a acciones de carácter erosivo, que incrementan el arrastre de sedimentos hacia la Depresión Central. Por su parte, la cordillera de la Costa en los sectores centro y sur del país presenta un alto grado de meteorización de su basamento rocoso, lo que favorece la formación de socavones.

También hay una erosión antrópica, que se manifiesta en la pérdida o destrucción de las cubiertas vegetales protectoras de los suelos por acciones como el sobrepastoreo de las praderas naturales y la tala de bosques

.En Chile, cerca de 36,8 millones de hectáreas, equivalentes a 49,1% del territorio nacional, presentan algún grado de erosión, de los cuales 38,0% tienen un nivel de erosión moderada a muy severa. Así lo determinó, mediante técnicas de geomática y teledetección, un extenso estudio sobre la erosión actual y potencial del país (Ciren, 2010), arrojando que la mayor cantidad de suelos erosionados aumenta de sur a norte.

En efecto, en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta más de 60% de la superficie se encuentra afectada por erosión moderada, severa o muy severa. El origen de esta, sin embargo, es sobre todo geológico, vale decir, natural. En cambio, en las regiones de Atacama y Coquimbo el origen de la erosión es mixto, verificándose mayor influencia de actividades antrópicas en sectores cercanos a los valles agrícolas. Más hacia el sur el fenómeno disminuye considerablemente (**Figura 23**).

Figura 23. Proporción de tierras degradadas en comparación con la superficie nacional

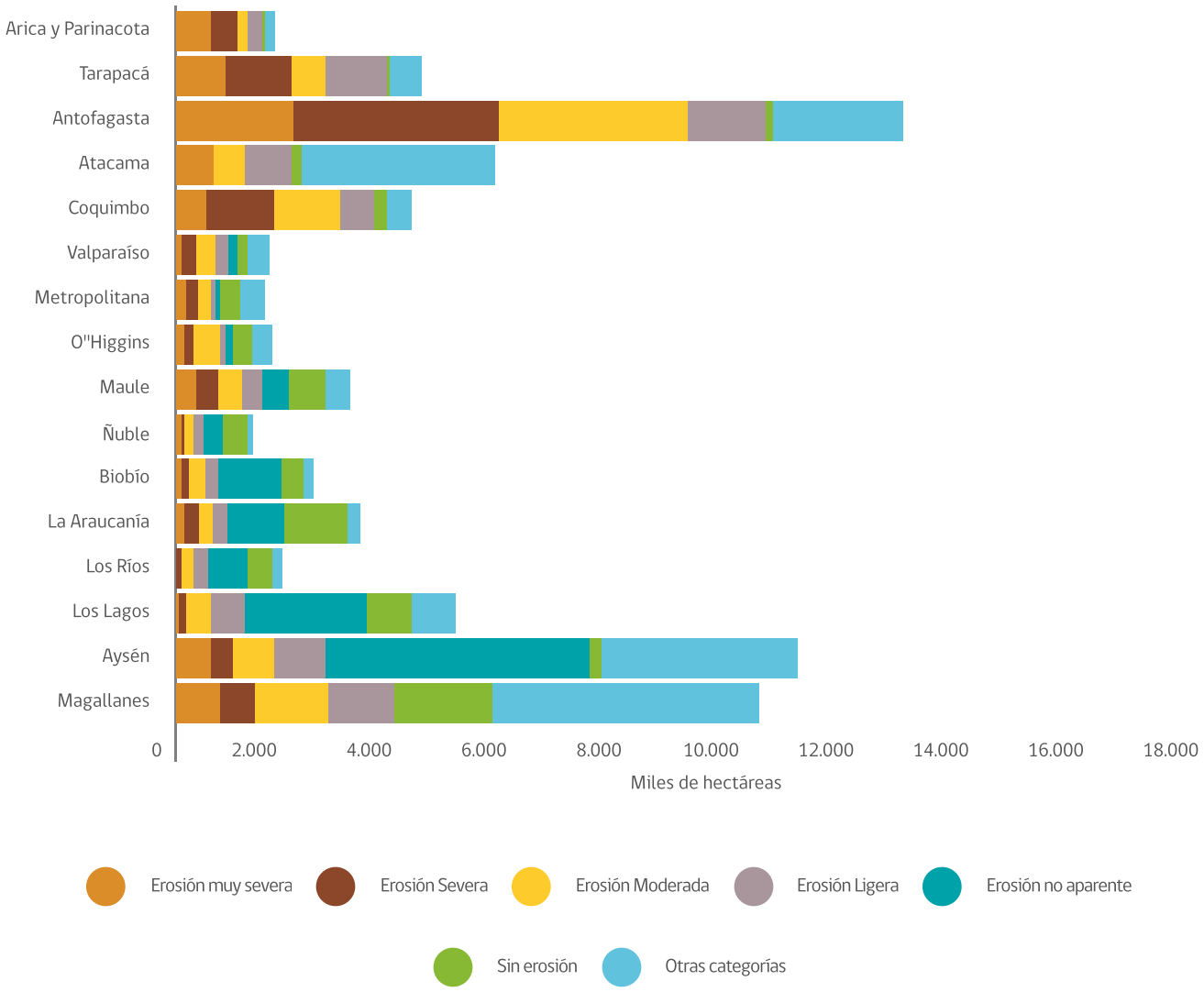


Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), 2010.

El riesgo de degradación de la tierra a nivel nacional expresado en términos de superficie indica que aproximadamente el 79,1% del país tiene algún grado de riesgo de degradación de la tierra en categorías leve, moderado o grave, correspondiendo a 59.863.662 hectáreas (**Figura 24**). La población afectada con algún grado de riesgo de degradación de las tierras asciende aproximadamente a 12.064.099 habitantes lo cual equivale al 67,1% de los habitantes del país distribuidos en 292 comunas.

Figura 24. Superficie de erosión actual según grado de erosión y por región, 2010



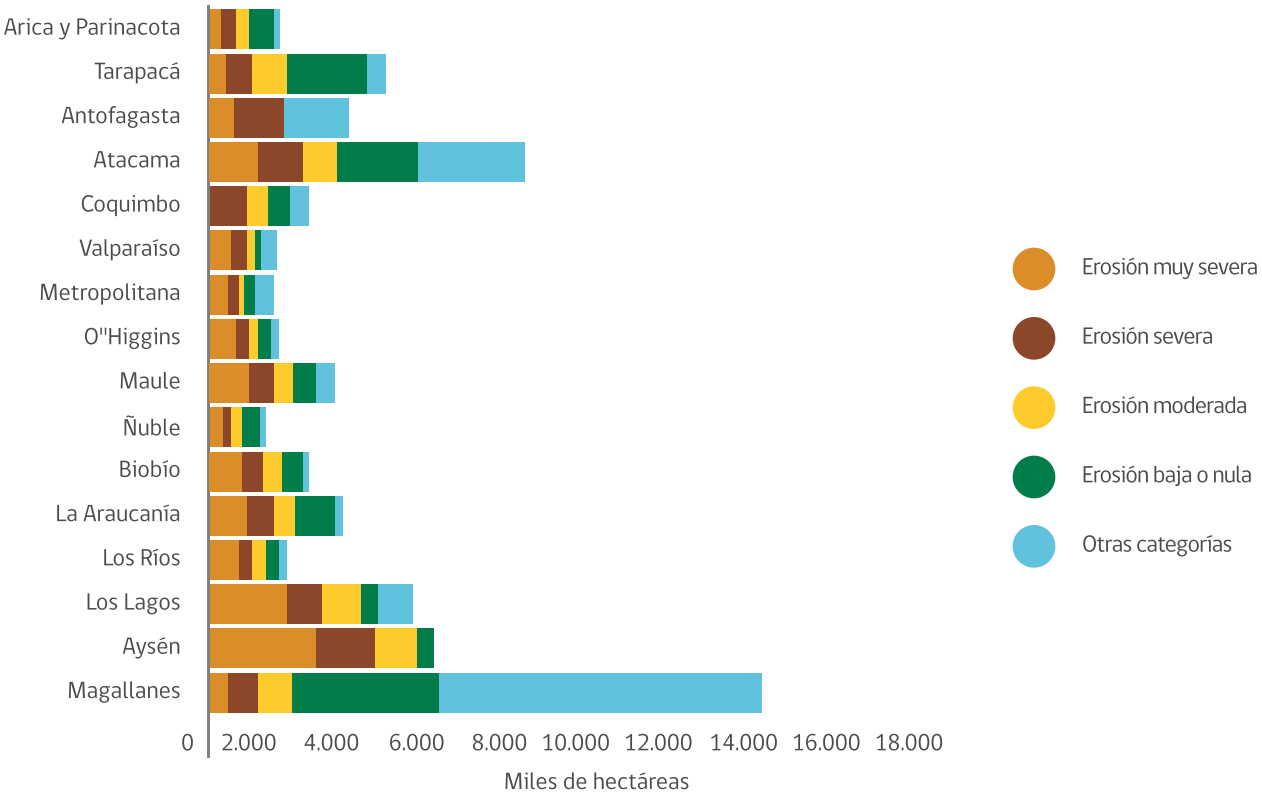
Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), 2010.

El CIREN estableció la cartografía de erosión potencial, que se refiere a la máxima tasa de erosión en caso de que desaparezca la totalidad de la cobertura vegetal. De acuerdo con los resultados, el riesgo de erosión potencial de suelos que se encuentran en las categorías moderada, severa y muy severa, llegaría a 34,1 millones de hectáreas a nivel nacional, lo cual representa el 45% del territorio nacional (**Figura 25**).



Figura 25. Superficie de erosión potencial según grado de erosión y por región, 2010



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), 2010.

3.3 Suelos con potencial presencia de contaminantes

Como parte del desarrollo económico y crecimiento poblacional, algunas actividades antropogénicas, como la minería, la disposición de residuos, y la industria-manufactura, pueden tener un efecto ambiental en los suelos afectando su calidad y la salud humana.

Las principales fuentes antropogénicas son los químicos usados o producidos como derivados de actividades industriales, desechos domésticos y municipales, incluyendo las aguas residuales, los agroquímicos y los productos derivados del petróleo. Estos químicos son liberados al medio ambiente accidentalmente, por ejemplo, los procedentes de derrames de petróleo o de la lixiviación desde los vertederos, o intencionalmente, como sucede con el uso de fertilizantes y plaguicidas, irrigación con aguas residuales no tratadas o la aplicación en suelos de lodos de depuradora (FAO, 2019).

En el año 2012 el Ministerio del Medio Ambiente desarrolló un instrumento denominado "Guía Metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes", aprobado mediante Resolución Exenta N° 406/2013. Esta guía expone, de manera práctica, los principales procedimientos involucrados en la gestión de suelos con potencial presencia de contaminantes (SPPC), ello en base a los principios de la evaluación de riesgo ambiental y ecológico (ERA y ERE).

Esta Guía metodológica define "Suelo con Potencial Presencia de Contaminantes" (SPPC) como "lugar o terreno delimitado geográficamente en el que se desarrollan o han desarrollado actividades potencialmente contaminantes".

Así mismo define "Actividad Potencialmente Contaminante" como "aquella actividad contenida en el Anexo N°1[3] de la Resolución Exenta N°406/2013 del Ministerio del Medio Ambiente, así como cualquier otra actividad que produce, utiliza, manipula, almacena o dispone sustancias o elementos, que por sus características físico-químicas, biológicas o toxícológicas, produce o puede producir efectos adversos momentáneos o permanentes a la salud humana y al medio ambiente".

De acuerdo con estas definiciones, la Guía identifica, prioriza, jerarquiza, evalúa y gestiona un plan de acción los Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes según las siguientes fases:

Fase I: **Identificación, priorización y jerarquización de suelos con potencial presencia de contaminantes**

Esta fase considera un levantamiento de información, en que se recopilan los antecedentes disponibles de aquellos lugares donde se haya desarrollado alguna de actividad potencialmente contaminante. Se identifica y se georreferencia el sitio. Se priorizan los suelos según criterios ambientales y antrópicos relacionados con el riesgo ambiental y la salud humana (población residente, ecosistemas hídricos, uso del suelo y ecosistemas sensibles o de alta relevancia). Se realiza una etapa de inspección de suelos, donde según una ficha de inspección se identifican los aspectos más relevantes sobre la base de un enfoque de riesgo, la cual cuenta con ítems vinculados a un puntaje para facilitar la jerarquización de los suelos inspeccionados en orden de importancia en cuanto a nivel de riesgo preliminar a la salud.

[3] Resolución Exenta N°406/2013 del Ministerio del Medio Ambiente:http://www.mma.gob.cl/transparencia/mma/doc/Res_406_GuiaMetodologicaSuelosContaminantes.pdf

Fase II:Evaluación preliminar sitio-específica del riesgo.

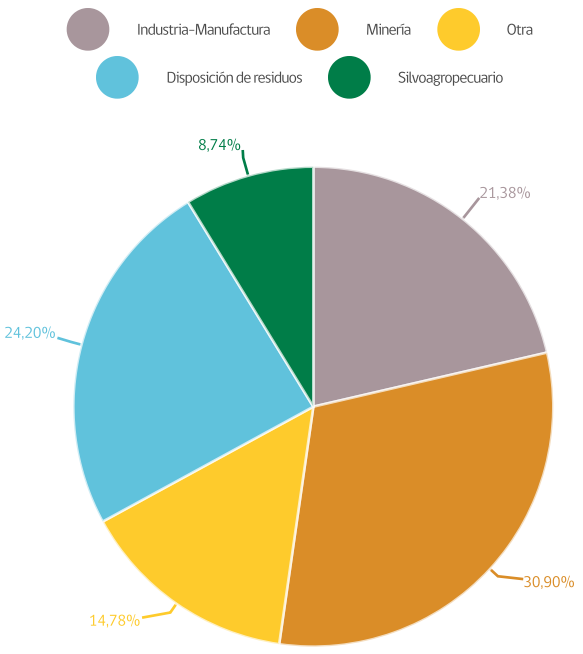
Esta fase considera una investigación preliminar, en que se recopilan los antecedentes existentes sobre el sitio con el objetivo de formular una hipótesis sobre la distribución de los contaminantes en el suelo para orientar mejor el proceso de toma de muestras contemplado en la Fase III. Asimismo, se realiza una investigación confirmatoria, en los casos en que se concluya en la investigación preliminar que es necesario continuar con las labores de investigación del suelo en estudio. Esta investigación considera la determinación de las concentraciones de contaminantes existentes y hacer una comparación con el nivel natural o valores referenciales para determinar si existe contaminación efectiva, la determinación de la extensión de la contaminación y la recopilación de datos para mejorar el modelo conceptual del sitio.

Fase III: Evaluación de riesgo y plan de acción para la gestión de SPPC

Esta Fase considera el desarrollo de dos actividades: una evaluación del riesgo para la salud humana, y el desarrollo y ejecución de un plan de acción para la gestión del riesgo con las actividades y medidas de control a corto, mediano y largo plazo. Dentro de las medidas a corto plazo se encuentran la generación de una estrategia para enfrentar la situación de contaminación, informar a la comunidad sobre los riesgos encontrados y la implementación de medidas de gestión sencillas que permitan aminorar el riesgo de forma inmediata. Las medidas a largo y mediano plazo son aquellas relacionadas a la evaluación e implementación de alternativas de remediación que permitan disminuir el riesgo encontrado y llevarlos a niveles aceptables de forma definitiva o a largo plazo.

Respecto a las principales actividades productivas asociadas a los sitios con potencial presencia de contaminantes, destaca la actividad minera con un 30,9%, (1.039) es decir, un tercio del total nacional (3.363). Le siguen las actividades ligadas a la disposición de residuos e industria manufactura con 24,2% (814) y 21,3% (719) respectivamente (**Figura 26**). La tendencia de la distribución por tipo de actividad se encuentra determinada por las principales actividades productivas de la región. En el Norte Grande y Norte Chico sobresalen los sitios con potencial presencia de contaminantes derivados de la actividad minera. En la Zona Centro destaca la disposición de residuos, mientras que en la Zona Sur la disposición está ligada al sector de industria manufactura y finalmente, en la zona austral está asociada a la disposición de residuos (**Figura 27**).

Figura 26. Proporción de sitios identificados con potencial presencia de contaminantes por actividad económica, 2019



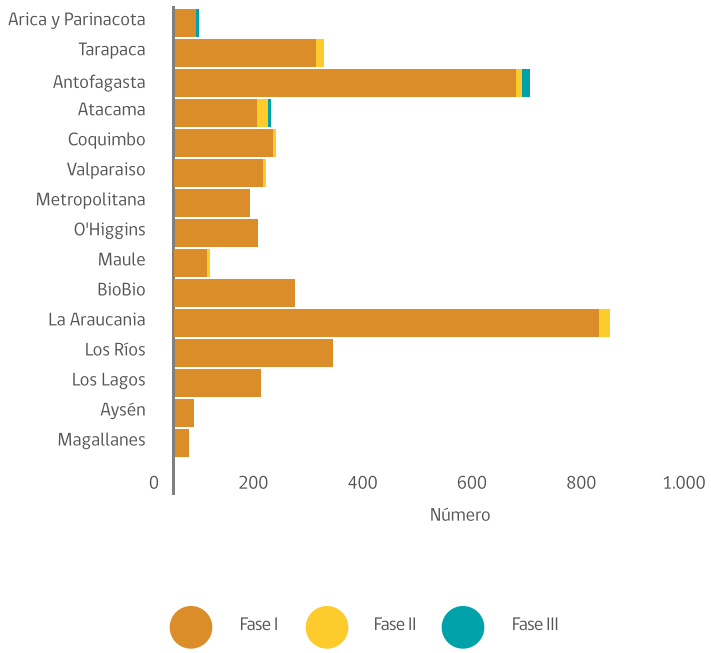
Download data

Fuente: MInisterio del Medio Ambiente (MMA), 2020

De acuerdo con los estudios agrológicos de Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) la mayor cantidad de suelos de las clases I, II y III se encuentran entre las regiones de Valparaíso y Los Lagos. Por su parte en la Zona Central, especialmente entre Valparaíso y Maule, se concentra la producción de hortalizas del país, alcanzando en 2013 el 75% de la producción nacional (**Figura 28**).

De esta manera, el Estado busca dar respuesta a los efectos negativos sobre el suelo, con una institucionalidad robusta, pero en constante crecimiento y aprendizaje. Así, la Superintendencia del Medio Ambiente, la autoridad sanitaria, Sernageomin, entre otros, regulan, hacen seguimiento, fiscalizan y sancionan las conductas y actividades de sus regulados cuando no se cumple la normativa ambiental y sectorial aplicable.

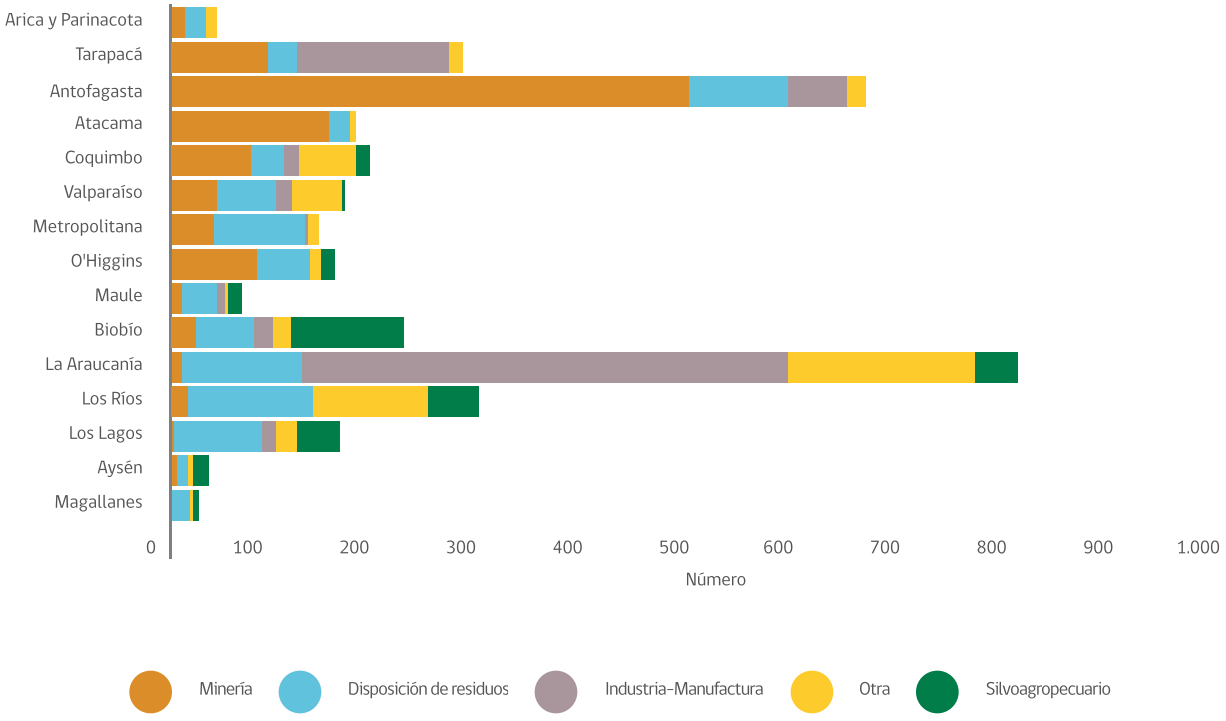
Figura 28. Sitios con potencial presencia de contaminantes según fase de gestión a nivel regional, 2019



Fuente: MInisterio del Medio Ambiente (MMA), 2020

Download data

Figura 27. Sitios con potencial presencia de contaminantes por tipo de actividad productiva a nivel regional, 2019



Download data

Fuente: MInisterio del Medio Ambiente (MMA), 2020

5. Respuesta: Protección de los suelos

5.1 Programa de acción nacional de lucha contra la desertificación, la degradación de las tierras y la sequía (PANCD)

El objetivo general del PANCD-Chile 2016-2030 es identificar, prevenir y controlar las causas que provocan la desertificación, la degradación de las tierras y la sequía, especialmente en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, así como fomentar el manejo sustentable de tierras en todos los ecosistemas del país. Esto, mediante la coordinación y concurrencia ordenada de acciones, programas y recursos de los organismos e instituciones vinculadas a la gestión de los recursos naturales, particularmente en interacción con estrategias nacionales contra el cambio climático, la conservación de la biodiversidad, y la participación de diversos sectores de la sociedad generando medidas prácticas que permitan prevenir, detener y revertir dichos procesos de degradación y contribuir al desarrollo sostenible de las zonas afectadas.

Como marco nacional para avanzar en la implementación del PANCD 2016-2030 se ha establecido una alineación técnica y operativa directa con las medidas de acción que contempla la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV), iniciativa liderada por CONAF, a través de la Unidad de Cambio Climático y Servicios Ambientales (UCCSA) de la Gerencia de Desarrollo y Fomento Forestal (GEDEFF), la que cuenta con la permanente colaboración de diversos actores nacionales e internacionales.



Adicionalmente, se adoptan compromisos específicos incluidos en tres convenciones:

- La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) cuyo objetivo es "la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antrópicas peligrosas en el sistema climático" (CMNUCC, 1992).

- La Convención sobre Diversidad Biológica (CDB) plantea el objetivo de "conservación de la biodiversidad, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante, entre otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías, así como mediante una financiación apropiada" (CDB, 1992).

- La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD) fue adoptada en 1994 con el objetivo de "luchar contra la desertificación y mitigar los efectos de la sequía en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África, mediante la adopción de medidas eficaces en todos los niveles, apoyadas por acuerdos de cooperación y asociación internacionales, en el marco de un enfoque integrado acorde con la Agenda 21, para contribuir al logro del desarrollo sostenible en las zonas afectadas" (UNCCD, 1994).



5.2 Normativa sectorial

El Ministerio del Medio Ambiente analizó el 2011 la posibilidad de normar el componente suelo, a través de un instrumento jurídicamente vinculante, para lo cual mandató la realización del estudio "Preparación de antecedentes para la elaboración de la norma de calidad primaria de suelos". En el marco de las recomendaciones de ese estudio, en el año 2012 el Ministerio desarrolló un instrumento denominado "Guía Metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes", aprobado mediante Resolución Exenta N° 406/2013, la cual se encuentra mencionada en la sección 3.3. "Suelos con potencial presencia de contaminantes".

Hasta el año 2019, se han emitido los siguientes instrumentos sectoriales asociados a la protección de los suelos:

Ley N° 18.450: De fomento a la inversión privada en obras de riego y drenaje, que ayuda a los agricultores a optar a fomento estatal en obras pequeñas de riego y a asociaciones de regantes para proyectos de mayor envergadura, lo cual permite potenciar la actividad de estas organizaciones y focalizar recursos hacia la recuperación de la calidad de riego de aguas contaminadas, el apoyo a la agricultura sustentable y poseer un buen manejo y distribución del agua en zonas áridas y semiáridas, donde este recurso es escaso (CNR, 2010).

D.S. N° 202: Corresponde al DFL N° 235 del 26/6/1999 del Ministerio de Agricultura, modificado por los Decreto Supremo N° 202 del 14/12/2001 y Decreto Supremo N° 71 de 2002, correspondiente en la actualidad a la Ley N° 20.412/2010 de Sistema de Incentivo a la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios. La administración corresponde a INDAP y SAG. Su objetivo es promover y fomentar la recuperación y conservación de suelos de uso agropecuario, particularmente aquellos afectados por una lextrema acidificación o por un fuerte empobrecimiento de su contenido de fósforo libre, así como aquellos suelos cuya fragilidad hace recomendable ser cultivados mediante prácticas de conservación o disponer de una cobertura vegetal permanente. En su Tabla de Costos incluye la consideración del control de la desertificación, entre otros componentes (CONAF, 2006).

Decreto Ley N° 701: Forestación y recuperación de suelos degradados en tierras de uso forestal. En el año 1998 es modificado a través de la ley N° 19.561, a través del cual se incentivó la forestación de pequeños propietarios en áreas en proceso de desertificación, suelos frágiles y degradados y las prácticas de recuperación de suelos. Esta modificación legal incorporó dos tipos de incentivos: bonificación a pequeños propietarios para realizar actividades de forestación y manejo de bosques plantados en suelos de aptitud preferentemente forestal y para realizar actividades de forestación, recuperación de suelos y/o estabilización de dunas en suelos frágiles, ñadis o en proceso de desertificación, en suelos degradados, o en suelos degradados con pendientes superiores al 100%. Sin embargo, los instrumentos de fomento incluidos en la Ley N° 19.561 expiraron el 31 de diciembre del año 2012, encontrándose actualmente en un proceso de reevaluación de su pertinencia.

Ley N° 20.412: Del año 2010, que fomenta la recuperación de suelos degradados en tierras de uso agropecuario y es administrada por el INDAP y SAG (MINAGRI, 2012). Establece un sistema de incentivos para contribuir a la sustentabilidad agroambiental del recurso suelo, cuyos objetivos serán la recuperación del potencial productivo de los suelos agropecuarios degradados y la mantención de los niveles de mejoramiento alcanzados.

Referencias

- Banco Mundial. (s.f.). Datos de libre acceso del Banco Mundial. Recuperado el septiembre de 2020, de https://datos.bancomundial.org/indicador/AG.CON.FERT.ZS?locations=CL
- Carvalho, F. P. (2017). Pesticides, environment, and food safety.
- CDB. (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica. Recuperado el octubre de 2020, de Convención sobre Diversidad Biológica: https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf
- CIREN. (2010). Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile. Recuperado el septiembre de 2020, de Centro de Información de Recursos Naturales: http://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/123456789/2016
- CMNUCC. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Recuperado el octubre de 2020, de https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf
- CONAF. (2016). Programa de acción nacional de lucha contra la desertificación, la degradación de las tierras y la sequía. Recuperado el septiembre de 2020, de PANCD Chile 2016-2030 Corporación Nacional Forestal: http://biblioteca.digital.gob.cl/handle/123456789/3413
- CONAF. (2017). Catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile. Recuperado el septimbre de 2020, de Corporación Nacional Forestal: https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/catastro-vegetacional/
- CONAF. (2020). DL 701 y sus reglamentos. Recuperado el septiembre de 2020, de Corporación Nacional Forestal: https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/plantaciones-forestales/dl-701-y-sus-reglamentos/
- Eguillor, P. (2020). Agricultura orgánica chilena: estadísticas sectoriales 2019. Ministerio de Agricultura, Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, Odepa, Santiago. Obtenido de Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, Odepa. Ministerio de Agricultura: https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/bitstream/handle/20.500.12650/70238/Articulo-A.O.-enero2020.pdf
- FAO. (1996). Ecología y enseñanza rural.
- FAO. (2002). Perspectivas para el medio ambiente. Agricultura y medio ambiente. En Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030 Informe resumido. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. Obtenido de http://www.fao.org/3/y3557s/y3557s05.pdf
- FAO. (2015). Estado mundial del recurso suelo. Resumen técnico. Romas: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura y Grupo Técnico Intergubernamental del Suelo. Obtenido de http://www.fao.org/3/a-i5126s.pdf
- FAO. (2015b). Los suelos sanos son la base para la producción de alimentos saludables. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. Recuperado el septiembre de 2020, de http://www.fao.org/3/a-i4405s.pdf
- FAO. (2018). La contaminación de los suelos está contaminando nuestro futuro. Recuperado el septiembre de 2020, de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura: http://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1126977/
- FAO. (2019). La contaminación del suelo: Una realidad oculta.

- INE. (2013 a 2020). Encuesta de superficie sembrada de cultivos anuales, años agrícolas 2012/13 a 2019/20. Recuperado el septiembre de 2020, de https://www.ine.cl/estadisticas/economia/agricultura-agroindustria-y-pesca/cosecha
- INE. (2019). Medio ambiente. Informe anual 2019. Recuperado el septiembre de 2020, de Instituto Nacional de Estadísticas: https://www.ine.cl/docs/default-source/variables-basicas-ambientales/publicaciones-y-anuarios/informe-anual-de-medio-ambiente/informe-anual-de-medio-ambiente-2019.pdf?sfvrsn=32224137_2
- MINVU - INE. (2019). Metodología para medir el crecimiento físico de los asentamientos humanos en Chile. Ministerio de Vivienda y Urbanismo e Instituto Nacional de Estadísticas. Recuperado el septiembre de 2020, de https://ine-chile.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=2d4cab2eee144bcc984ab972ec3f9847
- Observatorio Chileno de Salud Pública. (2020). Contaminación. Obtenido de http://www.ochisap.cl/index.php/ambiente-y-seguridad-humana/contaminacion
- SAG. (2019). Datos de producción orgánica temporada 2019. Recuperado el septiembre de 2020, de http://www.sag.cl/sites/default/files/estadisticas_nacionales_de_produccion_organica_2019.pdf
- SERNAGEOMIN. (2019). Catastro de depósitos de relaves en Chile. Recuperado el septiembre de 2020, de Servicio Nacional de Geología y Minería: https://www.sernageomin.cl/datos-publicos-deposito-de-relaves/
- SERNAGEOMIN. (s.f.). Depósito de relaves. Obtenido de Servicio Nacional de Geología y Minería: https://www.sernageomin.cl/preguntas-frecuentes-sobre-relaves/
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2012). GUÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL RIESGO PARA LA SALUD DE LA POBLACIÓN EN EL SEIA. Obtenido de https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/migration_files/20121109_GUIA_RIESGO_A_LA_SALUD.pdf
- Tchernitchin, A. (15 de mayo de 2017). "IMPRINTING EPIGENÉTICO: EFECTOS DIFERIDOS DE LA EXPOSICIÓN PRENATAL E INFANTIL TEMPRANA COMO CAUSAS DE ENFERMEDADES EN ETAPAS POSTERIORES DE LA VIDA". Obtenido de Presentación organizada por el Consejo Regional Santiago del Colegio Médico para conmemorar el Día de la Tierra.
- UNCCD. (1994). Convención de las Naciones Unidas para la lucha contra la Desertificación. Recuperado el octubre de 2020, de https://www.unccd.int/sites/default/files/relevant-links/2017-08/UNCCD_Convention_text_SPA.pdf



CAPÍTULO **9**

INFRAESTRUCTURA VERDE URBANA

INFRAESTRUCTURA VERDE URBANA

La infraestructura verde urbana tiene por objetivo mantener los servicios ecosistémicos que nos brinda la naturaleza y que son deteriorados por los procesos de urbanización y sellado de los suelos por "infraestructura gris". estos beneficios otorgados nos entregan una mejor calidad de vida y bienestar humano, ayudan a sustentar la biodiversidad y promueve un uso sustentable y planificado del suelo en zonas urbanas.

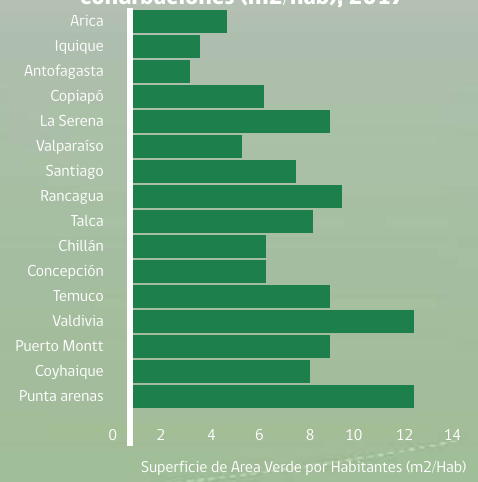
Los potenciales componentes de la Infraestructura Verde se pueden desagregar mediante:

Escala Regional: Áreas silvestres protegidas, parques nacionales

Escala Ciudad: Ríos, riveras, bosques urbanos

Escala de barrio: Paseos peatonales, plazas, jardines privados

Áreas verdes en las capitales regionales y sus conurbaciones (m2/hab), 2017



ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA INFRAESTRUCTURA VERDE

ESPACIOS VERDES NATURALES
Zonas verdes no intervenidas por procesos de urbanización: humedales y cerros isla

ESPACIOS VERDES URBANOS
Zonas verdes urbanizadas; arbolado de las calles, plazas, parques, áreas deportivas

ESPACIOS GRISES REDISEÑADOS
"infraestructura gris" o equipamiento urbano rediseñado: muros y techos verdes



BENEFICIOS DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE

MEDIOAMBIENTALES
Agua limpia, purificación del aire, control de plagas, mejora la capacidad del suelo para infiltrar agua a los acuíferos, reducción de islas de calor, entre otros.

SOCIALES
Mejora la salud y bienestar de las personas, genera ciudades más atractivas y verdes, aumenta el valor de la propiedad y distinción local, permite generar soluciones integrales de energía, transporte y turismo.

BIODIVERSIDAD
Corredores biológicos, permeabilidad del paisaje, mejora de hábitats, aumento de la sensibilidad de la población urbana hacia los demás seres vivos con que comparten su hábitat.

CAMBIO CLIMÁTICO
Mitigación de inundaciones, almacenamiento y retención de carbono, prevención de catástrofes, entre otros.

CONTENIDO

Introducción
1. Antecedentes (Urbanización y Naturaleza)
   1.1 Qué es la Infraestructura Verde Urbana
2. Contexto Institucional y Normativo
   2.1 Planificación territorial
   2.2 Financiamiento, mantenimiento y administración
   2.3 Normativa asociada a la protección de áreas verdes urbanas
3. Estado de la infraestructura verde
   3.1 Superficie de áreas verdes públicas
   3.2 Utilización y percepción de las áreas verdes públicas (parques y plazas)
   3.3 Composición de la Infraestructura Verde
   3.4 Infraestructura verde urbana y Fauna
4. Infraestructura verde urbana y servicios ecosistémicos
   4.1 Servicios ecosistémicos de regulación
   4.2 Servicios ecosistémicos culturales
Referencias

INTRODUCCIÓN

La infraestructura verde urbana es un elemento esencial para el desarrollo y funcionamiento de una ciudad. Esta se compone de zonas "verdes", tanto de áreas públicas como de privadas, las que le entregan a la comunidad beneficios denominados "servicios ecosistémicos". Algunos de estos servicios son la captura de contaminantes, la regulación de sombra y filtración de agua. Junto con esto, la infraestructura verde es un soporte para la biodiversidad urbana y periurbana. De acuerdo con la normativa vigente, la responsabilidad del desarrollo y mantenimiento de la infraestructura verde urbana corresponde a los municipios, aunque adicionalmente existen instituciones públicas, organizaciones no gubernamentales (ONGs), y fundaciones que trabajan para el fomento y el aumento de la participación ciudadana de estos espacios.

1. Antecedentes (Urbanización y Naturaleza)

La sociedad humana se sustenta en los beneficios que aporta la naturaleza: alimentos, materiales, agua limpia, aire puro, regulación climática, prevención de inundaciones, polinización y espacios para el descanso. Estos beneficios se definen como "servicios ecosistémicos"[1] (Comisión Europea, 2013), y en este capítulo se aborda la relación entre estos beneficios con los procesos de urbanización, y de qué manera afecta la vida de las personas que habitan zonas urbanas.



De acuerdo con la normativa vigente[2], la "urbanización del territorio se describe como un proceso de instalación del pavimento de las calles y pasajes, las plantaciones y obras de ornato, las instalaciones sanitarias y energéticas, con sus obras de alimentación y desagües de aguas servidas y de aguas lluvias, y las obras de defensa y de servicio del terreno (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 1975). Esto, puede representar un cambio para el estado natural de un terreno, al destruir y fragmentar el ecosistema, introduciendo especies no nativas, alterando sus procesos (flujos de energéticos), y modificando los ciclos propios del medio ambiente, por ejemplo: el ciclo del agua, del carbono, y el nitrógeno (Müller, 2013).

[1] En forma resumida, el Ministerio del Medio Ambiente define Servicio ecosistémico como "la contribución directa e indirecta de los ecosistemas al bienestar humano". (TEEBS, The Economics of Ecosystems & Biodiversity, 2020) (Ministerio del Medio Ambiente, 2020) . Estos se encuentran mayormente definidos en la sección de impactos del presente capítulo.

[2] El Decreto N° 47 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo define Urbanizar como: ejecutar, ampliar o modificar cualquiera de las obras señaladas en el artículo 134 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones que correspondan según el caso, en el espacio público o en el contemplado con tal destino en el respectivo Instrumento de Planificación Territorial o en un proyecto de loteo. (https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=8201)

Como se menciona en el capítulo de Tierras (ver capítulo Tierras), existe un constante proceso de urbanización del territorio, evidenciado por el crecimiento de la superficie de las ciudades del país, pudiéndose mencionar Rancagua, y Puerto Montt, en las que desde el 2002 al 2017, tuvieron un crecimiento bruto mayor al 50%, lo que se encuentra vinculado con el crecimiento de la población y la concentración de esta en zonas urbanas (**Ver capítulo de Fuerzas Motrices**).

Este crecimiento urbano presenta una relación con los ecosistemas naturales que nos brindan los servicios ecosistémicos Por un lado, el proceso de urbanización los transforma a ecosistemas semi-naturales y semi-artificiales, lo que presenta una amenaza a su función y estructura, mientras que, por otro lado, el aumento de la vida urbana demanda mayores beneficios de los ecosistemas naturales. Es decir, el impacto de las ciudades en el medio ambiente influye devuelta en el bien estar de la población que habita en la ciudad (Peng,2017), por lo que se hace necesario compatibilizar el crecimiento de las ciudades con los ecosistemas naturales, con el fin de preservarlos y beneficiarse de los servicios ecosistémicos que nos brindan, siendo una medida para lograrlo, la implementación de Infraestructura Verde Urbana.



1.1 Qué es la Infraestructura Verde Urbana

La definición de Infraestructura Verde Urbana puede variar según el contexto en el cual se esté usando. Por ejemplo, en algunos casos, el concepto es asociado a los árboles en las áreas urbanas debido al beneficio "verde" que proveen, lo que se encuentra descrito dentro de este capítulo en la sección "Servicios ecosistémicos", mientras que, por otro lado, se relaciona a "infraestructura gris" rediseñada para ser amigable ambientalmente, como por ejemplo los muros y techos verdes. Para efectos del presente capítulo, se definirá Infraestructura Verde Urbana como "una red interconectada de espacios verdes que conservan las funciones y valores de los ecosistemas naturales y provee beneficios asociados a la población humana". Es el marco ecológico necesario para la sustentabilidad ambiental social y económica (McMahon, 2002).

Tabla 1. Componentes de la infraestructura verde e infraestructura gris

Componentes de la Infraestructura Gris	Potenciales Componentes de la Infraestructura Verde
Estructuras convencionales de transporte (carreteras, vías férreas, terminales de puertos o aeropuertos, canales), de distribución de servicios (redes de saneamiento, redes de agua y gas, instalaciones de generación y transporte de energía, instalaciones de residuos sólidos), sociales (escuelas, hospitales, instalaciones deportivas, defensas costeras y fluviales, instalaciones gubernamentales), o comerciales (fábricas, oficinas, tejido minorista, minas, canteras) (Fernando Magdaleno Mas. 2018)	**Escala de barrio**: Calles arboladas, techos y paredes verdes, plazas de barrio, jardines privado, estanque y arroyos, paseos peatonales y ciclo vías, huertos, patios de escuelas. **Escala ciudad:** Ríos y llanuras, lagunas, bosques urbanos, parques naturales, plazas municipales, cerros, tierras agrícolas. **Escala regional**: Áreas silvestres protegidas, parques nacionales, campo abierto. (Vásquez, 2016)



2. Contexto institucional y normativo

2.1 Planificación territorial

La planificación territorial a nivel nacional se encuentra normada principalmente en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (Decreto N°47/1992 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo) donde menciona en su artículo 2.1.24 que, "corresponde a los instrumentos de planificación territorial a nivel comunal o intercomunal definir y reglamentar los usos de uso de suelo para compatibilizar los efectos que generan entre ellos, dentro de los cuales se encuentran las áreas verdes, las zonas residenciales, de equipamiento, infraestructura, espacio público y para actividades productivas". (Decreto N°47 Artículo 2.1.24).Estos instrumentos son los siguientes:

- Plan Regulador Intercomunal (PRI): Instrumento que regula el desarrollo físico de las áreas urbanas y rurales de diversas comunas que, por sus relaciones, se integran en una unidad urbana, Artículo 34, Ley General de Urbanismo y Construcciones
- .Plan Regulador Comunal (PRC): Instrumento que promueve el desarrollo armónico del territorio comunal, en especial de sus centros poblados, en concordancia con las metas regionales de desarrollo económico-social. La planificación urbana comunal se realizará por medio del Plan Regulador Comunal (Artículo 41, Ley General de Urbanismo Construcciones)
- Plan Seccional: En los casos en que la aplicación del Plan Regulador Comunal requiera de estudios más detallados, se realizarán Planos Seccionales, en que se fijarán con exactitud los trazados y anchos de calles, zonificación detallada, las áreas de construcción obligatoria, de remodelación, conjuntos armónicos, terrenos afectados por expropiaciones, etc., (Artículo 46, Ley General de Urbanismo y Construcciones)



Según la escala del instrumento se define el organismo encargado de desarrollarlo, los comunales y seccionales son responsabilidad de los municipios y los intercomunales de las Secretarías Regionales Ministeriales de Vivienda y Urbanismo (SEREMI MINVU). Junto con estos, existe el Plan Regional de Desarrollo Urbano, que está bajo la responsabilidad de la SEREMI MINVU, y tiene relación con el desarrollo urbano a escala regional, siendo el paraguas estratégico de planes reguladores comunales y planes reguladores intercomunales, ya que entrega los lineamientos del desarrollo urbano a escala regional (roles de centros urbanos, áreas de influencia, metas de crecimiento, entre otros). Ello define su rol orientador y no normativo. Por otra parte, y a escala regional se elaboran Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT), que hasta el momento tienen un carácter indicativo, de acuerdo con la Estrategia Regional de Desarrollo y están bajo la responsabilidad de los Gobiernos Regionales. Los PROT integran visiones e intereses de distintos sectores, los cuales requieren de usos distintos del territorio.

En síntesis, la zonificación y establecimiento de la normativa urbana está a cargo de los planes reguladores intercomunales, los planes reguladores comunales y planes seccionales. Los planes comunales tienen injerencia en la zona urbana y establecen la normativa y zonificación de las ciudades, los intercomunales norman territorios entre comunas y amplían su injerencia hacia la zona rural. Estos instrumentos adquieren un rol importante cuando se trata de pensar en las ciudades que una sociedad quiere y, por tanto, el aporte que podrían representar para la sustentabilidad urbana.



2.2 Financiamiento, mantenimiento y administración

A nivel nacional, la normativa indica que la institución responsable del desarrollo y financiamiento de las áreas verdes públicas son los municipios, los cuales se encuentran encargados de administrar, construir y mantener las áreas verdes públicas según los siguientes instrumentos:

- Ley N°18.695, Orgánica de las Municipalidades, artículo 25° letra C): la unidad encargada de la función de medio ambiente, aseo y ornato de las municipalidades deberán velar por la construcción, conservación y administración de las áreas verdes públicas de la comuna.

- D.F.L. N°458, Ley General de Urbanismo y Construcciones, artículos 79° y 80°: Debido a que corresponde a las municipalidades desarrollar las acciones necesarias para la rehabilitación y saneamiento de las poblaciones deterioradas o insalubres dentro de la comuna, en coordinación con los planes de esta misma naturaleza y planes habitacionales del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo. Las municipalidades podrán ejecutar con cargo a presupuesto, los jardines y plantaciones de las áreas verdes de uso público.



2.2.1 Financiamiento adicional y Administración mediante otros instrumentos normativos

Adicionalmente, existen diferentes organismos públicos e instrumentos normativos destinados a entregar financiamiento y fomentar las áreas verdes públicas, como, por ejemplo:

- La Ley N°19,865 sobre el Financiamiento Urbano Compartido, permite a los Servicios de Vivienda y Urbanización adquirir bienes o contratar con terceros la ejecución, operación y mantención de obras de equipamiento comunitario, remodelaciones, áreas verdes, parques industriales, vías urbanas, infraestructura urbana y, en general, de aquellas obras cuya ejecución y mantención les competa, ciñéndose a las políticas, planes y programas del Ministerio de Vivienda y Urbanismo y de acuerdo con la ley respectiva.

- De acuerdo al artículo 3° del DS N°355, los Servicios de Vivienda y Urbanización (SERVIU) estarán encargados de adquirir terrenos, efectuar subdivisiones prediales, formar loteos, proyectar y ejecutar urbanizaciones, proyectar y llevar a cabo remodelaciones, construir viviendas individuales, poblaciones, conjuntos habitacionales y barrios, obras de equipamiento comunitario, formación de áreas verdes y parques industriales, vías y obras de infraestructura y, en general, cumplir toda otra función de preparación o ejecución que permita materializar las políticas de vivienda y urbanismo y los planes y programas aprobados por el Ministerio.

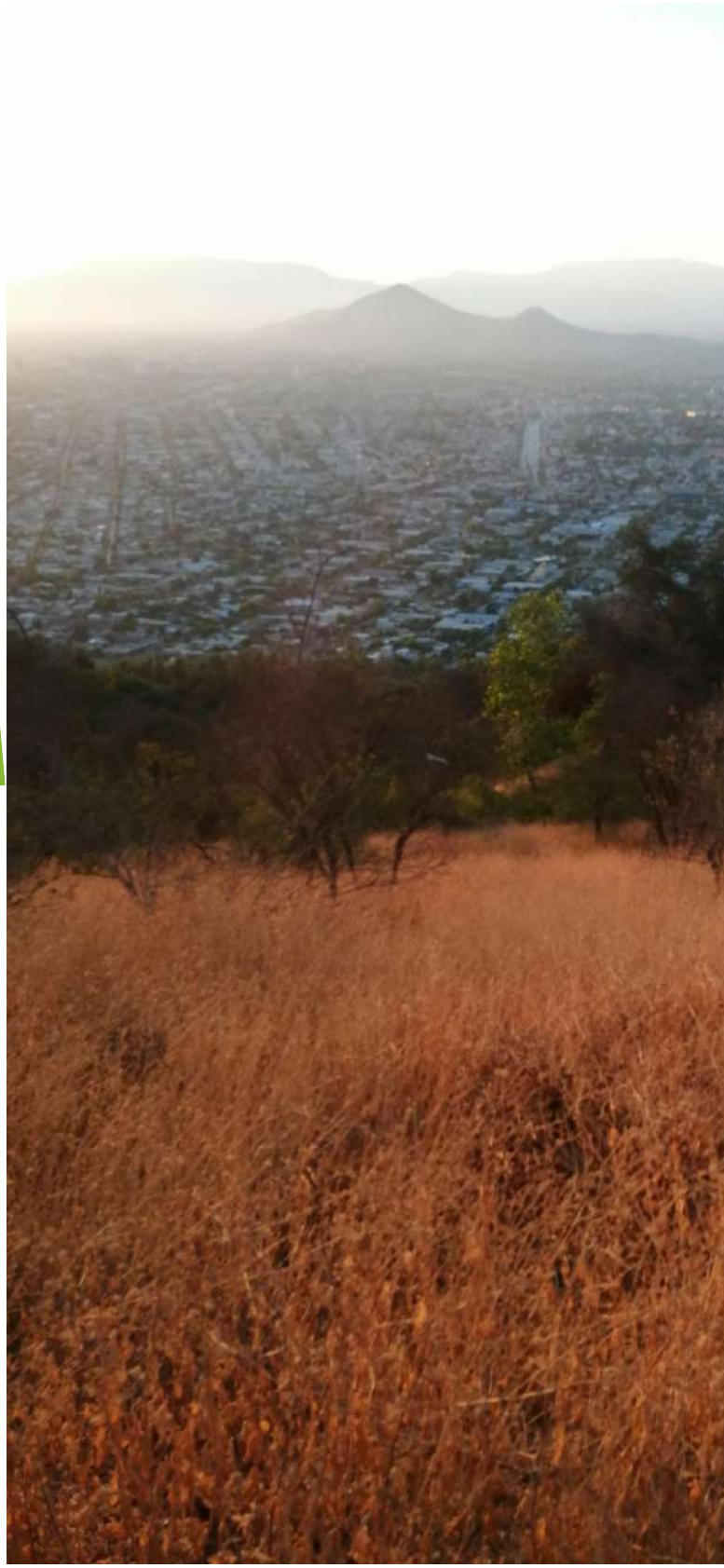
- El Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) es un programa de inversiones públicas, a través del cual, el Gobierno Central transfiere recursos a regiones para el desarrollo de acciones en los distintos ámbitos de desarrollo social, económico y cultural de la región con el objeto de obtener un desarrollo territorial armónico y equitativo. Estos fondos permiten financiar todo tipo de iniciativas de infraestructura social, estudios y programas de los sectores de inversión pública establecidos en la legislación vigente, que permitan solucionar necesidades de carácter general. Dentro de estas iniciativas, se encuentra el Programa de Mejoramiento Urbano (PMU), el cual destina recursos principalmente a obras del tipo construcción, reparación, mejoramiento, conservación, ampliación o reposición de Áreas verdes, plazas y juegos infantiles, entre otros elementos (Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, 2020). Adicionalmente, la intendencia Metropolitana tiene 11 proyectos en estado de ejecución de parques y plazas dentro de la Región Metropolitana, los que suman una inversión total de $26.357.977.000, para los que sean beneficiadas 3.750.497 personas que podrían disfrutar de áreas verdes y juegos infantiles. (Intendencia de la Región Metropolitana de Santiago, 2020)

- El D.F.L N°850 le confiere al Ministerio de Obras Públicas ser el organismo encargado del planeamiento, estudio, proyección, construcción, ampliación, reparación, conservación y explotación de las obras públicas fiscales. Pudiendo contar con las facultades de promover el desarrollo de áreas verdes bajo el marco de "bienes nacionales de uso público"

Mientras que el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) cuenta con dos programas de financiamiento y administración de parques, el Parque Metropolitano de Santiago (PARQUE) y El Programa de Conservación de Parques Urbanos.

El Programa de Conservación de Parques Urbanos es una iniciativa desarrollada por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, que tiene por objetivo "Reducir el déficit de áreas verdes en las ciudades a través del financiamiento de iniciativas de conservación de parques" mediante el financiamiento de iniciativas de conservación, las cuales serán financiadas con los recursos contemplados en el presupuesto del Ministerio de Vivienda y Urbanismo y con los aportes que efectúen los respectivos Municipios, Gobiernos Regionales y/o particulares, así como otras entidades públicas y privadas, a través un sistema de postulación, selección e implementación de iniciativas de conservación (Decreto N°112, Artículo 4°). Siendo los Servicios Regionales de Vivienda y Urbanización los encargados de la materialización del programa (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2014)

El programa de Conservación de Parques Urbanos administra un total de 14 parques urbanos repartidos entre 12 regiones y suman de 1.829.570 m^2



Parque Metropolitano de Santiago (PARQUEMET) es un organismo perteneciente al Ministerio de Vivienda y Urbanismo, y tiene dentro de sus funciones: mantener, proteger y desarrollar toda la masa forestal y de jardines del Parque Metropolitano de Santiago, así como administrar el Programa de Parques Urbanos en la Región Metropolitana. Actualmente, la red de parques administrada por PARQUEMET se encuentra distribuida en 15 comunas periféricas de la Región Metropolitana, materializada en 22 parques.

PARQUEMET administra 22 parques urbanos en la Región Metropolitana, los que suman 9.449.911 m^2

Tabla 2. Superficie de parques administradas por el SERVIU, bajo el Programa de Conservación de Parques Urbanos del Ministerio de Vivienda y Urbanismo

REGIÓN	COMUNA	NOMBRE	SUPERFICIE (M2)
Región de Arica y Parinacota	Arica	Parque Punta Norte	21.68
Región de Tarapacá	Alto Hospicio	Parque Sur Oriente Santa Rosa	55.022
Región de Antofagasta	Antofagasta	Parque Recreacional y Deportivo Villa Esperanza	23.5
Región de Atacama	Copiapó	Parque Kaukari	144.973
Región de Coquimbo	La Serena	Parque Complejo Deportivo Los Llanos	109.45
Región de Valparaíso	Villa Alemana	Parque el Alamo	33.112
Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Rancagua	Parque Cordillera	28.2
Región del Maule	Constitución	Parque Borde Fluvial de Constitución	71.5
Región del Biobío	Concepción	Parque Cerro Caracol	1.050.000

Download data

Tabla 3. Superficie de Parques administrada por el Parque Metropolitano de Santiago (PMS), según el Programa de Conservación de Parques Urbanos del Ministerio de Vivienda y Urbanismo

REGIÓN	COMUNA	NOMBRE	SUPERFICIE (M2)
Región Metropolitana	Cerrillos	Cerrillos	507.000
Región Metropolitana	Cerro Navia	Mapocho Poniente	80.000
Región Metropolitana	Cerro Navia	La Hondonada	260.000
Región Metropolitana	Estación Central	Bernardo Leighton	70.000
Región Metropolitana	Huechuraba	Huechuraba	54.560
Región Metropolitana	La Florida	Quebrada Macul	46.000
Región Metropolitana	La Pintana	Mapuhue	57.000
Región Metropolitana	La Pintana	La Platina	50.000
Región Metropolitana	Lo Espejo	Violeta Parra	25.000
Región Metropolitana	Pedro Aguirre Cerda	André Jarlan	110.000
Región Metropolitana	Pedro Aguirre Cerda	Pierre Dubois	107.151
Región Metropolitana	Peñalolén	Peñalolén	105.000
Región Metropolitana	Providencia/Recoleta/Huechuraba/Vitacura	Cerro San Cristobal	7.370.000
Región Metropolitana	Quinta Normal	Renato Poblete	130.000
Región Metropolitana	Recoleta	Bicentenario De La Infancia	39.000
Región Metropolitana	Recoleta	Cerro Blanco	33.200
Región Metropolitana	Recoleta	Santa Mónica	45.000

Download data

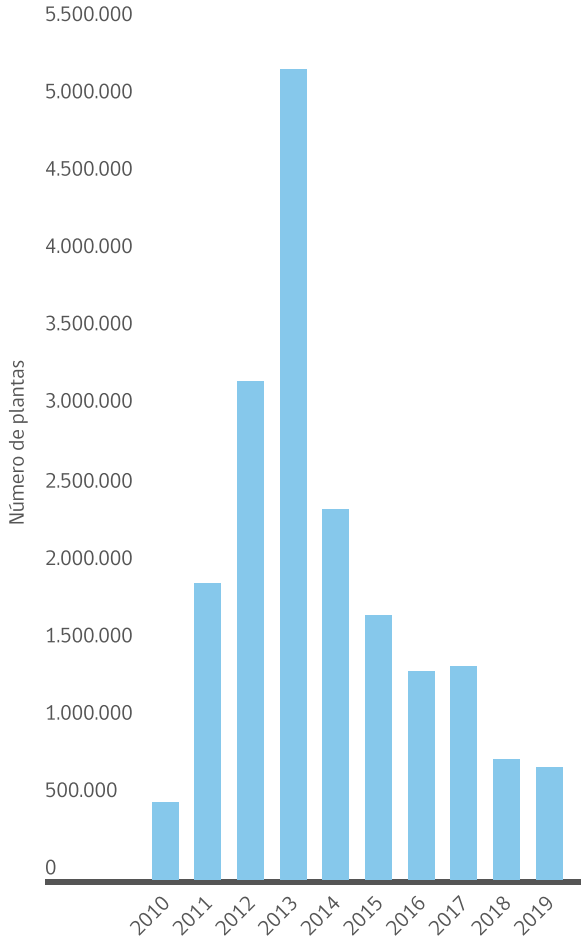
Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), 2020.

2.2.2 Programas de financiamiento y fomento a la Infraestructura Verde en conjunto a la comunidad

Durante el periodo 2010-2019, el Programa de arborización de CONAF ha entregado un total de 19.119.536 plantas, siendo el 2013 el año en que más plantas fueron entregadas alcanzando 5.230.411 de plantas.

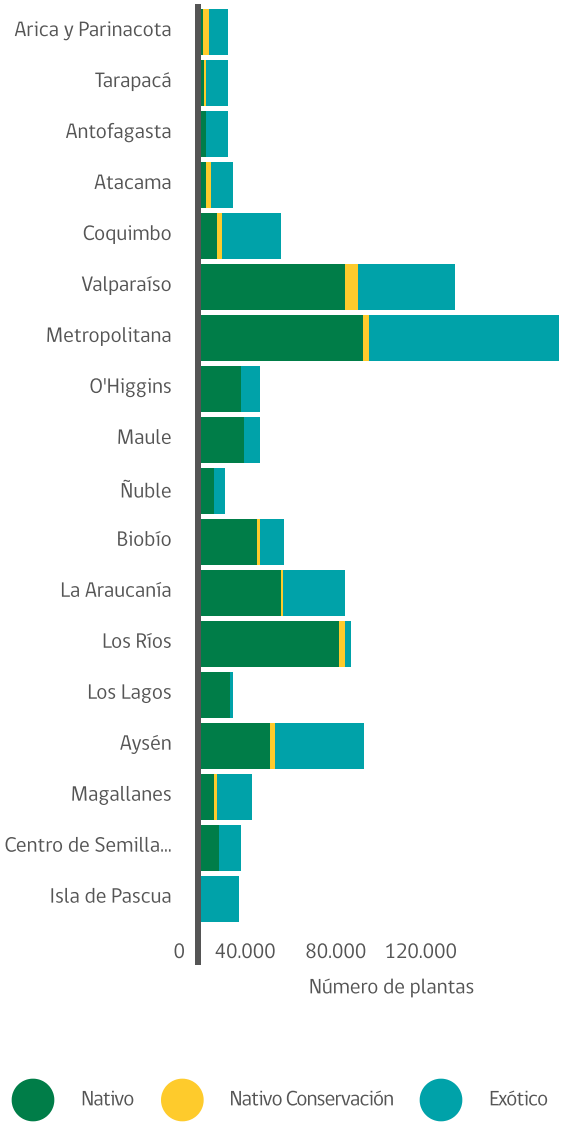
El 2019, se entregaron 723.259 plantas, de las cuales el 51,5% son especies nativas, 3,4% nativas en conservación y el 45,1% exótica. La mayor cantidad de plantas fueron entregadas en la Región Metropolitana con 157.758 plantas (22%) y la Región de Valparaíso contando la Isla de Pascua con 128.113 (18%)

Figura 1. Número de plantas entregadas por el programa de arborización de CONAF, 2010-2019



Download data

Figura 2. Número de plantas entregadas por el programa de arborización de CONAF, según orígen, 2019



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

- El Programa arborización CONAF tiene por objetivo promover la generación de servicios ecosistémicos mediante el fomento del arbolado en zonas urbanas y periurbanas, considerando el uso de plantas con valor patrimonial y cultural, contribuyendo a la difusión de sus beneficios que proporcionan a la sociedad para mejorar la calidad de vida de la población. Este programa trabaja con personas naturales o jurídicas, públicas o privadas para arborizar Chile, excluyendo a personas naturales o jurídicas, públicas o privadas que tengan la obligación legal de plantar.

- El Fondo de Protección Ambiental (FPA) (**Ver capítulo de Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable**), cuenta con el Concurso Áreas Verdes, para Promover la participación de la comunidad en espacios públicos, mejorando o recuperando áreas verdes urbanas, incorporando especies nativas, a través de iniciativas ciudadanas que contribuyan a mejorar la calidad de vida, generando un lugar más amable donde vivir. A este concurso pueden postular: Organizaciones Comunitarias Territoriales o Funcionales, Corporaciones o Fundaciones, Comunidades Agrícolas y Asociaciones Gremiales y/o Organizaciones No Gubernamentales ONG.

El año 2019 corresponde al primer año en el cual el FPA cuenta con una el concurso de áreas verdes, entregando un total de $136.000.000 a nivel nacional.



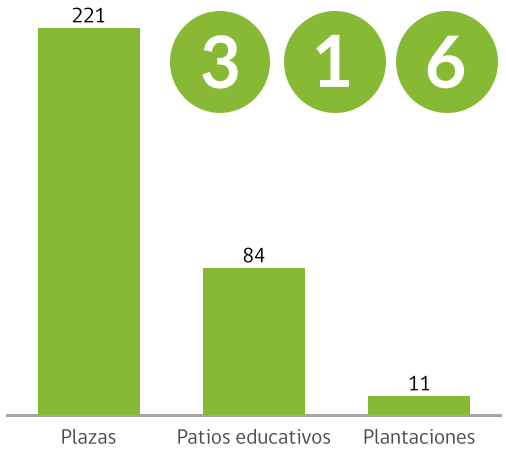
2.2.3. Iniciativas de fomento por parte de ONGs, Fundaciones y otros proyectos

Dentro del trabajo realizado por parte de la academia y Organismos No Gubernamentales para concientizar a la comunidad sobre la importancia de la infraestructura verde urbana, y fomentar su desarrollo, se puede destacar:

- Fundación Mi Parque: Esta fundación se dedica a la recuperación de espacios públicos a través de un proceso participativo, que involucra a quienes ocuparán el lugar, en el diseño y la construcción de éste. La acción de la fundación se expresa en proyectos de plazas y parques, patios de colegios y jardines infantiles, planes maestros de áreas verdes e investigaciones sobre la temática (Fundación Mi Parque, 2017).

Figura 3. Datos fundación Mi Parque (2009 -2019)

Proyectos realizados durante el 2009 al 2019, considerando plazas, patios educativos y plantaciones.



Paticipación de la **comunidad** en jornada de construcción

16.991 Voluntarios

Paticipación de **voluntarios corporativos** en jornadas de construcción

22.027 Voluntarios

Con un total de **871.255 BENEFICIADOS** por la fundación (vecinos con una distacia de hasta 10 minutos del proyecto).

Dentro de estos proyectos se ha plantado un total de 9.393 árboles: 5.396 en plazas, 1.326 en patios educativos y 2.671 en plantaciones.

9.393 ÁRBOLES

Representando un total de 532.494 m^2 de superficie intervenida entre plazas y patios educativos



El modelo de trabajo de la fundación conecta a la comunidad beneficiada, la empresa que patrocina el proyecto y la municipalidad que facilita la gestión y se compromete con la mantención. Este modelo se aplica a los dos tipos de intervención que desarrollan, la construcción de plazas y los proyectos de patios de colegios y jardines infantiles (Fundación Mi Parque, 2015). Las cinco etapas de este modelo son las siguientes:

Tabla 4. Modelo de trabajo Fundación Mi Parque

Proceso de intervención de plazas	Proceso de intervención de patios educativos
1 - Búsqueda de financiamiento: Búsqueda de empresas u organizaciones que quieran apoyar a una comunidad para lograr la transformación de un espacio público abandonado en una nueva plaza comunitaria.	1 - Búsqueda de financiamiento: Búsqueda empresas u organizaciones que quieran apoyar a una comunidad escolar a transformar sus espacios verdes educativos.
2 - Selección del terreno y comunidad: Búsqueda de municipios que se comprometan con la mantención de las nuevas áreas verdes. Con ellos se identifican los terrenos y comunidades que quieran recuperar o transformar sus espacios públicos, los cuales tienen que cumplir ciertos requisitos físicos y sociales.	2 - Selección del terreno y comunidad: Búsqueda de jardines infantiles y colegios en contextos de vulnerabilidad que quieran transformar sus patios en espacios verdes educativos. Un patio educativo es una herramienta pedagógica para propiciar procesos de aprendizaje creativo, experiencial y lúdico en contacto con la naturaleza.
3 - Diseño participativo: Realización de talleres abiertos a la comunidad, invitándolos a reflexionar sobre su historia e identidad y sobre cómo podemos diseñar un espacio público que se adapte a sus formas de uso, a sus sueños y a las características climáticas del lugar. Así, se busca generar un lugar de encuentro medioambiental y socialmente sostenible, del que todos se sientan orgullosos y responsables.	3 - Diseño participativo: En talleres junto a la comunidad escolar se busca generar un diseño que cubra las reales necesidades del establecimiento y recoja las ideas de educadores, niños y apoderados para poner los patios al servicio del aprendizaje integral de los niños.
4 - Construcción participativa: Durante una mañana, vecinos, colaboradores de la empresa, voluntarios y profesionales de Mi Parque, construyen juntos la nueva plaza trabajando en diferentes cuadrillas y finalizando con una convivencia para inaugurar y celebrar todos juntos.	4 - Construcción participativa: Durante una mañana, toda la comunidad escolar, colaboradores de la empresa, voluntarios y profesionales de Mi Parque, construyen juntos el nuevo patio, trabajando en diferentes cuadrillas y finalizando con una convivencia para inaugurar y celebrar todos juntos.
5 - Acompañamiento comunitario y seguimiento: Se realiza seguimiento a los proyectos en su dimensión física y social hasta un año luego de su construcción, y en paralelo, con el apoyo de voluntarios se trabaja en la formación de un comité vecinal para el cuidado, protección y activación de la nueva plaza.	5 - Acompañamiento comunitario y seguimiento: Con el apoyo de voluntarios se realizan talleres medioambientales y de capacitación para alumnos y profesores, de tal forma que puedan mantener el nuevo patio de manera óptima y sacarle el mayor provecho educativo. En paralelo, se realiza seguimiento a la mantención del patio hasta un año luego de su construcción.

Fuente: Fundación Mi Parque, 2020.

STGO+ infraestructura verde: Es un proyecto que forma parte del trabajo que se ha desarrollado por el Grupo Paisaje FAU de la Universidad de Chile con el Ministerio de Vivienda y Urbanismo y la SEREMI MINVU. Y tiene por objetivo, buscar el desarrollo de un plan de infraestructura verde para Santiago que ofrezca una oportunidad para catalizar el interés colectivo en espacios verdes de distinto tipo y escala, y articular las diferentes iniciativas públicas, privadas y ciudadanas con una mirada estratégica de planificación integrada (Stgo+ Sistema de Infraestructura Verde, 2019).

Dentro de los trabajos del proyecto, se elaboró un mapeo de la infraestructura verde de la ciudad de Santiago, el cual se puede visualizar mediante el siguiente enlace: https://www.arcgis.com/apps/View/index.html?appid=e4d43f487c4f4871b816868f12675cb2&extent=-71.0299,-33.7412,-70.1620,-33.1988

2.3 Normativa asociada a la protección de áreas verdes urbanas

Resulta pertinente destacar, que, atendida la relevancia de la materia, cada vez existe más y mejor regulación relativa a las áreas verdes urbanas. Así, es que se puede mencionar algunas normas asociadas a la protección de ciertos tipos de infraestructura verde.

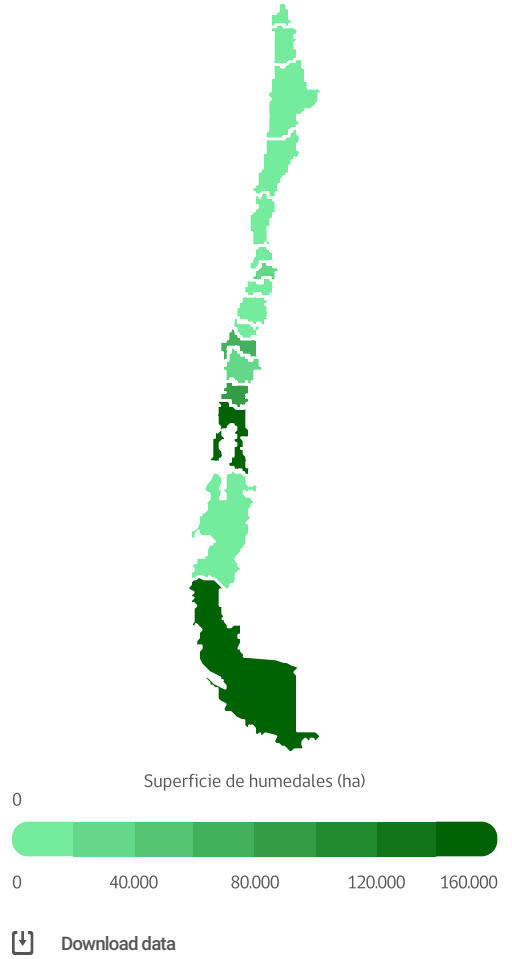
- De acuerdo con el artículo 1° de la Ley N°20.2083 o Ley sobre la Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal "... tiene como objetivos la protección, la recuperación y el mejoramiento de los bosques nativos, con el fin de asegurar la sustentabilidad forestal y la política ambiental.

- La Ley N°21.202 , de acuerdo con su artículo N°1, tiene por objeto, proteger los humedales urbanos declarados por el Ministerio del Medio Ambiente, de oficio o a petición del municipio respectivo, entendiendo por tales todas aquellas 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 los seis metros y que se encuentren total o parcialmente dentro del límite urbano.

De acuerdo con la reciente realización del Inventario Nacional de Humedales Asociados a Áreas Urbanas (INHAAU) (Edáfica-MMA, 2020), se identificó un total de 1.966 humedales de los cuales 1.463 se localizan total o parcialmente en zonas urbanas y 266 se sitúan en zonas periurbanas. Estas últimas se refieren a las zonas de influencia del área urbana, equivalentes a hasta 1000 m, pero también se consideran dentro de esta categoría a los humedales dentro de las áreas urbanas que no cuentan con instrumentos de planificación territorial.

Los restantes 204 corresponden a humedales situados en áreas rurales. La categoría Humedales en zonas urbanas totaliza una superficie nacional de 783.205 ha estimadas. A nivel regional, las regiones de Magallanes y Los Lagos son las que presentan la mayor superficie de humedales urbanos, con 158.344 ha y 144.447 ha respectivamente. Mientras que, a nivel comunal, las que presentan mayor superficie de humedales urbanos son Natales y Puyehue con 155.416 ha y 39.352 ha respectivamente.

Figura 4. Superficie regional del Inventario Nacional de Humedales Asociados a Áreas Urbanas



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

3. Estado de la Infraestructura Verde

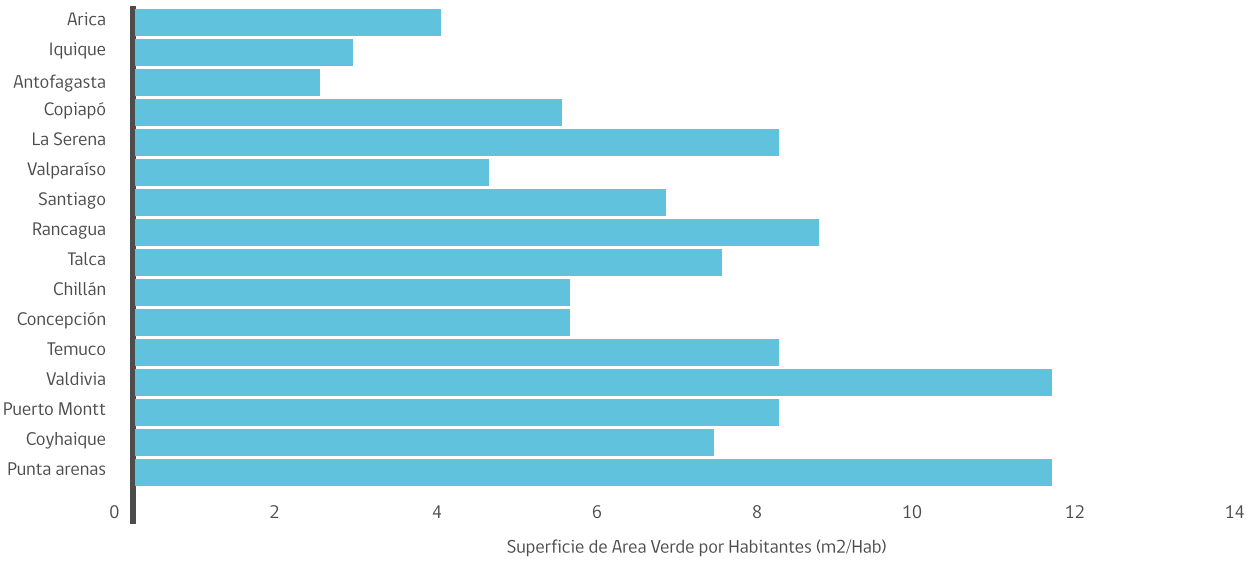
3.1 Superficie de áreas verdes públicas

Dentro de los elementos considerados como Infraestructura Verde Urbana, la cuantificación del estado a nivel nacional se centrará en la superficie de parques[3] y plazas[4] públicas a nivel de las comunas que conformen capitales regionales junto a sus conurbaciones mayormente urbanizadas.

La Figura 5 muestra el promedio de la superficie de áreas verdes públicas por habitantes (m²/hab) dentro de las capitales regionales y sus conurbaciones mayormente urbanizadas.

Promedio áreas verdes públicas por habitante dentro de las capitales regionales y sus conurbaciones mayormente urbanizadas

Figura 5. Estado de la infraestructura verde urbana en las capitales regionales y sus conurbaciones según superficie de parques y plazas por habitantes (m²/hab), 2017



Download data

Iquique incluye Alto Hospicio.

La Serena incluye Coquimbo.

Valparaíso incluye Concón, Quilpué. Villa Alemana, Viña del Mar y Quintero

Santiago incluye Cerrillos, Cerro Navia, Colina, Conchalí, El Bosque, Estación Central, Huechuraba, Independencia, La Cisterna, La Florida, La Granja, La Pintana, La Reina, Lampa, Las Condes, Lo Barnechea, Lo Espejo, Lo Prado, Macul, Maipú, Ñuñoa, Padre hurtado, Pedro Aguirre Cerda, Peñalolen, Providencia, Pudahuel, Puente Alto, Quilicura, Quinta Normal, Recoleta, Renca, San Bernardo, SanJoaquin, San Ramón, Santiago y Vitacura.

Chillán incluye Chillán Viejo

Concepción Incluye Coronel, Chiguayante, Hualpén, Lota, San Pedro de la Paz y Talcahuano,

Temuco Incluye Padre las Casas

Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Nacional de Estadísticas-Sistema de Indicadores Y Estándares de Desarrollo Urbano (INE-SIEDU), 2020.

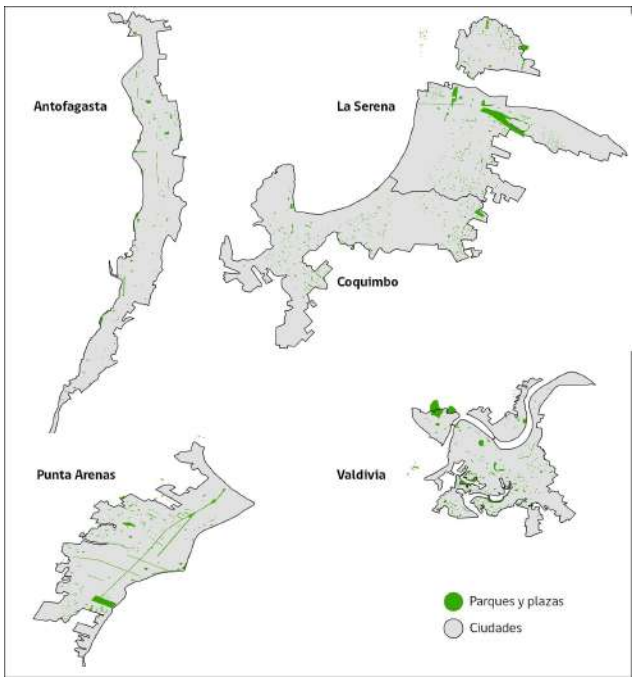
[3] Se entenderá por parque a aquellas áreas verdes públicas con una superficie mayor o igual a 20.000 m²

[4] Se entenderá por plaza a aquellas áreas verdes públicas con una superficie entre 450 y 19.999 m²

A nivel nacional, las capitales regionales con mayor cantidad de parques y plazas por habitantes se encuentran principalmente en la zona sur y austral, siendo Valdivia (11,4 m^2/hab) y Punta Arenas (11,4m^2/hab) las capitales regionales que cumplen con el estándar de 10 m^2/hab[5] propuesto por el Consejo Nacional de Desarrollo Urbano. Mientras que en la zona norte se encuentran las ciudades con menor cantidad de áreas verdes públicas por habitante, como Arica (3,8 m^2/hab), Iquique (2,7 m^2/hab) y Antofagasta (2,3 m^2/hab), a excepción de La Serena que cuenta con 8,0 m^2/hab, donde se puede destacar el parque Gabriel Coll, que cuenta con una superficie de 784.655 m^2 aproximadamente



Figura 6. Parques y plazas de las ciudades de Antofagasta, La Serena-Coquimbo, Punta Arenas y Valdivia



Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Nacional de Estadísticas-Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano (INE-SIEDU), 2020.

Figura 7. Infraestructura verde urbana de la ciudad de La Serena

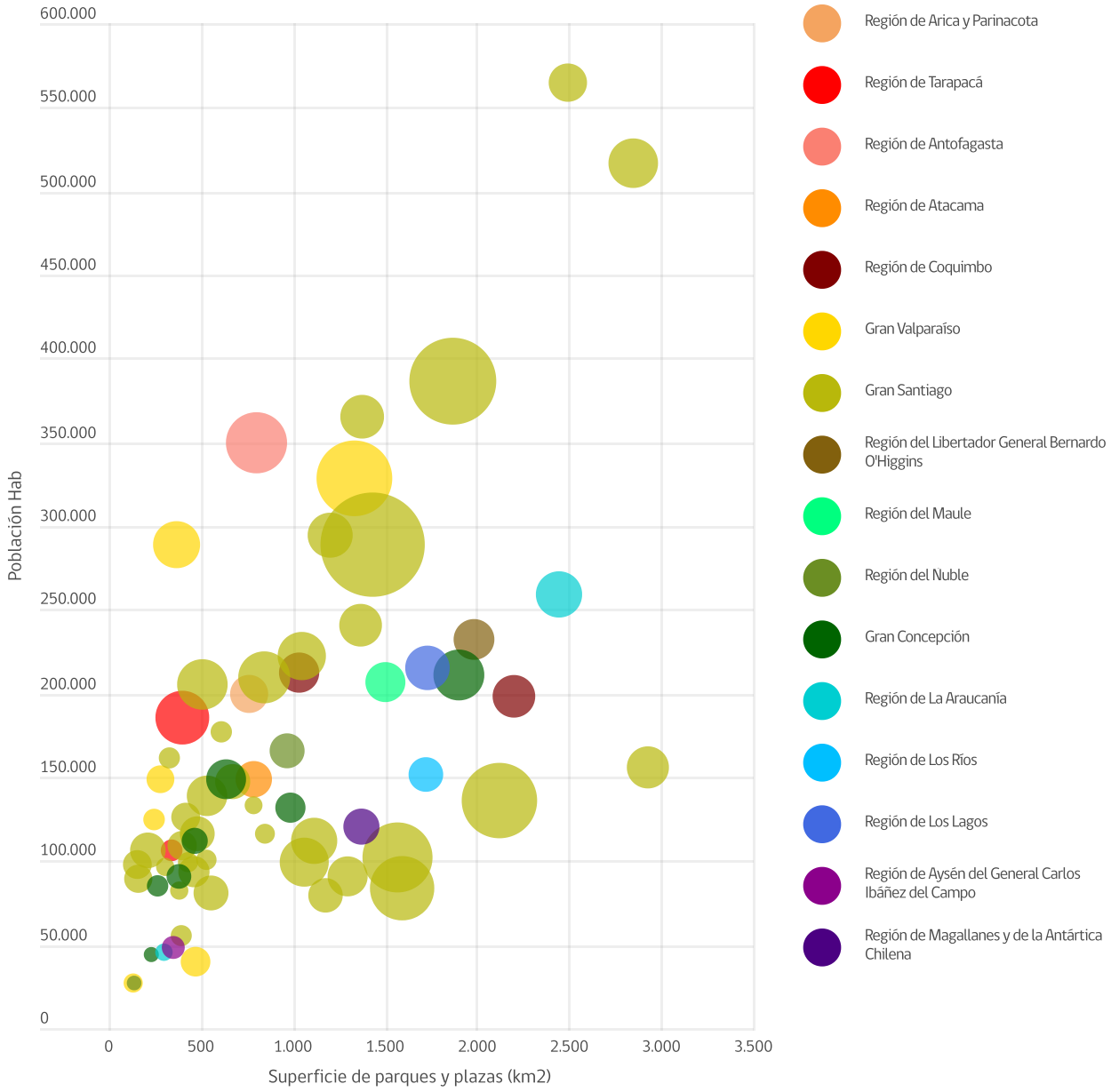


Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Nacional de Estadísticas-Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano (INE-SIEDU), 2020.

[5] Este estándar define un disfrute mínimo de cada persona respecto a las funciones ambientales y sociales que cumplen las áreas verdes públicas

A continuación, la Figura 8 muestra la información de manera más desagregada, representando cada comuna como un círculo, y posicionándolas en el gráfico de según la superficie total de parques y plazas en kilómetros cuadrados (eje x), el número de habitantes en la comuna (eje y), y los ingresos propios permanentes[6] recibidos expresados en miles de pesos chilenos (tamaño de los círculos).

Figura 8: Estado de la infraestructura verde urbana en las capitales regionales y sus conurbaciones según superficie de parques y plazas (km²), población (hab) e ingresos propios permanentes municipales (M$), 2017



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Nacional de Estadísticas (INE) - Censo 2017, Sistema Nacional de Información Municipal (SINIM), 2017, y Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano (INE-SIEDU), 2020.

[6] Los ingresos propios permanentes consideran: Impuesto Territorial, Permisos de Circulación de Beneficio Municipal, Patentes de Beneficio Municipal, Derechos de Aseo, Otros Derechos, Rentas de la Propiedad, Licencias de Conducir y Similares, Multas e Intereses, Concesiones, Patentes Acuícolas, Patentes Mineras y Casinos.

A partir de la Figura 8, se puede mencionar lo siguiente:

1. De las 26 comunas con menos de 500 km^2 de parques y plazas públicas, 22 de ellas cuentan con la menor cantidad de ingresos propios permanentes (menos de 10.000.000 M$), siendo las excepciones Iquique, Valparaíso, Macul y San Miguel.
2. Las dos comunas con una población mayor que 500.000 habitantes se encuentran en Santiago, siendo estas Maipú y Puente Alto, de igual manera, estas dos comunas se encuentran dentro de las cinco comunas con mayor superficie de parques y plazas, con 2847,7 km^2 y 2492,7 km^2
3. Las cinco comunas con mayor cantidad de áreas verdes públicas por habitante a nivel nacional se encuentran en la ciudad de Santiago, siendo estas Vitacura (19,07 m^2/hab), Recoleta (18,80 m^2/hab), Providencia (15,59 m2/hab), Lo Barnechea (15,29 m2/hab) y Cerrillos (14,87 m^2/hab). Y de las cuales Vitacura, Providencia y Lo Barnechea pertenecen a las diez comunas con mayores ingresos propios permanentes para el año 2017, con 48.177.653 M$, 67.834.677 M$ y 57.897.911 M$ respectivamente.

Como se mencionó anteriormente, existen instrumentos de fomento que financian y administran áreas verdes adicionales a las labores de los municipios, dentro de estos programas, se puede destacar la incidencia del Parque Metropolitano de Santiago y el Parque Portal Bicentenario de Cerrillos, ambos administrados por PARQUEMET del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Se puede destacar la importancia del Parque Metropolitano de Santiago (Cerro San Cristóbal), que dentro de la ciudad de Santiago aporta aproximadamente 7.370.000 m^2 de áreas verdes públicas.

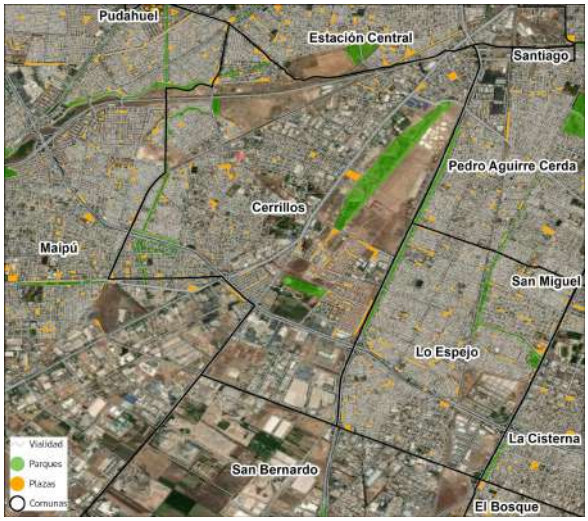
Figura 9. Parque Cerro San Cristóbal



Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Nacional de Estadísticas-Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano (INE-SIEDU), 2020.

El Parque Portal Bicentenario de Cerrillos inaugurado en septiembre del 2011, el cual aporta una superficie aproximada de 564.809 m2 a la comuna y la ubica dentro de las comunas con mayor superficie de áreas verdes públicas por habitante.

Figura 10. Parques y plazas de la comuna de Cerrillos y sus comunas colindantes



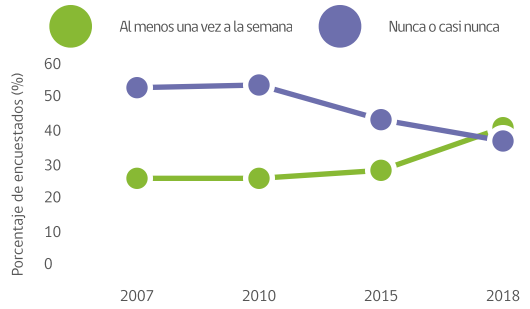
Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Nacional de Estadísticas-Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano (INE-SIEDU), 2020.

3.2 Superficie de áreas verdes públicas

La Encuesta de Percepción de Calidad de Vida Urbana (ECVU) es un instrumento que busca conocer la percepción que tienen los habitantes sobre su entorno urbano, en aquellas ciudades con más de 20.000 habitantes del país (Ciudades intermedias menores, intermedias mayores y metropolitanas). Su cuarta versión fue aplicada a 8.297 personas, entre el 15 de marzo y el 25 de julio de 2018, y tuvo los siguientes resultados respecto a la calidad, accesibilidad y frecuencia de uso de parques y plazas (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2019).

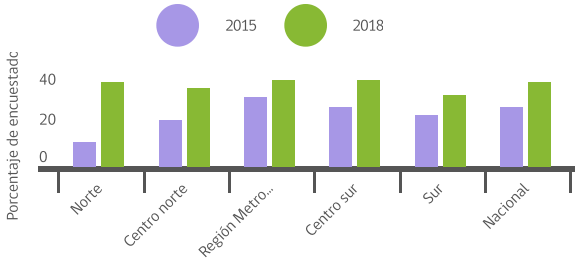
Figura 11. Resultados Encuesta de Percepción de Calidad de Vida Urbana (ECVU)

Frecuencia de uso de plazas y parques, 2007 -2018



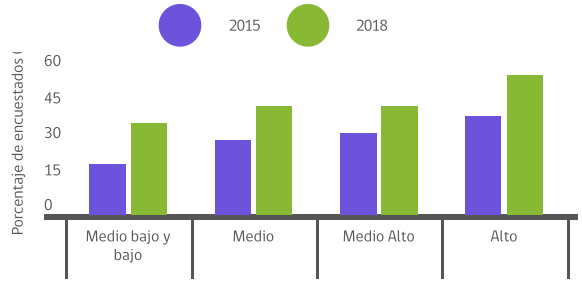
Download data

Frecuencia de uso de plazas y parques "al menos semanalmente" por zona geográfica, 2015-2018



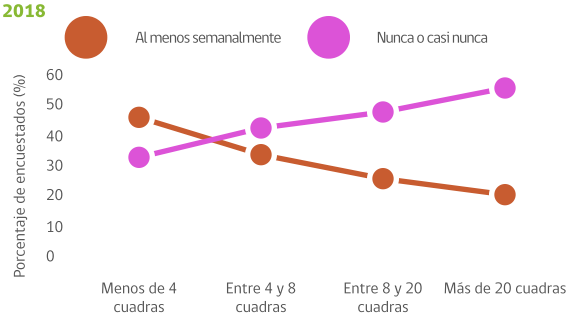
Download data

Frecuencia de uso de plazas y parques "al menos semanalmente" según nivel socio económico, 2015 - 2018



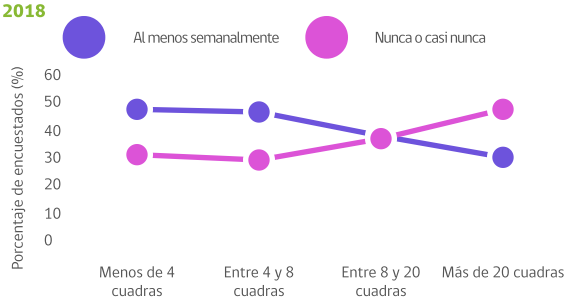
Download data

Frecuencia de uso de plazas y parques según distancia de plazas, 2018



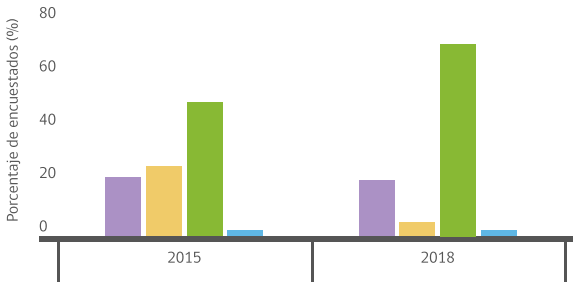
Download data

Frecuencia de uso de plazas y parques según distancia de parques, 2018



Download data

Evaluación de la calidad de plazas y parques, 2015 y 2018



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), 2018.

A partir de la Figura 11, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- La población visita con mayor frecuencia los parques y plazas en general, pudiendo destacar el aumento de un 29% en 2017 a un 44% en 2018 los encuestados que visitan al menos una vez a la semana, así como ha disminuido de un 57% en 2010 a un 40% los que visitan nunca o casi nunca estos espacios públicos.

- Entre el año 2015 y 2018 los mayores aumentos de frecuencia de visita "al menos semanalmente" fueron en la zona norte y centro-norte, con un aumento de 31% y un 17% respectivamente.

- El aumento de frecuencia "al menos semanal" entre el año 2015 y 2018 fue homogéneo dentro de los niveles socio económicos, donde todos aumentaron su frecuencia entre un 11% a un 17%, así como se puede destacar que el nivel socio económico alto es el que mayor frecuenta parques y plazas en ambos años, con un 41% en 2015 y un 58% en 2018.

- La distancia es una característica influyente en la frecuencia de visitas a parques y plazas, considerando que, en ambos gráficos, a mayor distancia las visitas "al menos semanalmente" disminuyen, mientras que las "nunca o casi nunca" aumentan. Adicionalmente se puede apreciar que la distancia afecta en mayor medida la frecuencia de plazas donde disminuyen las visitas "al menos semanalmente" en un 24% entre la mínima y máxima distancia, mientras que las visitas a parques disminuyen en un 17%. Este mismo efecto se encuentra en la frecuencia de visitas "nunca y casi nunca", en las que aumenta en un 23% en las plazas, y un 16% en parques.

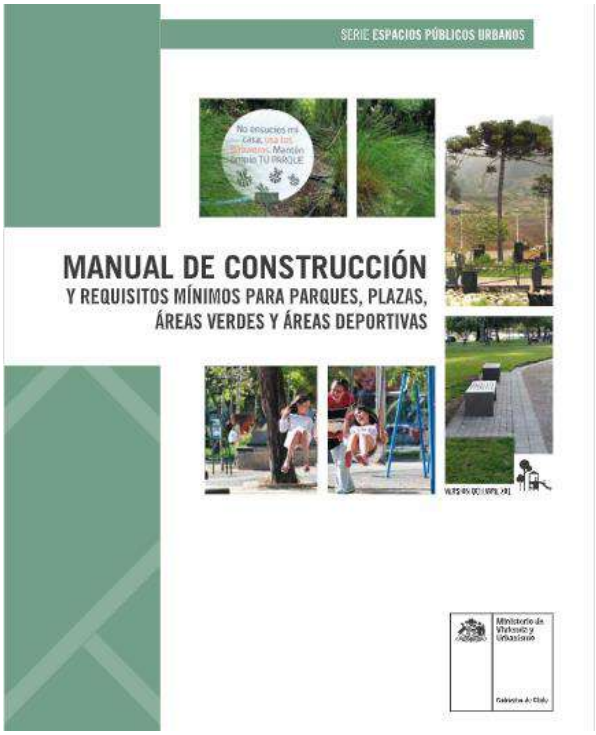
- Respecto a la evaluación de parques y plazas, entre el 2015 y 2018, la percepción Buena / Muy Buena aumenta en un 22%, la percepción "Regular" disminuye en un 21%, mientras que la percepción "Muy Mala/ Mala" disminuye en un 1% manteniéndose constante. Por lo que existe un aumento sustancial de la evaluación positiva, pudiéndose inferir una mejora respecto al desarrollo de parques y plazas dentro del periodo, aunque la existencia de un quinto de la población que mantiene una opinión negativa respecto a las áreas verdes públicas de su comuna presenta un desafío para la institucionalidad respecto al aumento de cantidad y calidad para este segmento de la población.

Para mejorar la calidad de la construcción de parques y plazas, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo publicó el Manual Técnico de Construcción y Requisitos Mínimos para Parques, Plazas, Áreas Verdes y Áreas Deportivas. El cual es un documento que tiene los siguientes objetivos:

- Ser una herramienta de apoyo para la revisión de proyectos en el espacio público, del tipo parques y plazas, así como también de elementos urbanos, deportivos e informativos ejecutados en el espacio público, permitiendo verificar el correcto desarrollo y ejecución de las obras, y de este modo, asegurando su calidad y eficiencia.

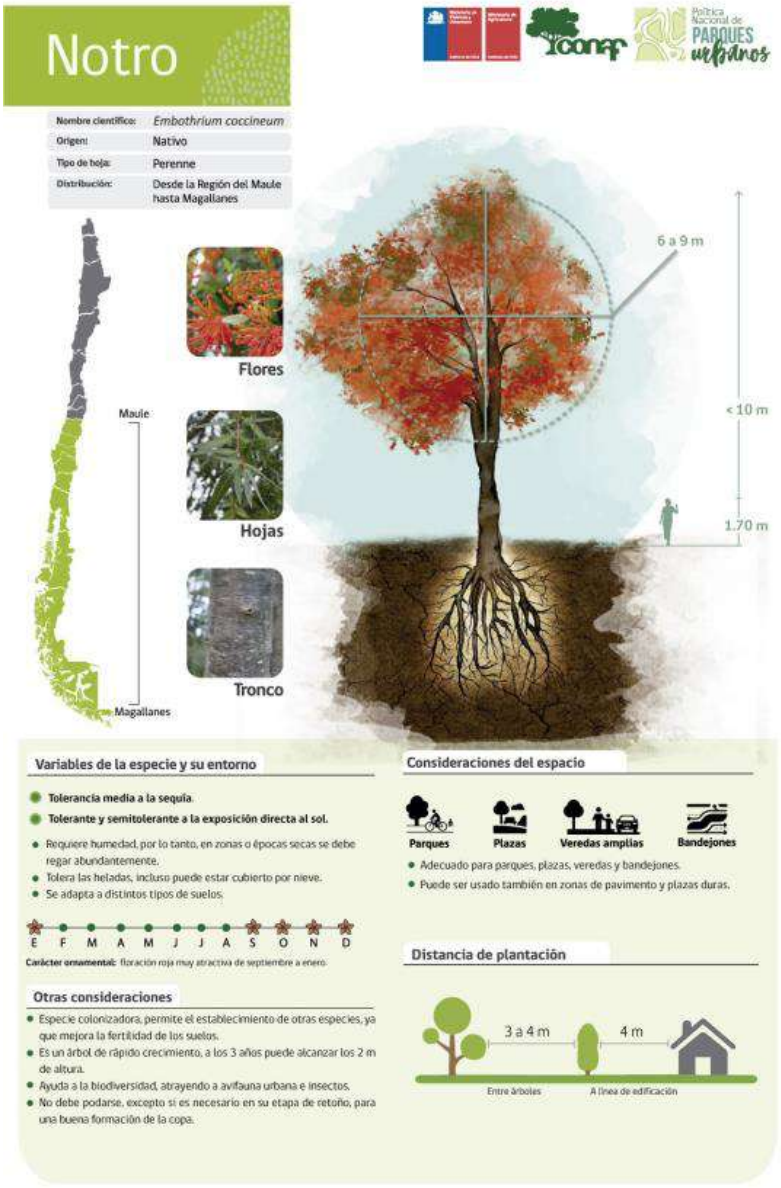
- Contribuir al desarrollo normativo estableciendo un estándar con pertinencia y de calidad, en base a parámetros normativos, de accesibilidad, funcionalidad, seguridad, durabilidad y sustentabilidad.

- Proporcionar una visión integral de los componentes de las áreas verdes, que facilite la coordinación y logística de los proyectos.



Dentro de esta línea, El Ministerio de Vivienda y Urbanismo, con cooperación de CONAF, elaboró la plataforma Áreas Verdes Inteligentes que permite a urbanistas, municipios, privados e incluso a vecinos planificar de mejor forma sus áreas verdes y escoger los árboles para cada espacio de manera inteligente considerando el clima, el tamaño de sus raíces, tolerancia a la sequía, entre otras características. Esta plataforma consta de un total de 24 especies, cada una con su respectiva infografía en la que se detallan las características y atributos.

Dentro de los requisitos que plantea, se hace referencia a conceptos de eficiencia hídrica en el riego, eficiencia energética en la iluminación, y que al menos el 60% de las especies consideradas en el proyecto deberán ser nativas o naturalizadas, adaptadas a las condiciones climáticas, de suelo y de disponibilidad de agua. Así como otros requisitos técnicos en la construcción, emplazamiento y funcionamiento del área verde.



Áreas verdes inteligentes

3.3. Composición de la Infraestructura Verde

La cobertura de vegetaciones dentro de la ciudad se distribuye de acuerdo con los ingresos de las personas, por lo que en la región Metropolitana existe una mayor cobertura en las comunas con mayores ingresos (Romero et al., 2012; De la Barrera et al, 2016). En efecto, Hernández et al. (2004) encontraron una diferencia a de un 40% de la cobertura arbórea entre comunas de estratos socioeconómicos bajo y alto. Mientras que Figueroa et al (2018), encontraron una diferencia del número de especies de plantas por parque de Santiago que varió entre 42 y 146.

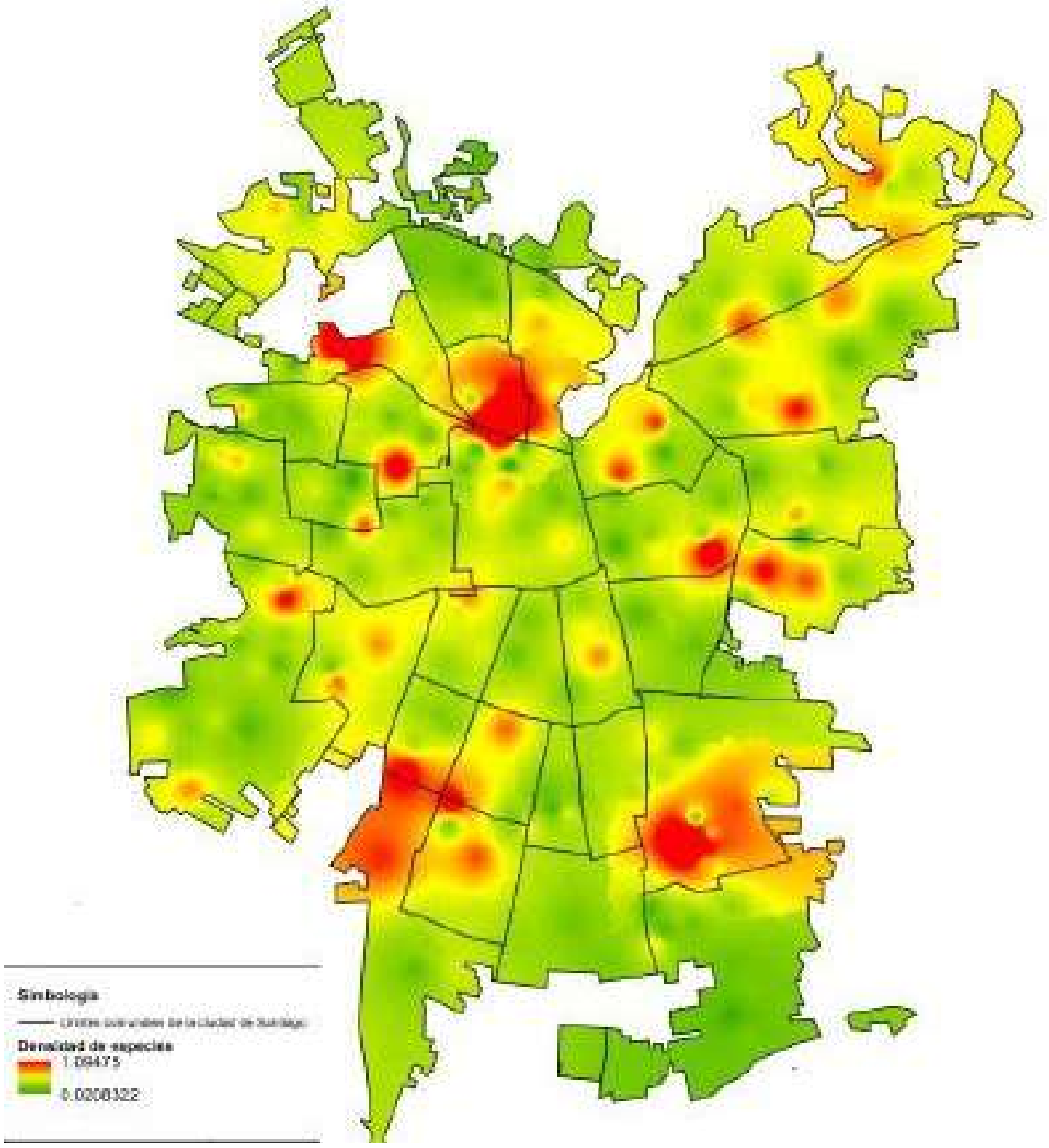
Esta relación con los ingresos económicos también se presenta con la riqueza de especies, pues existe mayor variedad de plantas en las comunas con mayores ingresos (De la maza et al., 2002). De acuerdo con De la Maza (2004), en la ciudad de Santiago, de un total de 108 especies distintas identificadas, se estimaron las cantidades de 28, 18 y 16 especies por hectárea, para los estratos alto, medio y bajo respectivamente. A esta situación Figueroa et al. (2018) agrega que el área de los parques y la edad afectan la riqueza de las plantas nativas, mientras que la riqueza de las plantas exóticas es determinada solo por la edad del parque.

En general la estructura de la vegetación en los ecosistemas urbanos tiende a estar dominada por árboles y hierbas. Los arbustos, en general se encuentran en los jardines de las viviendas y en menor medida en los parques (Reyes-Paecke & Meza, 2011). Los árboles dominan en cuanto a cobertura y distribución espacial. Estos se encuentran en las calles, parques, plazas y en los patios y jardines de las viviendas. Las especies dominantes en general son exóticas y varían de acuerdo con las distintas urbes del país.

Escobedo et al (2004), estimaron que la ciudad de Santiago tiene alrededor de 6.245.285 árboles, de los cuales más de la mitad se ubican en propiedad privada, mientras que se estimó que el 42,5% corresponden a árboles públicos. Por otra parte, el 32% corresponden a árboles siempreverdes y las especies exóticas dominantes corresponden a Robinia pseudoacacia, Citrus limon, Prunus sp, Populus sp, Liquidambar styraciflua, Platanus orientalis (Escobedo et al., 2004; Reyes-Paecke et al., 2018). De acuerdo con Figueroa et al. (2016), en la ciudad de Santiago se reconocieron 508 especies, de 100 familias y 338 géneros. Las familias que tienen mayor riqueza fueron Asteraceae y Poaceae. De total de especies encontradas, el 85,1% son exóticas.

En relación con la distribución espacial de las especies de flora dentro de la ciudad de Santiago, Castro et al (2018), estimaron una interpolación espacial de la densidad de especies en la ciudad (Figura 12), la que presenta diversos focos (área en rojo) donde la diversidad es mayor. Estos focos se encuentran distribuidos en todos los sectores de la ciudad, aunque preferentemente se localizan en sectores periféricos de la ciudad. Considerando la extensión de los focos, se destacan cuatro áreas, ubicadas en las comunas de Renca e Independencia, La Florida, La Granja y San Bernardo (**Figura 12**).

Figura 12. Interpolación IDW de la densidad de todas las especies de plantas al interior de la ciudad de Santiago



Fuente: Castro et al., 2018.

En las ciudades de la zona norte del país, la cobertura vegetal es escasa, sin embargo, es mayor que en el entorno de estas (Reyes et al., 2018). Algunas especies exóticas dominantes en Antofagasta, por ejemplo, son mioporo (Myoporum laetum), olivo de Bohemia (Eleagnus angustifolia) y eucalipto rojo (Eucalyptus camaldulensis) (Reyes et al., 2018).

En la zona central y sur del país, la cobertura vegetal es mayor que en la zona norte, pero siempre dominan las especies exóticas (Castro et al., 2018). Con relación a esto, Castro et al. (2018), comentan que parece necesario implementar políticas que incentiven la plantación de especies nativas al interior de la ciudad con el objeto de establecer un mayor vínculo e integración con el medio geográfico.

3.4. Infraestructura verde urbana y Fauna

En relación con la fauna urbana, varios estudios coinciden en que el número de especies de fauna disminuye en zonas urbanas (Jenni G. Garden, 2010). En efecto, Flores et al. (2013) identificaron que el centro de Santiago muestra bajos valores para el índice de riqueza potencial de fauna (IRPF), mientras que las zonas cercanas a la Cordillera de los Andes, y más alejadas del centro de la zona urbana. Consecuentemente, presentaron un mayor IRPF las comunas de Lampa, Lo Barnechea, Vitacura, y Peñalolén, seguidas de San Bernardo, Puente Alto, Pudahuel, Las Condes y Quilicura

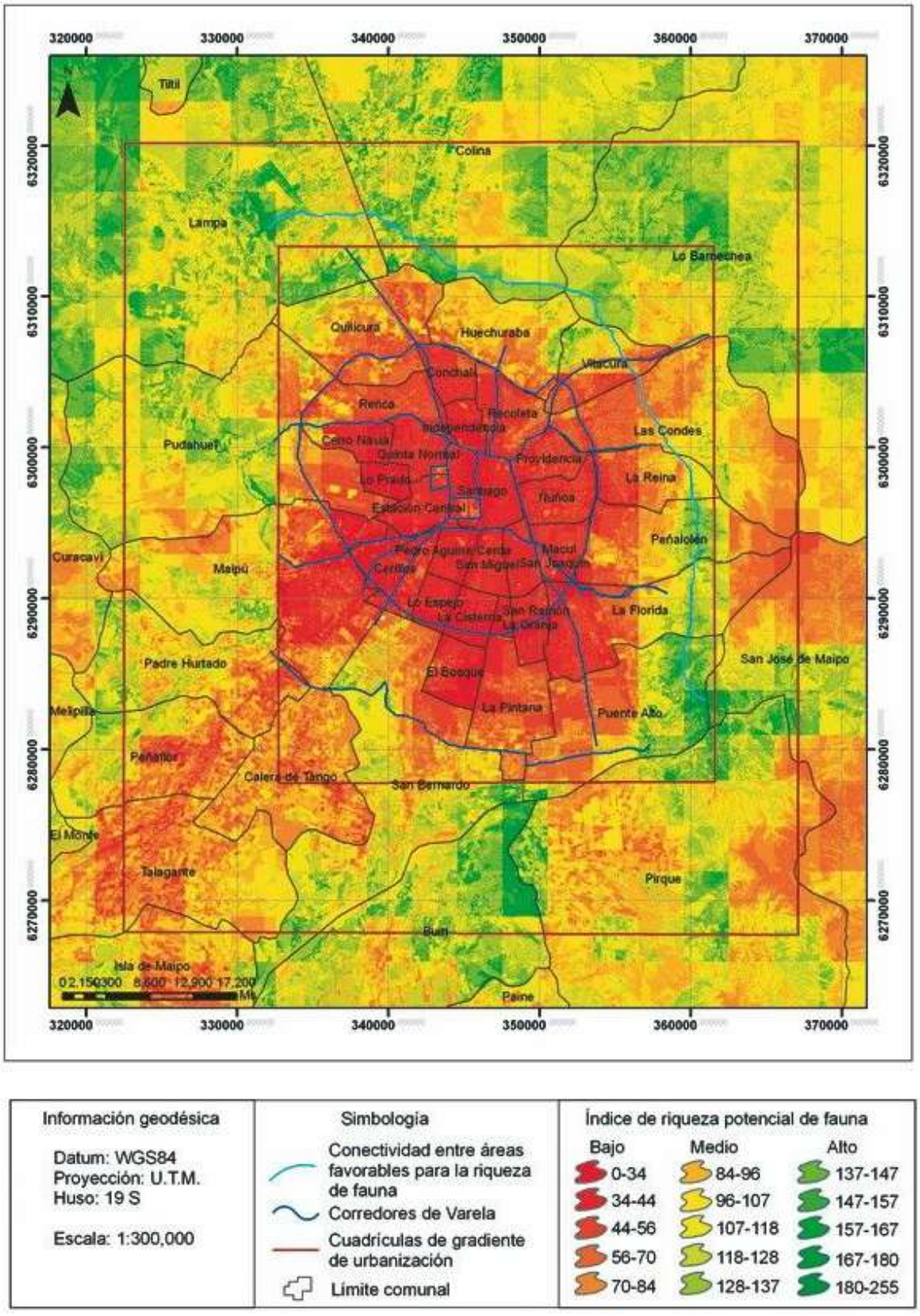
Dentro de los grupos de animales que más habitan las áreas urbanas se encuentran las aves. En cuanto a la riqueza de aves en zonas urbanas, el trabajo de Flores et al (2013), se condice con la comparación que realizó Diaz y Armesto (2003), sobre la riqueza de aves entre barrios residenciales, parques residenciales, la zona periurbana de la comuna de La Reina y la Reserva Nacional Río Clarillo. Los resultados evidenciaron una mayor riqueza en la zona periurbana de La Reina y la Reserva Nacional (27), en contraste al menor número en parques y barrios residenciales (24 y 22). Otros estudios de aves han mostrado que, en las plazas de La Reina se encontraban 18 especies en los meses de invierno (Estades, 1995). Mientras que Urquiza & Mella (2002), registraron 31 especies de aves en los meses de primavera y verano, en los principales parques de la ciudad de Santiago.

Este patrón de riqueza se presenta en distintas ciudades, por su parte Pauchard (2006) comparó la riqueza de aves entre el interior de la ciudad de Concepción y ambientes periurbanos. Al interior de la ciudad de concepción se detectó una alta abundancia de especies exóticas. En este sentido, además de la abundancia, es posible que aumente la riqueza de especies exóticas en áreas urbanas (McKInney, 2008). Un análisis similar se realizó en la ciudad de Valdivia, donde se demostró la influencia negativa en la riqueza de aves dentro de la ciudad, mientras que la riqueza aumentó en áreas verdes (Silva et al, 2015).

Es importante destacar que los terrenos baldíos en las ciudades, pueden ser una oportunidad para la conservación de la fauna en zonas urbanas. En efecto de acuerdo con Villaseñor et al. (2020), los terrenos baldíos presentaron una alta riqueza y abundancia de aves. Adicionalmente estos terrenos albergan una comunidad distinta de aves, que las que habitan en los parques urbanos, siendo mayoritaria mente nativa en los terrenos baldíos, aunque su vegetación sea mayoritariamente exótica.

En relación con otros grupos de fauna, se ha comparado la riqueza de micro mamíferos y de herpetofauna en áreas urbanas y periurbanas. El estudio de microfauna, realizado en la ciudad de Santiago, reveló un aumento en la proporción de especies exóticas en las zonas urbanas, y una disminución de especies nativas, lo que se relacionó con la cobertura de vegetación nativa, dada la calidad de hábitat que ofrecen (Fernández & Simonetti, 2012). Por otra parte, el estudio de herpetozoos demostró consecuencias negativas sobre la riqueza de estas especies, en las ciudades de Chimbarongo y Talca (San Martín-Ōrdenes, 2013).

Figura 13. Áreas favorables para la riqueza de fauna vertebrada



Información geodésica	Simbología	Índice de riqueza potencial de fauna		
Datum: WGS84 Proyección: U.T.M. Huso: 19 S Escala: 1:300,000	Conectividad entre áreas favorables para la riqueza de fauna Corredores de Varela Cuadrículas de gradiente de urbanización Límite comunal	Bajo 0-34 34-44 44-56 56-70 70-84	Medio 84-96 96-107 107-118 118-128 128-137	Alto 137-147 147-157 157-167 167-180 180-255

Fuente: Flores et al., 2013.

4. Infraestructura Verde Urbana y Servicios ecosistémicos

Como se mencionó en el inicio del capítulo, la sociedad humana obtiene beneficios por parte de la naturaleza, estos beneficios son definidos como servicios ecosistémicos, y el bienestar humano y las actividades económicas dependen de las funciones y procesos del ecosistema. Por ejemplo, nuestra seguridad alimentaria se basa en la existencia y mantenimiento de un suelo fértil, respiramos el aire que filtran las plantas; nuestras vidas y propiedades están protegidas de las inundaciones por la infiltración del suelo, los sistemas de dunas o los bosques ribereños; y nuestra salud física y mental puede depender sobre la accesibilidad a los espacios verdes.

Además, algunas soluciones técnicas basadas en la naturaleza (por ejemplo, techos verdes, jardines de lluvia de bioinfiltración, vegetación en cañones de calles) han demostrado en varios casos ser más eficiente, económico, adaptable y duradero que la infraestructura llamada " gris " o convencional. (Liquete, y otros, 2015)

Por lo que la Infraestructura Verde Urbana es un elemento necesario para el funcionamiento de la sociedad urbana, brindándonos servicios ecosistémicos, los que cuentan con la siguiente clasificación:

Tabla 5.Clasificación de los Servicios Ecosistémicos

SECCIÓN	DIVISIÓN	GRUPO
Provisión	Nutrición	Biomasa
		Agua
	Materiales	Biomasa, fibra
		Agua
	Energía	Fuentes de energía de biomasa
		Energía mecánica
Regulación y Mantención	Mediación de residuos, sustancias tóxicas y otras molestias	Mediación vía biota
		Mediación vía ecosistemas
	Mediación de flujos	Fluios de masa
		Fluios líquidos
		Flujos gaseosos/aire
	Mantenimiento de las condiciones físicas, químicas, biológicas	Control de plagas y enfermedades
		Composición y formación del suelo
		Condiciones del agua
		Regulación del clima y la composición atmosférica
Cultural	Interacciones físicas e intelectuales con los ecosistemas y paisajes terrestres/marinos [configuración ambiental]	Interacciones físicas y experienciales
		Interacciones intelectuales y de representación
	Interacciones de tipo espiritual, simbólica y otras con los ecosistemas y paisajes terrestres/marinos [configuración ambiental]	Espiritual o emblemáticos
		Otros productos culturales

Fuente: Potschin, 2011

A continuación, se menciona de manera más específica algunos ejemplos de estos beneficios

4.1. Servicios ecosistémicos de regulación

4.1.1. Filtración y drenaje del agua

La infraestructura verde tiene una estrecha relación con el agua, debido a que es un importante instrumento para lograr y mantener ecosistemas acuáticos, así como ofrece múltiples beneficios para la disponibilidad de este recurso, tales como: proveer la regulación del flujo del agua, retención del agua para su uso posterior, provisionamiento y saneamiento del agua, y reducción de desastres mediante la mitigación y prevención de inundaciones. Estos beneficios son proveídos mediante las siguientes características que posee la infraestructura verde (Unión Europea, 2020).

- Aumentar y mantener los suministros de agua (limpia) al aumentar la infiltración y la capacidad de almacenamiento de agua de humedales y el suelo, lo que facilita la recarga de los acuíferos.

- Mitigar las sequías mediante la liberación de agua por fuentes de almacenamiento natural, incluyendo el suelo, aguas superficiales, aguas subterráneas y acuíferos.

- Contribuir a la moderación de los eventos de inundación al aumentar la capacidad del paisaje para almacenar agua, reducir la velocidad del flujo de agua, aumentar la absorción del agua minimizando la escorrentía de aguas pluviales. Lo que conlleva a reducir o evitar desbordamientos en el sistema de alcantarillado y aliviar la carga en la gestión de la inundación en la infraestructura existente.

(UNEP, 2014).

Un ejemplo de donde puede contribuir la implementación de Infraestructura Verde para la mitigación de desastres naturales, es en el borde costero es de la región de Valparaíso, donde el crecimiento urbano en áreas costeras de baja elevación ha incrementado la vulnerabilidad frente a desastres y donde los eventos extremos ocurridos han generado cuantiosos daños en infraestructura costera y en conectividad (**Ver capítulo de Eventos Extremos y Desastres**). Esto se encuentra evidenciado, en el noreste de Estados Unidos, en donde los humedales permitieron ahorrar 625 millones de dólares en daños directos de las inundaciones ocasionadas por el Huracán Sandy en 2012. (Muñoz, 2019)

4.1.2. Captura de contaminantes

El servicio ecosistémico de captura de contaminantes, como el CO_2 y la depositación de material particulado (MP_{10}), se encuentra descrito en el capítulo de Biodiversidad.

4.1.3. Regulación de la temperatura

La infraestructura verde urbana permite la regulación de la temperatura mediante dos procesos:

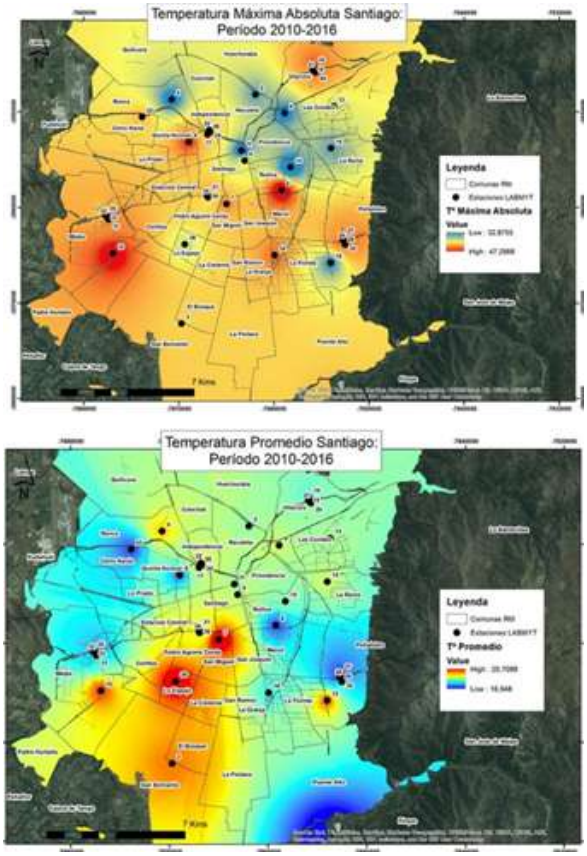
Provisión de sombra: Las hojas y ramas reducen la cantidad de radiación solar que alcanza el área debajo del dosel (techo) de un árbol o planta. La cantidad de luz solar transmitida a través del dosel varía según la especie de la planta. En verano, generalmente del 10 a 30 por ciento de la energía del sol alcanza el área debajo de un árbol, con una parte siendo absorbida por las hojas y utilizado para la fotosíntesis, y otra parte reflejándose de nuevo en la atmósfera. En invierno, la gama de luz solar transmitida a través de un árbol es mucho más amplia (10 a 80 por ciento) porque los árboles de hoja perenne y caducifolias tienen un follaje diferente en invierno, en el que las hojas caducifolias caen, dejando pasar mayor luz solar.

Evapotranspiración: Los árboles y la vegetación absorben el agua a través de sus raíces y la emiten a través de sus hojas, este movimiento de agua se llama "transpiración". Mientras que la Evaporación es la conversión del agua de líquido a gas, lo que también ocurre en el suelo alrededor de la vegetación y de los árboles, ya que interceptan la lluvia en sus hojas y otras superficies. Juntos, estos dos procesos son referidos como Evapotranspiración, el cual enfría el aire al usar el calor para evaporar el agua. (U.S. Environmental Protection Agency, 2008)

Presentando un beneficio esencial ante el incremento de olas de calor mencionado en el capítulo de Cambio Climático y una medida de mitigación para la formación de islas de calor urbanas, fenómeno que ocurre cuando se registran temperaturas mayores en un área de la ciudad en comparación a las áreas periurbanas o rurales circundantes, y que son intensificadas por las olas de calor (H.M. Imran, 2019)

Estudios en la ciudad de Santiago, "han demostrado que las islas de calor urbanas son altamente dinámicas, desplazándose diaria y horariamente.", y muestran las siguientes temperaturas extremas y promedios registrados en el periodo 2010-2016, que pueden advertir la presencia de puntos o islas de calor. (Romero, 2017)

Figura 14. Ondas y puntos de calor registrados en Santiago de Chile, 2010-2016



Fuente: .Imran, 2019.

De acuerdo con las mediciones registradas y representadas en la Figura 14, se puede mencionar lo siguiente:

Las temperaturas máximas absolutas muestran un punto de calor en el norte de la ciudad, en el centro de la comuna de Vitacura, seguida por zonas menos cálidas en el sur, abarcando las comunas de Conchalí, Recoleta, Las Condes, Providencia y La Reina. Mientras que en el centro - sur se encuentra una franja cálida, que incluye las comunas de Maipú, Quinta Normal, Macul y Peñalolén. (Romero, 2017).

Las temperaturas promedio de Santiago muestran puntos cálidos en el sector sur poniente, principalmente en las comunas de Lo Espejo, Pedro Aguirre Cerda, San Miguel, el Bosque y San Bernardo. Mientras que el sector poniente y oriente se identifican zonas menos cálidas, así como en la comuna de Puente Alto. (Romero, 2020)



4.2. Servicios ecosistémicos culturales

Estos incluyen los beneficios que las personas obtienen del contacto con los ecosistemas. Incluyen estética, beneficios espirituales y psicológicos.

- Recreación y mental y salud física: Caminar y practicar deportes en espacios verdes es una buena forma de ejercicio físico y ayuda a las personas a relajarse. El rol que el espacio verde juega en el mantenimiento de la salud mental y física es cada vez más reconocido, a pesar de las dificultades de medición.

- Turismo: Los ecosistemas y la biodiversidad juegan un papel importante para muchos tipos de turismo que a su vez proporciona un considerable beneficio para la economía y es una fuente vital de ingresos para muchos países. En 2008, las ganancias mundiales del turismo sumaron 944 mil millones de dólares. El turismo ecológico y cultural también puede educar a las personas sobre la importancia de la diversidad biológica.

- Aprecio estético e inspiración para la cultura, arte y diseño: El lenguaje, el conocimiento y el entorno natural han sido íntimamente relacionado a lo largo de la historia humana. La biodiversidad, los ecosistemas y los paisajes naturales han sido la fuente de inspiración para gran parte de nuestro arte, cultura y cada vez más para la ciencia.

- Espiritual experiencia y sentido de lugar: En muchas partes del mundo, características naturales específicas como bosques, cuevas o montañas se consideran sagrados o tienen un significado religioso La naturaleza es un elemento común de todos los principales religiones y conocimientos tradicionales y costumbres asociadas son importantes para crear un sentido de pertenencia.

(TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity, 2011)

De acuerdo con un estudio realizado por Fundación Mi Parque, en el cual se midió el impacto del proceso de recuperación[7] de plazas en la vida de los vecinos, mediante una encuesta realizada a la comunidad antes y después de la intervención, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Las plazas intervenidas fueron usadas un 55% más por niños menores de 12 años, 50% más por niños mayores a 12 años, y un 76% más por dueñas de casa. Notándose un aumento de uso familiar de estos espacios públicos.

- Aumentó un 13% el número de vecinos que participan en organizaciones comunitarias.

- Hubo una disminución de los reportes de crímenes; un 12% menos en la frecuencia de actos vandálicos en la plaza; una caída de 10% de los asaltos y robos en el parque; baja la cantidad de riñas y tiroteos observados en 12%.

- Hubo una disminución en la frecuencia de reporte de personas consumiendo alcohol o drogas en el barrio.

(J-Pal, Fundación Mi Parque y Centro UC de Políticas Públicas, 6 de mayo de 2016)

Por otra parte, se puede mencionar que, de acuerdo con sus características de trazado, la infraestructura verde ofrece un espacio de conexión entre los múltiples elementos de una zona urbana, pudiendo ser utilizada como una ruta para la circulación de vehículos no motorizados y peatones. En efecto, el Manual de recomendaciones de diseño para ciclovías inclusivas del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (2015), define a las vías verdes o vías independientes como "Vía cuyo trazado sirve exclusivamente a las necesidades de usuarios de la bicicleta o caminata. No contempla la circulación de vehículos motorizados. Son vías que siguen corredores verdes, parques lineales, riberas de

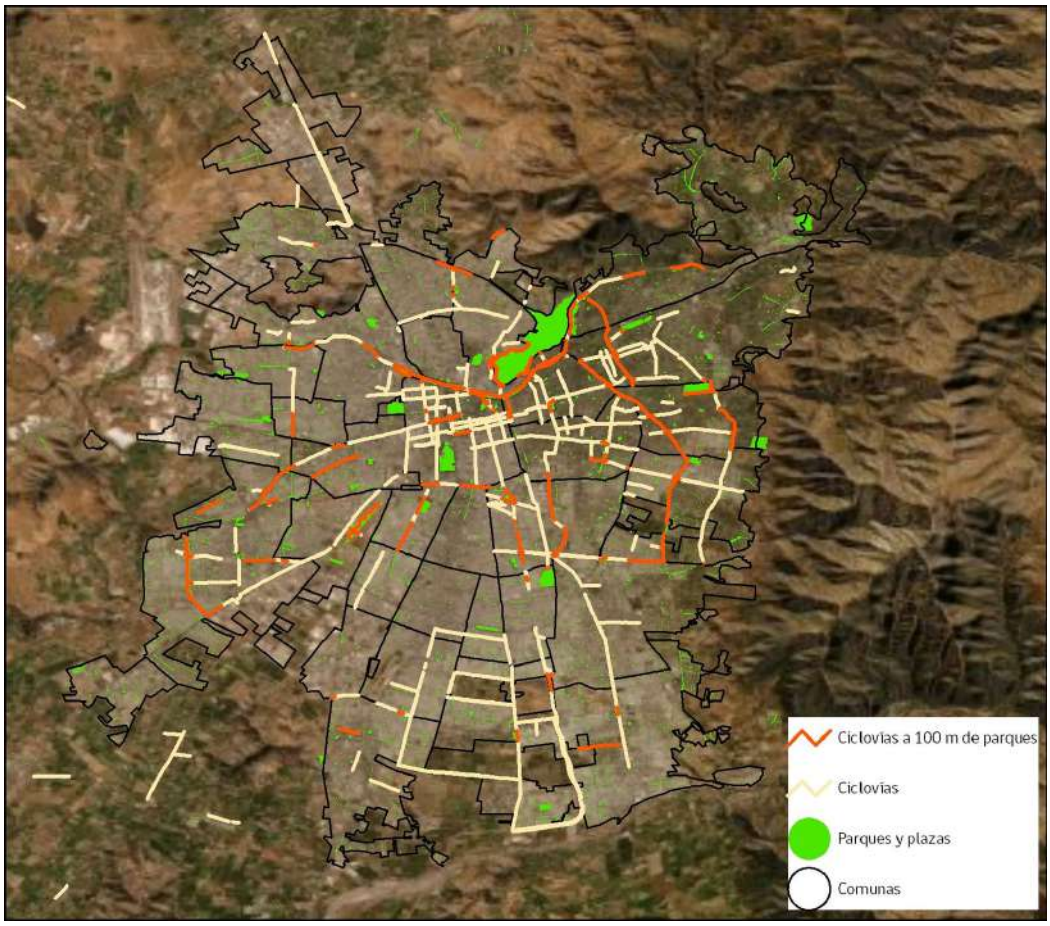
[7] La fundación concibe el espacio recuperado como una estructura urbana para el encuentro comunitario donde se conjugan las visiones de los actores tanto en el diseño como en la construcción del área verde (Fundación Mi Parque, 2017).

ríos, lagos, bordes marítimos y/o brindan conexión interurbana o rural. Sus bordes tienen nulo o bajo nivel de actividad, a diferencia del centro de la ciudad. Presentan una cantidad reducida de cruces en su trazado"

Este beneficio de conexión corresponde a un servicio ecosistémico cultural, en algunas ocasiones llamado servicio ecosistémico de "desplazamiento" (Montecinos, 2016). A este servicio ecosistémico se vincula la existencia de ciclovías que pasan cerca de parques, aumentándose de esta forma la conectividad de las personas. Por ejemplo, en la región Metropolitana, el 41,75% de las ciclovías pasa por un parque, o cerca de uno, lo que equivale a 205 km de ciclovías de un total de 401 km.



Figura 15. Accesibilidad: Proporción de ciclovías en parques o cerca de parques (100m)



Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Nacional de Estadísticas-Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano (INE-SIEDU), 2020.

Otros ejemplos de servicios ecosistémicos culturales entregados por parques fueron los analizados en el Parque Lineal San Carlos de la comuna de Peñalolén (**Figura 16**).

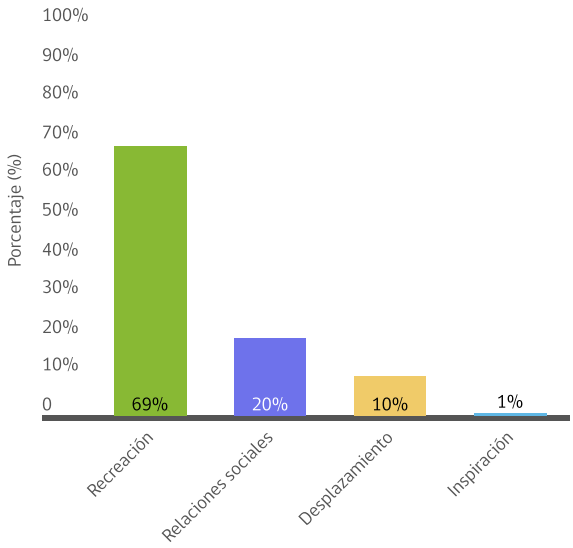
En el cual se realizaron encuestas para la obtención de datos, la caracterización general del usuario encuestado, la utilización y funcionalidad del parque, y el grado de interacción actual y factores de integración social.
Estas encuestas entregaron los siguientes resultados (**Figura 17**) respecto a la provisión de servicios ecosistémicos culturales recibidos por los usuarios del parque.

Figura 16. Parque Lineal San Carlos, comuna de Peñalolén



Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Nacional de Estadísticas-Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano (INE-SIEDU), 2020.

Figura 17. Provisión de servicios ecosistémicos culturales en el Parque Lineal Canal San Carlos, Peñalolén



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Montecinos, 2016.

El parque tiene una tendencia a proveer servicios ecosistémicos de recreación, en donde la comunidad ejerce principalmente actividades como hacer deporte, tomar aire fresco, descansar, escapar de la rutina, recorrer y pasear con la mascota, entre otros. Seguido del sistema ecosistémico de relaciones sociales, asociados a actividades como estar con los hijos, reunirse con gente, almorzar, estar en pareja o "pololear" y esperar a alguien (Montecinos, 2016).

Referencias

- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. (2008). Trees and Vegetation. En Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies. Obtenido de https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-05/documents/treesandvegcompendium.pdf
- Arriagada, M. (2020, 12 de septiembre). Mapa con los 11 parques en construcción y remodelados en la Región Metropolitana. Las Últimas Noticias, p. 16. Obtenido de https://www.lun.com/Pages/NewsDetail.aspx?dt=2020-09-12&PaginaId=16&bodyid=0
- Benedict, M. A. y McMahon, E. T. (2002). Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century. Renewable Resources Journal, 20(3). Obtenido de https://www.merseyforest.org.uk/files/documents/1365/2002+Green+Infrastructure+Smart+Conservation+for+the+21st+Century..pdf
- Castro, S., Guerrero, N., Bolados, M. % Figueroa, J. (2018). Riqueza y distribución de la flora urbana de Santiago de Chile: una aproximación basada en interpolación IDW. Caderno de Pesquisa. Santa Cruz do Sul (30), 41-54.
- J-Pal, Fundación Mi Parque y Centro UC de Políticas Públicas. (6 de mayo de 2016). Recuperación participativa de espacios públicos: ¿un camino hacia una mejor calidad de vida?, (pág. Seminario: Recuperación participativa de espacios públicos ¿un camino hacia una mejor calidad de vida?). Chile, Santiago, sala Colorada del centro de extensión de la Universidad Católica.
- Comisión Europea. (2013). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comite Ecónomico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa. Bruselas.
- Comisión Europea. (s.f.). Green Infrastructure and the Water sector. Obtenido de https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/pdf/Green%20Infrastructure/GI_water.pdf
- De la Barrera, F., Reyes-Paecke, S. & Banzhaf, E. (2016). Indicators for green spaces in contrasting urban settings. Ecological Indicators 62, 212-219.
- De la Maza, C. L. Hernández, J., Bown, H.; Rodríguez, M. & Escobedo, F. (2002). Vegetation diversity in the Santiago de Chile urban ecosystem. Arboricultural Journal 26, 347-357.
- De la Maza, C. L.; Hernández, J., Bown, H., Rodríguez, M. (2004). Diversidad Vegetacional en Santiago y su Relación con Niveles Socioeconómicos. En: Seminario Internacional: Funciones y Valores del Arbolado Urbano. Proyecto FONDEF D00I 1078. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Manejo de Recursos Forestales. Publicaciones Misceláneas Nº5. Santiago de Chile.
- Díaz, I. & Armesto, J. (2003). La Conservación de las aves silvestres en ambientes urbanos de Santiago. Revista Ambiente y Desarrollo de CIPMA 19, 31-38.
- Edáfica. (2020). Inventario de humedales urbanos y actualización Catastro Nacional de Humedales. Informe etapa III, 30/jul/2020. Santiago: Ministerio del Medio Ambiente. Obtenido de http://catalogador.mma.gob.cl:8080/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=9c526355-afda-4616-9624-8778ba4a80f1&fname=370-AGA-19-4-203%20INFORME%20ETAPA%20III_REV-D.pdf&access=public

- Ecobedo, F., Hernández, J., De la Maza, C. L., Crane, D., Nowak, D., Rodríguez, M. (2004). El Ārbol Urbano de Santiago de Chile. En: Seminario Internacional: Funciones y Valores del Arbolado Urbano. Proyecto FONDEF D00I 1078. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Manejo de Recursos Forestales. Publicaciones Misceláneas Nº5. Santiago de Chile, 2004.
- Estades, C. (1995). Aves y vegetación urbana: el caso de las plazas. Boletín Chileno de ornitología 2, 7-13.
- Figueroa, J., Teillier, S., Guerrero-Leiva, N., Ray-Bobadilla, C., Rivano, S. (2016). Vascular flora in public spaces of Santiago, Chile. Gayana Botánica 73(1), 85-103.
- Figueroa, J., Castro, S., Reyes, M., Teillier, S. (2016). Urban park area and age determine the richness of native and exotic plants in parks of a Latin American city: Santiago as a case Study. Urban Ecosystems 21, 645-655.
- Flores-Meza, S., Katunaric, M., Rovira, J. y Rebolledo, M. (2013). Identificación de áreas favorables para la riqueza de fauna vertebrada en la zona urbana y periurbana de la Región Metropolitana, Chile. Revista Chilena de Historia Natural 86(3), pp. 265-277. Obtenido de http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/2013/3/04_Flores-Meza_et_al_213.pdf
- Fernández, I. & Simonetti, J. (2012). Small mammal assemblages in fragmented shrubland of urban areas of Central Chile. Urban Ecosystems 16, 377-387.
- Fernando Magdaleno Mas, F. M. (2018). Infraestructuras verdes y azules: estrategias de adaptación y mitigación ante el cambio climático.
- Fudnación Mi Parque. (2015). Memoria 2015.
- Fundación Mi Parque. (2017). Sistematización de la experiencia: Recuperación Participativa de Plazas de Barrio.
- Fundación Mi Parque. (Abril de 2020). Qué hacemos. Obtenido de (https://www.miparque.cl/que-hacemos/#1486483942154-4c71b92e-019b
- Gobierno Regional Metropolitano de Santiago. (Abril de 2020). Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR). Obtenido de https://www.gobiernosantiago.cl/fndr/
- H.M.Imran, J. A. (2019). Effectiveness of vegetated patches as Green Infrastructure in mitigating Urban Heat Island effects during a heatwave event in the city of Melbourne. Elsevier B.V.
- Hernández, J., Escobedo, F., Pizarro, V., De la Maza, C. L. (2004). Diagnóstico de la Gestión Municipal del Arbolado urbano Público en la Ciudad de Santiago. En: Seminario Internacional: Funciones y Valores del Arbolado Urbano. Proyecto FONDEF D00I 1078. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Manejo de Recursos Forestales. Publicaciones Misceláneas Nº5. Santiago de Chile.
- Imran, H.M., Kala, J, Ng, A. y Muthukumaran, S. (2019). Effectiveness of vegetated patches as Green Infrastructure in mitigating Urban Heat Island effects during a heatwave event in the city of Melbourne. Weather and Climate Extremes 25. https://doi.org/10.1016/j.wace.2019.100217
- Intendencia de la Región Metropolitana de Santiago. (12 de Septiembre de 2020). Mapa con 11 parques en construcción y remodelados en la Región Metropolitana. Las Últimas Noticias, pág. 16.

- I-Tree. (abril de 2020). About, What is I-Tree? Obtenido de https://www.itreetools.org/about
- Liquete, C., Kleeschulte, S., Dige, G., Maes, J., Grizzeti, B., & Zulian, B. O. (2015). Mapping green infrastructure based on ecosystem servicesand ecological networks: A Pan-European case study. Environmental Science & Policy.Magdaleno, F., Cortés, F. y Molina, M. (2018). Infraestructuras verdes y azules: estrategias de adaptación y mitigación ante el cambio climático. Revista Digital Del Cedex 191. Obtenido de http://ingenieriacivil.cedex.es/index.php/ingenieria-civil/article/view/2350
- Mckinney, M. (2008.) Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. Urban Ecosystems 11, 161-176.
- McMahon, P. M. (2002). Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century. Washington, D.C. USA.
- Ministerio de Agricultura. (2008). Ley 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal. Obtenido de https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=274894
- Ministerio de Obras Públicas. (1998). DFL 850 Fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la ley 15.840, de 1964, y del DFL 206, de 1960. Obtenido de https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=97993&idParte=7232181
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (1975). D.F.L N° 458. Ley General de Vivienda y Urbanismo. Chile.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2014). Decreto N° 112, Aprueba Programa de Conservación de Parques.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2015). Serie de Espacios Públicos Urbanos: Vialidad Ciclo - Inclusiva.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2019). Informe Calidad de Vida Urbana: Uso de Parques y Plazas.
- Ministerio del Interior. (2006). DFL 1. Fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley 18.695, Orgánica Constitucional de Municipalidades. Obtenido de https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=251693
- Ministerio del Medio Ambiente. (2020a). Ley 21202. Modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos. Obtenido de https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1141461
- Ministerio del Medio Ambiente. (s.f.). Propuesta sobre el marco conceptual, definición, y calsificación de Sistemas Ecosistémicos para el Ministerio del Medio Ambiente.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2020). Servicios ecosistémicos. Obtenido de https://mma.gob.cl/servicios-ecosistemicos/
- Montecinos, J. (2016). Evaluación de la provisión de servicios ecosistémicos culturales y su contribución al bienestar social del Parque Lineal San Carlos en Peñalolén. Santiago, Chile.
- Müller, I. N. (2013). Urbanization, Biodiversity and Ecosistemyc Services: Challenges and Oportunities. USA: Springer Open.
- Muñoz, J. C. (2019). Ciudades y cambio climático en Chile: Recomendaciones desde la evidencia científica. Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

- Pauchard, A., Aguayo, M., Peña, E., & Urrutia, R. (2006). Multiple effects of urbanization on the biodiversity of developing countries: The case of a fast-growing metropolitan area (Concepción, Chile). Biological Conservation 127, 272-281.
- Peng, e. a. (2017). Ecosystem services response to urbanization in metropolitan areas: Thresholds identification.
- Potschin, M. B.-Y. (2011). Ecosystem services Exploring a geographical.
- Reyes-Paecke, S. & Meza L. (2011). Jardines residenciales en Santiago de Chile: Extensión, distribución y cobertura vegetal. Revista Chilena de Historia Natural 84, 581-592.
- Reyes-Paecke, S., Barbosa, O., Celis J., de la Barrera, F. (2018). Ecosistemas Urbanos. En: Ministerio del Medio Ambiente. Biodiversidad de Chile, patrimonios y desafíos (3ª Ed.) (pp. 101-110, Tomo 2). Santiago, Chile.
- Romero, H. &. (2017). Ondas e islas de calor registrados en Santiago de Chile en enero de 2017.
- Romero, H., Vázquez, A., Fuentes, C., Salgado, M., Schmidt, A., & Banzhaf, E. (2012). Assesing urban environmental segregation (UES). The case of Santiago de Chile. Ecological Indicators 23, 76-87.
- San Martín-Ôrdenes, J. (2013). Herpetozoos en la ciudad: antecedentes de los centros urbanos de la zona central de Chile. V Reunión Binacional de Ecología, 3-6 de noviembre 2013, Puerto Varas, Chile.
- Silva, C.P., García, C.E., Estay, S. A. & Barbosa, O. (2015). Bird Richness and Abundance in Response to Urban Form in Latin American City: Valdivia, Chile as a Case study. Plos ONE 10(9), e0138120.
- Flores-Meza, S, M. K.-N.-S.-G. (2013). Identificación de áreas favorables para la riqueza de fauna vertebrada en la zona urbana y periurbana de la Región Metropolitana, Chile. Revista chilena de historia natural.
- Stgo+ Sistema de Infraestructura Verde. (2019). Reconectando Naturaleza y Ciudad. Santiago, Chile.
- TEEB - The Economics of Ecosystems and Biodiversity. (2011). TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban management.
- TEEB - The Economics of Ecosystems and Biodiversity. (Abril de 2020). Glossary of terms. Obtenido de http://www.teebweb.org/resources/glossary-of-terms/

- U.S. Environmental Protection Agency. (2008). Trees and Vegetation." In: Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies.
- UNEP. (2014). Green Infraestructure: Guide for Water Managment.
- Union Europea. (2014). Construir una infraestructura verde para Europa.
- Unión Europea. (abril de 2020). Green Infrastructure – Studies and publications. Obtenido de https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/pdf/Green%20Infrastructure/GI_water.pdf
- Unión Europea. (s.f.). Green Infrastructure and the Water sector.
- Urquiza, A. & Mella, J. (2002). Riqueza y diversidad de aves en parques de Santiago durante el periodo estival. Boletín Chileno de Ornitología 9: 12-21
- Vásquez, A. E. (2016). Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile.
- Villaseñor, N, Chiang, L. Hernández, J. & Escobar, M. (2020). Vacant lands as refuges for native birds: An opportunity for biodiversity conservation in cities. Urban Forestry & Urban Greening 49, https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126632.



CAPÍTULO **10**

RESIDUOS



RESIDUOS GENERADOS EN CHILE

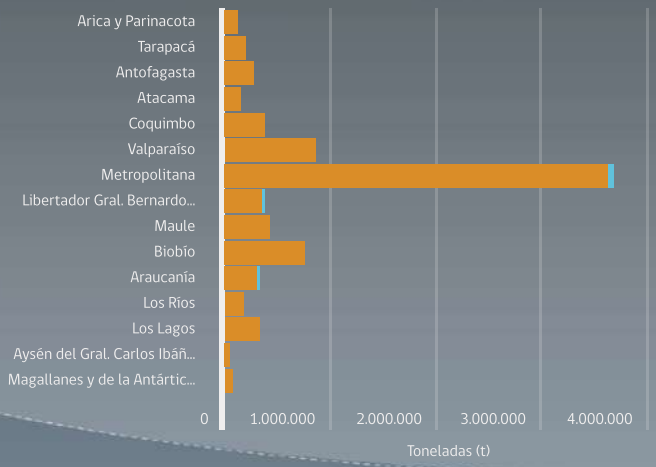
RESIDUOS

En Chile, el 2018 se generaron 19,6 millones de toneladas de residuos, un 1,6% más que el año anterior

Residuos municipales per cápita por año 436 kg

Los residuos se generan como consecuencia de un modelo lineal de producción y consumo que se basa en extraer, producir, consumir y eliminar para satisfacer las necesidades humanas (habitación, alimento, vestimentas, transporte, comunicación, etc.), Como contraste al enfoque lineal, el enfoque de la economía circular aporta una nueva forma de concebir el destino de los residuos y el producir bienes y servicios basados en mayor productividad de materiales. Los 3 principios básicos de la economía circular son: ELIMINAR los residuos y la contaminación desde el diseño, MANTENER los productos y materiales en uso por el mayor tiempo posible y REGENERAR los sistemas naturales

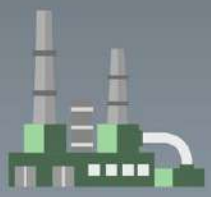
GENERACIÓN DE RESIDUOS MUNICIPALES A NIVEL REGIONAL 2018



CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS, 2018

2,7% RESIDUOS PELIGROSOS

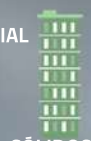
97,3% RESIDUOS NO PELIGROSOS



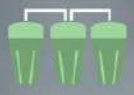
3,1% ORIGEN INDUSTRIAL



53,4% ORIGEN INDUSTRIAL

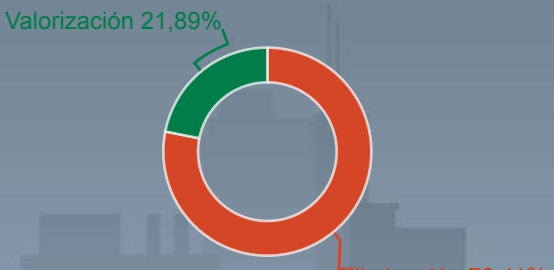


41,7% SÓLIDOS MUNICIPALES



1,8% Lodos provenientes de Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas

¿QUÉ SE HIZO CON LOS RESIDUOS NO PELIGROSOS?



VALORIZACIÓN

Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar un residuo, uno o varios de los materiales que lo componen y/o el poder calorífico de los mismos. La valorización comprende la preparación para la reutilización, el reciclaje y la valorización energética

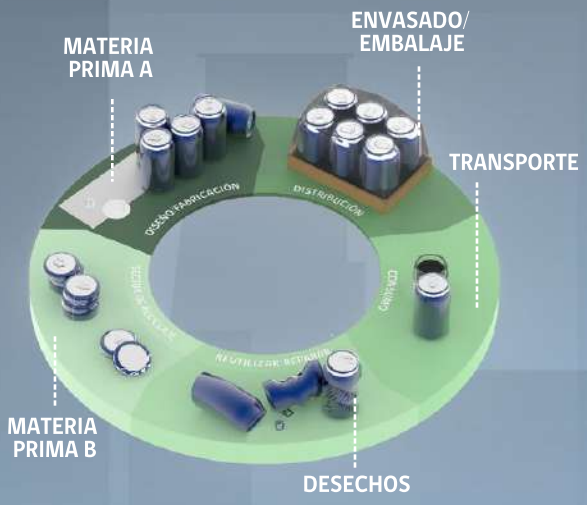
ELIMINACIÓN

Todo procedimiento cuyo objetivo es disponer en forma definitiva o destruir un residuo en instalaciones autorizadas



ECONOMÍA CIRCULAR

Tiene como objetivo implantar una economía basada en el principio de "cerrar el ciclo de vida" de los productos, produciendo bienes y servicios a la vez que se reduce el consumo y desperdicio de materias primas, agua y energía.



CONTENIDO

Introducción
1. Antecedentes
   1.1. Residuos
2. Presión: Generación de Residuos
   2.1. Generación de Residuos a Nivel Nacional
   2.2. Generación Residuos no Peligrosos Municipales
   2.3. Generación de Residuos Industriales no Peligrosos
   2.4. Generación de Lodos por Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas
   2.5. Residuos Peligrosos
   2.6. Generación Residuos de la Construcción y Demolición (RCD)
   2.7. Disposición de Residuos a Nivel Nacional
   2.8. Inequidad Ambiental en materia de disposición final de Residuos
3. Efectos Negativos de la Disposición Final de Residuos en el Medio Ambiente y la Salud Humana
   3.1 Impacto ambiental en suelos
   3.2 Emisiones de gases de efecto invernadero
   3.3 Impactos en la salud humana y calidad de vida
4. Valorización de los residuos en Chile
   4.1. Hacia un enfoque de economía circular (EC)
Referencias

INTRODUCCIÓN

La principal problemática de residuos en el país está relacionada con la falta de reciclaje, ya que los residuos, tanto municipales como industriales son enviados en su mayor parte a disposición final (99% y 78%, respectivamente), producto de una lógica tradicional de extraer – producir – consumir – desechar.

La respuesta a la generación de residuos consiste en la recolección de éstos y su disposición en sitios diseñados con el fin de mitigar los efectos nocivos al medio ambiente y la salud humana. La economía circular es la alternativa que, según la definición del parlamento europeo (Parlamento Europeo, 2020), "es un modelo de producción y consumo que implica compartir, reutilizar, reparar, restaurar y reciclar materiales y productos existentes el mayor tiempo posible. De esta forma, se prolonga el ciclo de vida de los productos. La economía circular, por tanto, va más allá del reciclaje de los residuos. Implica en última instancia satisfacer las necesidades básicas de la sociedad, pero reduciendo la cantidad de materiales que se extraen de la naturaleza. La obsolescencia programada de los productos, es decir que se diseñan para tener una vida útil limitada, no solamente implica el desecho del producto obsoleto. También hace que los consumidores adquieran nuevos productos para la misma función, lo que implica una presión sobre la extracción de recursos desde la naturaleza".

El enfoque de la economía circular aporta una nueva forma de concebir el destino de los residuos y de producir bienes y servicios sobre la base de una mayor productividad de materiales previniendo la generación de dichos residuos y aprovechando (valorizando) aquellos que son generados.

1. Antecedentes

1.1. Residuos

Los residuos se generan como consecuencia de un modelo lineal de producción y consumo que se basa en extraer, producir, consumir y eliminar para satisfacer las necesidades humanas (habitación, alimento, vestimentas, transporte, comunicación, entre otros otras) (Fundación Ellen MacArthur, 2014). Para entender mejor este modelo, es posible cuantificar y analizar el flujo de materiales en la economía (**Ver capítulo de Fuerzas Motrices**)

Bajo el modelo lineal, en la etapa de extracción de recursos desde la naturaleza, se descartan millones de toneladas de materiales que no son de interés, a lo que se agrega en ocasiones el uso de insumos químicos y/o biológicos cuyos desechos pueden llegar a ser altamente tóxicos. Posteriormente los productos para consumo generalmente se empaquetan con plásticos, papel, cartón, y otros materiales que en su mayoría también son desechados. Por último, luego de ser consumidos o utilizados, se generan residuos por el desperdicio de aquello no consumido o por la obsolescencia o fin de la vida útil de los productos.

Clasificación de residuos según su característica

- **Residuo peligroso**: residuo o mezcla de residuos que presenta riesgo para la salud pública y/o efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto.

- **Residuo no peligroso**: residuo que no presenta riesgo para la salud pública ni efectos adversos al medio ambiente.

- **Residuo inerte**: es un residuo no peligroso que no experimenta variaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto.

Según su origen, los principales son:

- **Residuos sólidos municipales:** incluye residuos sólidos domiciliarios y residuos similares a los anteriores generados en el sector servicios y pequeñas industrias. También se consideran residuos sólidos municipales a los derivados del aseo de vías públicas, áreas verdes y playas.

- **Residuo industrial:** residuos resultantes de los procesos de fabricación, transformación, utilización, consumo, limpieza o mantenimiento, generados por la actividad industrial. Son aquellos residuos sólidos o líquidos, o combinaciones de éstos, provenientes de los procesos industriales y que por sus características físicas, químicas o microbiológicas no puedan asimilarse a los residuos domésticos (Definición del D.S.N°594/99 MINSAL). (Ministerio de Salud, 2000).

De esta manera, es posible afirmar que los residuos tienen efectos negativos en el medio ambiente más aun, cuando se trata de residuos peligrosos que conllevan riesgo para la salud pública y para el medio ambiente, para lo cual se consideran características de toxicidad, inflamabilidad, reactividad, corrosividad. Los residuos no peligrosos también pueden tener efectos negativos en el medio ambiente en caso de un manejo inadecuado, como por ejemplo contaminación del suelo, agua, aire, efectos negativos a flora y fauna y generación de gases de efecto invernadero.

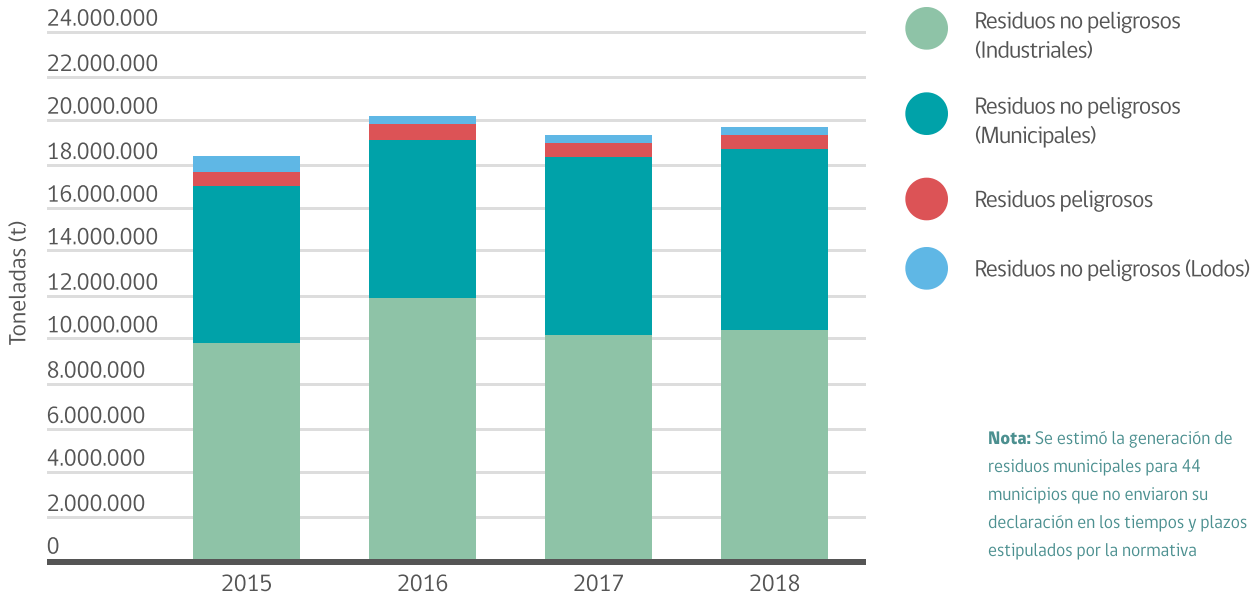
2. Presión: Generación de residuos

2.1. Generación de Residuos a Nivel Nacional

Desde 2015 en Chile se dispone de registros administrativos que dan cuenta de la generación de residuos a nivel nacional. Son clasificados según su origen en residuos industriales peligrosos y no peligrosos, residuos municipales (aquellos producidos por una comuna y gestionada su recolección por el municipio) y lodos provenientes de las plantas de tratamiento de aguas servidas.

Es así como en 2018 se registra una generación total país de 19,6 millones de toneladas de residuos sólidos, de los cuales 97% son no peligrosos (53% de origen industrial, 42% municipales[1] y 2% lodos de plantas de tratamiento de aguas servidas), en tanto el restante 3% corresponde a residuos peligrosos **(Figura 1)**[2].

Figura 1. Generación de residuos a nivel nacional según origen, 2015 – 2018



Nota: Se estimó la generación de residuos municipales para 44 municipios que no enviaron su declaración en los tiempos y plazos estipulados por la normativa

Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) - Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), Sistema de Declaración y Ministerio de Salud (MINSAL) - Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos (SIDREP), 2020.

[1] Se estimó la generación de residuos para 44 municipios que no enviaron su declaración en los tiempos y plazos estipulados por el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC).
[2] Estas cifras no incluyen estimaciones que se han realizado para el total de los residuos de la construcción, los cuales se presentan por separado.

2.2. Generación Residuos no Peligrosos Municipales

La gestión de los residuos sólidos municipales es responsabilidad de los municipios de cada comuna del país y, por lo general, comprende su recolección, transporte y disposición final.

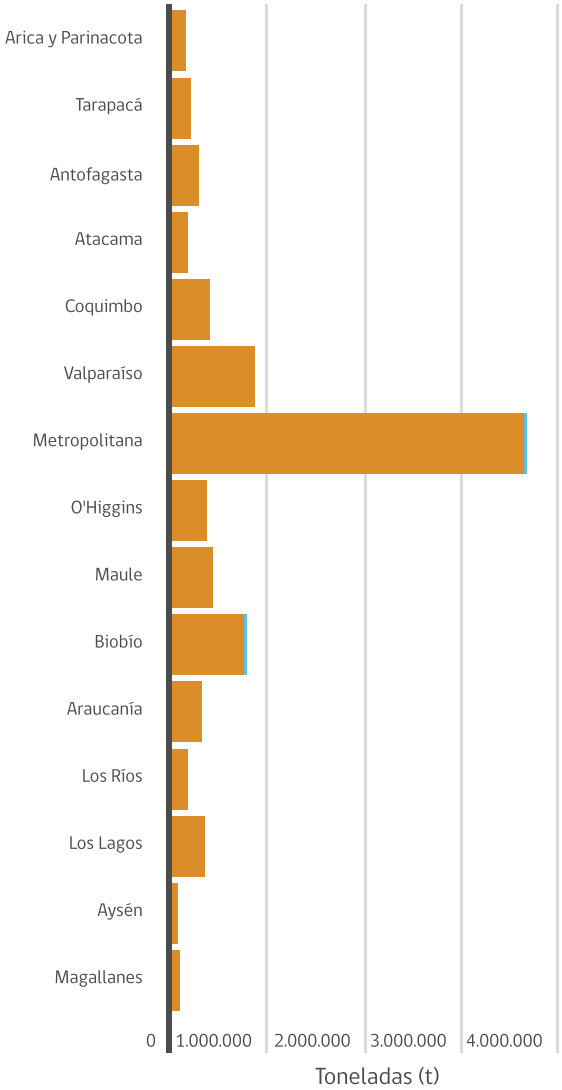
El Ministerio del Medio Ambiente creó el Sistema Nacional de Declaración de Residuos (Sinader), implementando una plataforma web a través de la cual las municipalidades deben declarar el manejo de los residuos recolectados en su comuna, utilizando la clasificación del Listado de Residuos Europeo (LER).

De acuerdo con la información reportada el año 2018 en Sinader, 99% de los residuos municipales va a eliminación y solo 1% a valorización. Cabe precisar que gran parte de los municipios no declara su valorización, entre otras razones porque esta labor es realizada por terceros y no cuentan con ese dato.

En 2018 se generaron 8.177.448 toneladas de residuos municipales, con una población proyectada de 18.751.405 habitantes, lo que significa un promedio de 1,19 kilos al día por habitante.

De ese total de residuos municipales, 44,9% corresponde a la Región Metropolitana, la que concentra 41,1% de la población del país, seguida por las regiones de Valparaíso[3], 10,6% del total nacional, Biobío (9,3%) y Coquimbo (5,2%). Las regiones que presentan las menores cantidades de residuos sólidos municipales, con porcentajes bajo 2%, son Aysén, Magallanes, Arica y Parinacota y Atacama (**Figura 2)**. Estas regiones tienen, también, los porcentajes más bajos de población.

Figura 2. Generación de Residuos Municipales a Nivel Regional estimado (en base a lo reportado en SINADER), 2018



Nota; Se estimó la generación de residuos municipales para 44 municipios que no enviaron su declaración en los tiempos y plazos estipulados por la normativa

Eliminación Valorización

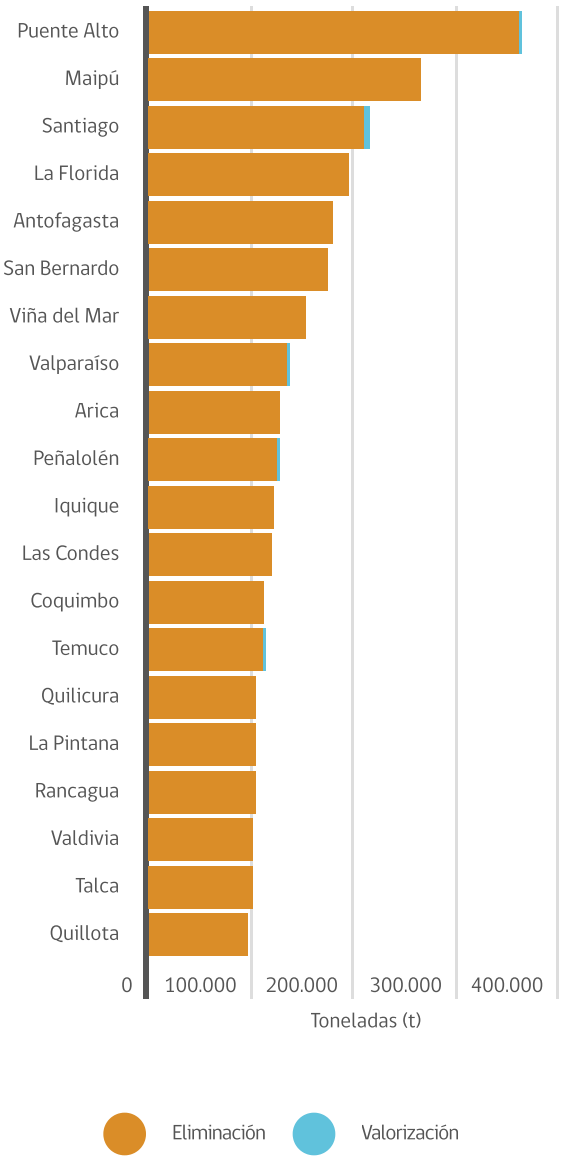
Download data

Fuente: Elaboración propia con Datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) - Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), 2020.

[3] Una de las causas probables de que la Región de Valparaíso se encuentre en el segundo lugar, es la gran cantidad de población flotante que concentra, especialmente en el verano.

Al analizar los datos de generación de residuos municipales, Puente Alto, en la Región Metropolitana, es la comuna que presenta el mayor volumen: 360.451 toneladas (**Figura 3**). Es también la comuna más poblada del país, con 568.106 habitantes según el censo 2017.

Figura 3. 20 Comunas con la mayor generación de Residuos Municipales por tipo de tratamiento (Eliminación/Valorización), 2018

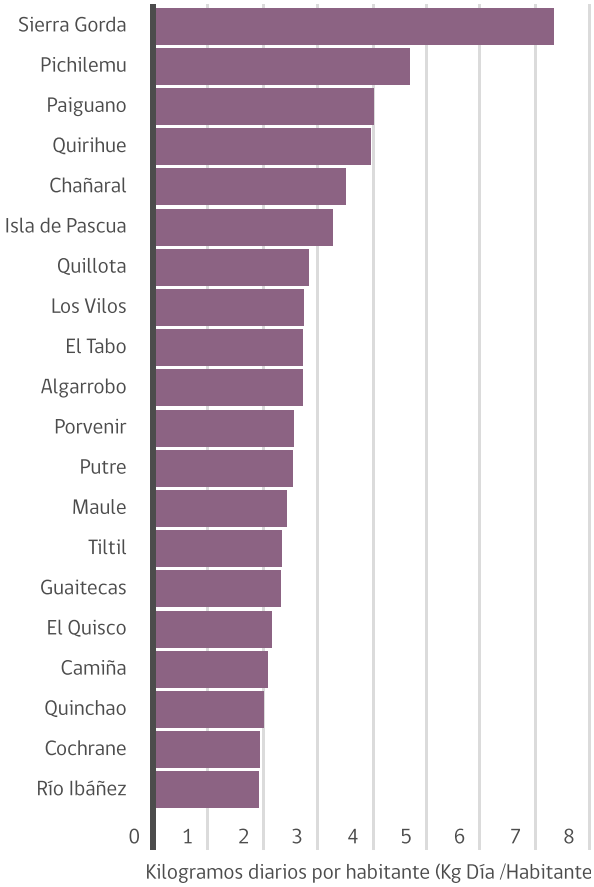


Download data

Fuente: Elaboración propia con Datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) - Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), 2020.

Sobre la base de las declaraciones hechas por los municipios a través del Sinader, en 2018 hubo un aumento en la generación per cápita de residuos municipales a nivel nacional. La comuna del país con la mayor tasa de generación de residuos municipales per cápita es Sierra Gorda, con 7,3 kilos por habitante al día. Se trata de una pequeña comuna rural de la Región de Antofagasta, con alrededor de 10 mil habitantes, cercana a numerosas faenas mineras, por lo que podría asociarse a la población flotante que realiza estas labores (**Figura 4**).

Figura 4. Comunas con la mayor tasa Per Cápita de Residuos Municipales, 2018



Download data

Fuente: Elaboración propia con Datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) - Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), 2020, e Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2020.

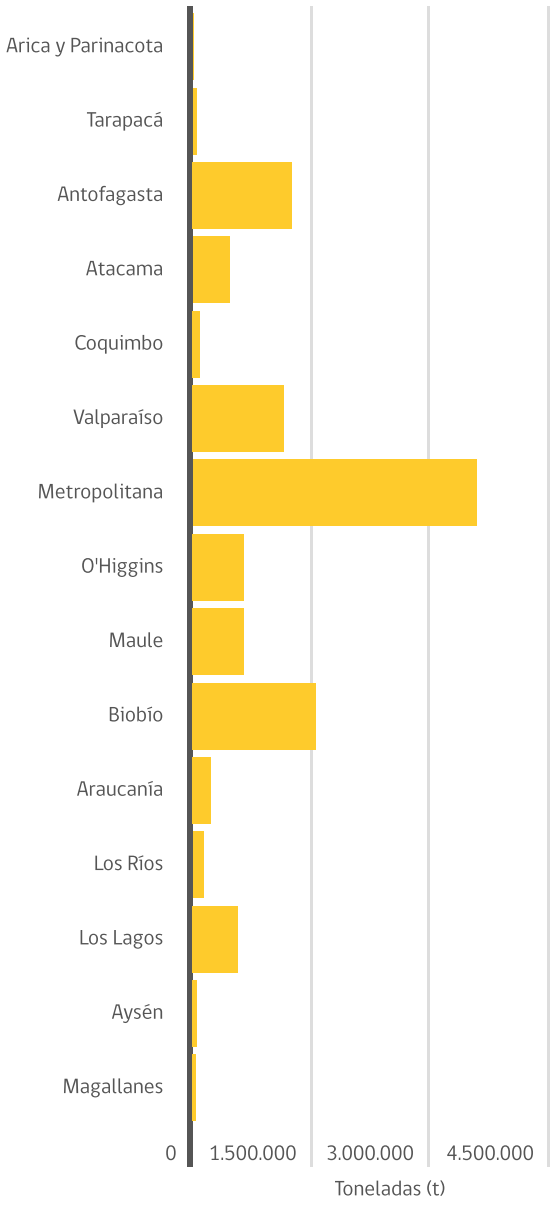
2.3. Generación de Residuos Industriales no Peligrosos

Según lo indica el decreto supremo 1/2013 del Ministerio del Medio Ambiente, los establecimientos industriales que producen más de 12 toneladas de residuos no peligrosos al año deben declararlos anualmente en el Sinader, utilizando la clasificación del LER.

Para este informe no se considera la generación y el manejo de los residuos radioactivos, reglamentado y fiscalizado por la Comisión Chilena de Energía Nuclear. Tampoco son declarados residuos estériles, minerales de baja ley, minerales tratados por lixiviación, relaves o escorias provenientes de operaciones de extracción, beneficio o procesamiento de minerales, siempre y cuando la disposición final no se efectúe en conjunto con residuos sólidos domésticos u otros similares.

Sobre la base de la información declarada para 2018 en el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), 34% de los residuos industriales no peligrosos del país se genera en la Región Metropolitana, seguida por las regiones del Biobío (15% del total nacional), Antofagasta (12%) y Valparaíso (11%). Por su parte, las regiones extremas de Arica y Parinacota, Tarapacá, Aysén y Magallanes son las que presentan menores cantidades, con porcentajes bajo 1% (**Figura 5**).

Figura 5. Generación de Residuos Industriales no peligrosos por región, 2018



Download data

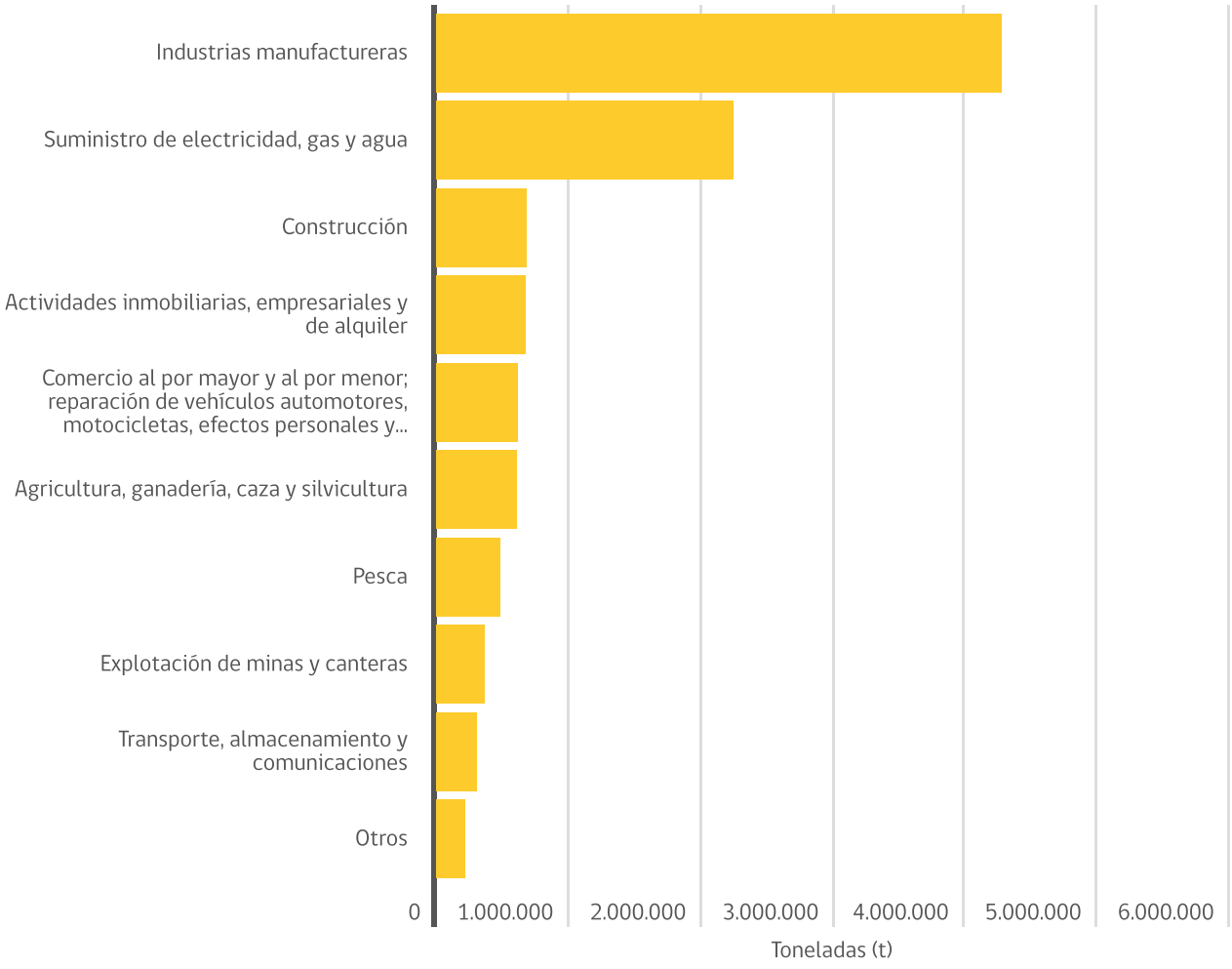
Fuente: Elaboración propia con Datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) - Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), 2020.

En 2018, el total de residuos industriales no peligrosos ascendió a 10,5 millones de toneladas, que representan 50% de los residuos generados en el país.

De acuerdo con la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), al sector industrias manufactureras corresponde la mayor generación de los residuos industriales no peligrosos, con 40,8%, seguido por el sector suministro de electricidad, gas y agua, con 21,5% (**Figura 6**).



Figura 6. Generación de residuos industriales no peligrosos según Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), 2018



Download data

Fuente: Elaboración propia con Datos del Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) - Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), 2020.

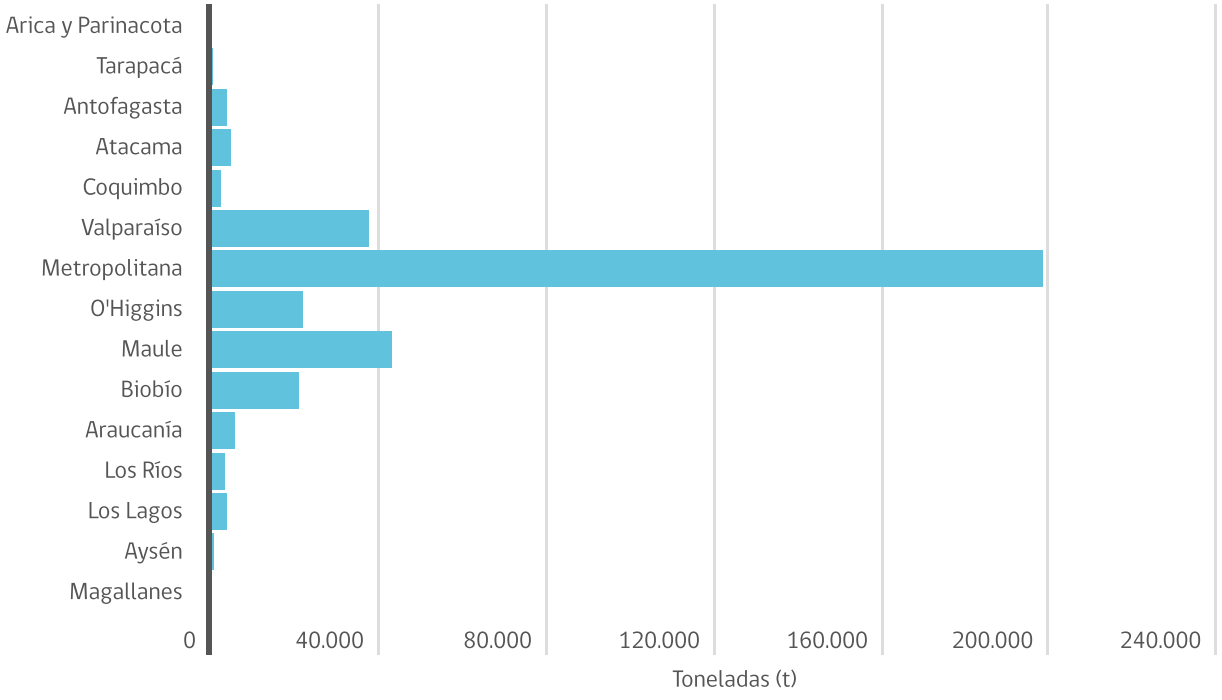
2.4. Generación de Lodos por Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas

La generación de lodos provenientes de plantas de aguas servidas se encuentra concentrada principalmente en la Región Metropolitana, con un volumen de 198.085 toneladas en 2018, según lo declarado por las empresas sanitarias en el SINADER, lo que representa 57,8% del total nacional. Esto producto de que la región cuenta con una población proyectada a 2018 de 7.702.891 habitantes, según el censo 2017.

A continuación, se ubican las regiones del Maule y Valparaíso, con 12,5% y 11% del total nacional (**Figura 7**).



Figura 7. Generación de Lodos de Plantas de Aguas Servidas a nivel regional, 2018



Download data

Fuente: Elaboración propia con Datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) - Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), 2020.

Nota: Se contabiliza las declaraciones realizadas por 190 establecimientos pertenecientes al rol Generador de lodos de plantas de tratamiento de aguas servidas en SINADER.

2.5. Residuos Peligrosos

De acuerdo con estimaciones del Banco Mundial, a nivel global se genera diariamente un promedio de 0,32 kilogramos de residuos peligrosos per cápita. Considerando una población mundial de 7.794.798.729 habitantes, a diario se llegaría a cerca de 2.494.336 toneladas de residuos peligrosos en el mundo (Kaza, 2018). En Chile, la generación per cápita día de residuos peligrosos alcanza los 0,09 kilogramos per cápita diarios; es decir, cuatro veces menos que el promedio mundial.

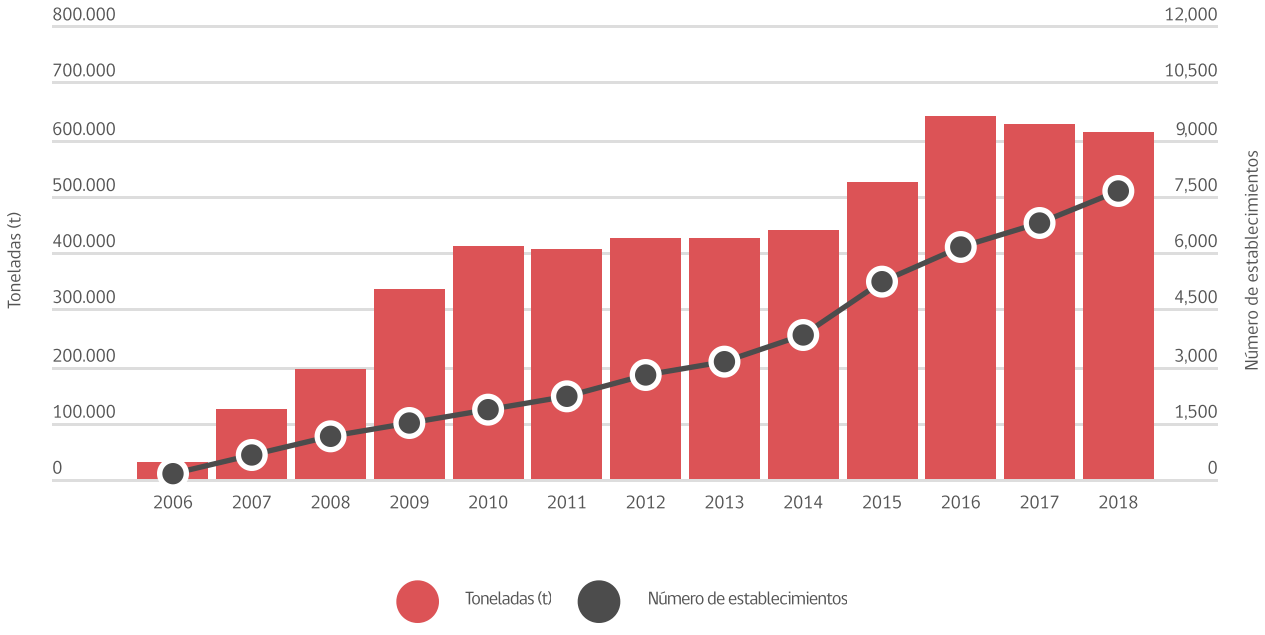
Al reglamentar su manejo, a través del Decreto Supremo N°148/2003, El Ministerio de Salud define residuo peligroso, como "residuo o mezcla de residuos que presenta riesgo para la salud pública y/o efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto, como consecuencia de presentar algunas de las características señaladas en el artículo 11", es decir:

a) toxicidad aguda,
b) toxicidad crónica,
c) toxicidad extrínseca,
d) inflamabilidad,
e) reactividad y
f) corrosividad.

Bastará la presencia de una de estas características en un residuo para que sea calificado como "peligroso." (Ministerio de Salud, 2003).

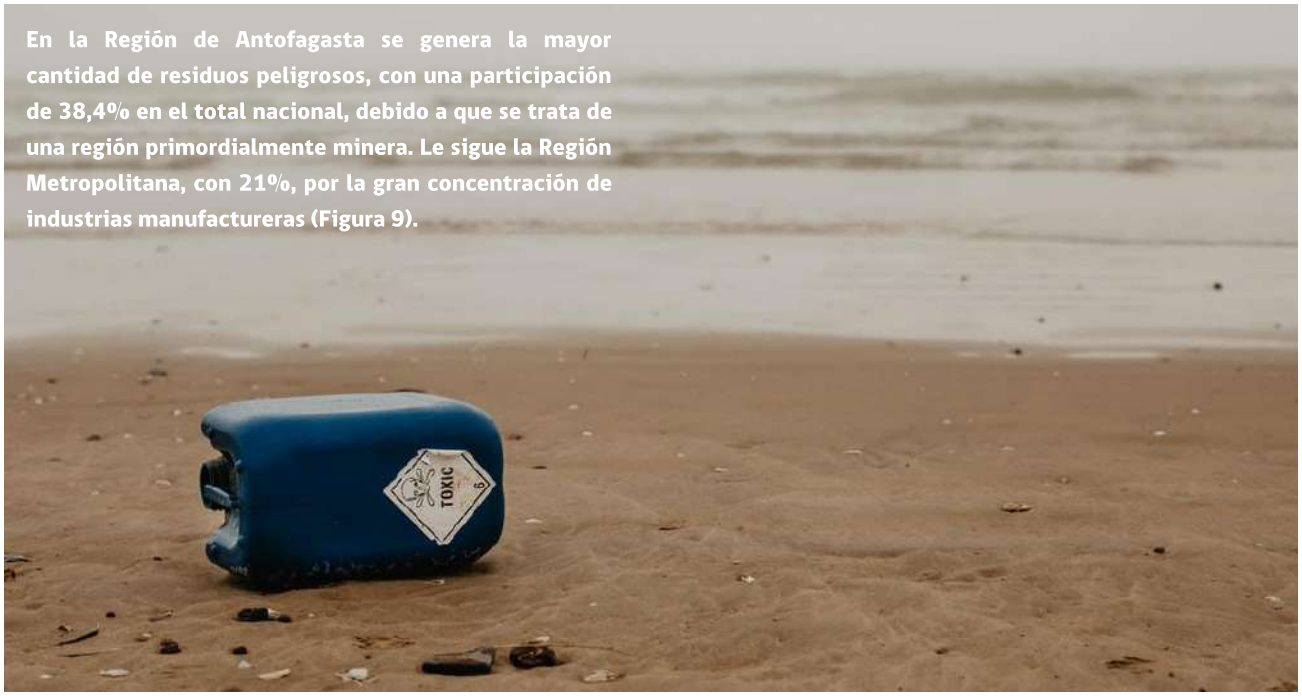
La generación de residuos peligrosos exhibe una fuerte alza entre los años 2006 y 2018, lapso en que ha habido un aumento considerable tanto de los establecimientos que declaran como del volumen de residuos peligrosos, los que pasaron de 26.840 toneladas a 612.427 toneladas entre ambos años, con una punta en 2016 de 641.993 toneladas (**Figura 8**).

Figura 8. Generación de residuos peligrosos, 2006- 2018



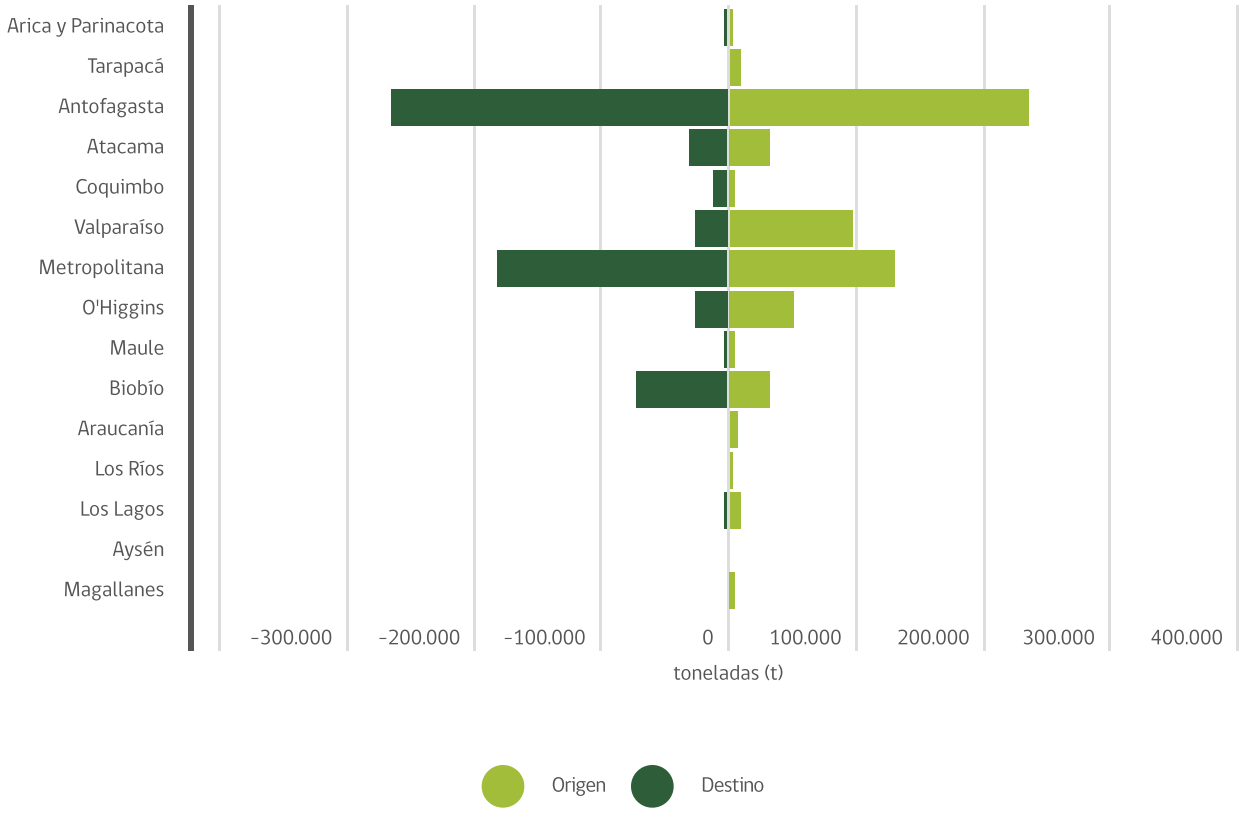
Download data

Fuente: Elaboración Propia con datos de Ministerio de Salud (MINSAL), Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos (SIDREP), 2020.



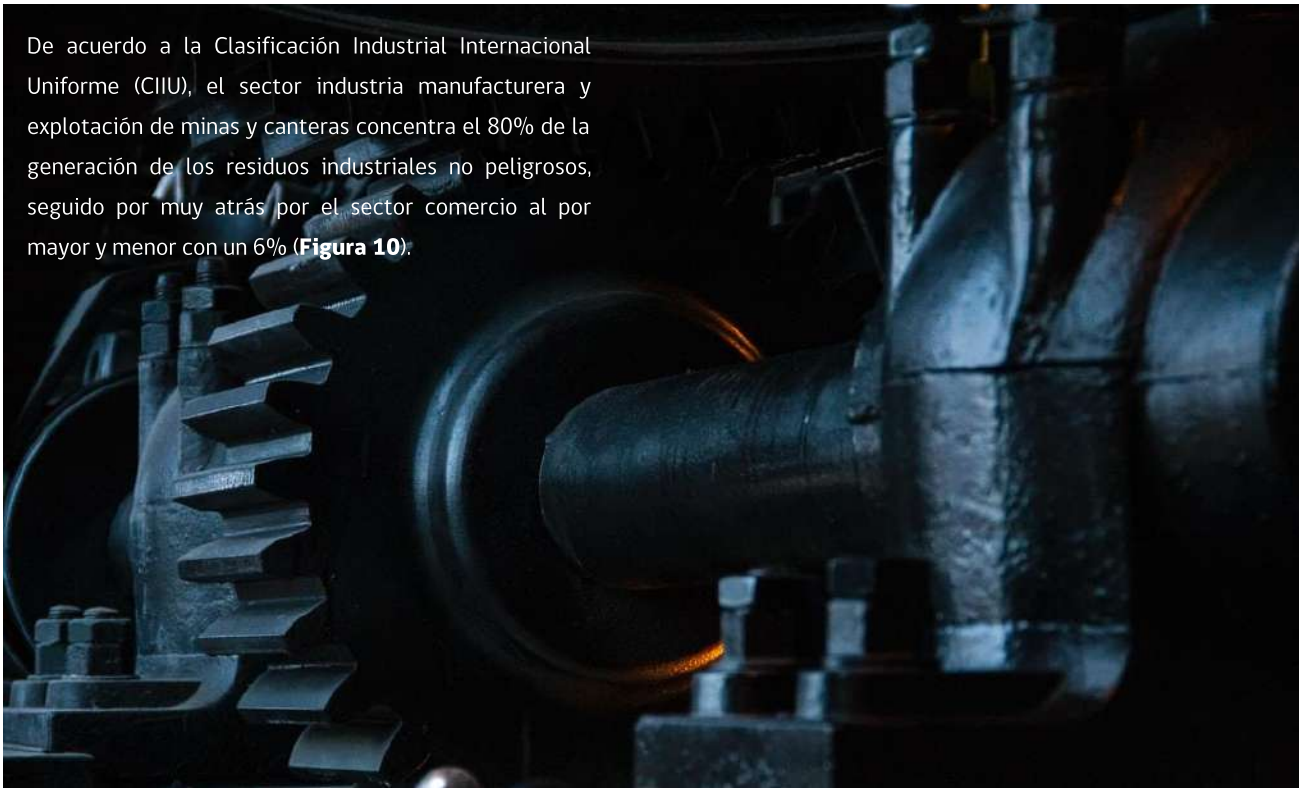
En la Región de Antofagasta se genera la mayor cantidad de residuos peligrosos, con una participación de 38,4% en el total nacional, debido a que se trata de una región primordialmente minera. Le sigue la Región Metropolitana, con 21%, por la gran concentración de industrias manufactureras (Figura 9).

Figura 9. Origen y destino de los residuos peligrosos a nivel regional, 2018



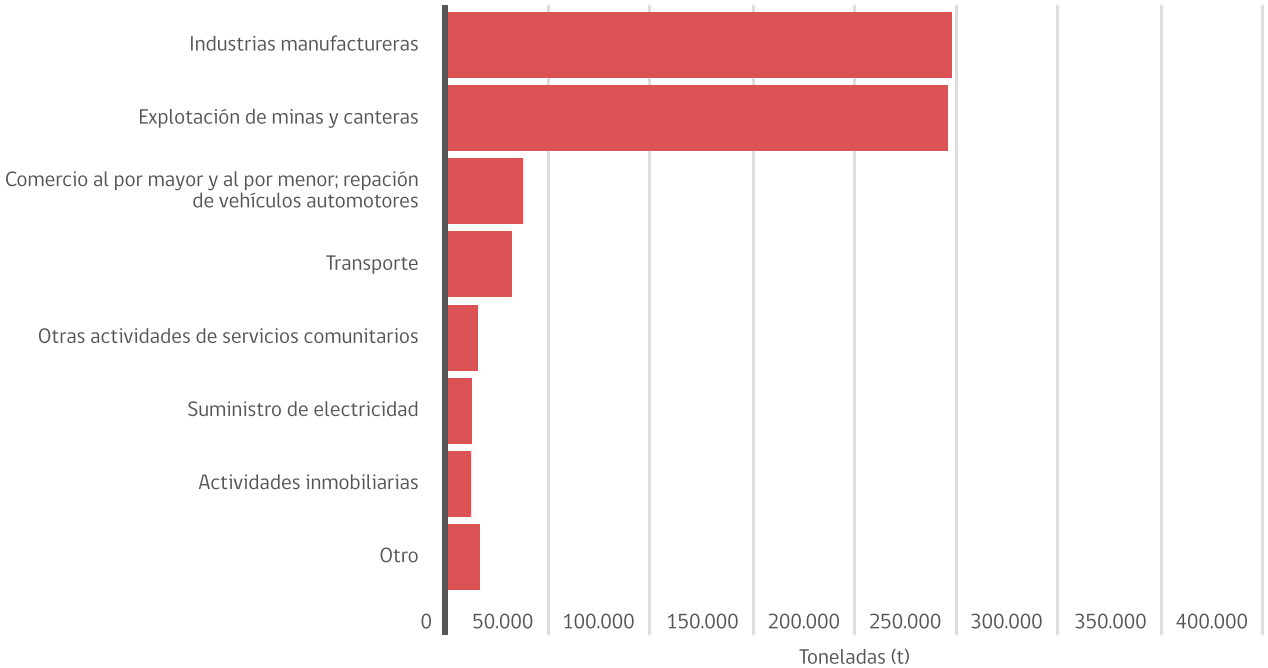
Download data

Fuente: Elaoración Propia con datos de Ministerio de Salud (MINSAL), Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos (SIDREP), 2020.



De acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), el sector industria manufacturera y explotación de minas y canteras concentra el 80% de la generación de los residuos industriales no peligrosos, seguido por muy atrás por el sector comercio al por mayor y menor con un 6% (**Figura 10**).

Figura 10. Generación de residuos peligrosos por CIIU, 2018



Download data

Fuente: Elaboración Propia con datos de Ministerio de Salud (MINSAL), Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos (SIDREP), 2020.

2.6. Generación Residuos de la Construcción y Demolición (RCD)

La construcción y la producción de insumos de construcción son las actividades que presentan las más altas tasas de consumo de materiales a nivel mundial (Eurostat, 2015). Los principales insumos que se utilizan y extraen de la naturaleza para la construcción de edificación e infraestructura son: áridos, cemento, hierro, aluminio, cobre, madera, asfalto, yeso, ladrillos y plásticos, de los cuales un alto porcentaje se desecha durante la construcción; también se convierten en residuos cuando se lleva a cabo la demolición o al ser afectados por desastres como terremotos y tsunamis.

Su composición variada incluye residuos inertes, como materiales pétreos, que no interactúan con el medio; no inertes, como maderas, yesos y plásticos, que se degradan en el medio ambiente interactuando con este; residuos peligrosos, regulados en Chile por el mencionado decreto supremo 148/2003 del Ministerio de Salud, e incluso explosivos.

Un manejo inadecuado de los residuos de la construcción y la demolición (RCD) puede producir efectos negativos para el medio ambiente y la salud de las personas. Ello ocurre cuando se crean vertederos ilegales, basurales y microbasurales, lo mismo cuando se afecta sitios como humedales, orillas de ríos, quebradas, piscinas aluvionales y zonas con patrimonio arqueológico, dañando lugares que tienen valor ambiental, histórico y/o cultural. A su vez, por ejemplo, son situaciones graves, las ocasionadas por las emisiones de gases contaminantes, la liberación de asbesto y compuestos orgánicos persistentes, y la lixiviación de residuos peligrosos, con riesgos de incendios, derrumbes y accidentes.



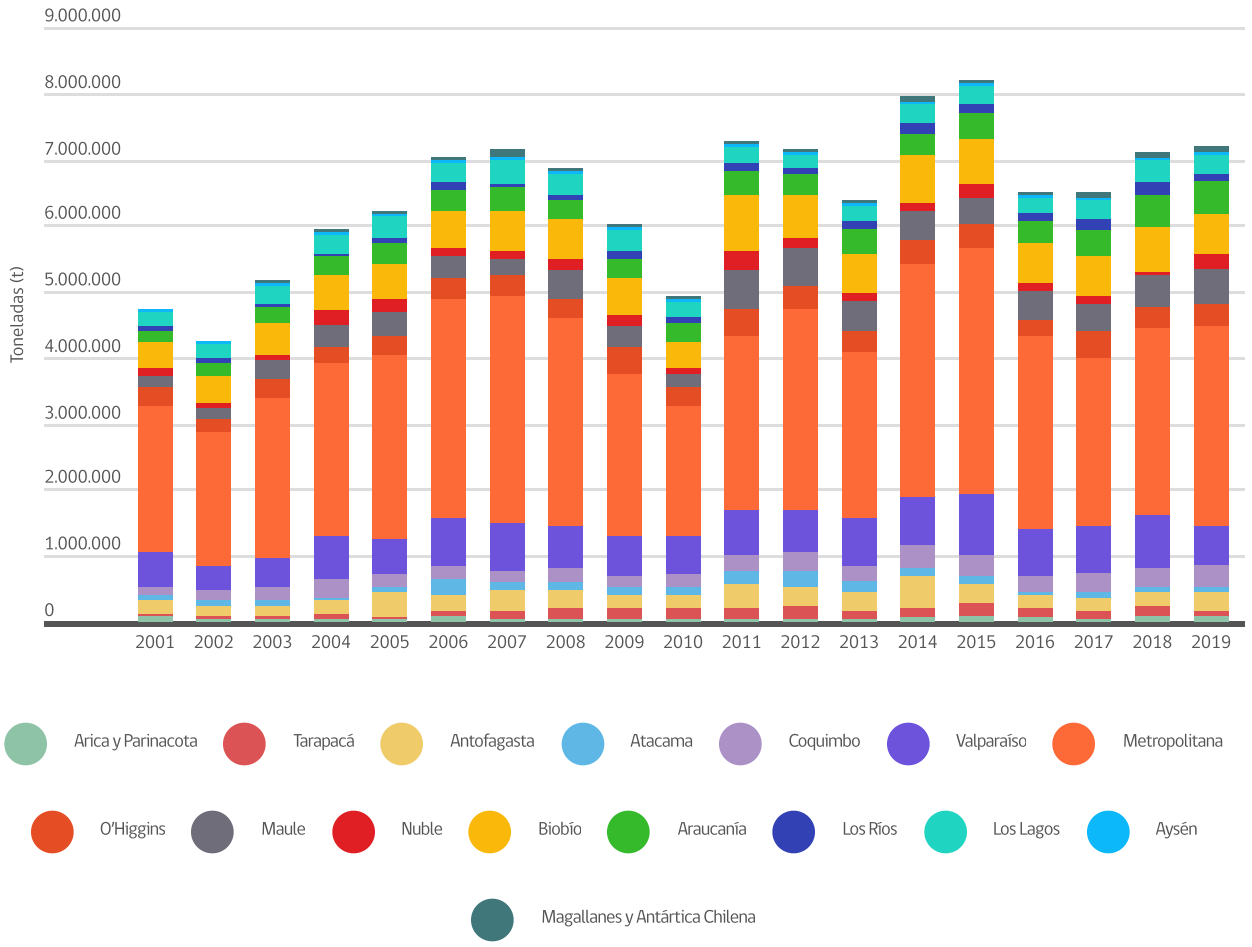


Uno de los principales problemas de los RCD es la escasa información que se dispone sobre ellos. Existen datos oficiales declarados en el Sinader, donde suman 371.461 toneladas; sin embargo, estos presentan limitaciones de alcance debido a la complejidad asociada a la generación, manejo y disposición de los residuos de la construcción y demolición. Sin embargo, existe una estimación (MMA, 2020) respecto a la generación con origen en edificación (casas y edificios), a partir de datos oficiales de permisos de construcción y de modelos de generación de residuos, que arrojan cerca de 7 millones de toneladas de RCD al año (**Figura 11**), solo por concepto de edificación; en volumen equivalen a cerca de tres cerros como el Santa Lucía, ubicado en la Región Metropolitana.

A esto se debe agregar, los residuos originados por la demolición de edificios e infraestructura, aquellos generados por la construcción de infraestructura y los que se producen ante la ocurrencia de desastres o catástrofes (tan solo como afectación de viviendas se calcula que el terremoto de 2010 puede haber generado más de 20 millones de toneladas de RCD).

Además, una cantidad no conocida de residuos de construcción y demolición se maneja en un ámbito de informalidad, lo que impide que sean registrados en un instrumento oficial como el RETC; muchas veces son depositados en lugares sin la respectiva autorización, lo que profundiza los problemas ambientales, económicos y sociales derivados de estos residuos (Ministerio de Vivienda, 2018).

Figura 11. Generación estimada de residuos de la construcción y demolición por la edificación, por región, 2001-2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Primer Reporte 2020 - Serie Informes sobre Residuos de Construcción y Demolición. Ministerio del Medio Ambiente (MMA).

El factor de generación de RCD está basado en información entregada por el programa Construye 2025, cuyo promedio es de 0,26 m^3/m^2 construido, similar al dato analizado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) para nuevas obras y también al obtenido a través de información indirecta levantada desde las obras que registraron datos de generación de residuos de la construcción en el RETC. También es coherente con el indicador que más se adecúa a la realidad chilena según otro estudio nacional del Centro de Políticas Públicas UC (Ossio, Molina-Ramírez, Larraín y Schmitt, 2020). Las toneladas de RCD generadas se estiman considerando una densidad promedio igual a 1,42 t/m^3.

Se calcula que entre 2001 y 2019 la cantidad de RCD originados por la construcción de inmuebles que cuentan con permisos de edificación alcanzaría un total nacional acumulado de 122,5 millones de toneladas, lo que corresponde a más de veinte veces las toneladas de producción chilena de cobre fino del año 2019.

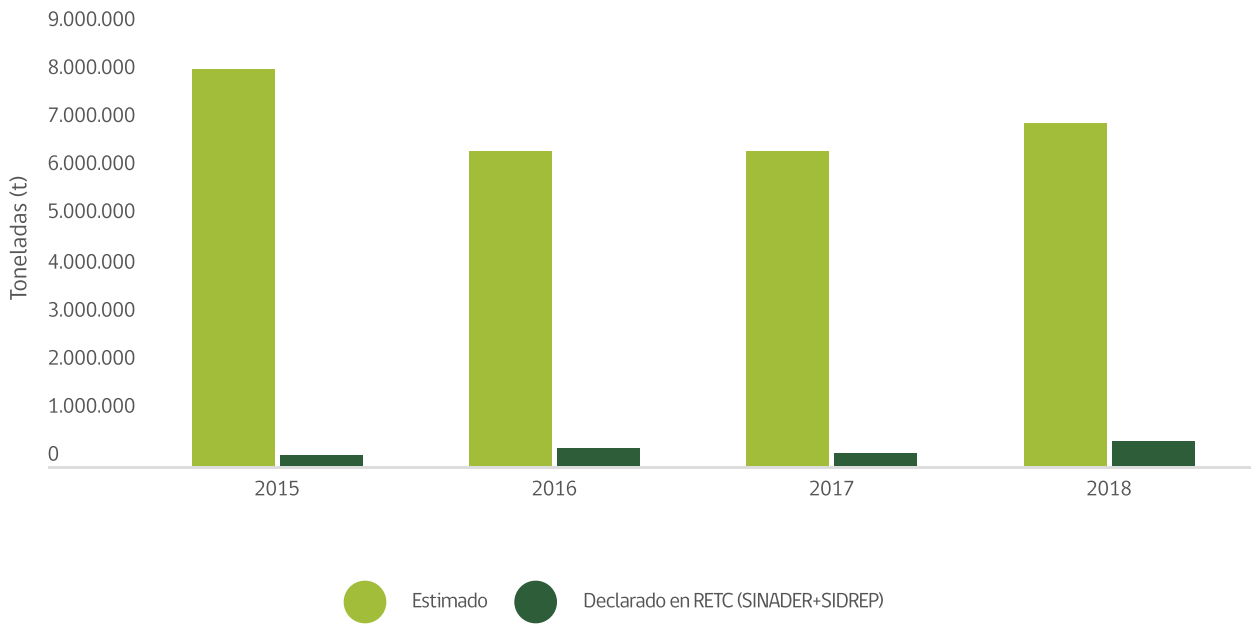
A nivel regional, la Región Metropolitana supera ampliamente a las otras regiones en toneladas de RCD estimados, con alrededor de 31% del total nacional, seguida de Valparaíso y Biobío, con 7,1% y 5,3% respectivamente.

Las estimaciones de generación de residuos de construcción disponibles con base en los permisos de edificación no incluyen los residuos generados por demolición ni los residuos generados por catástrofes tales como terremotos, por la limitada existencia de dicha información.

Las cifras registradas por el Sinader para los RCD son significativamente bajas en comparación con las estimaciones realizadas a partir de los permisos de construcción; por ejemplo, para 2018 el sistema consigna apenas 7% de los RCD estimados. Por ello, el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) ha iniciado un trabajo con la Secretaría Ejecutiva de Construcción Sustentable del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) para revertir paulatinamente esta situación, de modo que se declare este tipo de residuos en cumplimiento de la normativa vigente (**Figura 12**).



Figura 12. Comparación de estimación total nacional de RCD generados por edificación vs. declaración en RETC (SINADER + SIDREP), 2015-2018



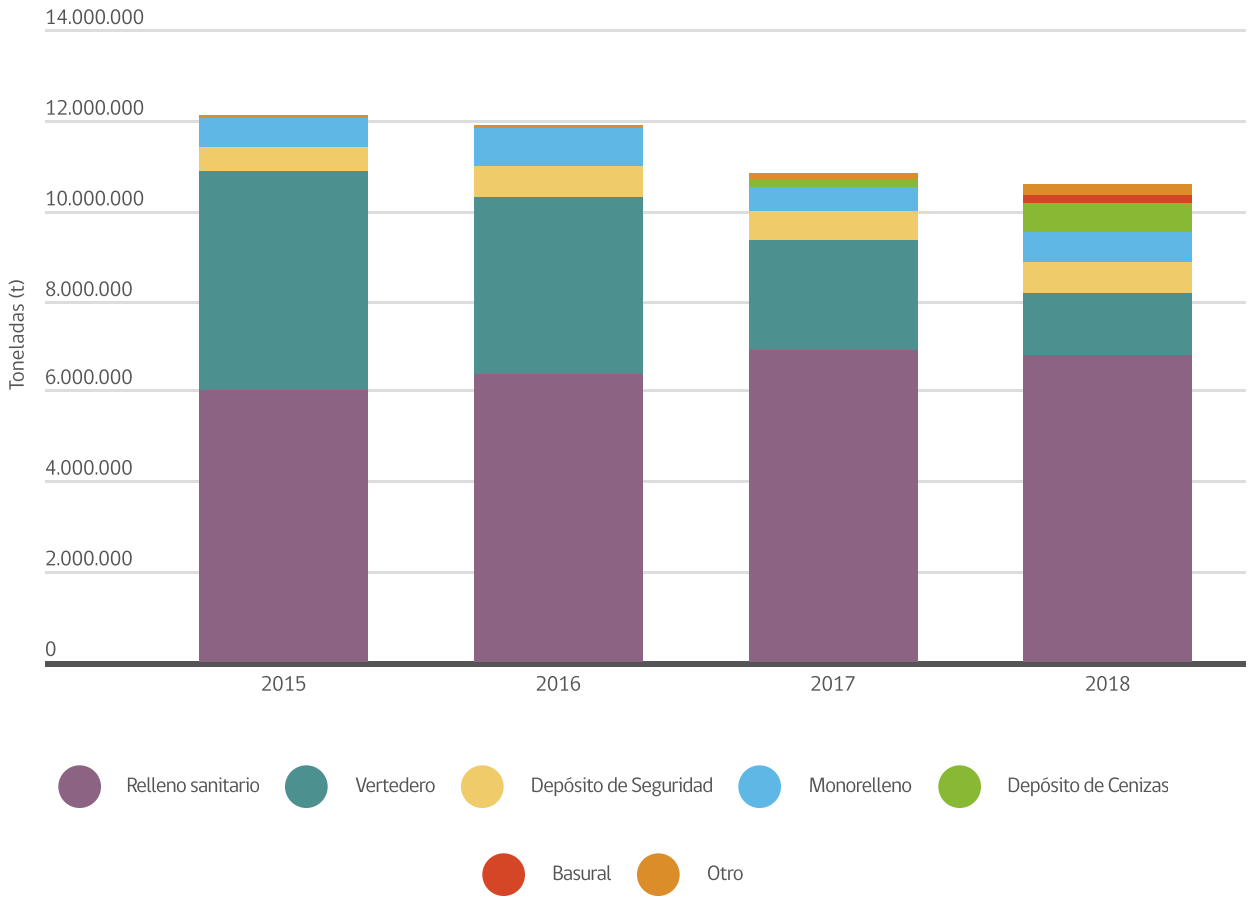
Fuente: Elaboración propia con datos de Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) y del Primer Reporte 2020 - Serie Informes sobre Residuos de Construcción y Demolición. Ministerio del Medio Ambiente (MMA).

2.7. Disposición de Residuos a Nivel Nacional

Entre 2015 y 2018 se observa un cambio importante en la disposición final de residuos en lo que se refiere a vertederos. Si el primer año 50% de los residuos totales declarados en Sinader fueron enviados a eliminación a rellenos sanitarios y 40% a vertederos, en 2018 los rellenos sanitarios recibieron 65%, mientras que los vertederos bajaron a 13% del total de residuos (**Figura 13**).



Figura 13. Disposición final de residuos, 2015-2018

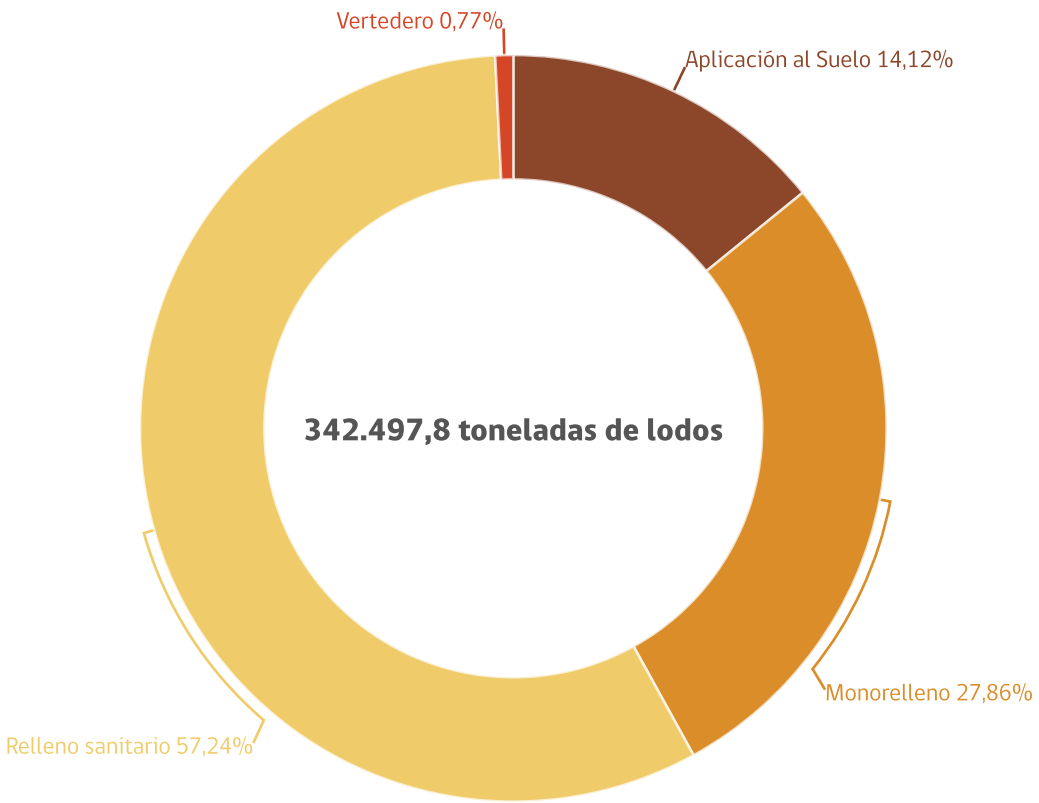


Download data

Fuente: Elaboración propia con Datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) - Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), 2020.

En el caso particular de los lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas servidas, estos son enviados a rellenos sanitarios o monorellenos autorizados para la disposición final. En 2018 un 57% de lodos se dispuso en rellenos sanitarios, 28% en monorrellenos y 14% se destinó a aplicación al suelo con fines de valorización, cubriendo una superficie total de más de 1.000 hectáreas (**Figura 14**).

Figura 14. Porcentaje por Tipo de Disposición Final de Lodos Generados por Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas, 2018.



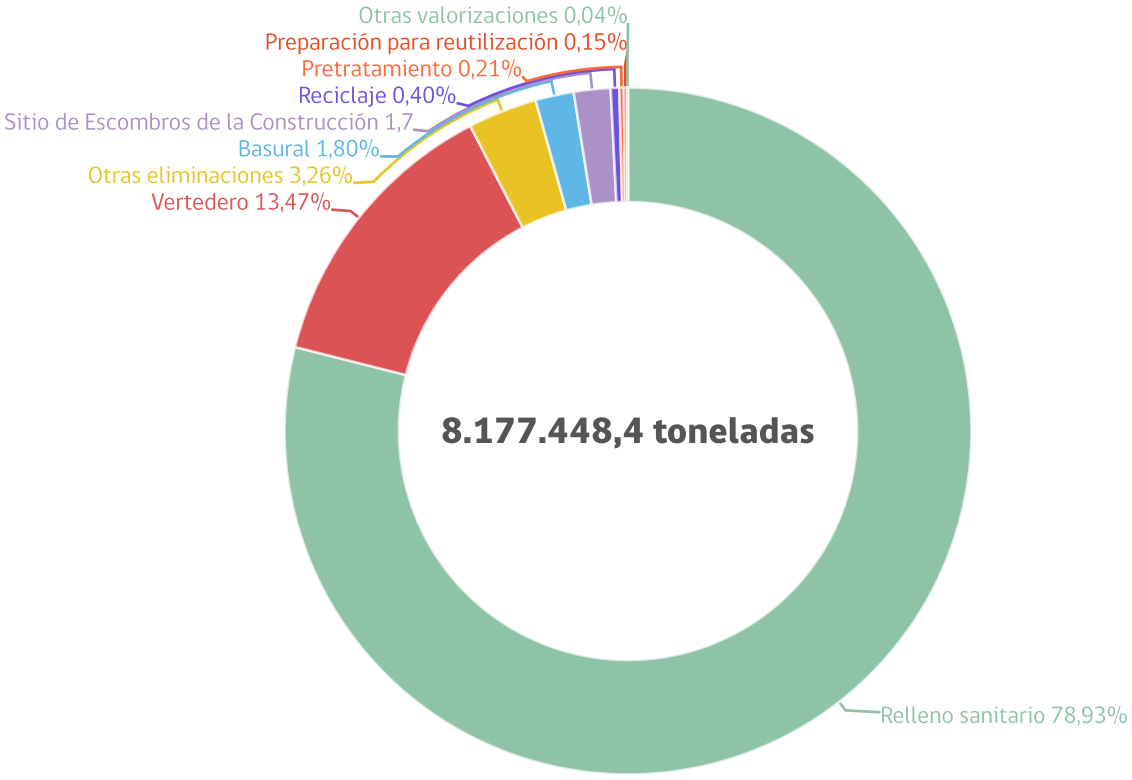
Download data

Fuente: Elaboración propia con Datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) - Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), 2020.

A partir de lo declarado por los municipios[4] en cuanto al tratamiento de los residuos domiciliarios, 99% de estos va a disposición final: 79% a relleno sanitario, 13% a vertederos y en menores cantidades a basurales y sitios de escombros de la construcción, en tanto solo 1% es enviado a algún tipo valorización (**Figura 15**).

Esta baja proporción de valorización de residuos domiciliarios se debe, entre otras razones, a que una cantidad importante de municipios no los declara en el Sinader, teniendo programas de reciclaje, situación que se abordará con ellos a partir de 2021 para que cumplan plenamente con la obligación establecida en el reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes, RETC, aprobado por decreto supremo 1/2013 del Ministerio del Medio Ambiente.

Figura 15. Tratamiento de Disposición de Residuos Sólidos Municipales por tipo, 2018



Download data

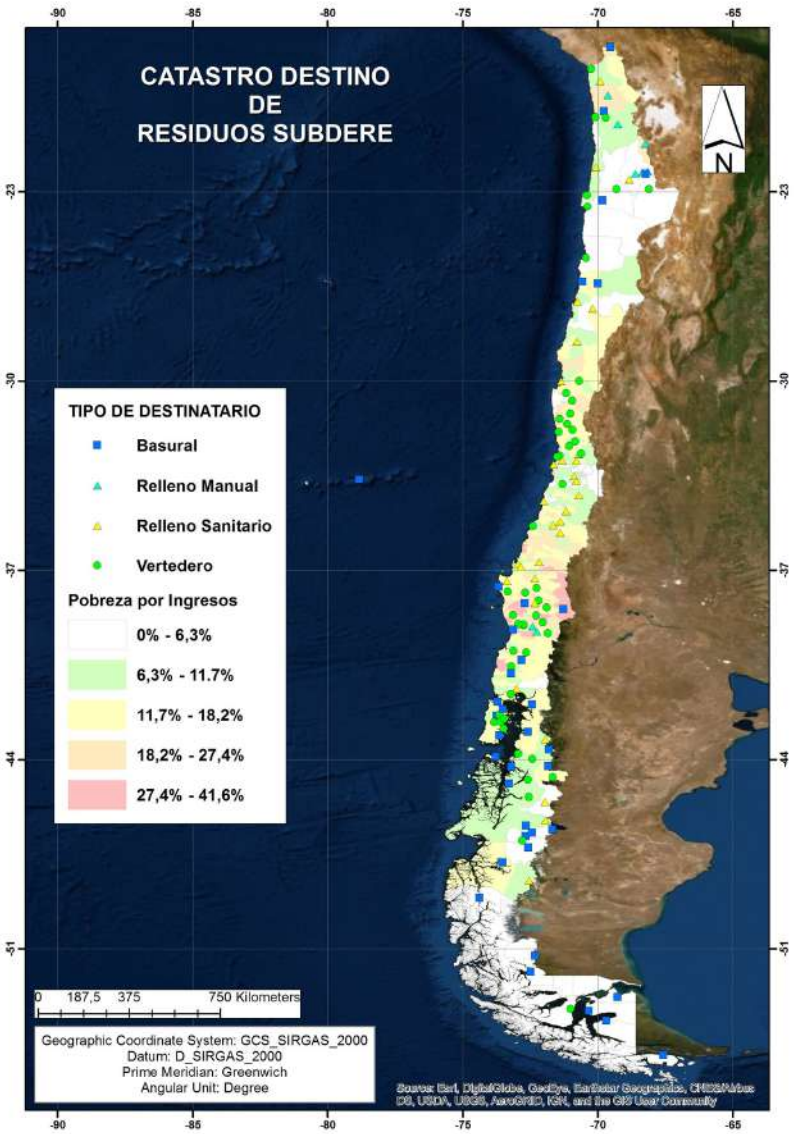
Fuente: Elaboración propia con Datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) - Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), 2020.

[4] A los municipios que no declararon se les estimó los residuos y se les asignó la categoría de tratamiento "Otras eliminaciones".

2.8. Inequidad Ambiental en materia de disposición final de Residuos

La inequidad en los ingresos es una realidad que, se replica, lamentablemente, también en el ámbito ambiental, Esto ya que varios de los lugares de disposición final de residuos, coincide con las comunas de menores ingresos (**Figura 16**).

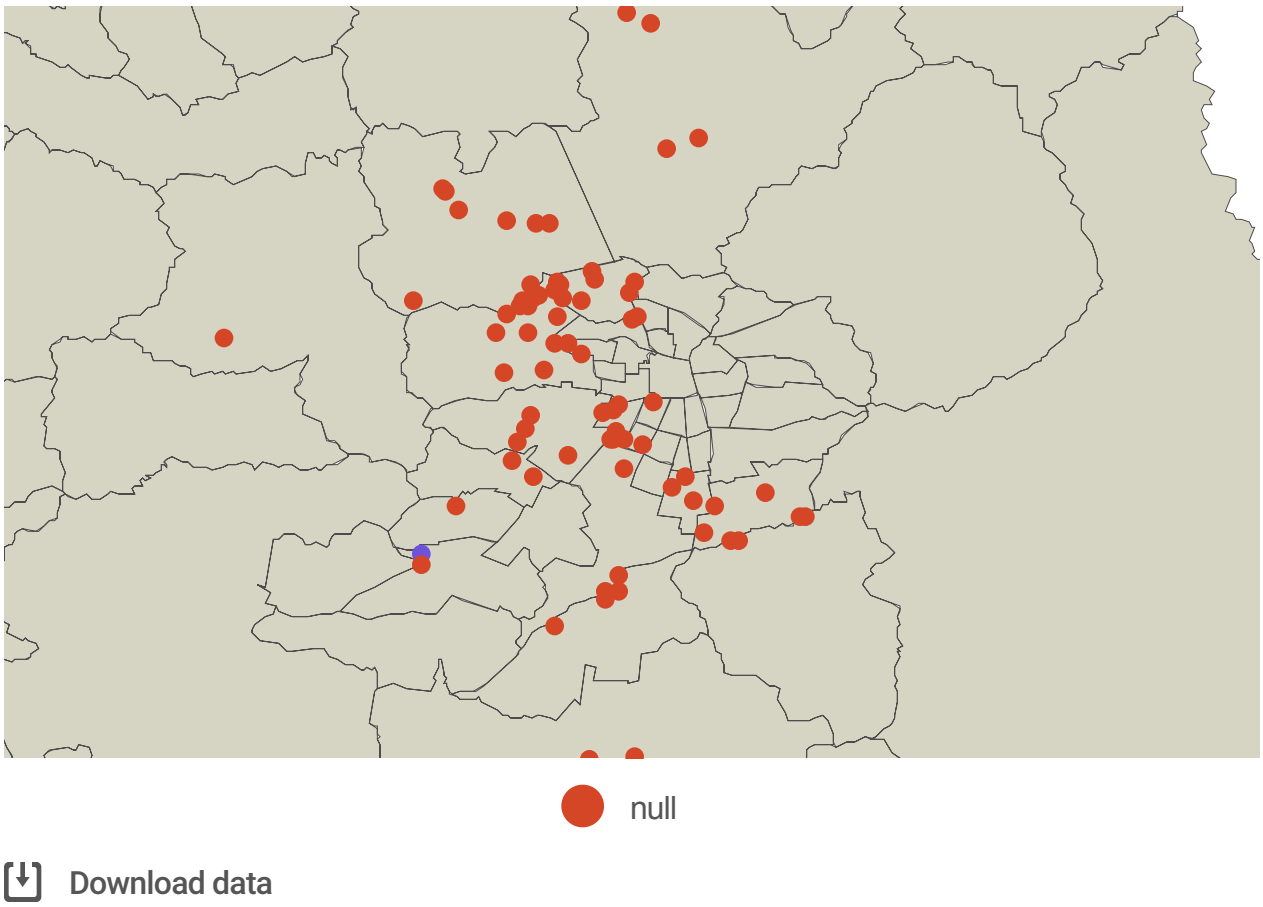
Figura 16. Mapa de sitios de disposición final respecto al índice de pobreza



Fuente: Elaboración propia con datos de Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (Subdere), 2019 y Minsiterio de Desarrollo Social y Familia (MDSF), 2017.

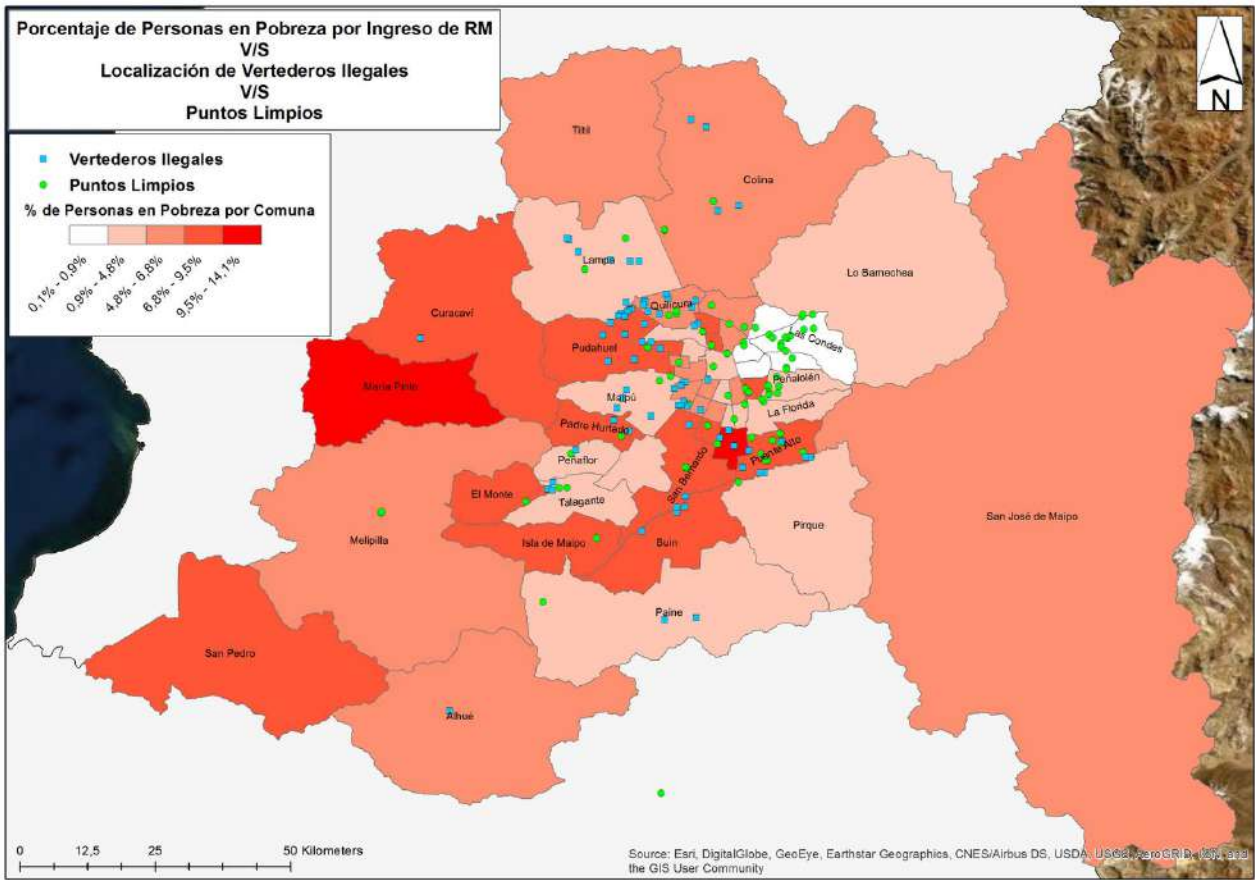
Es así como, para el caso de la Región Metropolitana, los basurales informales se ubican principalmente en las comunas de menores ingresos (**Figura 17 y Figura 18)**.

Figura 17. Basurales Informales Región Metropolitana



Fuente: Elaboración propia con datos de Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), 2019.

Figura 18. Basurales Informales vs Pobreza



Fuente: Elaboración propia con datos de Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), 2019 y Minsiterio de Desarrollo Social y Familia (MDSF), 2017-

3. Efectos Negativos de la Disposición Final Residuos en el Medio Ambiente y la Salud Humana

3.1. Impacto ambiental en suelos

La disposición final de residuos sólidos se realiza mayoritariamente en sitios designados para uso de rellenos sanitarios y vertederos regulados.

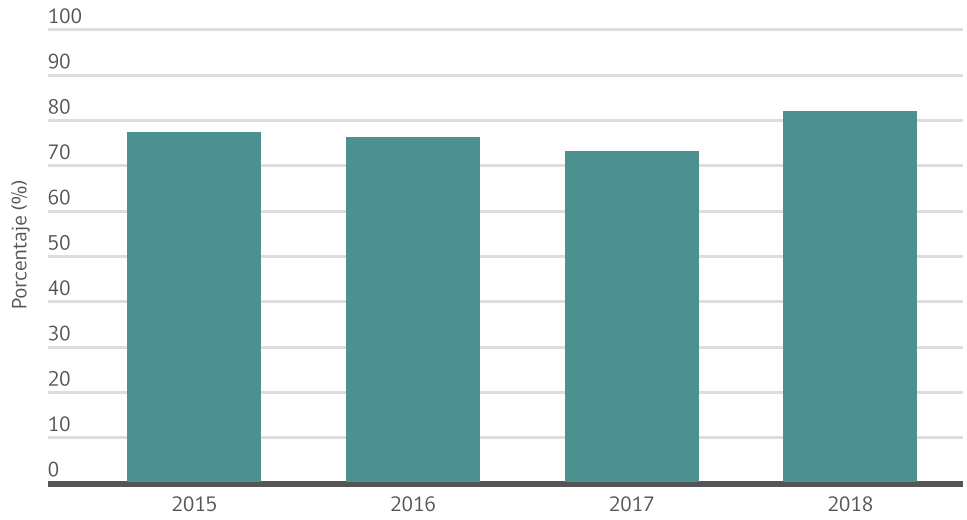
De acuerdo a la normativa de los rellenos sanitarios D.S.N°189 del Ministerio de Salud (Ministerio de Salud, 2008), toda persona natural o jurídica que desarrolle la actividad de disposición final de residuos sólidos domiciliarios debe cumplir un conjunto de requisitos en la construcción y operación de dichos rellenos. La categoría de "rellenos sanitarios", exige como condiciones básicas ubicarse a más de 600 metros de toda captación de agua existente, y más de 60 metros de todo curso o masa de agua; contar con un cerco perimetral que impida el ingreso de personas ajenas al recinto; además de contar con las autorizaciones sanitarias y haber pasado por el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y cumplir las exigencias de la Resolución de Calificación Ambiental, en el caso que corresponda. De esta manera, se actúa de manera preventiva, incorporando la variable ambiental a los proyectos referidos y así, mitigar, reparar o compensar los impactos ambientales significativos, en caso que se produzcan.





No obstante, siguen existiendo vertederos y múltiples sitios de disposición ilegales, comúnmente llamados basurales y microbasurales, donde se depositan residuos sin control sanitario alguno, con un impacto especialmente negativo para el medio ambiente y la salud de las personas. En estos lugares, además de la contaminación del suelo en que se encuentran localizados, existe el peligro de que el lixiviado se filtre y contamine las napas de agua, de que circulen vectores sanitarios que transmiten infecciones y de que se produzcan incendios que puedan propagarse a poblaciones cercanas. Se estima que en Chile aproximadamente 82% de los residuos sólidos domiciliarios se deposita en lugares adecuados (**Figura 19**). Sin embargo, existe una dispersión importante entre las regiones. En Tarapacá, Antofagasta, O'Higgins, Biobío y la Metropolitana, más de 90% de los residuos sólidos tiene una disposición final adecuada, mientras que en otras como Los Lagos y Los Ríos ese porcentaje es inferior a 50% (**Figura 20**).

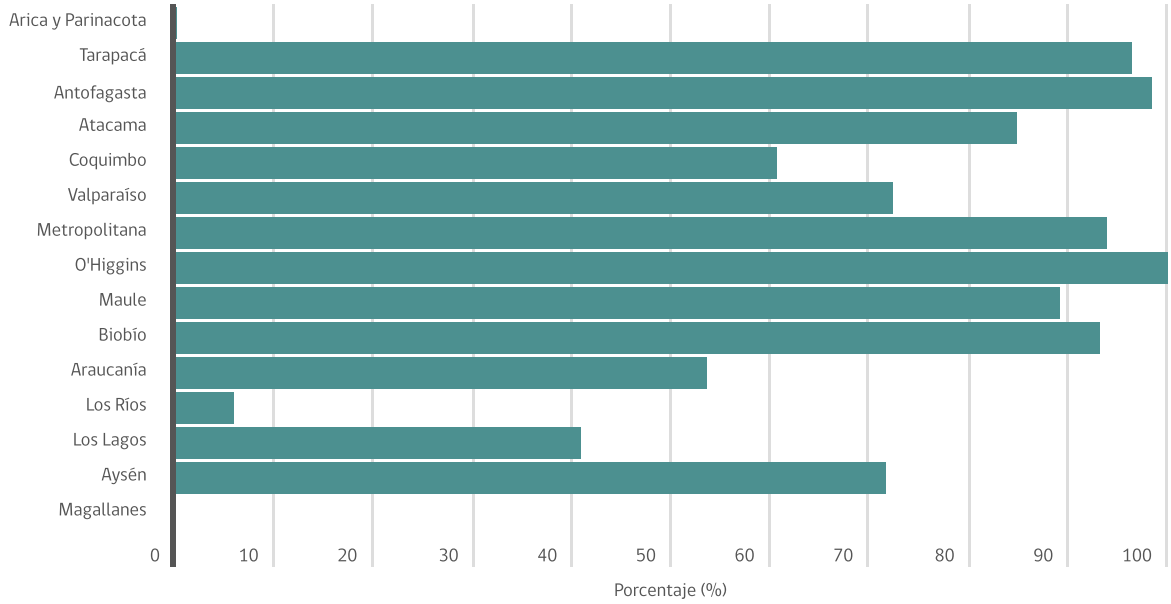
Figura 19. Proporción de residuos sólidos municipales recolectados regularmente y con disposición final adecuada a nivel nacional, 2015-2018



Download data

Fuente:Elaboración propia con Datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) - Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), 2020.

Figura 20. Proporción de residuos sólidos municipales recolectados regularmente y con disposición final adecuada, por región, 2018



Download data

Nota: En la Región de Arica y Parinacota declara únicamente la comuna de Camarones; para el resto de las comunas de realizan estimaciones. En la Región de Magallanes y Antártica Chilena solo declara el vertedero Leñadura, de la comuna de Punta Arenas, y también para el resto de las comunas se hacen estimaciones.

Fuente: elaboración propia con datos de Ministerio del Medio Ambiente, Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) - Sistema Nacional de Declaración de Residuos (Sinader), 2020.

3.2. Emisiones de gases de efecto invernadero

Los rellenos sanitarios, vertederos y basurales también generan emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), tales como metano y dióxido de carbono. Son resultado de procesos microbiológicos que ocurren en la materia orgánica de los residuos sólidos bajo degradación anaeróbica y del tratamiento anaeróbico de aguas residuales domésticas e industriales. En el Capítulo Cambio Climático de este informe se entregan datos respecto del impacto de los residuos sólidos en las emisiones de GEI.



3.3. Impactos en la salud humana y calidad de vida

Los principales impactos físicos asociados al emplazamiento de vertederos ilegales y microbasurales son: la contaminación de los suelos, malos olores, contaminación atmosférica y también de aguas superficiales y acuíferos subterráneos. Además, los residuos depositados en vertederos y basurales ilegales favorecen la proliferación de vectores, como moscas, cucarachas y ratones. Se produce también un desmedro social para las familias que habitan dichas localidades, junto con la pérdida del valor de las propiedades, entre otros impactos.



Vectores producto de basurales ilegales

El mosquito Aedes aegypti, que puede transmitir peligrosas enfermedades como el dengue, el zika y la fiebre amarilla, estaba erradicado de Chile continental desde 1961.

Sin embargo, en 2016 se detectó su presencia en Arica y en 2019 en Iquique.

Su aparición se asocia al cambio climático por alza de temperaturas y a fenómenos como El Niño, ha sido proyectado a escala global por estudios internacionales (Ryan, Carlson, Mordecai, & Johnson, 2019). Los lugares insalubres, con aguas estancadas o neumáticos tirados -uno de los sitios característicos para la anidación de los insectos- son focos para su propagación.

Vivienda y Basurales

La población vecina a basurales no solo ve mermada su calidad de vida al estar más expuesta a contraer enfermedades, a la contaminación ambiental y la inseguridad del entorno. También sufre un impacto económico debido a la devaluación de las propiedades. En efecto, así como la instalación de servicios genera una plusvalía de los terrenos y viviendas cercanas, la existencia de un basural, por el contrario, afecta negativamente el valor de estos.

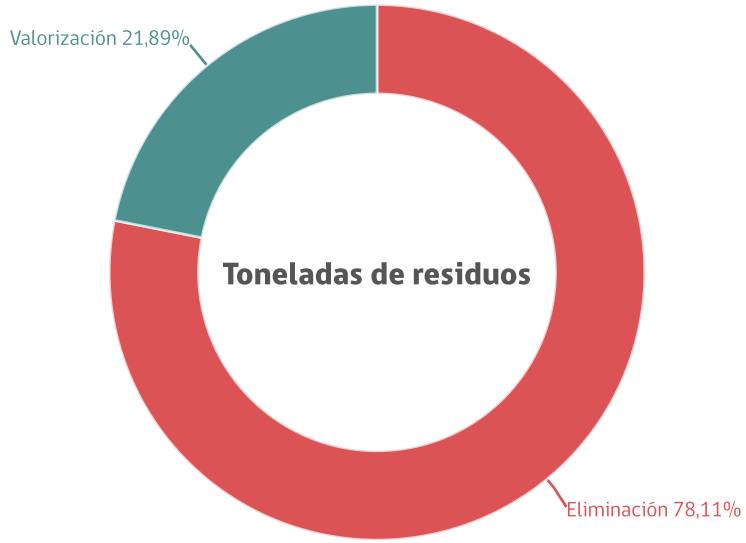
En Chile, esta situación la recoge el Servicio de Impuestos Internos (SII) al calcular el avalúo fiscal y aplicar un "coeficiente corrector excepcional" de 0,30 a aquel "predio con destino principal habitacional, colindante a basural" (Servicio de Impuestos Internos, 2018) . Esto significa que vale menos de un tercio que otro de las mismas características, localizado en una ubicación diferente, perdiendo 70% de su valor.

4. Valorización de los residuos en Chile[5]

En 2018 los destinatarios de residuos declararon en el Sistema Nacional de Declaración de Residuos unos 13,5 millones de toneladas de residuos no peligrosos con un tipo de tratamiento final. Para ese año, aproximadamente 21,9% de los residuos fue recepcionado con un tipo de tratamiento de valorización final, lo cual está en el rango de la tasa nacional de valorización de residuos no peligrosos que se ha mantenido entre 20% y 23% en los últimos años (**Figura 21 y Figura 22**).



Figura 21. Valorización final de Residuos, 2018

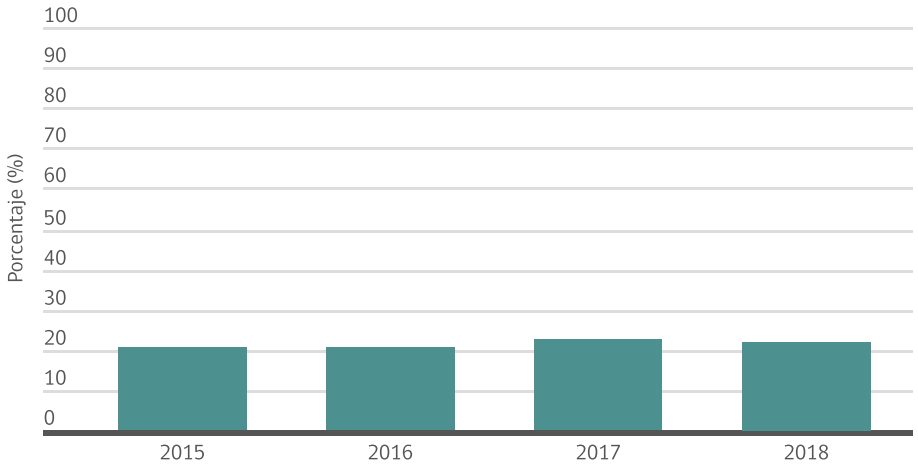


Download data

Fuente: Elaboración propia con Datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) - Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), 2020.

[5] La cifra de valorización de residuos solo incluye los tipos de tratamiento de valorización final donde finaliza el ciclo de vida de un residuo. Cabe destacar que en SINADER muchos destinatarios de residuos son centros de acopio o instalaciones de almacenamiento y recepción, cuyo objetivo es someter los residuos a diferentes tratamientos y procedimientos con miras a facilitar la posterior valoración o eliminación final en un establecimiento especializado.

Figura 22. Tasa nacional de valorización final, 2015-2018

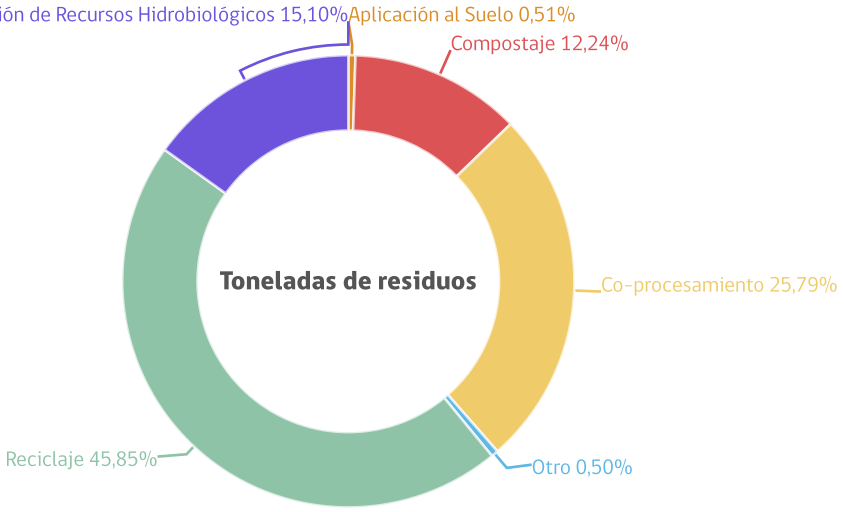


Download data

Fuente: Elaboración propia con Datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) - Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), 2020.

Las modalidades de valorización final son principalmente el reciclaje con 45,9% de participación, co-procesamiento con 25,8% y reducción de recursos hidrobiológicos con 15,1% (**Figura 23**).

Figura 23. Valorización final de residuos no peligrosos (expresado en participación porcentual), 2018



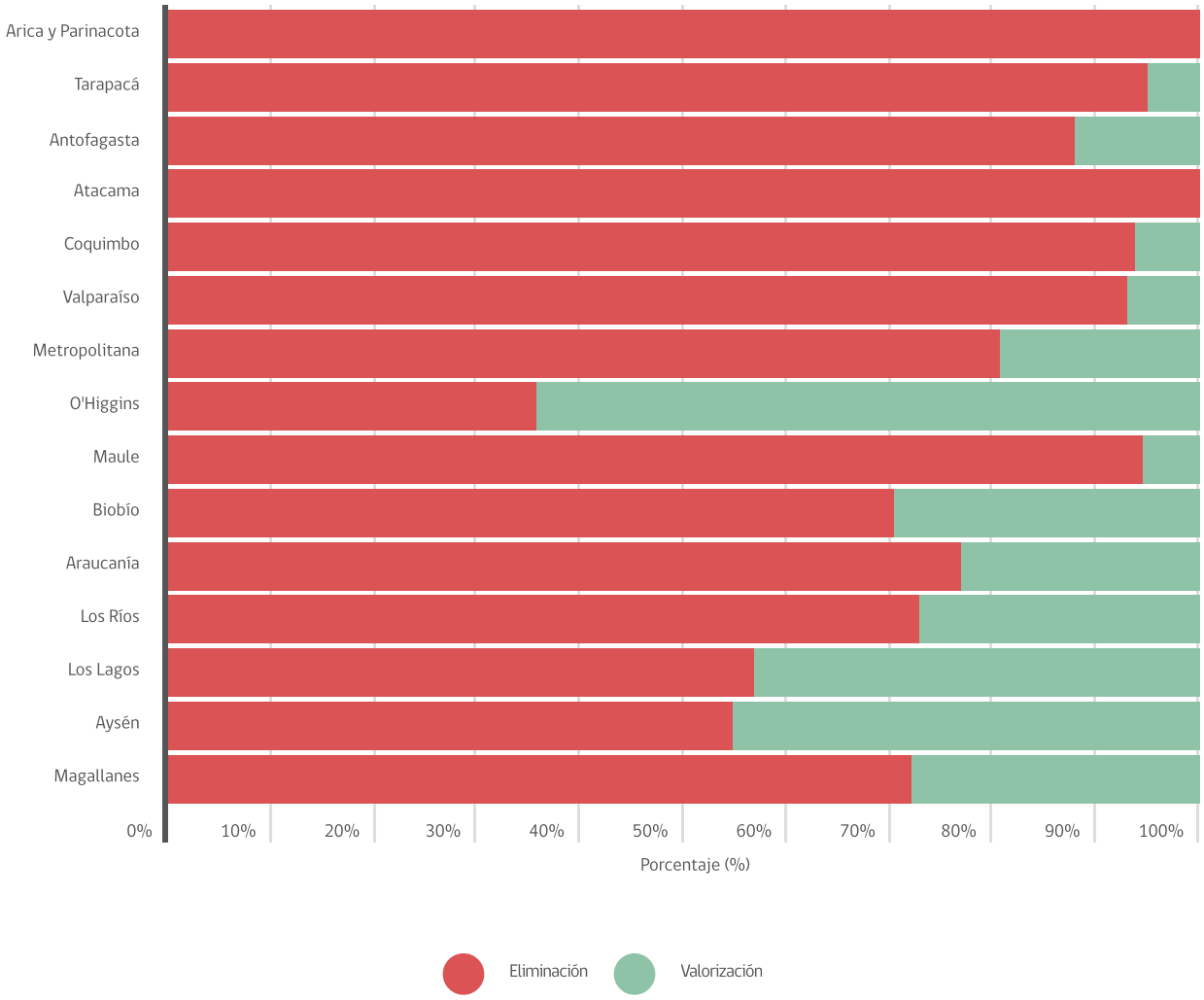
Download data

Fuente: Elaboración propia con Datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) - Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), 2020.

La distribución regional de disposición de residuos no peligrosos entre eliminación y valorización final varía de forma importante. Destacan las regiones de O'Higgins, Los Lagos y Aysén con porcentajes de valorización final sobre 40%; es decir, casi el doble de la tasa nacional. La Región Metropolitana presenta una tasa de 19,4%, muy cercana al valor nacional (**Figura 24**).



Figura 24. Destino final de residuos no peligrosos a nivel regional, 2018



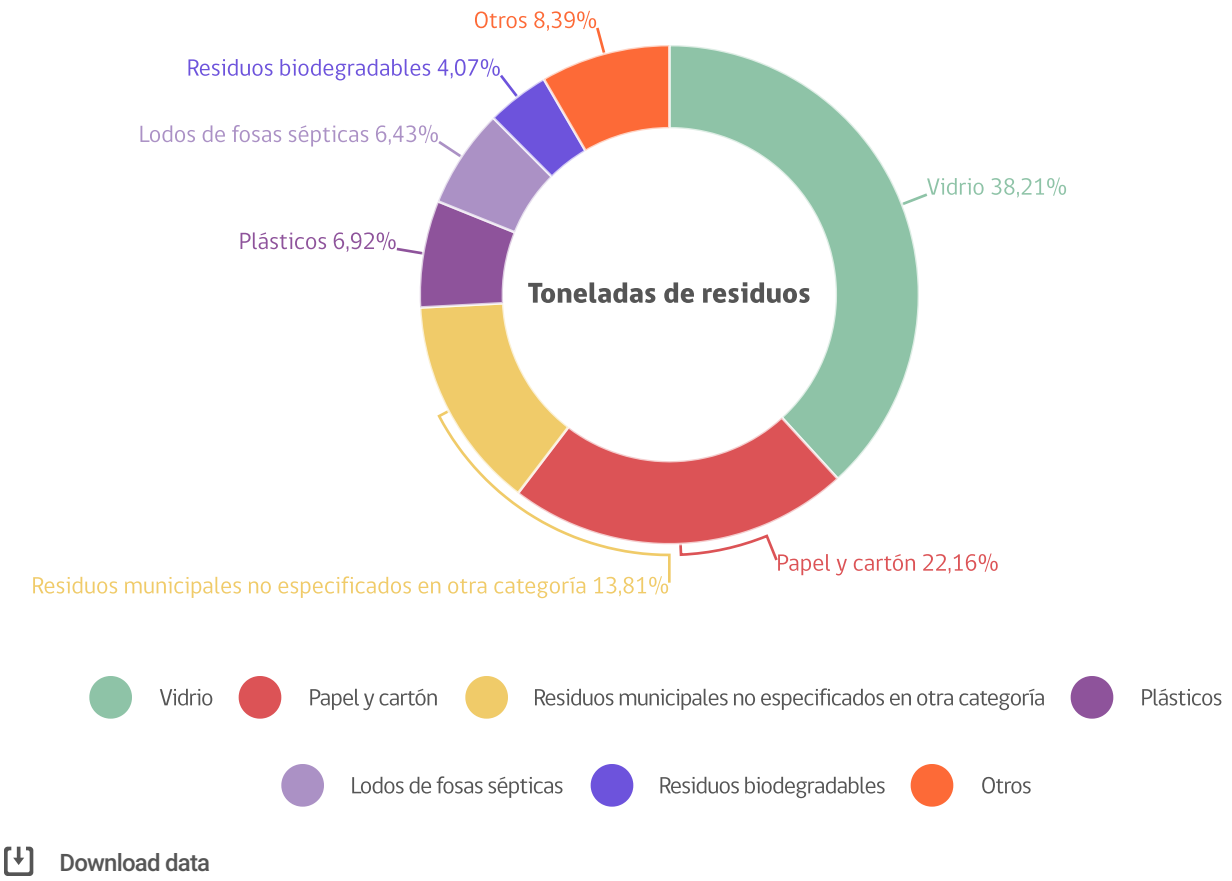
Download data

Fuente: Elaboración propia con Datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) - Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), 2020.

En el caso de los residuos de origen domiciliario, la valorización alcanza a casi 1%, de acuerdo con lo declarado por los municipios el año 2018. La composición de la valorización de los residuos municipales incluye principalmente el vidrio, con una participación de 38,2%, papel y cartón (22,2%) y otros no especificados (13,8%) (**Figura 25**).



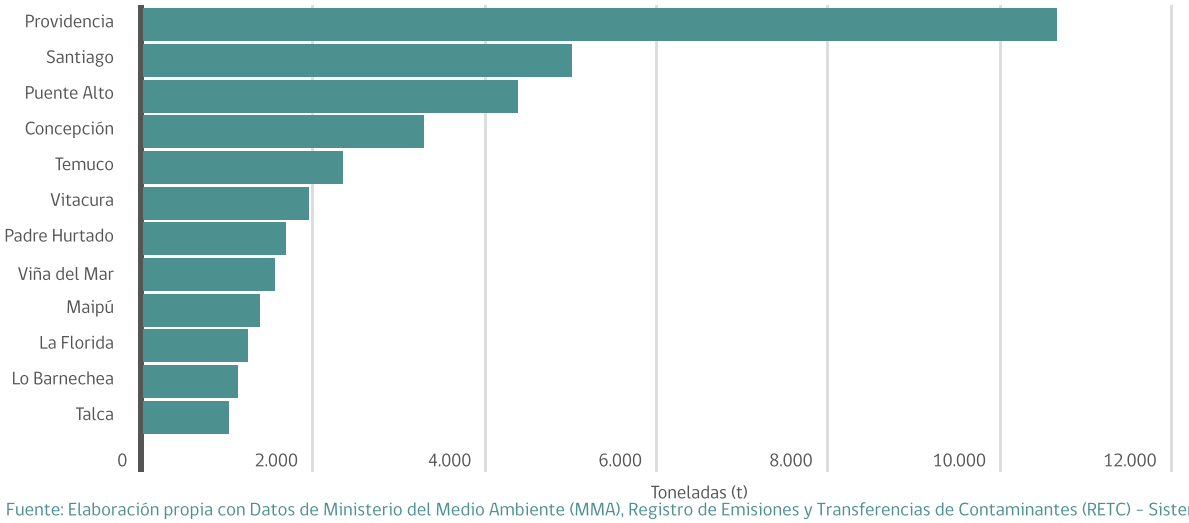
Figura 25. Composición de los Residuos Sólidos Municipales Valorizados, 2018



Fuente: Elaboración propia con Datos del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) - Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), 2020.

Las tres comunas con más de 50 mil habitantes que exhiben la mayor cantidad de residuos valorizados se encuentran en la Región Metropolitana: Providencia, Santiago y Puente Alto. Les sigue la comuna de Concepción, en la Región del Biobío (**Figura 26**).

Figura 26. 12 comunas sobre 50 mil habitantes con mayor cantidad de residuos valorizados

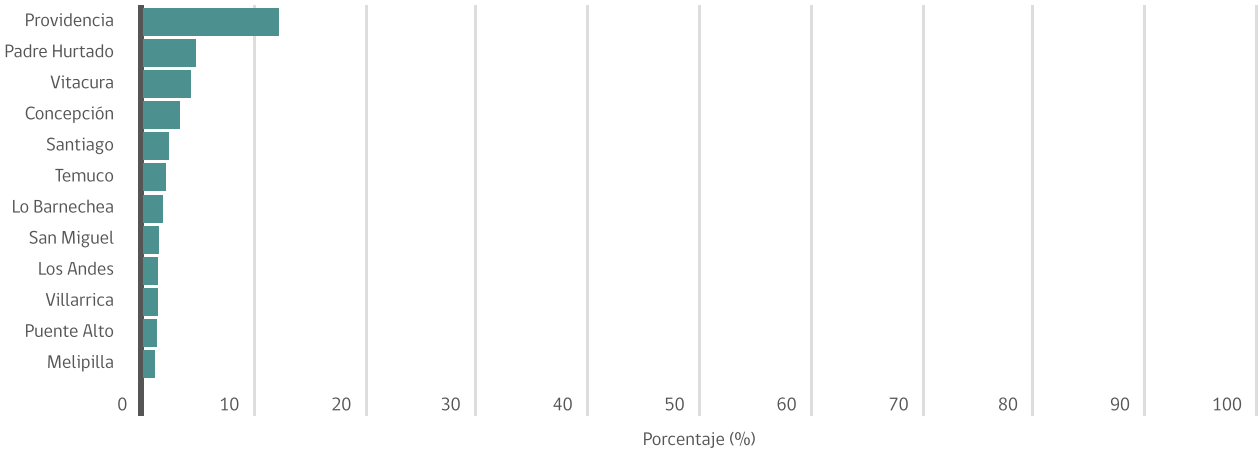


Fuente: Elaboración propia con Datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) - Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), 2020.

Download data

Respecto a la valorización sobre el total de residuos generados a nivel municipal en comunas sobre 50 mil habitantes, es Providencia la que ostenta el mayor porcentaje de valorización de residuos, con 12,1%, seguida por las comunas de Padre Hurtado y Vitacura, con 4,7% y 4,3% respectivamente (**Figura 27**).

Figura 27. Porcentaje de valorización sobre el total de residuos municipales, 2018



Download data

Nota: 188 comunas del país no declararon residuos enviados a valorización, representando un total de 7,4 millones de personas.

Fuente: Elaboración propia con Datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) - Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), 2020.

Cenizas de termoeléctricas

Las centrales termoeléctricas producen a partir de la combustión del carbón un residuo denominado "cenizas volantes", que contienen óxido de sílice, óxido de aluminio y fierro.

Estas cenizas no se califican como residuos peligrosos, pero el volumen de generación presenta un problema ambiental derivado de la necesidad de disponer de suelos para el depósito de estos residuos, lo que impacta negativamente sobre todo en zonas en donde hay actividad agrícola.

"Se estima que un grupo de centrales termoeléctricas que posee en su conjunto una capacidad de generación de 1.000 MW puede llegar a producir hasta 200.000 toneladas de cenizas al año, esto dependiendo del nivel tecnológico de las plantas" (Muñoz, King, & Montenegro, 2018).

La investigación y desarrollo en el mundo ha dado como resultado la posibilidad de utilizar las cenizas volantes como insumos en variadas aplicaciones (Superintendencia del Medio Ambiente de Chile, 2014):

- Incorporación en la fabricación del cemento
- Fabricación de ladrillos
- Estabilización de suelos para obras civiles
- Síntesis de zeolitas para descontaminación de efluentes mineros
- Fertilizantes agrícolas
- Coayudante para la recuperación de suelos erosionados

En Chile se desarrollan proyectos para utilizar las cenizas que producen las termoeléctricas incorporándolas en la fabricación de cemento, fabricación de ladrillos, fabricación de zeolitas para la agricultura y tratamiento de aguas (Universidad de Santiago de Chile , 2017).



4.1. Hacia un enfoque de economía circular (EC)

4.1.1. Economía Circular



Los residuos han sido considerados durante siglos como un efecto secundario inevitable del proceso de producción y de consumo de los bienes y servicios requeridos para satisfacer necesidades humanas como la vivienda, la alimentación, la vestimenta, el transporte o la comunicación, por mencionar los más relevantes.

En una lógica tradicional de extraer – producir-consumir-desechar, la respuesta a la generación de residuos consiste en la recolección de éstos y su disposición en sitios diseñados para reducir los efectos adversos en el medio ambiente y la salud humana. Esta lógica concibe que el crecimiento económico y el mayor bienestar social implican de manera causal aumentar la extracción de recursos desde la naturaleza y en consecuencia aumentar la cantidad de residuos generados en los procesos de producción y consumo.

En oposición, la economía circular, en la definición del parlamento europeo (Parlamento Europeo, 2020), es un modelo de producción y consumo que implica compartir, reutilizar, reparar, restaurar y reciclar materiales y productos existentes el mayor tiempo posible. De esta forma, se prolonga el ciclo de vida de los productos. La economía circular por tanto va más allá del reciclaje de los residuos. Implica, en última instancia, satisfacer las necesidades básicas de la sociedad, pero reduciendo la cantidad de materiales que se extraen de la naturaleza. La obsolescencia programada de los productos, es decir que se diseñan para tener una vida útil limitada, no solamente implica el desecho del producto obsoleto. También hace que los consumidores adquieran nuevos productos para la misma función, lo que implica una presión sobre la extracción de recursos desde la naturaleza.



El enfoque de la economía circular aporta una nueva forma de concebir el destino de los residuos y producir bienes y servicios basados en mayor productividad de materiales previniendo la generación de dichos residuos y aprovechando (valorizando) los residuos generados.

La economía circular, de acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), "implica el uso de recursos de manera más eficiente a lo largo de su ciclo de vida al cerrar, extender y reducir los ciclos de materiales que podrían resultar en desacoplar el crecimiento económico del consumo de materias primas. La transición a una economía circular implica enfoques que pueden conducir a tasas más bajas de extracción y uso de recursos naturales" (Yamaguchi, 2018).

La transición a una economía circular significa:

- Convertir los residuos en recursos.
- Aumentar la eficiencia de los recursos extraídos de la naturaleza, es decir, producir los mismos bienes y servicios con menos materia prima.
- Cuando es tecnológicamente factible, recuperar materiales desde los desechos para utilizarlos como insumos del mismo proceso productivo, por ejemplo, metales escasos de la fabricación de dispositivos electrónicos.
- Valorizar los residuos transformándolos en insumos de otros procesos, por ejemplo, compostaje de residuos orgánicos domiciliarios.
- Reducir el impacto negativo de los residuos en el medio ambiente y en la salud humana, al disminuir la cantidad que termina en rellenos sanitarios, vertederos y basurales.

El alcance de la Economía Circular va más allá del reciclaje, impacta en toda la cadena productiva, y tiene efectos económicos, sociales y ambientales.

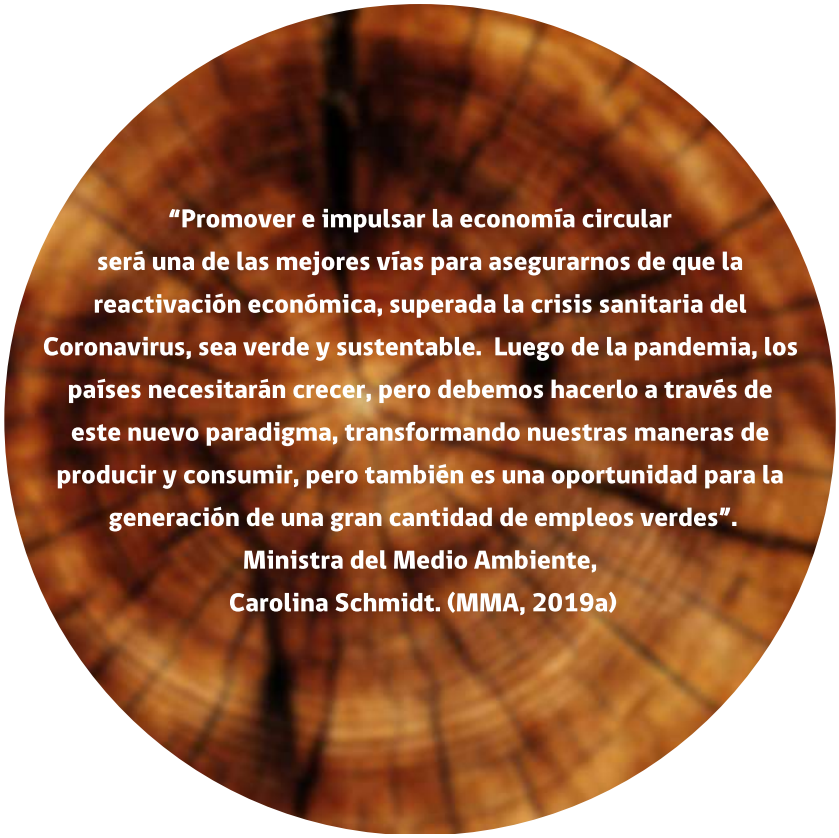
Para maximizar sus beneficios es necesario seleccionar entre diferentes alternativas. Por ejemplo, al reciclar botellas de vidrio, se deben limpiar y separar por tipo de vidrio y por color. La elección del proceso de reciclaje debe considerar la energía necesaria para recolectar, clasificar, triturar, calentar y reformar las botellas. Los estudios han demostrado que el uso de agua caliente para limpiar botellas destinadas al reciclaje puede hacer que el vidrio reciclado tenga una mayor huella energética (East, C., 2016).

Para abordar la complejidad de este desafío, el Análisis de Ciclo de Vida (ACV)[6] resulta una herramienta de gran valor para la definición de estrategias.

Existe la necesidad de que las estrategias de Economía Circular evalúen los impactos potenciales aguas arriba y aguas abajo, así como evitar trasladar la carga de esos impactos de un recurso o área de impacto a otro, lo que podría conducir a soluciones inadecuadas o menos eficientes.

El ACV también se puede aplicar para identificar las estrategias y opciones de Economía Circular más prometedoras para mejorar el desempeño ambiental de los patrones de consumo y producción de la sociedad.

El ACV aporta una perspectiva holística a la toma de decisiones, al evaluar más allá del entorno biofísico los impactos sociales y económicos de una decisión (también llamada evaluación de la sostenibilidad del ciclo de vida). El ACV puede resaltar situaciones en las que los proyectos de EC pueden estar demasiado centrados en la "circularidad" de un recurso específico, y donde la estrategia circular específica no es la mejor opción desde una perspectiva de sostenibilidad más amplia (Peña & et.al., 2020).



[6] El análisis de ciclo de vida (ACV) (Life Cycle Assessment (LCA) en inglés), también conocido como análisis de la cuna a la tumba, balance ambiental, balance ecológico o evaluación del ciclo de vida (ECV), es una herramienta de diseño que investiga y evalúa los impactos ambientales de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia: extracción, producción, distribución, uso y fin de vida (reutilización, reciclaje, valorización y eliminación/disposición de los residuos/desecho).

4.1.2. Líneas de trabajo del MMA en Economía Circular

Implementación de la Ley REP

La ley 20.920, conocida como Ley REP, establece el marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y el fomento al reciclaje, buscando disminuir la generación de residuos y promover su reutilización, reciclaje y otro tipo de valoración. La ley obliga a los fabricantes de determinados productos prioritarios a organizar y financiar la recolección y reciclaje o valorización de los residuos que estos artículos originan, lo que ha requerido la dictación de una serie de reglamentos.

– Reglamento para la Recolección y Valorización de Neumáticos

El Decreto Supremo que establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas para neumáticos, fue firmado por el Presidente de la República en enero de 2020 y luego ingresó a Contraloría General de la República para su trámite de toma de razón.

Este reglamento establece la obligación de los productores y comercializadores de neumáticos al año 2030 de recolectar y reciclar el 100% de neumáticos mineros y al menos el 90% de los neumáticos de autos y vehículos livianos. El 34,7% de todos los neumáticos que se recupere en el país tiene que ser recolectado en regiones distintas a la Metropolitana, meta que deberá cumplirse a partir de 2023.

Las metas entrarán en vigencia a los 24 meses desde que el Decreto Supremo se publicado conviertiéndose así en el primer producto prioritario que iniciará formalmente las obligaciones establecidas en la Ley 20.920.

– Reglamento de Envases y Embalajes

En 2020, el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad se pronunció favorablemente sobre el decreto que establece las metas de recolección y valorización para envases y embalajes, estableciendo "la obligación de recolectar y reciclar todos los envases y embalajes de plástico, vidrio, cartón, lata y cartón para líquidos, para alcanzar el 60% de reciclaje de los envases domiciliarios".

La implementación contempla la recolección puerta a puerta de los envases reciclables para el 80% de las viviendas del país, el aumento de la disponibilidad de puntos limpios a lo largo de todo el territorio con 350 puntos limpios que cubran el 75% de las comunas. Es importante destacar el rol que tendrán en la recolección los recicladores de base, quienes deberán tener una formación y certificación de competencias labores para participar formalmente en el sistema REP como gestores autorizados.

– Reglamento de Aceites y Lubricantes

En 2019 se dio inicio al proceso de elaboración del decreto supremo que establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas de aceites lubricantes, mediante la promulgación de la resolución exenta 264 del Ministerio del Medio Ambiente.

Durante el periodo 2021 y 2022 se espera la elaboración de los decretos de metas de otros productos prioritarios: pilas, baterías y aparatos eléctricos y electrónicos. En los próximos años, al comenzar la implementación de los decretos de metas para neumáticos, envases y embalajes y aceites lubricantes, se deberán presentar los planes de gestión para cada uno de ellos.

Hoja de Ruta de Economía Circular (Chile más circular al 2040)

El Ministerio del Medio Ambiente (MMA, 2019a), en conjunto con el Ministerio de Economía, la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo) y la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático, trabajan en la Hoja de Ruta de Economía Circular como un instrumento de planificación a largo plazo que ha sido utilizado por la mayoría de los países que van a la vanguardia en este tema. Ellos han comprendido que el desafío de transitar hacia una economía circular requiere de una visión de largo alcance, que vaya mucho más allá del mero reciclaje y se replantee el actual modelo de producción y consumo.

La hoja de ruta es un plan de acción a desarrollarse de forma participativa, mediante una coordinación entre el Estado, la sociedad civil y el sector privado, para acordar una visión compartida de largo plazo y una estrategia que considere líneas de acción y proyectos en el corto, mediano y largo plazo, con metas e indicadores.

El proceso participativo de elaboración de la hoja de ruta busca conectar actores clave, imaginar el "Chile Circular" del futuro, consensuar las transformaciones necesarias, diseñar las acciones que darán el impulso inicial al tránsito hacia este nuevo paradigma económico y relevar la economía circular en el país. Para ello se establecieron cinco objetivos:

- Conectar a los distintos actores del ecosistema de economía circular en Chile.
- Imaginar el Chile circular del futuro, con un horizonte al 2040.
- Consensuar los grandes cambios que deben suceder para llegar a ese Chile circular.
- Diseñar el camino hacia el Chile circular, definiendo lineamientos y estrategias de largo plazo y acciones concretas para los primeros años.
- Relevar la temática de la economía circular a nivel nacional.



Fondo para el Reciclaje

La Ley 20.920 establece en su artículo 31 el Fondo para el Reciclaje, el cual está destinado a financiar proyectos, programas y acciones para prevenir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización, que sean ejecutados por municipalidades o asociaciones de municipalidades.

En 2019 se financiaron proyectos para el desarrollo de pilotos de recolección selectiva y/o transporte de residuos domiciliarios y asimilables a domiciliarios de envases y embalajes, realizados por las municipalidades de Valdivia, Peñalolén y Puente Alto. Además, se entregaron recursos para capacitar y certificar las competencias laborales de 80 recicladores de base, en proyectos que serán ejecutados en las comunas de San Antonio, El Monte y Maipú.

Junto a lo anterior, y a raíz de la emergencia sanitaria asociada al manejo de residuos sólidos domiciliarios ocurrida en la provincia de Chiloé, el MMA hizo un segundo llamado, dirigido exclusivamente a las comunas de dicha provincia. Este se orientó a financiar proyectos de manejo de residuos domiciliarios y asimilables a domiciliarios, considerando la fracción orgánica e inorgánica, destinando 330 millones de pesos a siete proyectos que se llevarán a cabo en las comunas de Quinchao, Ancud, Quemchi, Quellón, Curaco de Vélez, Dalcahue y Puqueldón.

En el segundo semestre de 2020 será adjudicado el concurso "Promoviendo la economía circular en municipios a través del reciclaje", para el cual existen 41 postulaciones en evaluación. Aquellas instituciones que se adjudiquen recursos podrán implementar acciones tendientes a capacitar a la población objetivo para aumentar la valorización de los residuos que generan, percibiendo beneficios económicos, al disminuir en parte los costos ligados a la eliminación de estos residuos en instalaciones de eliminación y beneficios sanitario-ambientales al mejorar las condiciones en que son manejados actualmente.



Durante los años 2021 y 2022 continuará la implementación del Fondo de Reciclaje a través de la apertura de nuevos procesos de postulación, de acuerdo con la disponibilidad de recursos y la focalización que el MMA defina.

Política Nacional de Integración de Recicladores de Base

Busca impulsar la inclusión social, económica y ambiental de los recicladores de base por medio de la formación y certificación de competencias laborales, promoviendo así que participen formalmente en el sistema REP como gestores autorizados de residuos. Asimismo, busca visibilizar su importante rol en la cadena de valor de los residuos.

Plan de Acción Contra la Contaminación por Plásticos

Existe consenso a nivel mundial en torno a la necesidad de disminuir la utilización del plástico y rediseñar su producción para que sea reutilizable y reciclable. En Chile este desafío se aborda desde distintas iniciativas que apuntan a reducir al mínimo el consumo de plásticos de un solo uso en el comercio y por parte del Estado, como también la adhesión de Chile al "Compromiso Global por la Nueva Economía de Plásticos"; y la creación de un estándar de Ecoetiquetas que permita a los consumidores conocer la reciclabilidad de los envases y embalajes, entre otras medidas que incentiven un cambio cultural..



Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos

El compromiso de Chile es elaborar la "Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos Municipales" en 2019 e implementar su plan de acción en el período 2021-2025. Los residuos orgánicos, como los restos de comida o cáscaras de fruta, representan más de la mitad de la basura que genera un hogar promedio en Chile, sin embargo, se recicla menos del 1%. Es por eso que el Ministerio del Medio Ambiente dio a conocer una propuesta de Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (ENRO), cuya versión final no ha sido publicada al momento del cierre de este Informe.

La ministra del Medio Ambiente, Carolina Schmidt, señaló que "pasar de reciclar del 1% al 66% de los residuos orgánicos es un desafío enorme que plantea, por ejemplo, la masificación de las composteras o vermicomposteras en los domicilios, instalaciones en los barrios y a nivel comunal e intercomunal, como también en los colegios, parques e instituciones públicas, fortaleciendo la educación ambiental". (MMA, 2020).

Para cumplir con la meta al 2040, la ENRO se propone metas intermedias al 2030, que fueron sometidas a consulta pública. Estas son:

- Valorizar un 30% de los residuos orgánicos generados a nivel municipal.
- Contar con 500.000 familias que utilicen composteras y/o vermicomposteras en sus viviendas.
- Llegar a 5.000 establecimientos educacionales con composteras y/o vermicomposteras.
- Alcanzar 500 barrios del programa "Quiero mi Barrio" haciendo compostaje y/o vermicompostaje.
- Contar con un 50% de las instituciones públicas separando en origen y valorizando los residuos orgánicos que generan.
- Lograr que todos los parques urbanos administrados por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo estén compostando los residuos orgánicos generados en sus instalaciones.

Al desechar los residuos orgánicos se pierden los nutrientes contenidos en ellos, que pueden servir como fertilizantes. También se puede producir biogás a partir de estos desechos, en plantas especializadas. Si se reduce la cantidad de residuos orgánicos, disminuyen impactos ambientales negativos como la proliferación de vectores sanitarios (moscas, aves, ratones), lixiviados, olores molestos y gases de efecto invernadero (GEI), principalmente metano.

Economía circular en la Construcción y Residuos de Construcción y Demolición (RCD)

La "Hoja de Ruta para una Gestión Sustentable de los Recursos y Residuos de Construcción y Demolición (RCD) y una Economía Circular en Construcción" es una iniciativa conjunta del programa Construye2025, apoyado por Corfo, junto a los ministerios del Medio Ambiente, de Vivienda y Urbanismo (Minvu) y de Obras Públicas (Construye2025 et al., 2020). (Construye2025, y otros, 2020)

Busca impulsar la transición del sector construcción a la economía circular; aportar a la solución de problemas derivados de la alta generación de RCD, su mal manejo y disposición final en áreas no adecuadas; la escasa prevención y valorización de estos residuos, junto con evitar los impactos ambientales, sociales y económicos relacionados a la formación de vertederos ilegales.

Nuestro país no tiene totalmente incorporado este tema en sus políticas públicas, así como el sector privado en sus prácticas cotidianas, habiendo mucho por avanzar para hacer de la Construcción una actividad circular.

Según el (MINVU, 2019), la presencia regional de sitios activos de disposición final autorizados constituye un desafío importante. La fiscalización es deficiente y en el sector de la construcción hay escaso conocimiento sobre las prácticas ambientales y la legislación vigente (Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT), 2018).

Adicionalmente, son pocas las prácticas de prevención asociadas al diseño, coordinación y especificación técnica de los proyectos y en los procesos de las empresas constructoras, habiendo una baja y a veces inexistente asignación y destino de recursos, tanto por parte de los agentes del Estado como los actores privados. A esto se suman las recurrentes catástrofes de origen natural o antrópico, que aumentan enormemente el volumen de RCD generados.

Los RCD pueden alcanzar altas tasas de valorización, dado que mayoritariamente son residuos incorporables a ciclos de economía circular, aminorando su extracción del medio ambiente. Sin embargo, no existe en el país la valorización de escombros inertes (áridos, cementos, ladrillos, cerámicas y otros), que representan entre 93% y 95% del total de RCD; solo se cuenta con prácticas, muchas de ellas informales, para la valorización de metales, como fierro, aluminio, cobre y bronce.



Acuerdos de Producción Limpia (APL)

En un trabajo conjunto con el sector privado, en 2019 se implementaron dos acuerdos de producción limpia (APL) específicamente de residuos:

- APL Cero Residuos a Eliminación, cuyo propósito es entregar un reconocimiento, por medio de un sello, a las empresas que acrediten cero residuos a relleno sanitario. Durante 2019 el trabajo se enfocó en su implementación, destacando la postulación de empresas al Sello Cero Residuos a Eliminación que tuvo lugar en el mes de octubre. Recibieron el reconocimiento 24 instalaciones productivas de empresas adherentes al acuerdo. En 2020 continuará su implementación, para en 2021 comenzar la fase de evaluación y definir la forma de darle continuidad.

- APL de Ecoetiqueta para Envases y Embalajes, que permite informar a los consumidores sobre los niveles de reciclabilidad de los productos que compran. Durante 2019 se hizo el diagnóstico inicial y se llevó a cabo la fase de negociación, que culminó con la firma del acuerdo y la adhesión de 29 empresas. Actualmente el acuerdo está en etapa de ejecución, la que dará lugar a la aparición de los primeros productos con el sello. En 2021 continuará la implementación y en 2022 se iniciará la fase de evaluación. Dependiendo de los resultados obtenidos se analizarán las opciones regulatorias para dar continuidad a este instrumento.

Municipios en el SCAM

El Ministerio del Medio Ambiente trabaja con instrumentos de gestión ambiental voluntarios, como el Sistema de Certificación Ambiental Municipal (Scam), que opera a lo largo del territorio nacional, basado en estándares nacionales e internacionales como la ISO 14.001 y el Reglamento Comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría (EMAS). El SCAM busca la integración del factor ambiental en el quehacer municipal a nivel de orgánica, infraestructura, personal, procedimientos internos y servicios que presta el municipio a la comunidad.

El SCAM es un sistema gradual, realista y flexible, capaz de adaptarse a la realidad de cada municipio. Aquellos que forman parte del sistema logran ventajas, como:

- Prestigio institucional.
- Participación activa en el cuidado del medio ambiente.
- Apoyo en la difusión de sus actividades.
- Eficiencia hídrica y energética.
- Disminución de residuos.



4.1.3. Políticas Públicas para la Gestión de Residuos

Chile ha implementado instrumentos de gestión ambiental específicos para la gestión de los residuos.

Desde fines de los años sesenta a la fecha se han promulgado leyes y decretos para regular este ámbito, destacando en los últimos años, por ejemplo, la ley REP y la ley que prohíbe las bolsas plásticas.



Tabla 1. Leyes y Decretos Asociados a la Gestión de Residuos Sólidos

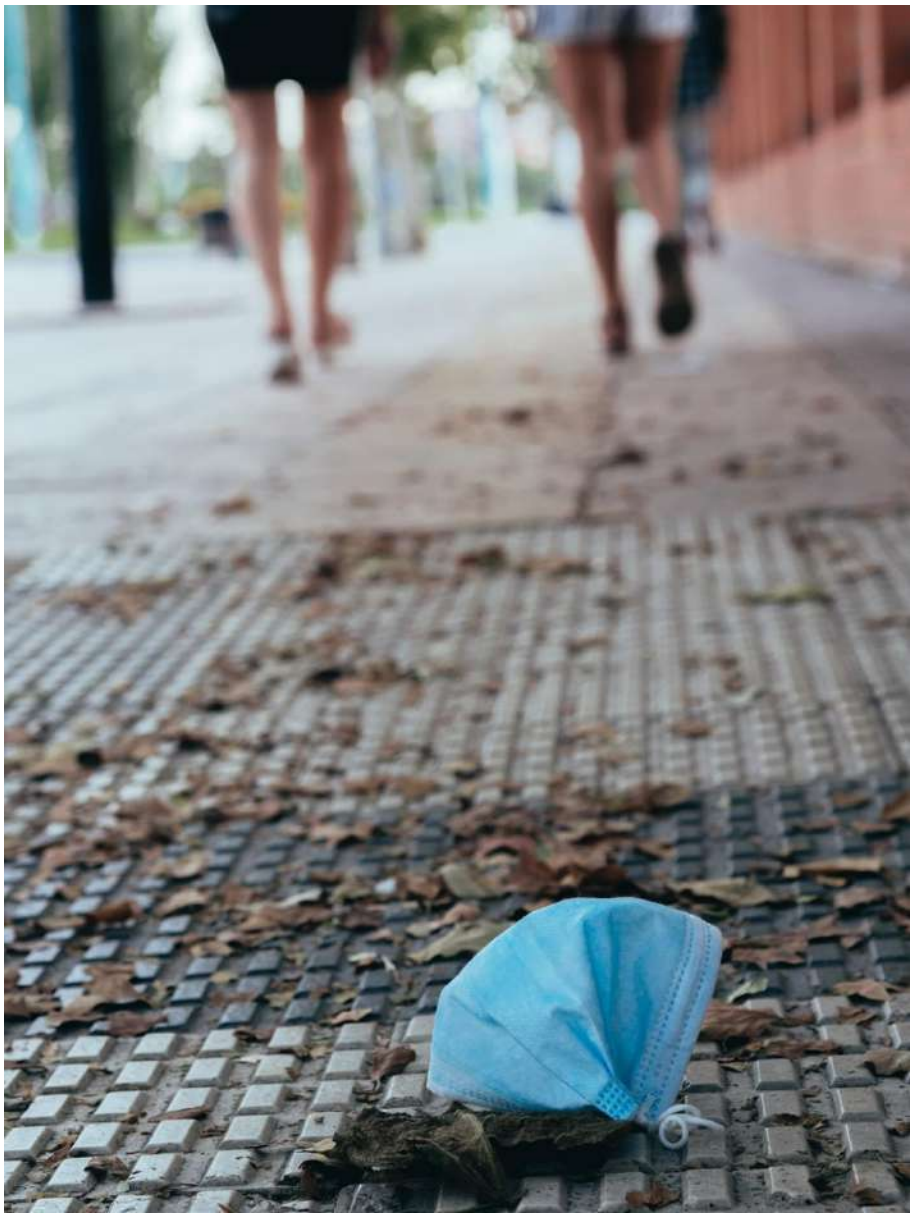
LEYES Y DECRETOS	AÑO DE VIGENCIA	DESCRIPCIÓN
D.F.L. N°725, del Ministerio de Salud	1967	Establece el Código Sanitario.
D.S. N°685	1992	Ratifica el Convenio de Basilea, el cual regula el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y estipula obligaciones a las Partes para asegurar el manejo ambientalmente racional de los mismos, particularmente su disposición.
Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente	1994	Incorpora el tema de los residuos en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental artículo 10 letras i) y o).
D.S. N°594 del MINSAL	2000	Condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo (proviene del D.S. 745 del año 1993).
D.S. N°148 del MINSAL	2004	Establece el Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos.
D.S. N°45, de MINSEGPRES	2007	Establece la norma de emisión para la incineración y co-incineración.

D.S. N°189 del MINSAL	2008	Regula las condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios.
D.S. N°6 del MINSAL	2009	Sobre el manejo de residuos generados en establecimientos de atención de salud.
D.S. N°4 de MINSEGPRES	2009	Para el manejo de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas
Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente	2010	Modificada por la Ley 20.417, establece como función del Ministerio del Medio Ambiente: Proponer políticas y formular normas, planes y programas en materias de residuos (artículo 70 letra g). Administrar un Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes en el que se registrará y sistematizará, por fuente o agrupación de fuentes de un mismo establecimiento, la naturaleza, caudal y concentración de emisiones de contaminantes que sean objeto de una norma de emisión y la naturaleza, volumen y destino de los residuos sólidos generados que señale el reglamento (artículo 70, letra p).
D.S.N°3 del MMA	2012	Establece el reglamento para el manejo de lodos provenientes de plantas de tratamiento de efluentes de la industria procesadora de frutas y hortalizas.
D.S. N°1 del MMA	2013	Establece el reglamento del registro de emisiones y transferencias de contaminantes.
Ley 20.920 MMA	2016	Establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje
Decreto N° 7 del MMA	2017	Reglamento del Fondo para el Reciclaje

Decreto N° 8	2017	Reglamento que regula el procedimiento de elaboración de los Decretos Supremos establecidos en la Ley N° 20.920 (Regula el procedimiento para la elaboración de los decretos supremos que establecen instrumentos destinados a prevenir la generación de residuos o promover su valorización, así como el procedimiento para la elaboración de los decretos supremos que establecen metas y otras obligaciones asociadas, de conformidad a la Ley N° 20.920).
Decreto Supremo N° 9/17	2017	Reglamento Regula el Movimiento Transfronterizo de Residuos (Pendiente toma de razón).
Ley 21100 MMA	2018	Prohíbe la entrega de bolsas plásticas de comercio en todo el territorio nacional.
Resolución 1491 EXENTA MMA	2018	Da inicio al proceso de elaboración del decreto supremo que establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas de neumáticos.
Resolución 1491 EXENTA MMA	2018	Da inicio al proceso de elaboración del decreto supremo que establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas de envases y embalajes, y regula un sistema de depósito y reembolso de envases de bebidas retornables de un solo uso.
Resolución 897 EXENTA MMA	2018	Anteproyecto de decreto supremo que establece metas de recolección y valorización y obligaciones asociadas de neumáticos.
Resolución 264 EXENTA MMA	2019	Da inicio al proceso de elaboración del decreto supremo que establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas de aceites lubricantes.
Resolución 544 EXENTA MMA	2019	Anteproyecto de decreto supremo que establece metas de recolección y valorización y obligaciones asociadas de envases y embalajes.

Resolución 144 EXENTA MMA	2020	Aprueba norma básica para la implementación de modificación al reglamento del registro de emisiones y transferencias de contaminantes, RETC.
Resolución 440 EXENTA MMA	2020	Establece programa de regulación ambiental 2020 - 2021.

Fuente: Elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020



4.1.4. Convenios y Acuerdos Internacionales

Chile es parte de importantes convenios y acuerdos internacionales en materia de residuos, los cuales se detallan a continuación:

Tabla 2. Principales Convenios, Protocolos y Tratados Ambientales Internacionales relevantes para el problema de Residuos

Convenios, Protocolos y Tratados Ambientales Internacionales	Aspectos Relevantes en materia de residuos
Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación	El Convenio de Basilea es un tratado mundial cuyo objetivo es proteger la salud humana y el medio ambiente contra los efectos adversos de los desechos peligrosos. Su ámbito de aplicación abarca una amplia gama de residuos definidos como "desechos peligrosos" según su origen, composición y características. A la fecha, este convenio incluye 48 categorías de residuos, detallados en 61 tipos específicos que se deben controlar en su movimiento transfronterizo. Además, incluye 64 tipos de residuos considerados "no peligrosos". (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 1992
Foro de Cooperación Económica Asia - Pacífico (Apec)	Es el principal foro para promover el crecimiento, la cooperación técnica y económica, la facilitación y liberalización del comercio y las inversiones en la región Asia Pacífico. En 2019 Chile lideró el desarrollo de un mapa de ruta sobre residuos marinos, cuyo propósito es prevenir los impactos en el medio ambiente marino de los residuos sólidos, especialmente plásticos y microplásticos. Este mapa de ruta fue adoptado por las 21 economías de APEC y actualmente se encuentra en fase de implementación (APEC, 2019).

Grupos Internacionales sobre residuos marinos y microplástico.	Chile forma parte de varios grupos de trabajo de carácter internacional en torno a los temas de residuos marinos y microplástico, todos ellos conformados por el PNUMA: el Grupo ad hoc sobre residuos marinos y microplástico, el Grupo Científico Asesor sobre residuos marinos y el Grupo de Amigos para Combatir la Contaminación Marina
Asamblea de Naciones Unidas del Medio Ambiente (UNEA)	Creada en 2013, es el principal órgano de toma de decisión del medio ambiente del PNUMA. La Asamblea ha sesionado en 2014, 2016, 2017 y 2019. En todas estas ocasiones Chile ha tenido una participación activa. En la cuarta sesión, cuyo lema fue "Soluciones innovadoras para los desafíos ambientales y consumo y producción sostenible", el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, junto a Argentina, Costa Rica y Perú, promovió y aprobó una resolución sobre movilidad sostenible (Asamblea de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2019), destacando a la región como líder en movilidad eléctrica.
Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)	Chile, como país miembro de la OCDE, participa en grupos específicos del Comité de Política Ambiental (EPOC) que abordan la temática de los residuos, tales como el Grupo de Trabajo sobre Productividad de Recursos y Residuos, el Comité de Químicos y el Grupo de Trabajo sobre Químicos, Pesticidas y Biotecnología.

Fuente: Elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020

Referencias

- APEC. (29-30 de August de 2019). Roadmap on Marine Debris. Recuperado el septiembre de 2020, de Third Senior Officials' Meeting Puerto Varas, Chile: https://www.apec.org/Meeting-Papers/Annual-Ministerial-Meetings/2019/2019_AMM/Annex-B
- Asamblea de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2019). Sustainable mobility. Resolution adopted by the United Nations Environment Assembly. Obtenido de http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/28469/K1901060.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Construye2025, CORFO, Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Obras Públicas, Ministerio del Medio Ambiente, & Instituto de la Construcción. (2020). Hoja de ruta RCD : Economía Circular en Construcción 2035. Construye2025. Obtenido de http://catalogador.mma.gob.cl:8080/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=7e06e1c0-0a08-4234-a116-fd1f7ab4a38a&fname=HDR-PAGINA_RCD_200825.pdf&access=public
- Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT). (24 de enero de 2018). Diagnóstico sobre la gestión de residuos sólidos de las empresas del sector construcción, y propuesta de Acuerdo de Producción Limpia. Recuperado el septiembre de 2020, de CORFO - CONSTRUYE 2025: https://construye2025.cl/download/179/estudios/4807/diagnostico-sobre-la-gestion-de-residuos-de-las-empresas-del-sector-construccion.pdf
- East, C. (2016). Using LCA To Support The Circular Economy. PRé Sustainability B.V. Obtenido de https://pre-sustainability.com/articles/using-lca-to-support-the-circular-economy/
- European Parliament. (septiembre de 2020). Circular economy: definition, importance and benefits. Obtenido de https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/economy/20151201STO05603/circular-economy-definition-importance-and-benefits
- Eurostat. (2015.). Generation of Waste by Economic Activity. Recuperado el septiembre de 2020, de https://ec.europa.eu/eurostat/web/environment/waste/main-tables
- Fundación Ellen MacArthur. (2014). Hacia una economía circular. Resumen ejecutivo. Obtenido de https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/EMF_Spanish_exec_pages-Revise.pd
- Kaza, Y. B.-T. (2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. (B. Mundial, Ed.) Urban Development Series. Obtenido de https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317
- Ministerio de Salud. (2000). Decreto 594. Aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. Obtenido de https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=167766&idParte=8643142&idVersion=
- Ministerio de Salud. (2003). Decreto 148. Aprueba reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos. Obtenido de https://www.leychile.cl/N?i=226458&f=2004-06-16&p
- Ministerio de Salud. (2008). Decreto 189. Aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios. Obtenido de https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=268137

- MINVU. (2018). Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas. Recuperado el septiembre de 2020, de Tomo IV: Materiales y Residuos. División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional - Ditec: https://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/EST%C3%81NDARES-DE-CONSTRUCCI%C3%93N-SUSTENTABLE-PARA-VIVIENDAS-DE-CHILE-TOMO-IV-MATERIALES-Y-RESIDUOS.pdf
- MINVU. (2019). Informe Final Diagnóstico sobre Infraestructura RCD en Chile. Obtenido de Ministerio de Vivienda y Urbanismo. División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional - Ditec. Secretaría Ejecutiva de Construcción Sustentable.
- MMA. (2019). Cuenta Pública Sectorial. Recuperado el septiembre de 2020, de Ministerio del Medio Ambiente: https://cuentaspublicas.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/05/Informe-Cuenta-Publica-2018.pdf
- MMA. (2019a). Ministerio del Medio Ambiente da inicio al Comite Estrategico de la Hoja de Ruta de Economia Circular. Obtenido de https://mma.gob.cl/ministerio-del-medio-ambiente-da-inicio-al-comite-estrategico-de-la-hoja-de-ruta-de-economia-circular/
- MMA. (2020). Informe sobre residuos de la construcción y demolición. Borrador no publicado.
- MMA. (4 de agosto de 2020). Ministerio del Medio Ambiente presenta Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos que propone ambiciosa meta de reciclaje. Recuperado el septiembre de 2020, de https://mma.gob.cl/ministerio-del-medio-ambiente-presenta-estrategia-nacional-de-residuos-organicos-que-propone-ambiciosa-meta-de-reciclaje/
- Muñoz, M., King, R., & Montenegro, J. (2018). Caracterización geotécnica de cenizas volantes generadas a partir de la combustión del carbón en central termoeléctrica. . Obtenido de Universidad Católica de la Santísima Concepción.
- Ossio, F., Molina-Ramírez, J., Larrain, H., & Schmitt, C. (2020). Políticas municipales estandarizadas para el manejo sustentable de residuos de construcción y demolición. En C. d. UC, ropuestas para Chile. Concurso de Políticas Públicas 2019. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/340350099_CAPITULO_IX_Politicas_municipales_estandarizadas_para_el_manejo_sustentable_de_residuos_de_construccion_y_demolicion
- Parlamento Europeo. (2020). Economía circular: definición, importancia y beneficios. Obtenido de https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios#:~:text=La%20econom%C3%ADa%20circular%20es%20un,de%20los%20productos%20se%20extiende.
- Peña, C., & et.al. (julio de 2020). Using Life Cycle Assessment to achieve a circular economy. Position Paper of the Life Cycle Initiative. Obtenido de www.lifecycleinitiative.org/wp-content/uploads/2020/07/Using-LCA-to-achieve-circular-economy-LCI-July-2020.pdf?utm_source=mailpoet&utm_medium=email&utm_campaign=news-for-the-global-life-cycle-community-lc-net-januaryfebruary-2020-edition_2

- Pérez, R. (8 de abril de 2019). Experta en salud pública asegura que hallazgo del mosquito que transmite el dengue es "una amenaza". La Nación. Obtenido de http://lanacion.cl/2019/04/08/experta-en-salud-publica-afirma-que-hallazgo-del-mosquito-que-transmite-el-dengue-es-para-preocuparse/
- Ryan, S., Carlson, C., Mordecai, E., & Johnson, L. (2019). Global expansion and redistribution of Aedes-borne virus transmission risk with climate change. PLoS Negl Trop Dis 13(3): e0007213. Obtenido de https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007213
- Sabatini, F., & Wormald, G. (2004). La guerra de la basura de Santiago: desde el derecho a la vivienda al derecho a la ciudad. Eure (vol.XXX, N°91), 67-86.
- Servicio de Impuestos Internos. (2018). Resolución 128 Anexo 2, Tasación de terrenos, p.4. Obtenido de http://www.sii.cl/normativa_legislacion/resoluciones/2018/reso28_anexo02.pdf
- SINIA. (2020). Temas ambientales - residuos. Obtenido de Sistema Nacional de Información Ambiental - Ministerio del Medio Ambiente: https://sinia.mma.gob.cl/temas-ambientales/residuos/
- Superintendencia del Medio Ambiente de Chile. (2014). Guía de aspectos ambientales relevantes para centrales termoeléctricas. Obtenido de http://www.normativaconstruccion.cl/documentos_sitio/89292_termoelectricas.pdf
- UNEP. (2011). Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes. Obtenido de https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8385/-Basel%20Convention%20on%20the%20Control%20of%20Transboundary%20Movements%20of%20Hazardous%20Wastes%20-20113644.pdf?sequence=2&amp%3BisAllowed=
- United Nations Environment Assembly. (15 de March de 2019). Sustainable mobility. Obtenido de Resolution adopted by the United Nations Environment Assembly: http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/28469/K1901060.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Universidad de Santiago de Chile . (16 de marzo de 2017). Convierten residuos ambientales de termoeléctricas a carbón en nuevo material para la agricultura. Recuperado el septiembre de 2020, de www.usach.cl/news/convierten-residuos-ambientales-termoelectricas-carbon-nuevo-material-para-la-agricultura-0
- Yamaguchi, S. (2018). International Trade and the Transition to a More Resource Efficient and Circular Economy: A Concept Paper. OECD Trade and Environment Working Papers 2018/03, OECD Publishing.

CAPÍTULO **11**

CONTAMINACIÓN LUMÍNICA



CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

La Contaminación Lumínica es un fenómeno que afecta la vida y la actividad húmana, como la observación de cielos astronómicos en el norte de nuestro país y la cosmo visión de nuestros pueblos indígenas, así como afecta el desarrollo y las condiciones naturales de la biodiversidad, como en las rutas migratorias de las aves y hábitos de especies nocturnas.

¿QUÉ ES LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA?

Es el brillo o resplandor del cielo nocturno, producido por la reflexión o difusión de la luz artificial en los gases y partículas de la atmósfera.

UNA MALA ILUMINACIÓN PROVOCA CONTAMINACIÓN LUMÍNACA

El uso de lámparas de una potencia mayor a la que se necesita y la instalación incorrecta provoca que el HAZ de LUZ no esté bien dirigido al suelo y escape por arriba del horizonte afectando a su entorno.



FUENTES LUMÍNICAS CONTAMINANTES



- Alumbrado ambiental
- Alumbrado deportivo y recreacional
- Alumbrado industrial
- Avisos y letreros luminosos
- Alumbrado ornamental y decorativo
- Alumbrado funcional

MIGRACIÓN DE AVES

La luz artificial puede deslumbrar y confundir a las aves migratorias, que utilizan la luz de las estrellas y cuerpos celestes para ubicarse durante la migración.

INSECTOS

La contaminación lumínica puede afectar a especies como las polillas y luciérnagas, las cuales participan al igual que las abejas en los procesos de polinización

NORMA LUMÍNICA

La norma de emisión vigente (D.S. N° 43 del 2012 del MMA), estableció mayores exigencias para el alumbrado de exteriores, incluyendo además los avisos y letreros luminosos, como las pantallas LED de gran formato para publicidad.

¿CÓMO LA LUZ ARTIFICIAL AFECTA A LA OBSERVACIÓN?

La luz artificial proyectan líneas de emisión a la atmósfera, esto afecta los tiempos que requiere un telescopio para observar la luz tenue que emite una estrella.



TELESCOPIO DE 8 M

Por la contaminación lumínica, el telescopio disminuye su capacidad, provocando pérdida de información de una estrella.



*C.L.: contaminación lumínica del cielo. A mayor valor (%), mayor C.L.

INTRODUCCIÓN

Por millones de años el ciclo natural de luz y oscuridad de nuestro planeta, expresado en el día y la noche, ha conducido la evolución de las especies, para llevarlas a la gran diversidad existente y que se continúa descubriendo. Tan importante como el día con la luz del sol es la noche, con la luz de otros astros y cuerpos celestes que cubren el cielo nocturno.

Son condiciones únicas para el desarrollo de la vida, la salud de las personas y el desenvolvimiento de actividades tan relevantes como la astronomía.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES: LA LUZ ARTIFICAL Y SUS IMPACTOS

1.1. CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

1.2. EL PROBLEMA DE LA LUZ AZUL

2. DIAGNÓSTICO: ESTADO DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

2.1. ESTADO DE LOS CIELOS PARA LA OBSERVACIÓN ASTRONÓMICA

2.2. ESTADO DEL IMPACTO EN BIODIVERSIDAD EN CHILE

2.3. ESTADO DE CUMPLIMIENTO DE LA NORMA LUMÍNICA

3. HACIA DONDE VAMOS: EL USO SOSTENIBLE DE LA LUZ ARTIFICIAL

3.1. ESTRATEGIA PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA: USO SOSTENIBLE DE LA LUZ

3.2. PROCESO DE REVISIÓN DE LA NORMA LUMÍNICA

3.3. MESA DE COORDINACIÓN PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

3.4. DECLARACIÓN DE ÁREAS CON VALOR CIENTÍFICO Y DE INVESTIGACIÓN PARA LA OBSERVACIÓN ASTRONÓMICA

3.5. PLANES DE RECUPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y GESTIÓN DE ESPECIES (RECOGE)

REFERENCIAS

1. Antecedentes

1.1 Contaminación Lumínica

La contaminación lumínica corresponde a la luz artificial, que es desaprovechada y que altera las condiciones naturales del medio ambiente, generando impactos en la observación del cielo, en la salud de las personas y en la biodiversidad.

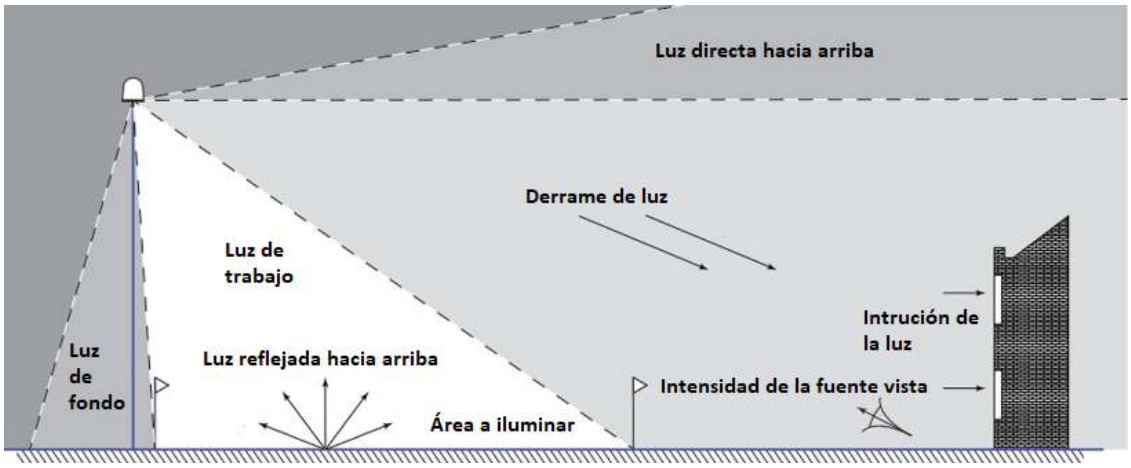
Este tipo de contaminación, que aumenta todos los años alrededor de un 2.2% (Kyba, 2016), implica un gasto energético innecesario y se manifiesta principalmente como el brillo del cielo nocturno sobre las fuentes desde donde proviene la luz, una ciudad o una industria, lo que también se conoce como Sky Glow, y que puede iluminar incluso lugares situados a kilómetros de la fuente.

La contaminación lumínica también se puede presentar como luz intrusa o intrusiva, que es aquella que ingresa a las viviendas o al nido de alguna especie y produce deslumbramiento, que corresponde a la pérdida momentánea de la visión, producida por la exposición a una luz muy intensa. (**Figura 1**)

La contaminación lumínica es provocada muchas veces por un diseño inadecuado del sistema de alumbrado, el cual desaprovecha la luz iluminando superficies que no son de interés o incluso enviándola hacia el cielo. (Fuente: adaptado de (Institution of Lighting Professionals, 2020)



Figura 1. Tipos de luz intrusiva



Fuente: Guidence note 01/20, Guidance notes for the reduction of obstrusive light, Institution of Lighting Professionals.

Mala iluminación

y seguridad ciudadana

Una iluminación excesiva por mal dimensionamiento, además de ocasionar un gasto energético innecesario, puede causar problemas en la seguridad de las personas. Mayores niveles de iluminación no deben ser entendidos como más seguridad,

Porque si la instalación produce encandilamiento no es segura. En las fotografías se puede observar cómo el encandilamiento reduce el campo visual de todo lo que se ubique por detrás de la luminaria.





Fuente: George Fleenor.

Campo visual disminuido por encandilamiento de luminaria de seguridad. Fuente: George Fleenor - Dark Sky Defenders.

A raíz de la irrupción del LED, o diodo emisor de luz, como alternativa de recambio a las antiguas luminarias de descarga -por ejemplo, las de sodio de alta presión de color amarillo- y los impactos que provocaron las primeras luminarias led blancas frías por su alto contenido de luz azul, el Departamento de Energía de Estados Unidos publicó los resultados de una investigación acerca de las variables que mayormente incidían en el brillo del cielo (U.S. Department of Energy, 2017).

El estudio determinó que, para reducir el brillo del cielo generado por el sodio de alta presión (luces amarillas), las luminarias LED debían:

1. Evitar completamente la emisión de luz hacia el hemisferio superior.
2. Reducir los niveles de iluminación.
3. Controlar la emisión de luz en el rango azul, a través del uso de luminarias de color blanco cálido o ámbar.
4. Avanzar en un control efectivo de la luz azul, el que junto con un buen diseño de iluminación, permitirá contar con una tecnología que reduce el brillo del cielo y con ello, los impactos asociados a la salud de las personas, la biodiversidad y la observación astronómica.

Imagen. (**Figura 2**) A medida que la emisión de luz se dirige sobre el plano horizontal que divide los hemisferios inferior y superior, la dispersión de la luz será mayor, que aquella luz dirigida totalmente hacia el cielo. (**Tabla1**)

Solo pequeñas cantidades de luz hacia el hemisferio superior pueden tener un efecto de aumento del brillo del cielo. Fuente: (Luginbuhl, 2009).

Figura 2. Emisión de luz en dirección al plano horizontal

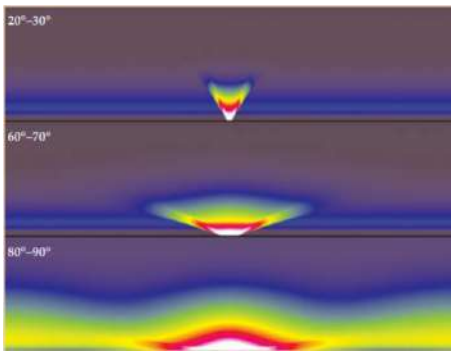


Tabla 1. Dispersión de luz

	Relación cielo – brillo		
Iluminación hacia arriba	50 km	100 km	200 km
0%	1.0	1.0	1.0
1%	1.3	1.6	2.0
3%	1.8	2.7	3.9
10%	3.8	6.7	10.6

Fuente: Luginbuhl, C. Walker, C. Wainscoat, R. (2009). Lighting and Astronomy, Physics Today 62, 12, 32.

1.2 El problema de la luz azul

La luz azul forma parte importante del día. Es el color del cielo, producto de la dispersión de la luz del sol en la atmósfera terrestre y de la reflexión del cielo en las aguas de mares, lagos y ríos. Sin embargo, su presencia en el periodo nocturno, a consecuencia de la iluminación artificial, puede aumentar el brillo del cielo y afectar el ciclo natural de luz y oscuridad, resultando perjudicial para la salud de las personas y para la biodiversidad, según concluyó un reporte presentado por la Asociación Médica Estadounidense (Kraus, 2016).

El recambio masivo a luces LED como alternativa para iluminar las ciudades, impulsado por un ahorro energético superior a 50% frente a otras tecnologías (Schulte-Römer, 2019), permitió que los primeros LED blancos fríos se instalaran en áreas urbanas cuando la tecnología aún no maduraba hacia un control efectivo de la luz azul. De esta manera, incrementó la cantidad de luz azul en el ambiente respecto de tecnologías antiguas como el sodio de alta presión, que posee un bajo contenido de luz en este mismo rango, con el consiguiente aumento en los impactos que ya se venían estudiando y buscando controlar en todo el mundo.

En un principio la astronomía encendió las alarmas, debido a que el mayor brillo afecta gravemente la adecuada observación, por la dispersión que produce en la atmósfera y que disminuye la visibilidad de los cuerpos celestes. Posteriormente, derivado de estudios sobre el impacto de las pantallas de dispositivos móviles en la salud de las personas (Chang, 2014), se descubrió que la exposición a luz azul en la noche afecta procesos biológicos relacionados con el descanso e inhibe mecanismos de defensa ante enfermedades como el cáncer.

Finalmente, la observación de una mengua constante de la biodiversidad -tales como aves migratorias, insectos, tortugas marinas y otras especies- confirmó que la contaminación lumínica había trascendido las barreras de la actividad humana y se transformaba en un problema ambiental global.

La situación actual parece mostrar un punto de inflexión para enfrentar la contaminación lumínica derivada del componente azul de la luz: existe un mayor conocimiento del problema y el desarrollo tecnológico en iluminación ha evolucionado en la dirección de reducir su impacto (Schulte-Römer, 2019).

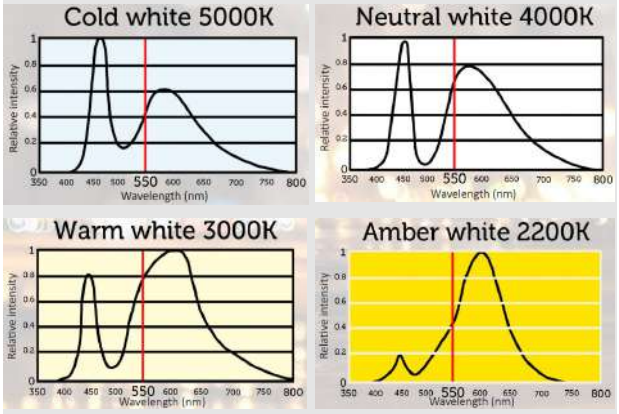
Sin embargo, ahora se hace necesario avanzar en la implementación de tecnologías que disminuyan el componente azul de la luz artificial con un enfoque de sostenibilidad y no tan solo desde la eficiencia energética.



El LED,

UNA REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA EN DESARROLLO

La introducción del Diodo Emisor de Luz Azul (LED Azul) en la década de los 90' y su masificación en los 2000, representó una revolución en la industria de la iluminación, con aplicaciones tanto para interiores y como para exteriores. Esto se logró aplicando una capa de fósforo sobre el chip LED de color azul, la cual permite obtener luz blanca (compuesta por toda la gama de colores visibles), con diversas tonalidades que van desde el blanco frío, con un peak muy fuerte en el rango azul[1], a las cálidas, con una reducción de luz en el rango azul, que son las apropiadas para reducir la contaminación lumínica.



Espectro de emisión de luminarias LED de diferentes temperaturas de color, el peak de luz azul se ubica entre los 380 nm y 499 nm.

Reducen brillo del cielo con nuevas luminarias

En 2017 se realizó en la ciudad estadounidense de Tucson, Arizona, un recambio masivo de 18.000 luminarias por tecnología led con una temperatura de color cálida de 3.000 K (grados Kelvin). A través de mediciones se determinó que esta acción significó aminorar el brillo del cielo en aproximadamente 7%, constituyendo un aporte significativo a la disminución de la contaminación lumínica.



Tucson, Arizona skyline y montañas de Santa Catalina en la noche (IDA, 2018).



Vía Láctea sobre el Observatorio Paranal, Very Large Telescope (VLT), Desierto de Atacama, Región de Antofagasta.

(Fuente: Y. Beletsky (LCO)/ESO)

1.2.1. Impactos en la observación astronómica

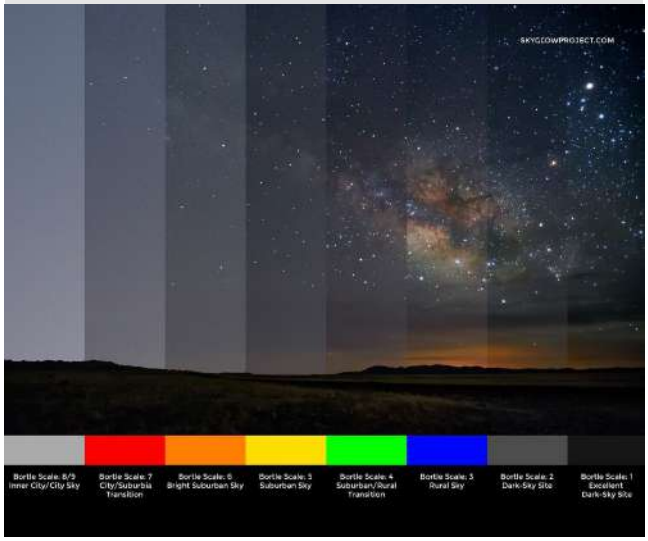
El ser humano conoce el universo a través de la luz, tanto la que es visible para sus ojos como aquella que no puede ver –como ondas de radio o rayos gamma provenientes de galaxias lejanas. Para esto, deben darse ciertas condiciones ambientales de limpieza y oscuridad de los cielos, así como otras climáticas y geográficas, que solo presentan algunos lugares del mundo. El desierto de Atacama es uno de estos sitios privilegiados, concentrando por ello una parte muy importante de la observación astronómica mundial por medio de grandes observatorios internacionales instalados en el norte del país. Sin embargo, este patrimonio tan relevante para la ciencia se ve amenazado por la contaminación lumínica, generada por centros urbanos e instalaciones industriales.

El aumento de la luz azul en el ambiente a raíz del recambio a luminarias LED blanco frío impacta directamente en el desarrollo de la actividad astronómica, dado que su luz azul, cuya longitud de onda puede ir entre los 380 nm y 499 nm, se dispersa con mayor facilidad en la atmósfera, elevando así la contaminación lumínica (U.S. Department of Energy, 2017) (Luginbuhl, 2009). Cuando la luz de alumbrados de exteriores es percibida por un telescopio, se debilita su capacidad de observación y la porción del cielo que se encuentra contaminado ya no puede ser objeto de estudio.

Por esto, reducir la luz azul va en directa relación con la disminución de la contaminación lumínica y con la mejora en la calidad del cielo nocturno para su observación y conservación.

ÍNDICE BORTLE
Y OSCURIDAD DEL CIELO

Para reconocer la calidad del cielo nocturno para la astronomía, el estadounidense John E. Bortle desarrolló en 2001 una escala con 9 categorías, que van desde cielos con muy baja calidad para la observación, como los que hay en una ciudad (8 y 9 según la escala), hasta la categoría de cielo muy oscuro (1), que ofrece una excelente calidad para mirar las estrellas (Figura 4). Esta escala puede ser construida de manera más precisa a través de mediciones en términos de magnitud/arcsec2, unidad de medida utilizada por los astrónomos para medir el brillo del cielo. La escala comprende valores que van desde los 18 magnitud/arcsec2 o menos, para las calidades de cielo más bajas, hasta por sobre los 21,9 magnitud/arcsec^2. Como referencia, los sitios de observación de La Silla y Paranal, en el desierto de Atacama, se encuentran en la categoría 1 de la escala, con un valor de 21,7 magnitud/arcsec^2



1.2.2. Ciclo circadiano, impactos en los seres vivos

La luz es un indicador esencial de los ciclos de luz y oscuridad, actuando como un regulador del ciclo circadiano de los organismos. Las especies han evolucionado en relación con estos ritmos biológicos, adaptando su respuesta a las condiciones del entorno para desarrollar actividades tan fundamentales como la alimentación, la reproducción y la migración, entre otras (Barentine, 2019).

En este sentido, la luz artificial introducida en los ecosistemas naturales produce cambios en el comportamiento de las especies, alterando su ciclo circadiano (Grubisic, 2019), atrayéndolas, como en el caso de algunas aves, a lugares donde pueden ser presa fácil de depredadores o desviándolas de su camino, convirtiéndose en una verdadera trampa (Silva, Medrano, & Tejeda, 2020).





Los alumbrados de exteriores confunden o deslumbran a especies como aves migratorias, que utilizan la luz de las estrellas y cuerpos celestes para ubicarse durante la migración. (arriba) Fardela Blanca, Ardenna creatopus (fuente:Oikonos); (abajo) Golondrina de Mar Negra, Oceanodroma markhami.

Fuente: (Silva, Medrano, & Tejeda, 2020).



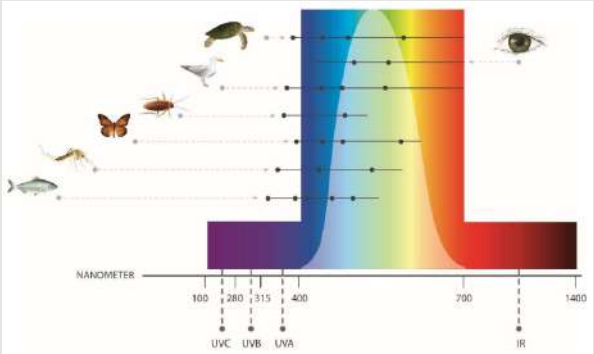
1.2.3. Mecanismos de visión humana

Al igual que las demás especies, el ser humano posee un rango acotado de visión sobre el espectro electromagnético, el cual ha evolucionado en función de la luz natural del ambiente diurno y nocturno. A partir de estos estímulos, el cuerpo cuenta con un reloj biológico sincronizado con el día y la noche a través de fotorreceptores situados en la retina, los que estimulan la secreción de melatonina u "hormona del sueño".

Cuando se alteran los ciclos de luz y oscuridad, por la exposición durante la noche a luz azul proveniente de las pantallas de celulares y televisores, o la exposición a luminarias blancas frías, se inhibe la producción de melatonina, cuyas funciones rebasan la inducción del sueño y la convierten también en un agente antioxidante, inmunoestimulante y oncostático en determinados tipos de cáncer (Kraus, 2016).

Si bien, esta supresión puede ser restituida durante las primeras horas de la noche al dejar de exponerse a la fuente, la situación es distinta si la exposición a la luz azul es en la segunda mitad de la noche, puesto que ya no sería posible restablecer los niveles altos de melatonina (Rol, 2011). Por esto, es importante reducir la exposición a la luz azul, la cual puede provenir incluso de los sistemas de alumbrado exterior, como el alumbrado público o publicitario, que por su instalación o altos niveles ingresa luz intrusivamente a los dormitorios de las personas.

El espectro visible, expresado en longitudes de onda en nanómetros (10-9) depende de la especie. Algunas especies pueden ser mucho más sensibles en colores que los seres humanos no vemos. La curva de color blanco sobre el espectro representa la curva de visión fotópica del ser humano.



Fuente: (Australian Government, Department of the Environment and Energy, 2020).



1.2.4. Cielo nocturno y cosmovisión de los pueblos indígenas

Parte del patrimonio cultural del país reside en el cielo nocturno y en la interpretación que realizan de éste los pueblos originarios, que no solo cuenta la historia del origen de la Tierra y todo lo que en ella habita, sino que también es fuente de información esencial para la vida de estas comunidades.

En el cielo nocturno, sin contaminación lumínica, es posible observar un sinfín de estrellas, los planetas que forman parte del sistema solar, parte de la galaxia donde se encuentra e incluso galaxias cercanas, como las Nubes de Magallanes. Cada pueblo originario le asigna un nombre y una interpretación a lo que podía ver en la noche, llegando a manejar un conocimiento muy detallado del cielo, el cual era traspasado de una generación a otra, usualmente a través de relatos.

Uno de los objetos más presentes en la noche es la galaxia, la Vía Láctea, como se la denominó en Occidente, que atraviesa todo el cielo nocturno y que pueblos como los mapuche o los andinos del norte, como los aymaras, atacameños y quechuas (Berenguer, 1986) asocian con un río en el cielo, o con una criatura marina en el caso de los Rapa-Nui. (Edwards, 2018).

Particularmente para los Mapuche, la vía láctea (Lewfü, Lewbü, Wenulewbü), junto con las Nubes de Magallanes (Lafken, Labken, Künchanlabken), se conoce como las aguas del mundo de arriba o Wenumapu (Pozo, 2014). Su observación les permite calcular el tiempo en la noche, sirve para la realización de ceremonias como el Nguillatún o como indicador climático en función de su color o brillo. Otra denominación que se da a la Vía Láctea, pero relacionada con sus creencias acerca de la muerte, es Rüpü o Camino del Cielo, lugar adonde llegan las personas ancianas fallecidas y que fueron buenas durante su paso por la tierra.

Para los pueblos originarios también es relevante la constelación de Orión, en especial el llamado cinturón de Orión, conformado por tres brillantes estrellas: Alnitak, Alnilam y Mintaka, también conocidas como las Tres Marías, Weluwitraw en el pueblo mapuche y Tautoru para los Rapa-Nui, las que marcaban el inicio del año. En los pueblos andinos del norte esta constelación es denominada Chakana y se considera como un puente para cruzar el río Mayu.



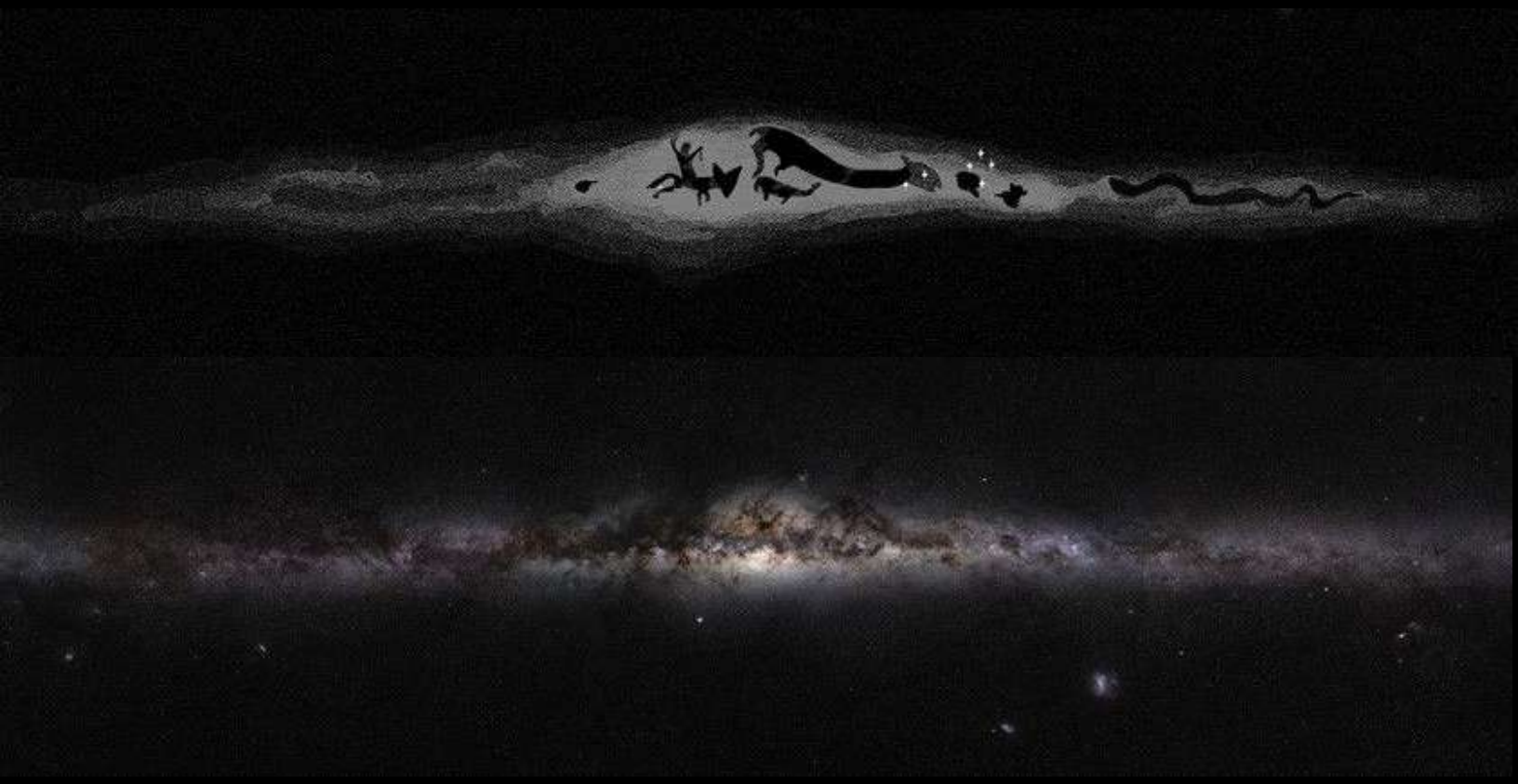
El río Mayu y el mito de Yakana

Para los aymaras, atacameños y quechuas, habitantes de la cordillera norte del país, la Vía Láctea era un río llamado Mayu que cruza todo el cielo, y las constelaciones se formaban a partir de las sombras que se producían entre las estrellas. Una de las constelaciones más importantes es la de la Llama o Yakana, la que caminaba a través de este río junto con su cría, amamantándola. Según el mito, durante la noche y sin que nadie la viera, Yakana bebía el agua del océano, evitando así la inundación de la tierra.

Cuando Yakana bajaba a beber el agua de un manantial podía ser vista por alguien. En ese momento, caía sobre la persona, oprimiéndola con una gran cantidad de lana, al punto que debía arrancar un poco.

Si al otro día la persona encontraba la lana que había arrancado, que a la luz del sol se veía de todos los colores, debía adorar a Yakana en el mismo lugar donde se la había encontrado y conseguir lo antes posible una pareja de llamas, las que se reproducirían en abundancia, brindándole un gran rebaño.

Yakana era acompañada por otros animales, como el zorro, la perdiz, el sapo y la serpiente, los cuales pueden ser vistos atravesando el río Mayu. (Berenguer, 1986)

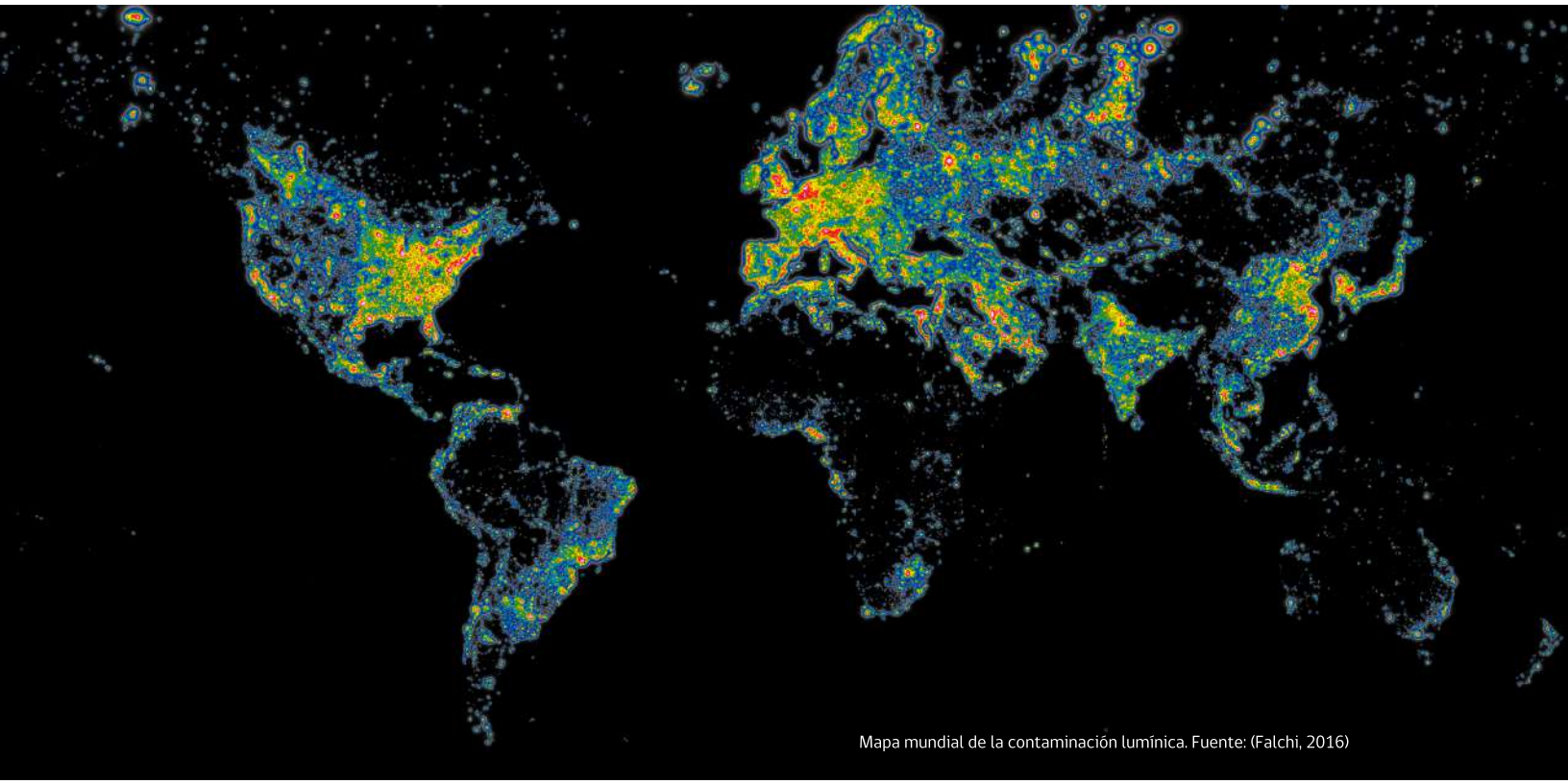


Arriba: interpretación de las constelaciones andinas, con Yakana al centro junto a otros animales. Abajo: la Vía Láctea desde el hemisferio sur. Fuente: Museo Chileno de Arte Precolombino.

2. Diagnóstico: Estado de la contaminación

La contaminación lumínica se encuentra regulada en Chile desde 1998, a través de la primera norma lumínica, enfocada principalmente en la protección del cielo para la observación astronómica. Desde entonces se ha avanzado en el estudio de la problemática y hoy se cuenta con antecedentes de impactos también en la salud humana y la biodiversidad, junto con mejores herramientas para enfrentarla, como son las imágenes satelitales de la superficie terrestre durante la noche.

Así, para estudiar el avance de la contaminación lumínica en el país se han utilizado imágenes satelitales disponibles en servidores de la Agencia Nacional del Aire y el Espacio de Estados Unidos (NASA).



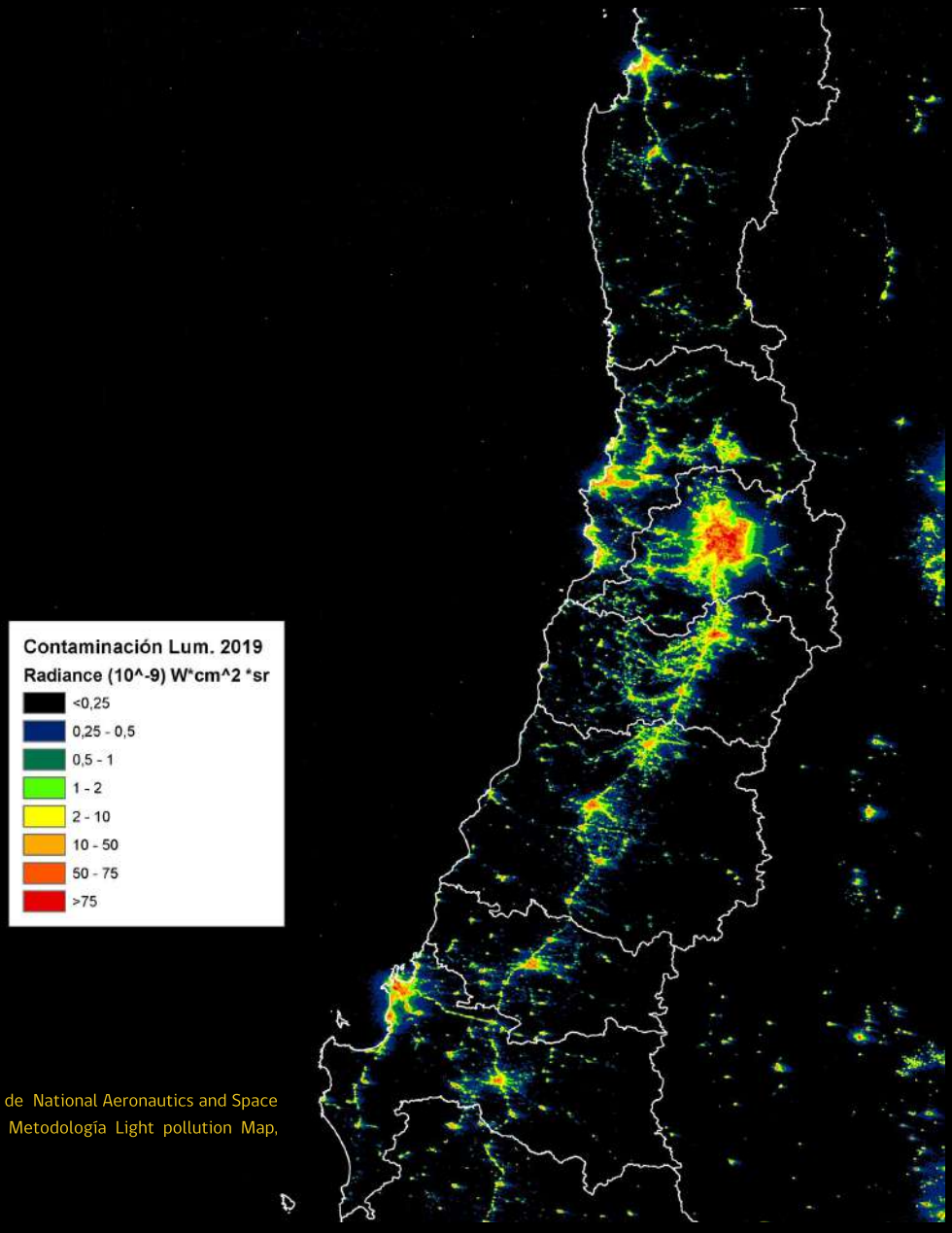
Mapa mundial de la contaminación lumínica. Fuente: (Falchi, 2016)

El examen de esas imágenes permite identificar las zonas donde se emite más luz y aquellas en las cuales aún es posible encontrar cielos oscuros, condición que debería ser conservada por su importancia desde el punto de vista astronómico y de biodiversidad.

La siguiente serie de indicadores busca evaluar el estado de la contaminación lumínica en Chile, especialmente sobre los observatorios astronómicos y en áreas silvestres protegidas, junto con un análisis específico de la situación de la golondrina de mar negra.

Finalmente, se presentan indicadores asociados a la norma de emisión vigente (decreto supremo 43 del año 2012, del Ministerio del Medio Ambiente), en relación con el control que se lleva a cabo en la certificación de luminarias y la fiscalización efectuada por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA).

Figura 3. Mapa de contaminación lumínica zona centro, 2019



Fuente: Elaboración propia con datos de National Aeronautics and Space Administration (NASA), utilizando la Metodología Light pollution Map, 2020.

2.1. Estado de los cielos para la observación astronómica

Los observatorios astronómicos presentes en Chile se pueden clasificar por tipo y público objetivo. La clasificación por tipo diferencia según el sistema de captación de información espacial que utilicen, ya sea óptico/infrarrojo o radiofrecuencia. El infrarrojo y la radiofrecuencia no se ven afectados por la contaminación lumínica visible.

Respecto del usuario, los observatorios se pueden clasificar de acuerdo a su misión y segmento al están dirigidos: científicos, turísticos o docentes (**Tabla 2**).

Tabla 2. Observatorios presentes en Chile

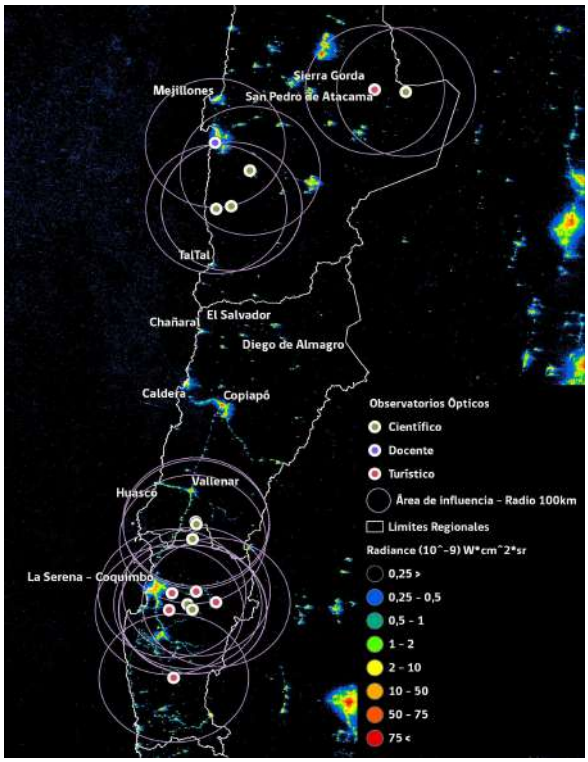
NOMBRE	TIPO	CLASIFICACION
Observatorio Cerro Paranal	Óptico/Infrarrojo	Científico
Observatorio Gemini Sur	Óptico/Infrarrojo	Científico
Observatorio La Silla	Óptico/Infrarrojo	Científico
Observatorio Las Campanas	Óptico/Infrarrojo	Científico
Observatorio Interamericano Cerro Tololo	Óptico/Infrarrojo	Científico
Telescopio Southern Astrophysical Reasearch (SOAR)	Óptico/Infrarrojo	Científico
Large Synoptic Survey Telescope (LSST)	Óptico/Infrarrojo	Científico
Tokio Atacama Observatory (TAO) Cerro Chajnantor Atacama	Óptico/Infrarrojo	Científico
APEX	Radio	Científico
ALMA	Radio	Científico
Cerro Chajnantor	Radio	Científico
Proyecto ASTE	Radio	Científico
Proyecto NANTEN 2	Radio	Científico
Proyecto ACT Atacama Cosmology Telescope	Radio	Científico
Proyecto CCAT	Radio	Científico
Observatorio Cerro Armazones	Óptico/Infrarrojo	Docente
Observatorio Mamalluca	Óptico/Infrarrojo	Turístico
Observatorio Nayra	Óptico/Infrarrojo	Docente
Observatorio Ckoirama	Óptico/Infrarrojo	Científico

Fuente: MInisterio del Medio Ambiente (MMA), 2020.

El radio de afectación de un observatorio astronómico puede llegar a unos 100 km a partir de la ubicación del telescopio (Martinez M, 2019). Por esto, se debe realizar un control efectivo de la contaminación lumínica y especialmente de la luz azul dentro de dicho radio.

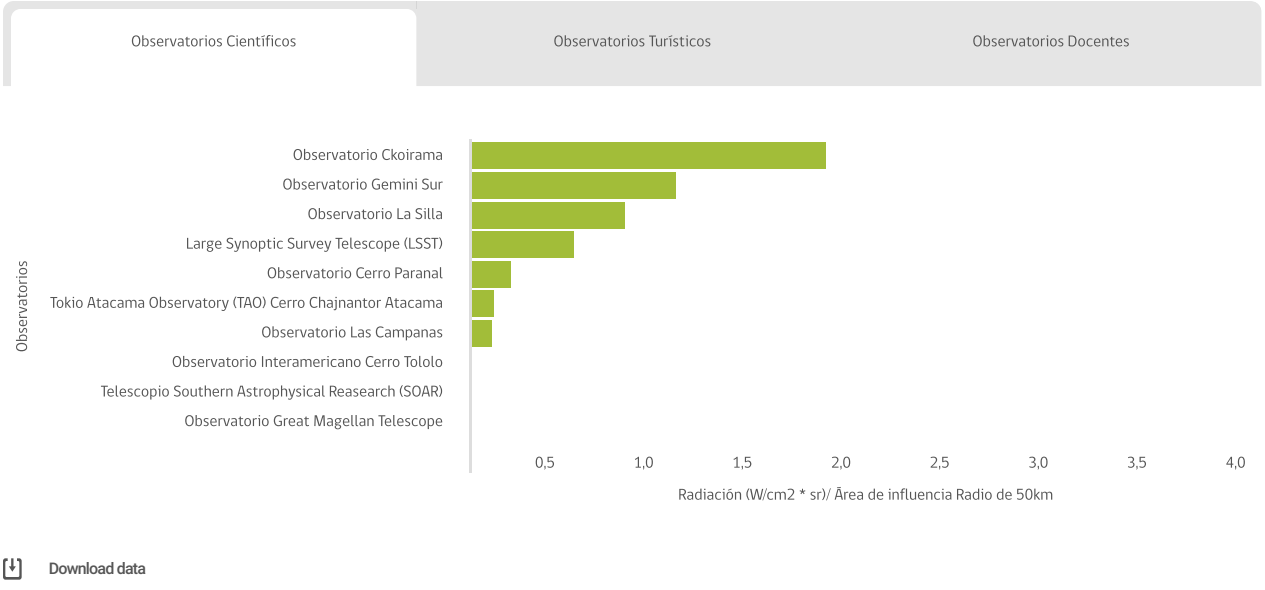
Este indicador permite evaluar la magnitud del impacto de la contaminación lumínica sobre los proyectos astronómicos instalados en el país y aquellos en construcción y que verán su primera luz durante esta década. A partir de ellos es posible realizar un control efectivo de la contaminación lumínica, especialmente del componente azul existente dentro de dicho radio.

Figura 4. Mapa de contaminación lumínica y presencia de observatorios ópticos, 2019



Fuente: Elaboración propia con datos de la National Aeronautics and Space Administration (NASA) y MInisterio del Medio Ambiente (MMA), 2019

Figura 5. Estadística de contaminación lumínica presente en área de Observatorios Ópticos / Infrarrojos



Fuente: Elaboración propia con datos de National Aeronautics and Space Administration (NASA) y MInisterio del Medio Ambiente (MMA), 2019.

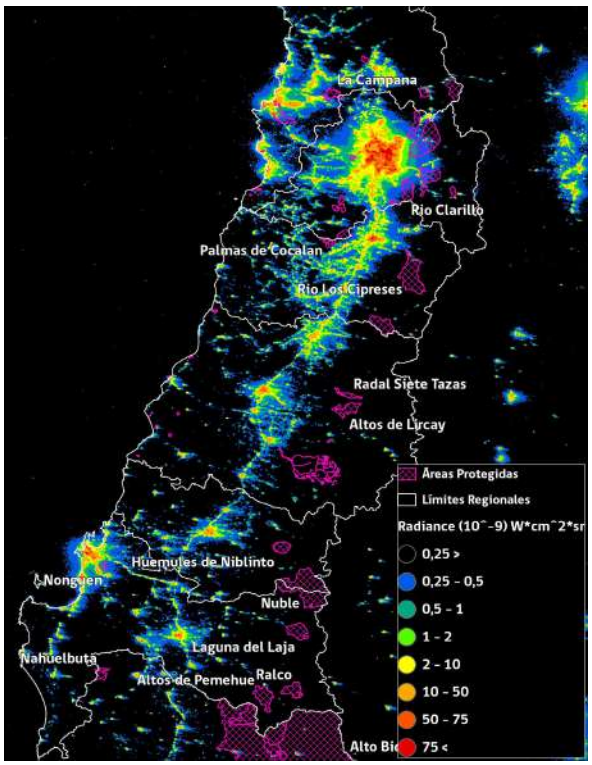
2.2. Estado del impacto en biodiversidad en Chile

2.2.1. Estado de áreas silvestres protegidas

Las áreas silvestres protegidas bajo alguna figura oficial como reserva o parque nacional son espacios que buscan resguardar la importante biodiversidad que albergan. La luminosidad artificial proveniente de centros poblados es un gran problema para estos lugares debido a que el brillo del cielo puede llegar a cubrirlos prácticamente por completo.

Muchas veces, estas áreas poseen cielos oscuros únicos que, además de ofrecer condiciones inmejorables para la vida nocturna de las especies, también son destinos astroturísticos.

Figura 6. Mapa de contaminación lumínica en áreas protegidas, 2019



Fuente: Elaboración propia con datos de National Aeronautics and Space Administration (NASA) y del MInisterio del Medio Ambiente (MMA), 2019.

Mediante el análisis de las capas de contaminación lumínica sobre las áreas silvestres protegidas es posible determinar cuán impactado se encuentra su cielo nocturno, de manera de gestionar una solución enfocada en estos espacios directamente o en aquellos que los circundan, que permita ponerlos en valor, dados sus excepcionales atributos para el desarrollo del astroturismo, la astrofotografía y la investigación de los cielos oscuros.

Figura 7. Contaminación lumínica presente en áreas protegidas, 2019



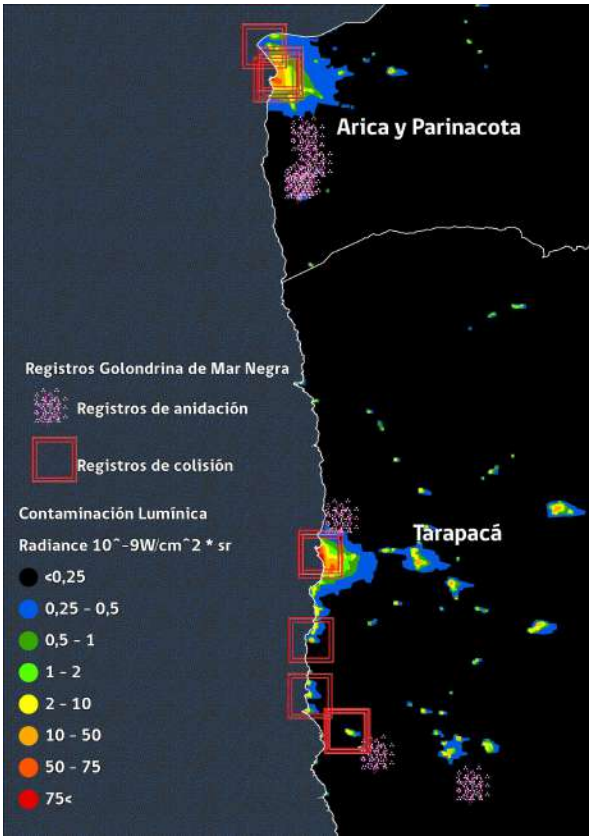
Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de National Aeronautics and Space Administration (NASA) y del MInisterio del Medio Ambiente (MMA), 2019.

2.2.2. Impactos en la biodiversidad, caso golondrina de mar negra

En Chile, los impactos de la contaminación lumínica sobre la biodiversidad que están más documentados se relacionan con aves marinas, sobre todo especies que utilizan la luz de las estrellas y cuerpos celestes para ubicarse durante la migración y que son confundidas por la luz artificial de las ciudades. Sin embargo, en el mundo se tienen registros de impactos en tortugas marinas, como los recogidos por el Departamento de Medio Ambiente y Energía de Australia (Australian Government, Department of the Environment and Energy, 2020), lo mismo que en insectos como luciérnagas y polillas, tan relevantes en la polinización como las abejas. Incluso se ha llegado a considerar que el suelo marino podría estar contaminado lumínicamente a causa de las luces de ciudades costeras (Davies, 2020).

Figura 8. Mapa migración de la Oceanodroma markhami: Golondrina de Mar Negra v/s Contaminación lumínica



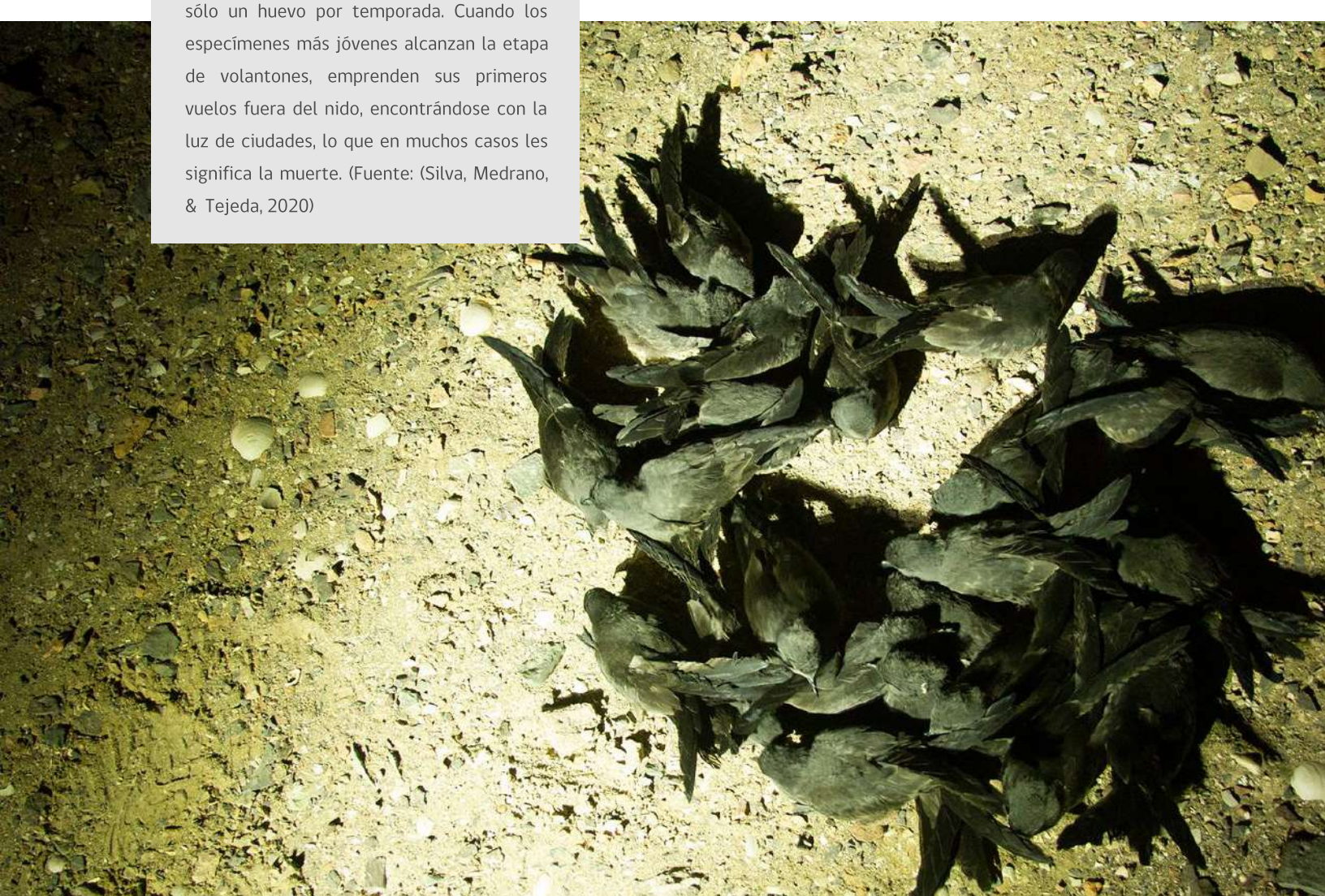
Fuente: Elaboración propia con datos de National Aeronautics and Space Administration (NASA) y E-Bird, 2019.

Se estima que al menos 17 especies de aves marinas podrían verse directamente afectadas por la contaminación lumínica en el país (Silva, Medrano, & Tejeda, 2020). Particularmente, en el caso de la golondrina de mar negra (Oceanodroma markhami) se ha reconocido que este contaminante es la amenaza de mayor importancia para la conservación de la especie, considerada "en peligro" por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA, 2018) y (ROC, 2019). Esta ave marina migratoria anida en el desierto de Atacama y pone solo un huevo por temporada.

Cuando los especímenes más jóvenes alcanzan la etapa de volantones emprenden vuelo fuera del nido, encontrándose con la luz de ciudades, como ocurre especialmente en Iquique, lo que las atrae y confunde, ocasionándoles la muerte.

Los impactos de la contaminación lumínica sobre la biodiversidad están siendo manejados en Chile mediante instrumentos de gestión específicos, denominados planes RECOGE, del Ministerio del Medio Ambiente, los cuales se detallan más adelante.

La Golondrina de Mar Negra (Oceanodroma Markhami), es un ave marina migratoria que anida en el desierto de Atacama y que pone sólo un huevo por temporada. Cuando los especímenes más jóvenes alcanzan la etapa de volantones, emprenden sus primeros vuelos fuera del nido, encontrándose con la luz de ciudades, lo que en muchos casos les significa la muerte. (Fuente: (Silva, Medrano, & Tejeda, 2020)



2.3. Estado de cumplimiento de la norma lumínica

A través de la regulación, en Chile se buscó controlar la emisión de luz azul, especialmente de las luminarias LED, que ingresaron con fuerza en el país a partir del año 2010, favorecidas por las políticas de eficiencia energética y el programa de recambio masivo de luminarias (Ministerio de Energía, 2018).

La norma de emisión vigente, decreto supremo 43 de 2012 del Ministerio del Medio Ambiente, estableció mayores exigencias para el alumbrado de exteriores, incluyendo, además, los avisos y letreros luminosos, así como las pantallas LED de gran formato para publicidad.

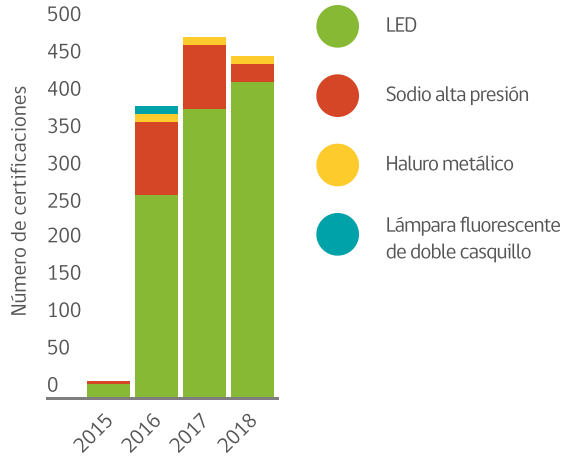
En 2019, la Superintendencia del Medio Ambiente puso en marcha un Programa de Regularización de Instalaciones de Alumbrado, destinado a regularizar instalaciones existentes que aún no habían sido recambiadas dentro del plazo de cinco años otorgado por la norma (SMA, 2019). La iniciativa ha permitido que titulares de alumbrado de exteriores –municipios, industrias y recintos deportivos, entre otros– puedan extender la vida útil de las luminarias si se verifica el cumplimiento de la norma, o proceder a su recambio en caso contrario. El proceso se encuentra en desarrollo y tiene como plazo final el 4 de mayo de 2021.



2.3.1. Control: Certificación de luminarias

De acuerdo con el decreto supremo 43/2012, las luminarias que se instalen en las zonas reguladas -regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo- deben contar con certificaciones aprobadas por laboratorios autorizados por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC). En el período 2015-2018 se puede apreciar una predominancia de la certificación en tecnología LED, la que llegó el último año a representar 92% del total de 426 certificaciones otorgadas (**Figura 9**).

Figura 9. Certificaciones otorgadas según tipo de tecnología de luminarias, 2015-2018



Download data

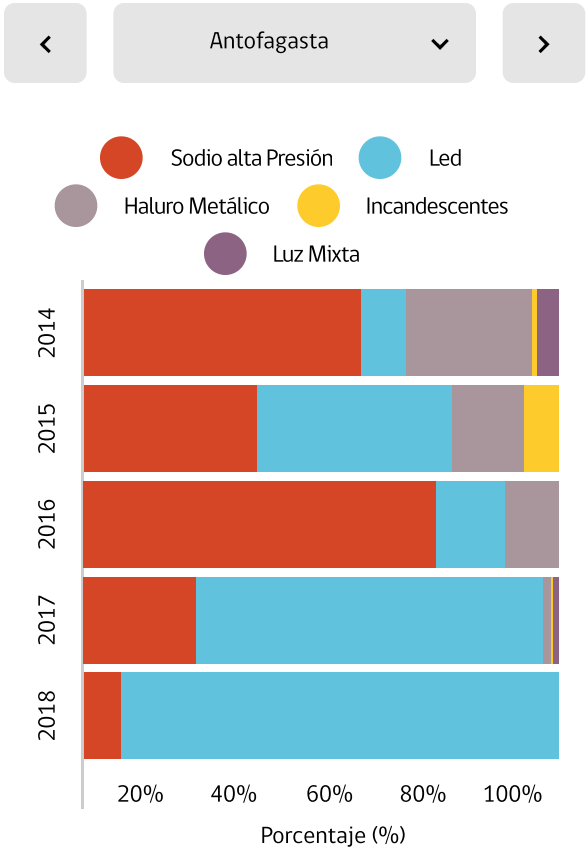
Fuente: Elaboración propia, con datos de Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC,) 2018.



En 2018, el número de luminarias nuevas instaladas en las tres regiones reguladas por la norma lumínica (Antofagasta, Atacama y Coquimbo), alcanzaron un total de 7.699, ocupando la tecnología LED la mayor participación (87%) en reemplazo de la tecnología Sodio de Alta Presión (11,5%) y otras como Haluro Metálico (1,5%). Asimismo, durante ese año la Región de Coquimbo concentró el 59% de las luminarias nuevas, el 82% de las cuales fueron LED. (**Figura 10**).

En 2018 el número de total de luminarias que se recambiaron, sumadas a las nuevas instalaciones en las tres regiones reguladas por la norma lumínica (Antofagasta, Atacama y Coquimbo), alcanzaron un total de 25.731, el 70% de las cuales correspondieron a recambios. Durante ese año, la Región de Antofagasta concentró el 54% del total de recambios en las tres regiones. (**Figura 11**).

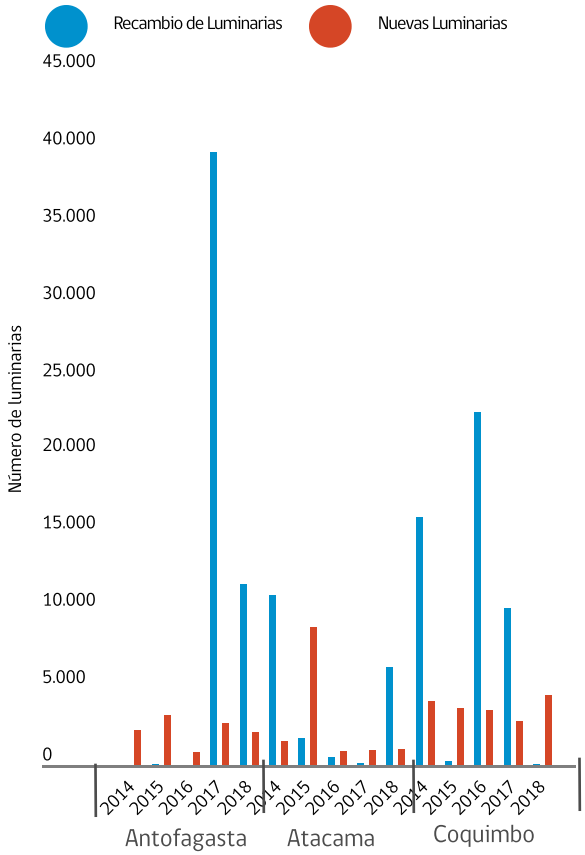
Figura 10. Luminarias nuevas en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo, según tecnología, 2014-2018



Download data

Fuente: Elaboración propia, con datos de uperintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC,) 2018.

Figura 11. Recambio y luminarias nuevas en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo, según tecnología, 2014-2018



Download data

Fuente: Elaboración propia, con datos de Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC,) 2018.

2.3.2. Fiscalización

La Superintendencia del Medio Ambiente ha ejecutado, desde el año 2016, alrededor de 100 actividades de fiscalización de cumplimiento de la norma lumínica (SMA, 2016-2019). Estas se han centrado en alumbrados cuyos titulares son municipalidades -alumbrados de tipo funcional, ambiental, ornamental y decorativo, deportivo y recreacional- y alumbrados de recintos deportivos, los que han sido identificados como contaminantes por su alto nivel de iluminación, la disposición de las luminarias y su color blanco frío, con un gran contenido de luz azul.

Los procedimientos sancionatorios por incumplimiento han sido iniciados en contra de municipios, centros comerciales y recintos deportivos.



La norma lumínica aplica, por ejemplo, a los proyectores de Área utilizados como alumbrado deportivo para la iluminación de canchas en la región de Coquimbo, (Fuente: Superintendencia del Medio Ambiente).

3. Hacia donde vamos: El uso sostenible de la luz artificial

3.1.1. Estrategia para el control de la contaminación lumínica: Uso sostenible de la luz

La contaminación lumínica se origina en la perspectiva unidimensional con que se ha considerado la iluminación por mucho tiempo. Al tener en cuenta sólo el ahorro energético, no se reconocen ni controlan los impactos de la luz.

En este contexto surge el uso sostenible de la luz, como guía para una mejor utilización de la energía en iluminación y a la vez responsable con el medio ambiente, reduciendo sus impactos en la observación astronómica, en la salud humana y en la biodiversidad.

El uso sostenible de la luz ha sido puesto en el centro de la estrategia para abordar la contaminación lumínica que impulsa el Ministerio del Medio Ambiente, a través de su Departamento de Ruido, Lumínica y Olores.

La estrategia tiene cinco componentes: información, regulaciones, fortalecimiento institucional, coordinación intersectorial, y difusión y capacitación. La relevancia de estas últimas ha hecho que se aborden con actividades de difusión, disposición pública de información y campañas para concientizar acerca del uso sostenible de la luz. Además, se ha puesto a disposición de la comunidad un sitio web (luminica.mma.gob.cl) donde es posible acceder a toda la información que maneja el Ministerio del Medio Ambiente en relación con la problemática. Esto, en el entendido que el desconocimiento de las causas de la contaminación lumínica, sus impactos y soluciones puede influir en la implementación de las regulaciones, guías y recomendaciones.



Campaña por el Día Internacional de la Luz 2020, para concientizar acerca del uso sostenible de la luz y divulgar las recomendaciones internacionales al respecto.



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente.

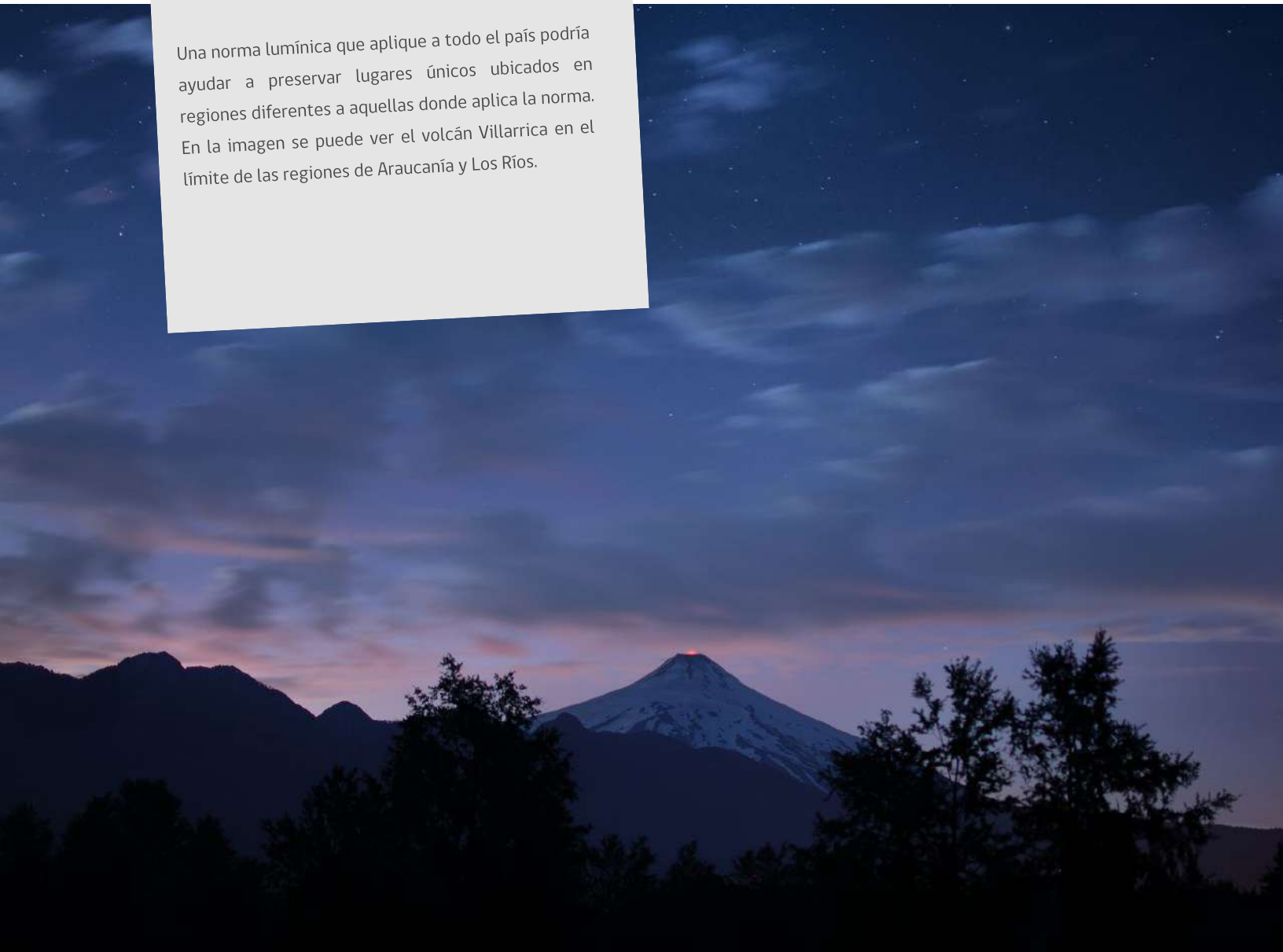
3.1.2. Revisión de la norma lumínica

Frente a los antecedentes sobre impactos de la contaminación lumínica, así como el aumento de esta por la introducción de luz blanca fría, se determinó realizar una revisión anticipada de la norma de emisión vigente. En el marco de este proceso se ha propuesto al comité operativo:

Se espera que este perfeccionamiento permita proteger no solo los cielos para la observación astronómica, sino que también a la biodiversidad del país, mejorar la calidad de vida de las personas y avanzar hacia un estándar de iluminación sostenible..

- Extender a todo el país el alcance territorial de la actual norma. Esta ampliación permitiría que otras regiones cuenten con límites a la emisión.
- Establecer exigencias diferenciadas para las áreas de protección astronómica, que serán designadas por el Ministerio de Ciencia, en conjunto con el Ministerio del Medio Ambiente y áreas silvestres protegidas, respecto del resto del país.
- Mejorar el control preventivo de la norma.

Una norma lumínica que aplique a todo el país podría ayudar a preservar lugares únicos ubicados en regiones diferentes a aquellas donde aplica la norma. En la imagen se puede ver el volcán Villarrica en el límite de las regiones de Araucanía y Los Ríos.



3.1.3. Mesa de Coordinación para el control de la contaminación lumínica

Dada la necesidad de coordinar las acciones de servicios públicos y actores interesados en resolver el problema de la contaminación lumínica, se creó una mesa de coordinación multisectorial para el control de la contaminación lumínica.

La mesa está compuesta por servicios públicos como la Superintendencia del Medio Ambiente, la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, el Servicio de Evaluación Ambiental, la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo y los ministerios de Energía, de Ciencia, de Obras Públicas y de Relaciones Exteriores. La integran también organizaciones del mundo astronómico, como la Oficina de Protección de la Calidad de los Cielos del Norte de Chile (OPCC), que representa a los consorcios astronómicos presentes en Chile, la Sociedad Chilena de Astronomía y la Fundación Cielos de Chile.

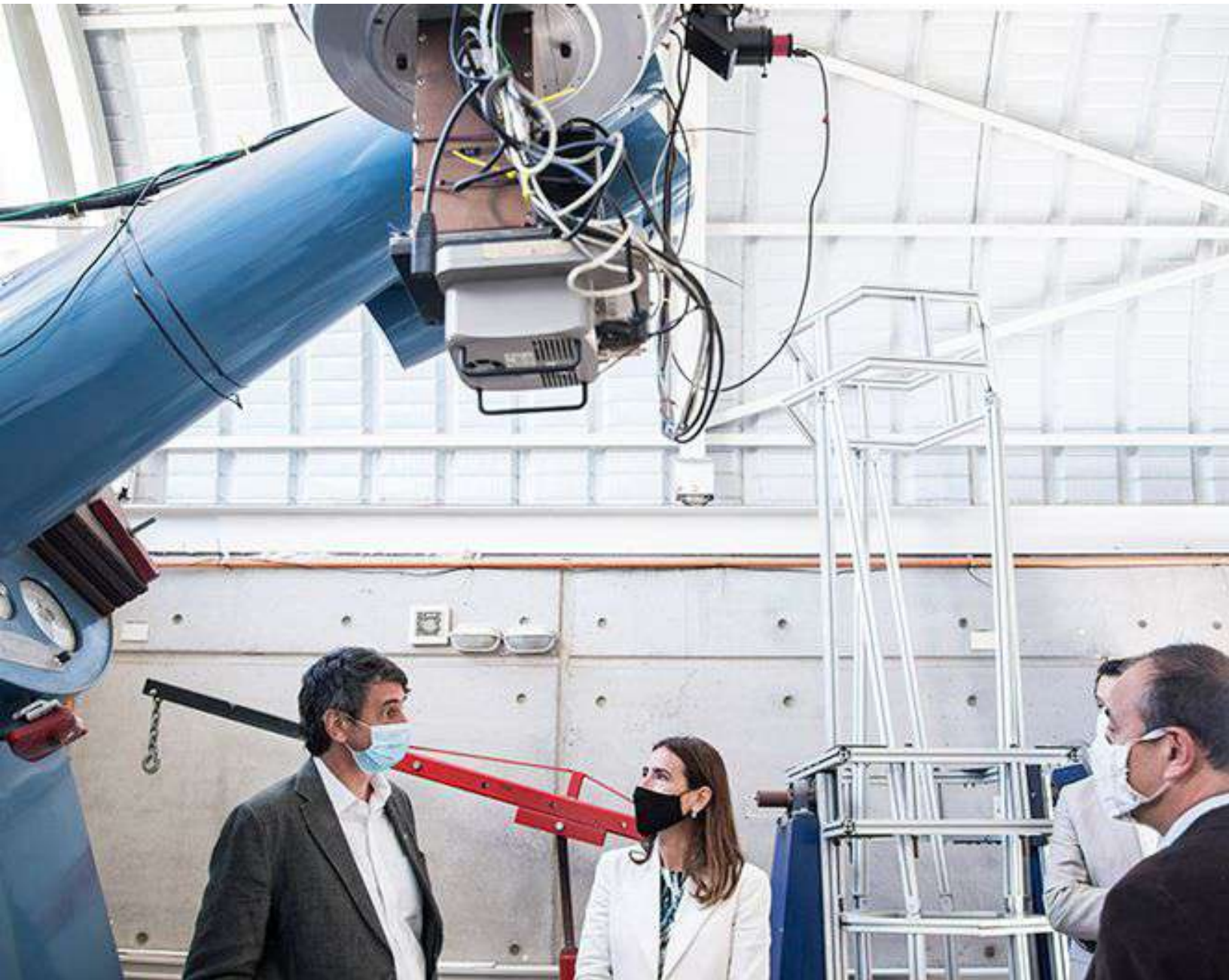
Entre las actividades llevadas a cabo destacan talleres para la difusión de la problemática y sus soluciones, enfocados en los regulados por la norma lumínica, y un seminario enmarcado en el Día Internacional de la Luz. En cuanto al fortalecimiento del marco regulatorio, se ha buscado coordinar la participación en la mejora de instrumentos, como los reglamentos de alumbrado público y la norma de emisión sobre contaminación lumínica, ambos en proceso de revisión.



3.1.4. Declaración de áreas con valor científico y de investigación para la observación astronómica

En julio de 2019 se publicó la ley 21.162, que modificó la ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente. La normativa contempla la creación de "áreas con valor científico y de investigación para la observación astronómica", dictadas a propuesta del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, y del Ministerio del Medio Ambiente.

El objetivo de esta legislación es reconocer el valor que poseen los cielos del norte de Chile para el desarrollo de la astronomía, junto con brindar una protección especial frente a la contaminación lumínica a los centros de observación astronómica en operación y en construcción por medio de la futura norma lumínica. Actualmente se trabaja en la definición de estas áreas, en paralelo con la revisión de la norma lumínica.



3.1.5. Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies (RECOGE)

El año 2010, a través de la ley 20.417, se crearon los Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies (Recoge) para aquellas especies clasificadas según el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres. Entre las características de estos planes sobresale la coordinación de diversos servicios públicos y actores de la sociedad civil, para alinearse frente a un mismo objetivo: proteger a las especies de las amenazas que se identifiquen mediante acciones directas, como el uso de mejores tecnologías, o indirectas, como la difusión del problema a la comunidad.

En el extenso listado de Planes Recoge para diversas especies, actualmente se trabaja en dos vinculados estrechamente con la reducción del impacto de la contaminación lumínica en aves migratorias: el de la fardela blanca (Ardenna creatopus), que habita el archipiélago de Juan Fernández e isla Mocha en su época reproductiva, y el de la golondrina de mar negra (Oceanodroma markhami), que se extiende por las costas de las regiones de Arica a Coquimbo.

El plan de la fardela blanca se encuentra en etapa de consulta pública, proceso por medio del cual se busca captar las observaciones de la ciudadanía, mientras que el plan de la golondrina de mar negra está en elaboración. Se espera que, una vez aprobados, las acciones contempladas en ambos instrumentos puedan reducir el impacto lumínico en las especies mencionadas.

CONAF – Juan Fernandez



Referencias

- Alejandro Sanchez de Miguel, C. C. (2020). The nature of the diffuse light near cities detected in nighttime satellite imagery. Sci Rep. Obtenido de https://doi.org/10.1038/s41598-020-64673-2
- Australian Government, Department of the Environment and Energy. (2020). National Light Pollution Guidelines of Wildlife, Including Marine Turtle, Seabirds and Migratory Shorebirds.
- Barentine, J. (2019). Methods for Assessment and Monitoring of Light Pollution around Ecologically Sensitive Sites. J. Imaging 5. doi:https://doi.org/10.3390/jimaging5050054Berenguer,
- Berenguer, J. &. (1986). El río Loa, el arte rupestre de Taira y el mito de Yakana. Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino, 79-99.
- Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino. (1986). 79-99.
- Chang, A. A. (2014). Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness. PNAS 112(4). doi:https://doi.org/10.1073/pnas.1418490112
- Christian B. Luginbuhl, C. E. (2009). Lighting and Astronomy. Physics Today, 12, 32, 62.
- Davies, T. M. (2020). Biologically important artificial light at night on the seafloor. Scientific Report 10, 12545. Obtenido de https://www.energy.gov/sites/prod/files/2017/05/f34/2017_led-impact-sky-glow.pdf
- Declaración de la Palma. (19-20 de Abril de 2007). Declaración sobre la defensa del cielo nocturno y el derecho a la luz de las estrellas. La Palma. Obtenido de https://fundacionstarlight.org/es/cmsAdmin/uploads/o_1cgtpq1m31cfe1olgv4nl8l1iosa.pdf
- Edwards, A. d. (2018). Consolidation of the Rapanui Astronomy Concept Inventory and Re-Appraisal of Applied Astronomic Observation a Papa Ui Hetu'u Rapa Nui. Mediterranean Archaeology and Archaeometry.
- Falchi, F. e. (2016). The new world atlas of artificial night sky brightness. Science Advances 2(6). doi:10.1126/sciadv.1600377
- Grubisic, M. e. (2019). Light Pollution, Circadian Photoreception and Melatonin in Vertebrades. Sustainability 11(22). doi:https://doi.org/10.3390/su11226400
- IDA. (mayo de 2018). Tucson, Arizona, U.S. Skyglow Reduced 7% after Street Light Conversion. Obtenido de International dark-sky association: https://www.darksky.org/tucson-arizona-u-s-skyglow-reduced-7-after-street-light-conversion/
- Institution of Lighting Professionals. (2020). Guidance notes for the reduction of obstrusive light. Reino Unido.
- Kraus, L. (2016). Human and Environmental Effects of Light Emitting Diode (LED) Community Lighting. Report of the Council on Science and Public Health, American Medical Association (AMA). Obtenido de https://www.ama-assn.org/councils/council-science-public-health/public-health-csaph-reports

- Kyba, C. e. (2016). Artificially lit surface of Earth at night increasing in radiance and exten. Science Advances 3(11). doi:https://doi.org/10.1126/sciadv.1701528
- Luginbuhl, C. W. (2009). Lighting and Astronomy. Physics Today 62. doi:https://doi.org/10.1063/1.3273014
- Martinez M, S. P. (2019). Justificación Restricción Espectral y Zonal Proceso Revisión DS N°43/2012 del Ministerio del Medio Ambiente. Obtenido de http://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2020/proyectos/e8e_Justificacion_restriccion_espectral_y_zonal_proceso_revision_DS0432012_MMA__OPCC_.pdf
- Ministerio de Energía. (2018). Informe final del Programa Recambio de Alumbrado Público. Obtenido de https://www.dipres.gob.cl/597/articles-177362_informe_final.pdf
- MMA. (2018). Ficha Golondrina de mar negra, Oceanodroma markhami. Decimocuarto proceso de clasificación de especies (2017-2018). Obtenido de Ministerio del Medio Ambiente: http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/fichas14proceso/Oceanodroma_markhami_14RCE_INICIO.pdf
- Pozo, G. C. (2014). Wenumapu: Astronomía y Cosmología Mapuche. Santiago: Ocho Libros Editores.
- ROC. (29 de marzo de 2019). Veinte mil golondrinas de mar negra caerán en Iquique durante abril. Obtenido de Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chil: https://www.redobservadores.cl/?p=2936
- Rol, M. A. (2011). El lado oscuro de la luz: efectos de la contaminación lumínica sobre la salud humana. Física y Sociedad N°21. Obtenido de https://www.cofis.es/pdf/fys/fys21/fys21_completo.pdf
- Schulte-Römer, N. J. (2019). The Led Paradox: How the Light Pollution Challenges Experts to Reconsider Sustainable Lightning. Sustainability 11(21). doi:https://doi.org/10.3390/su11216160
- Silva, R., Medrano, F., & Tejeda, I. (2020). Evaluación del impacto de la contaminación lumínica sobre las aves marinas en Chile: Diagnóstico y propuesta. Ornitología Neotropical 31(1). Obtenido de https://journals.sfu.ca/ornneo/index.php/ornneo/article/view/575
- SMA. (2016-2019). Informes anuales de cumplimiento de la norma lumínica. Obtenido de Superintendencia del Medio Ambiente.
- SMA. (2019). Resolución exenta 434. Establece normas e instrucciones de carácter general sobre la forma y modo de regularización de fuentes emisoras que indica, en el marco del cumplimiento de la norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica. Obtenido de Superintendencia del Medio Ambiente: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1130268
- Thomas Wynter Davies, D. M. (2020). Biologically important artificial light at night on the seafloor. Sci Rep.
- U.S. Department of Energy. (2017). An Investigation of LED Street Lightning's Impact on Sky Glow.



CAPÍTULO 12

RUIDO AMBIENTAL

RUIDO AMBIENTAL

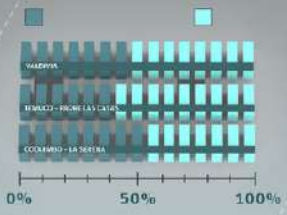
Debido a sus efectos el ruido es considerado un problema ambiental, pero a diferencia de otros contaminantes, este no genera residuos, tampoco tiene sabor ni olor, textura o color, por lo que se suele decir que es un contaminante invisible. Su radio de acción o de impacto, se encuentra limitado a las características de la fuente que lo genera y del entorno donde se propaga. En Chile, el ruido es considerado como uno de los cuatro principales problemas ambientales que afectan a las personas.

El último miércoles del mes de abril se conmemora el **Día Internacional de Conciencia** sobre el ruido.

RUIDO

Se define como cualquier sonido calificado como molesto, desagradable o inoportuno, por quien lo percibe.

ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES EXPUESTOS A NIVELES DE RUIDO



TIPO DE FUENTES

FIJAS
Toda fuente de ruido diseñada para operar en un lugar fijo y determinado.

MÓVILES
Vehículos en la vía pública.
70% del ruido ambiental

LINEALES
Carreteras, vías férreas, etc.

MEGAFUENTES
Aeropuertos

RECOMENDACIONES OCDE – EU

65 dBA

55 dBA

ESTADO

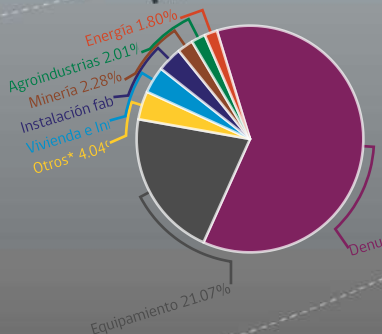
2013 – 2019
5.269
denuncias por ruido

2019
858
denuncias por ruido

RM **40%**

Biobío **9%**

PRESIÓN



DENUNCIAS POR RUIDO SEGÚN ACTIVIDAD ECONÓMICA 2013 – 2019

CONDUCTUALES
Comportamiento o práctica ruidosa, de una o varias personas, que atentan contra la tranquilidad de los vecinos.

La OMS ha estimado que en Europa, cada año, se pierden al menos 1 millón de años de vida saludable por causa del ruido de tránsito.

HIPOACUSIA
Es la incapacidad total o parcial para escuchar sonidos en uno o ambos oídos.

IMPACTO

Cerca de
422 mil
personas en Santiago padece alta perturbación de sueño.

RESPUESTA

ESTRATEGIA DE GESTIÓN DEL CONTROL DE RUIDO AMBIENTAL

NORMA DE EMISIÓN DE RUIDO PARA:

1. Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes Fijas
2. Norma de Emisión de Ruido para Buses de Locomoción Colectiva Urbana y Rural
3. Norma de Emisión de Ruido para Vehículos Livianos, Medianos y Motocicletas

Ruido submarino

La fuente de ruido subacuático más común a nivel mundial es el tráfico marítimo; 90% del intercambio comercial de mercancías en el planeta se realiza usando este medio de transporte, el cual se incrementa año a año.

CONTENIDO

Introducción
1. Antecedentes del ruido ambiental
2. Una demanda ciudadana
3. Fortaleciendo la cuantificación
   3.1. Ruido en Tiempo Real: Red de Monitoreo de Ruido Ambiental
   3.2. Mapas de Ruido
   3.3. El Ruido y el Transporte Público
   3.4. El Mapa de Ruido de la Ruta
   3.5. Indicadores Complementarios
   3.6. Ruido en Eventos Masivos
4. Avances en la evaluación del ruido
   4.1. Ruido de Parques Eólicos
Referencias

INTRODUCCIÓN

Debido a sus efectos, el ruido es considerado un problema ambiental. Pero a diferencia de otros contaminantes, este no genera residuos, tampoco tiene sabor ni olor, textura o color, por lo que se suele decir que es un contaminante invisible. Su radio de acción o de impacto, se encuentra limitado a las características de la fuente que lo genera y del entorno donde se propaga, así como a las condiciones geográficas y meteorológicas.

1. Antecedentes del Ruido Ambiental

El ruido acompaña la vida cotidiana de mucha gente, pero al ser invisible, no todos lo reconocen como un problema.

En realidad, el ruido es un contaminante y, como tal, puede afectar la salud de las personas y deteriorar su calidad de vida. Más aún, existen antecedentes que indican que niveles de ruido de menor intensidad, pero de carácter continuo, como el tránsito vehicular, tienen el potencial de ocasionar efectos no auditivos, entre los cuales figuran molestia e irritabilidad, alteraciones del sueño, estrés fisiológico, problemas cognitivos y enfermedades cardiovasculares.

Durante los últimos años la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2005) y la Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA, 2020) han llevado adelante investigaciones orientadas a cuantificar los efectos que el ruido tiene en la población. Algunas de sus conclusiones son:

- La OMS califica el ruido como un problema de salud pública creciente en el mundo.
- Se ha determinado que el ruido de tráfico vehicular tiene el potencial de generar enfermedades cardiovasculares, derrame cerebral, hipertensión, perturbación del sueño, deterioro cognitivo, malestar y estrés.
- La OMS establece que, a partir de 55 decibeles ponderados (dBA[1])el ruido de tránsito vehicular influye en la generación de enfermedades isquémicas del corazón, y que sobre los 45 dBA es posible generar alta perturbación del sueño.
- Para prevenir efectos adversos en la salud, la población no debe estar expuesta en la noche a niveles de ruido exterior de más de 40 decibeles (dB) de Lnight (índice del inglés Night-time exposure level).
- Niños, personas mayores, embarazadas y enfermos crónicos son considerados los grupos más vulnerables..

A su turno, para la Agencia Europea del Medio Ambiente, la contaminación acústica es el mayor problema de salud ambiental en la región. Además, afirma que el tránsito vehicular es la fuente de ruido predominante y la que causa el mayor impacto en la salud de la población.

Así, en Europa, se ha estimado que:

- 113 millones de personas se encuentran expuestas, día, tarde y noche, a niveles de ruido derivados del tránsito vehicular sobre los 55 dBA Lden (índice de ruido del inglés Day-Evening-Night); adicionalmente, 22 millones están expuestas a altos niveles de ruido del tránsito ferroviario, 4 millones a altos niveles de ruido a consecuencia del tránsito aéreo y 1 millón a altos niveles de ruido producidos por la industria.
- Es causa de al menos 12.000 casos de muerte prematura cada año.
- Produce 48.000 nuevos casos de cardiopatía isquémica.
- Más de 6,5 millones de personas padecen perturbación del sueño.
- 22 millones de personas sufren de alta molestia por ruido.

[1] Unidad de medida que, a diferencia del decibel (dB), filtra parte de las bajas y las muy altas frecuencias, que las personas tienen mayor dificultad para percibir, dejando solo aquellas más dañinas para el oído humano.

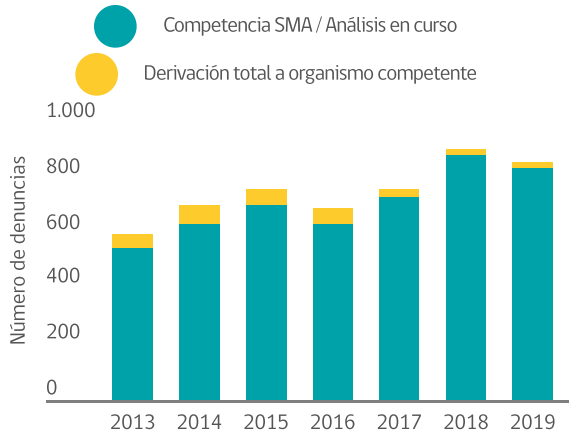
2. Una demanda ciudadana

Desde hace varios años, en Chile el contaminante más denunciado ante la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) es el ruido, representando más de 50% de las denuncias ambientales que recibe anualmente dicha institución[2].

Entre 2013 y 2019, la SMA recibió un total de 4.411 denuncias por ruido, de las cuales 4.982 (95%) correspondieron a denuncias de su competencia, mientras que 287 (5%) se derivaron a otro organismo al no estar relacionadas con fuentes reguladas por la norma de emisión de ruido (Decreto supremo 38, 2011). En este periodo, se observa un aumento de 44% en el número de denuncias (**Figura 1**).

De las 858 denuncias por ruido a nivel nacional recibidas por la SMA entre el 2013 y 2019 (**Figura 2**). La región con mayor número fue la Metropolitana, con 2.109 (49%), mientras que la región con menos denuncias fue Aysén, con 47 (1%).

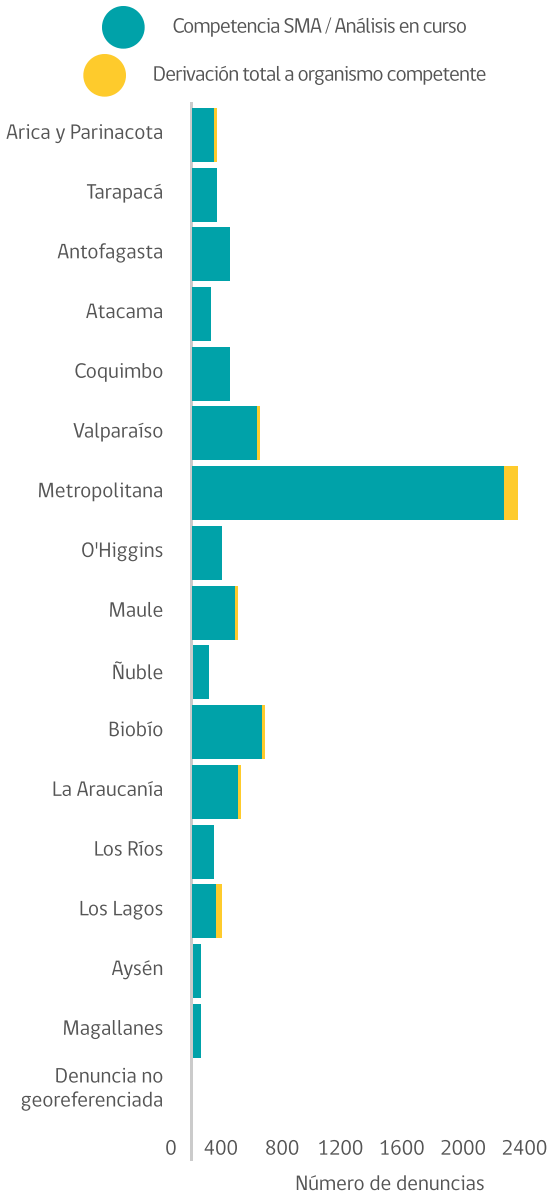
Figura 1. Denuncias por ruido recibidas por la Superintendencia del Medio Ambiente, 2013-2019



Download data

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

Figura 2. Denuncias por ruido recibidas por la Superintendencia del Medio Ambiente, por región, 2013-2019



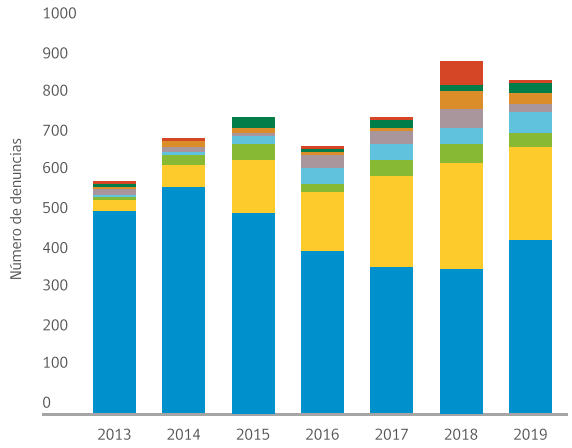
Download data

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

[2] En el marco del decreto supremo 38/11 del Ministerio del Medio Ambiente, "Norma de emisión de ruido generado por fuentes que indica", corresponde a la Superintendencia del Medio Ambiente fiscalizar y sancionar conforme a la norma, siendo la institución receptora y centralizadora de este tipo de denuncias..

Durante 2019, la actividad económica mayormente vinculada a denuncias por ruido correspondió a Equipamiento, con 235 (27%).

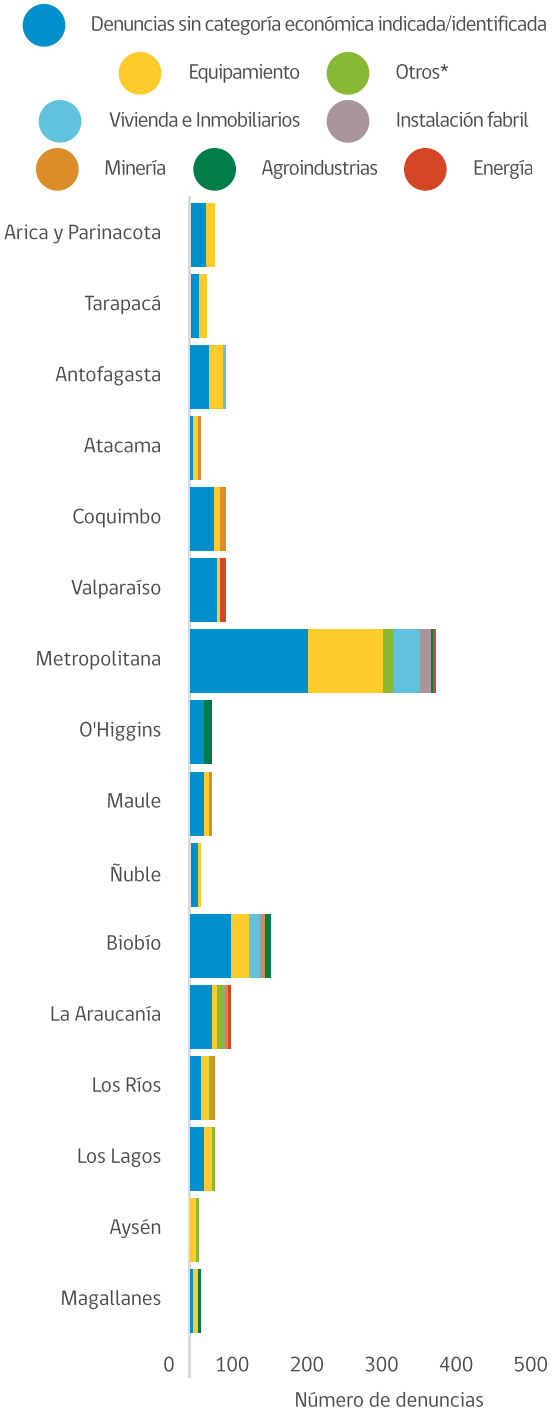
Figura 3. Denuncias por ruido recepcionadas por la Superintendencia del Medio Ambiente, según actividades económicas, 2013-2019



Download data

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

Figura 4: Denuncias por ruido recepcionadas por la Superintendencia del Medio Ambiente, según actividades económicas y región, 2019



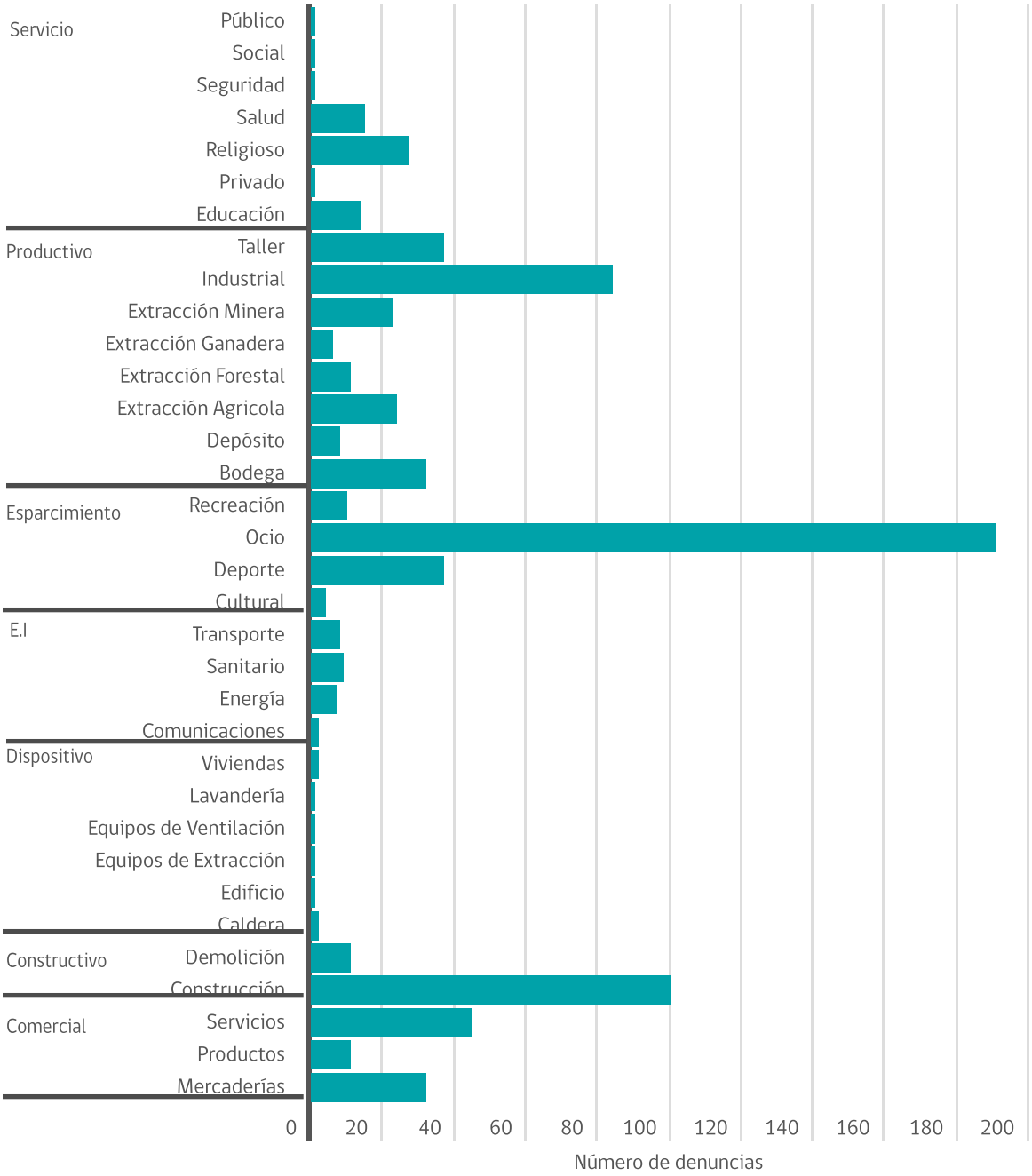
Download data

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

Nota: La categoría otros considera: forestal, infraestrcutura de transporte, infraestructura hidráulica, infraestructura portuaria, pesca, acuicutura, saneamiento

En 2019 la mayor cantidad de denuncias estuvo asociada a la subcategoría Ocio, con 191 casos, seguida por la subcategoría Construcción, con 100 denuncias. Por grandes sectores, el productivo reúne el mayor número de denuncias, 375, que representan 49% del total anual, siendo la subcategoría Industria la que presenta más denuncias, con 84 (**Figura 5**).

Figura 5. Número de denuncias asociadas al D.S N°38, 2019



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

3. Fortaleciendo la cuantificación

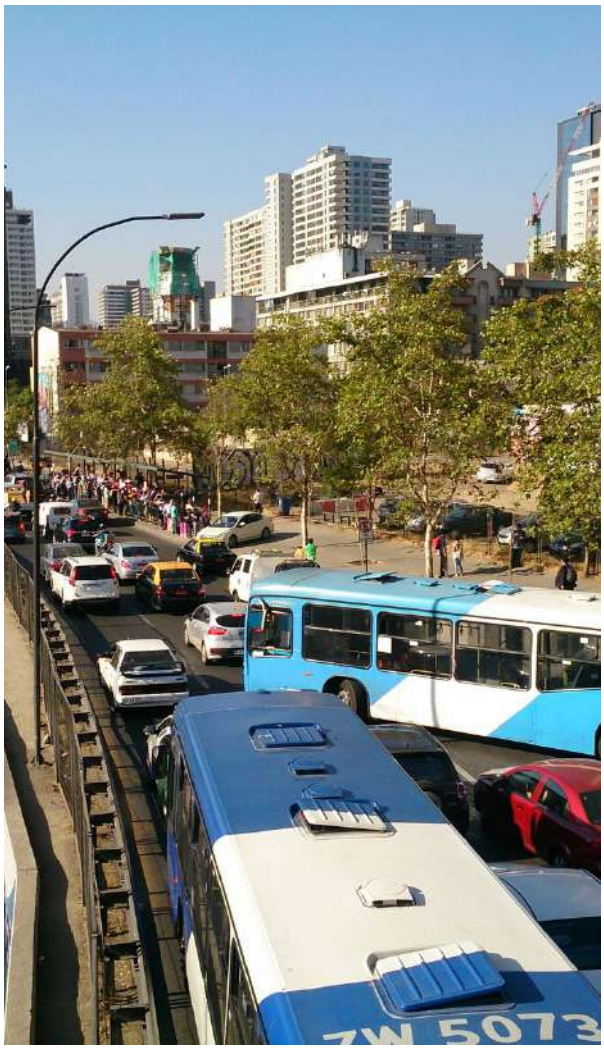
Durante los últimos años en Chile se ha avanzado de forma consistente en la implementación de la Red de Monitoreo de Ruido Ambiental, para hacer una mejor gestión de este, sobre la base de un mayor conocimiento y comprensión del fenómeno.

Debido a que el ruido ambiental sólo es percibido por el sistema auditivo, muchas veces hay una subestimación de su presencia y de los efectos que provoca en la salud de las personas. Por lo anterior, y para disponer de diagnósticos que permitan optimizar las acciones para su control, es fundamental disponer de información que permita conocer el comportamiento de este contaminante.

Para identificar a qué niveles de ruido está expuesta la población en el país, el Ministerio del Medio Ambiente desarrolla dos líneas de trabajo:

1. Monitoreo continuo de niveles de ruido, que permite conocer los niveles en ciertos lugares, identificar su variabilidad temporal y los mayores y menores niveles de ruido de una actividad, entre otros datos.

2. Mapas de ruido, que a través de modelaciones permiten visualizar los niveles de ruido y su distribución espacial en determinadas zonas territoriales.

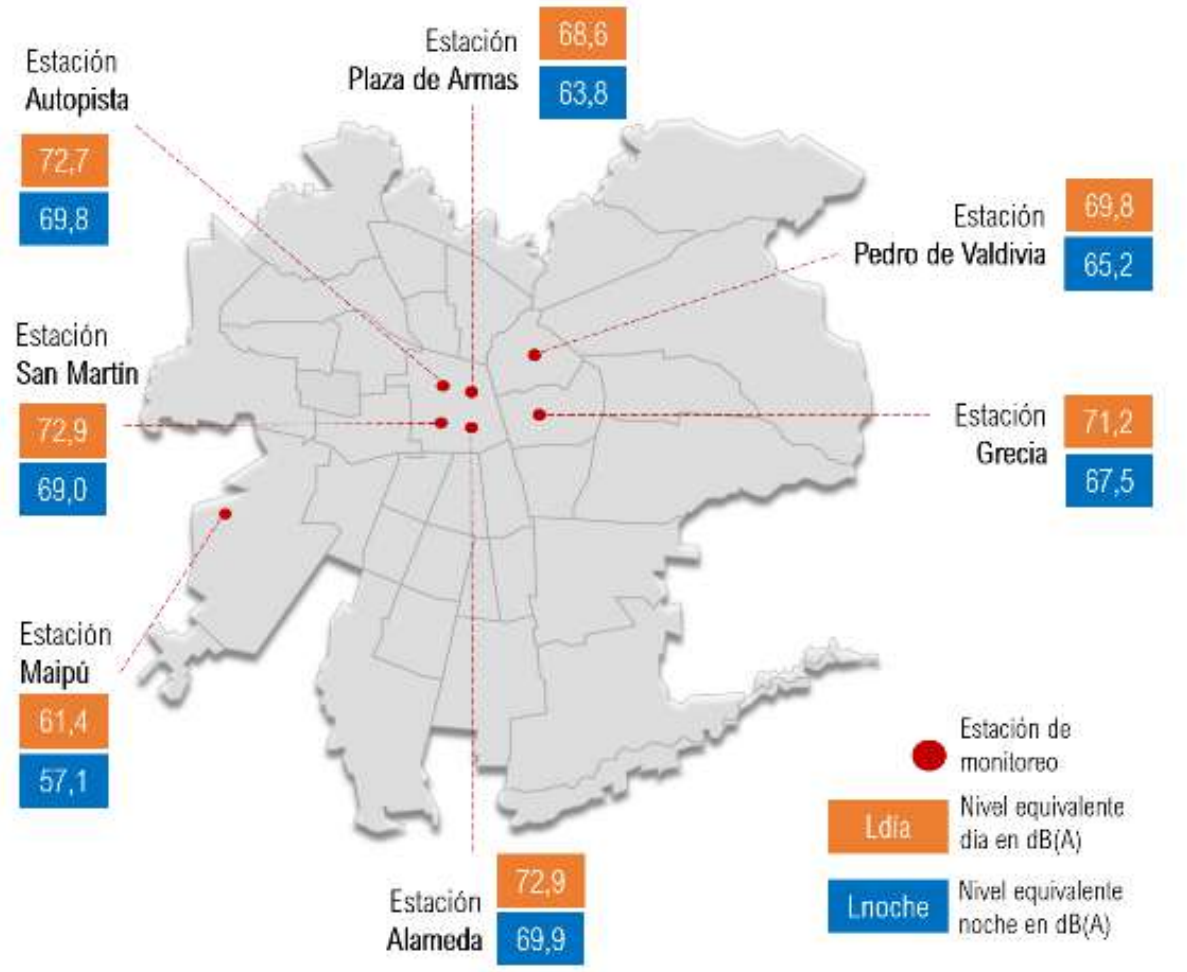


3.1. Ruido en tiempo real: Red de monitoreo de ruido ambiental

La Red de Monitoreo de Ruido Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente es una iniciativa iniciada en 2018, con la instalación de siete estaciones de monitoreo continuo en puntos estratégicos del Gran Santiago.

Su objetivo es dimensionar los niveles de ruido ambiental que se verifican en la ciudad y, sobre la base de esa información, elaborar y evaluar políticas públicas que mejoren la calidad de vida de las personas.

Figura 6. Niveles obtenidos por estación de la Red de Monitoreo de Ruido Ambiental del Gran Santiago



Nota: resultados corresponden a los niveles equivalente totales para periodo diurno (7 AM a 23 PM) y nocturno (23 PM a 7 AM) en cada una de las estaciones que conforman la red.
Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020

Las estaciones están ubicadas de manera que sea posible caracterizar calles, avenidas y autopistas de diferente carga vehicular y con distintas fuentes de ruido (**Tabla 1**).

Tabla 1. Red de Monitoreo de Ruido Ambiental del Gran Santiago, Ministerio del Medio Ambiente (MMA)

Punto	Ubicación	Fuentes principales
1	San Martin - frente al MMA	Locomoción colectiva
2	Alameda - Edificio del MINVU	Locomoción colectiva
3	Municipalidad de Providencia Pedro de Valdivia	Locomoción colectiva adoquines
4	Municipalidad de Ñuñoa Av. Grecia	Locomoción colectiva
5	Autopista Central - Metro Manuel Rodríguez	Alto flujo vehicular tránsito de Metro
6	Municipalidad de Santiago Plaza de Armas	Ruido conductual - sin locomoción colectiva
7	Maipú - sector residencial	Bajo nivel de ruido-sin locomoción colectiva

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020

Del análisis de los datos recogidos durante el primer año de funcionamiento de la red se desprende que:

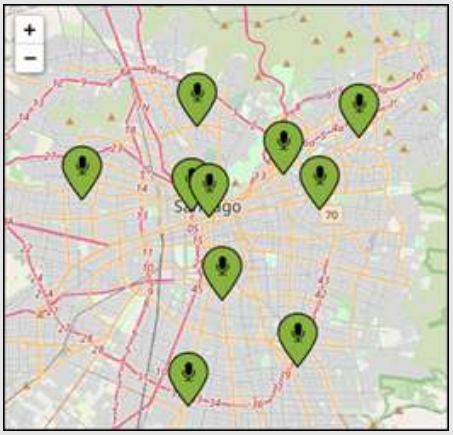
- Se registran altos niveles de ruido en calles, avenidas y autopistas con gran carga de transporte público. Aproximadamente, 250.000 personas viven cerca de este tipo de vías.
- La presencia de buses de transporte público es una variable predominante en la generación de ruido ambiental en la ciudad. Ninguna estación donde hay tránsito de locomoción colectiva cumple con los estándares en materia de ruido fijados por la Organización para la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2020).
- El estado de mantención de los buses de locomoción colectiva es determinante en los niveles de ruido de una vía. Una mantención deficiente puede hasta duplicarlos.
- Los menores niveles de ruido se anotan en la estación ubicada en un barrio residencial..



Nueva red ampliada

Para mejorar el seguimiento del ruido ambiental en zonas metropolitanas, en 2020 la Red de Monitoreo se amplió y sumó nuevas estaciones de medición, con lo cual queda configurada de la siguiente forma:

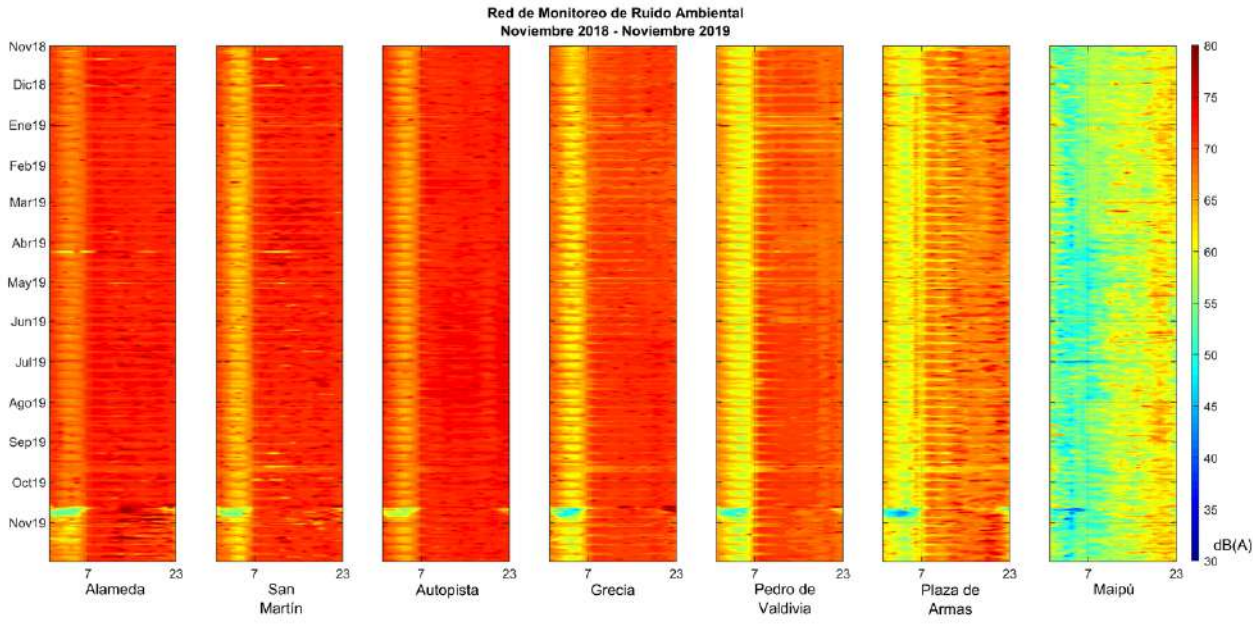
- 10 estaciones en la Región Metropolitana
- 2 estaciones en Concepción Metropolitano
- 2 estaciones en el Gran Valparaíso (1 en Valparaíso y 1 en Viña del Mar).



La **Figura 7** muestra, mediante un mapa horario para cada estación, todos los niveles de ruido medidos durante 13 meses, lo que permite apreciar la variación temporal horaria, diurna y nocturna, de todo el periodo. En vías de alto tránsito vehicular se evidencia que los niveles de ruido aumentan desde las 7 AM y se mantienen hasta las 23 PM, cuando comienzan a bajar.



Figura 7. Niveles obtenidos de la Red de Monitoreo de Ruido Ambiental del Gran Santiago, por estación y horario, noviembre 2018-noviembre 2019



Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020.

3.2. Mapas de ruido

La actualización del mapa de ruido del Gran Santiago (Instituto de Acústica, 2016) determinó, que:

1. Cerca de 2 millones de personas durante el día y cerca de un millón y medio de personas durante la noche se encuentran potencialmente expuestas a niveles de ruido considerados inaceptables según el estándar recomendado por la OCDE[3] (OECD, 1998)

2. El 71% de los establecimientos educacionales se encuentra ubicado en zonas que presentan niveles de ruido inaceptables durante el día.

3. Un 4% de las enfermedades isquémicas del corazón, el tipo más común de dolencia cardíaca, es atribuible a la exposición a elevados niveles de ruido generados por el flujo vehicular

4. El 6% de la población padece alta perturbación de sueño debido a los niveles de ruido provocados por el tránsito vehicular. Lo anterior equivale aproximadamente a 400.000 personas, de un universo de 6,5 millones

Mapas de Ruido elaborados por el Ministerio del Medio Ambiente:

- 2011: Mapa de Ruido del Gran Santiago
- 2015: Mapa de Ruido Valdivia, Temuco-Padre Las Casas y Coquimbo - La Serena.
- 2015: Mapa de Ruido de Coronel.
- 2016: Actualización Mapa Ruido Gran Santiago.
- 2019: Mapa Ruido Ruta 5- Tramo concesionando.



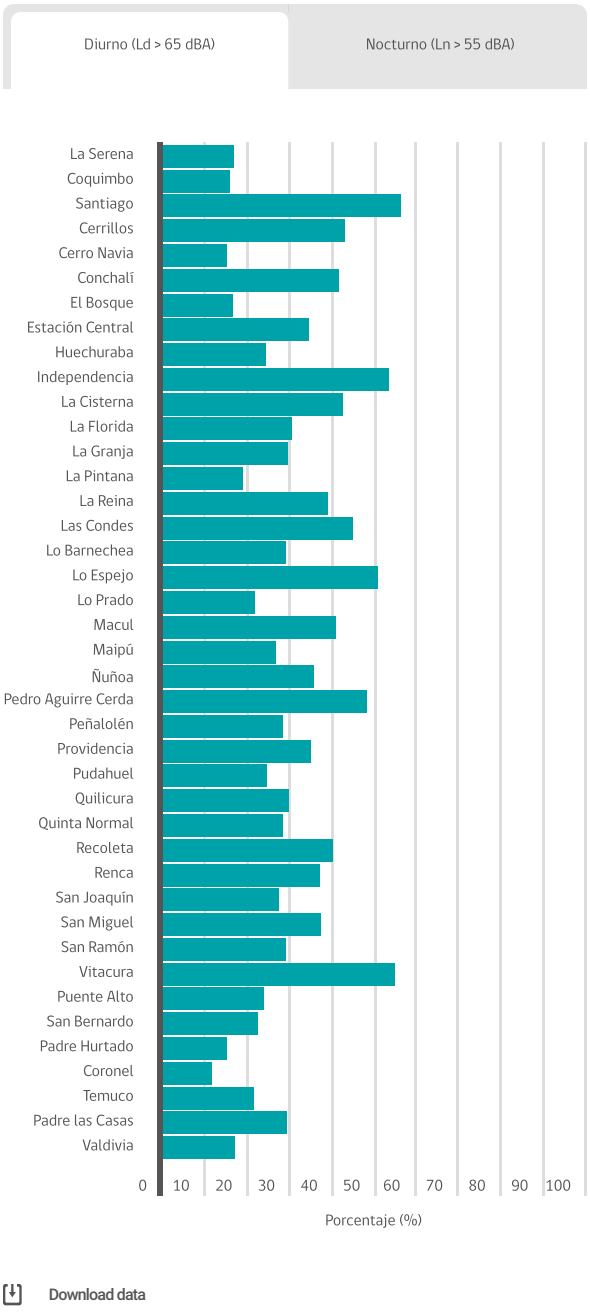
[3] La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos recomienda como Aceptable, niveles día promedio inferiores a 65 dBA y niveles noche promedio inferiores a 55 dBA.

Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano

Los indicadores de población potencialmente expuesta que se obtienen de los mapas de ruido han sido incorporados al Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano (Siedu), del Consejo Nacional de Desarrollo Urbano, que tiene como principal objetivo medir y evaluar la calidad de vida de las ciudades chilenas y la efectividad de las políticas públicas en sus aspectos ligados al desarrollo urbano.

Los indicadores asociados a ruido se encuentran establecidos en el compromiso "Mejor calidad del medio ambiente urbano", el que tiene relación con asegurar que los elementos que lo conforman (medio físico, biológico, económico, político y cultural) presentan niveles óptimos que satisface las necesidades de las personas y, por lo tanto, del ecosistema de las ciudades físico, biológico, económico, político y cultural, se encuentren en niveles óptimos que satisfagan las necesidades del ser humano y, por lo tanto, del ecosistema de las ciudades.

Figura 8. Porcentaje de personas potencialmente expuestas a ruido diurno y nocturno inaceptables de acuerdo a estándar OCDE, en 41 comunas del país, 2019.



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema de Indicadores y Estándares del Desarrollo Urbano(SIEDU) y del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) 2020.

3.3 El ruido y el transporte público

La actualización del mapa de ruido del Gran Santiago, demuestra que, dependiendo del tipo de vía, los buses de locomoción colectiva pueden aportar hasta 40% de energía sonora.

El ruido generado por los buses de locomoción colectiva está regulado por la Norma de Emisión de Ruido para Buses de Locomoción Colectiva Urbana y Rural, decreto supremo 129/2002 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Esta norma establece la certificación a los nuevos modelos de buses que ingresan al país y el control en revisión técnica y en vía pública para aquellos en operación.

Tabla 2. Número de buses certificados, por tipo, período 2003-2018 y 2018-2019

Tipo de vehículos	N° de modelos Certificados desde el 7/11/20003	N° de modelos Certificados con estándar más exigente desde el 8/4/2018
Bus Liviano	269	32
Bus Mediano	62	7
Bus Pesado	169	34
total	500	73

Fuente: Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (MTT) - D.S. N°129/2002.

Buses eléctricos

El Ministerio del Medio Ambiente realizó mediciones comparativas entre el ruido de buses eléctricos y de buses diésel del tipo Euro V del año 2017.

Los resultados arrojaron que los pasajeros de un bus eléctrico tienen un nivel de exposición sonora inferior en al menos 4 dB al del bus diésel, lo que equivale a una disminución de 60% de la energía sonora a la que se exponen las personas.

En cuanto al ruido exterior, un bus eléctrico no emite ruido cuando está detenido, a diferencia del bus con motor diésel que produce emisiones significativas. Además, el bus eléctrico en movimiento genera en promedio 25% menos ruido que un bus diésel Euro VI (buses nuevos), desplazándose a velocidades superiores a 50 km/hora..

3.4. El mapa de ruido de la ruta

La principal red de infraestructura de transporte del país, la Ruta 5, tiene en su tramo concesionado alrededor de 2.150 km de longitud, comprendidos entre las regiones de Atacama y Los Lagos, y atraviesa 101 comunas.

Según reveló el Mapa de Ruido de la Ruta 5 Norte/Sur, encargado por el Ministerio del Medio Ambiente (Acústica Austral, 2019), el tramo ubicado en la Región Metropolitana concentra la mayor población expuesta a niveles de ruido sobre el estándar de la OCDE, seguida por las regiones del Maule y O'Higgins. Estas tres regiones representan 20% del largo total del tramo concesionado de la Ruta 5, pero reúnen más de 85% de la población expuesta a niveles sobre lo recomendado.



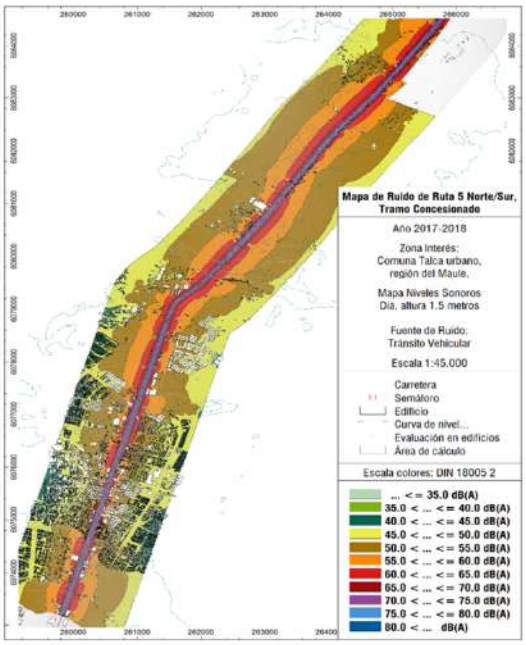
Tabla 3. Número de personas expuestas a niveles de ruido sobre recomendación OCDE en tramo concesionado de Ruta 5, por región.

Región	Longitud Ruta 5 (km)	Personas expuestas a niveles sobre recomendación OCDE	
		Día 65 dBA	Noche 55 dBA
Atacama	475	15	198
Coquimbo	366	108	1.379
Valparaíso	124	3.062	5.381
Metropolitana	122	62.752	104.606
O´Higgins	113	4.930	13.981
Maule	184	5.431	15.757
Biobío	211	1.075	3.766
Araucanía	212	2.268	6.648
Los Ríos	126	130	918
Los Lagos	184	383	2.011
Total:	**2.117**	**80.154**	**154.645**

Fuente: elaboración propia a partir de Acústica Austral, 2019 .

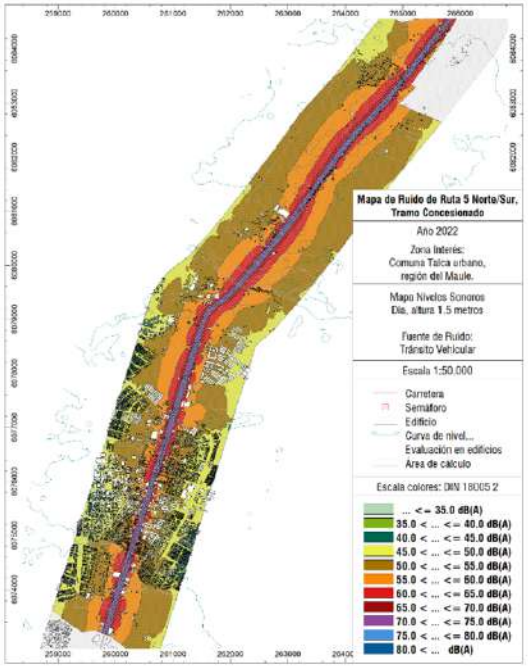
A continuación, se presentan cuatro mapas de ruido de la Ruta 5 en su paso por la comuna de Talca, en la Región del Maule, niveles en día y noche como promedio anual del período 2017-2018 y la proyección de los mismos al 2022.

Figura 9. Mapa de ruido del descriptor ld para el año 2017-2018 de Talca, Región del Maule, promedio anual



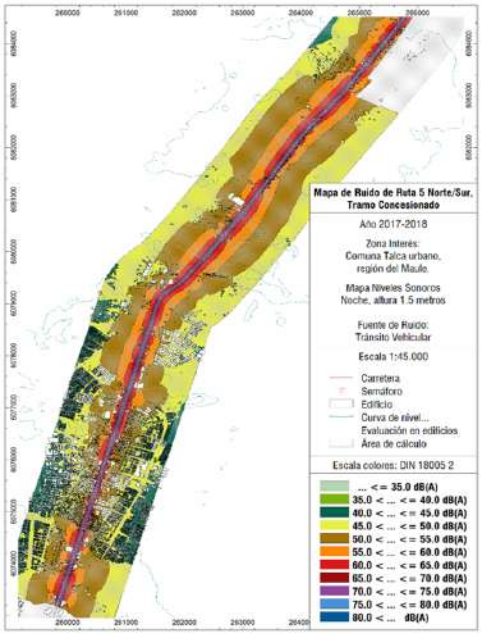
Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (MMA) 2020..

Figura 10. Mapa de ruido del descriptor ld para el año 2020 de Talca, Región del Maule, promedio anual



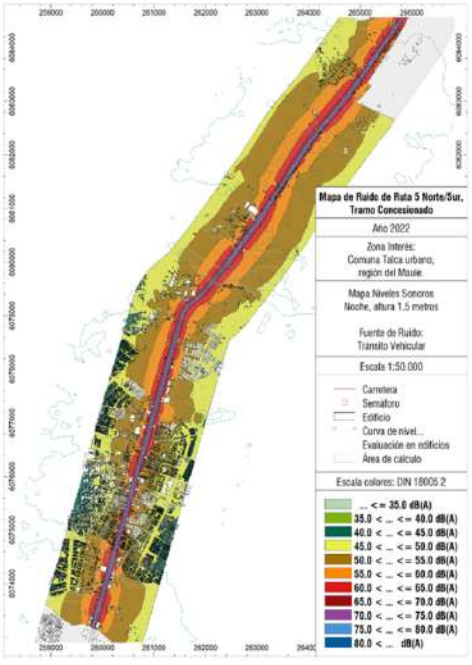
Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (MMA) 2020..

Figura 11. Mapa de ruido del descriptor ln para el año 2017-2018 de Talca, Región del Maule, promedio anual



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (MMA) 2020..

Figura 12. Mapa de ruido del descriptor ln para el año 2020 de Talca, Región del Maule, promedio anual



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (MMA) 2020..

Distribución de establecimientos educacionales potencialmente afectados por región.

De acuerdo a los datos obtenidos por el Mapa de Ruido de la Ruta 5:

1. Alrededor de 80 mil personas están expuestas a niveles de ruido de la carretera superiores a los recomendados por la OCDE en el periodo diurno, mientras que en periodo nocturno la cifra supera las 154 mil personas. Se estima que esta cantidad podría incrementarse en 15% al año 2022 solo por aumento del tránsito vehicular.

2. Existen 245 establecimientos educacionales potencialmente afectados por ruido a lo largo de la Ruta 5, con niveles sobre los 55 dBA, según la recomendación del Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (Ansi, por su sigla en inglés) (2002). Estos establecimientos suman alrededor de 68 mil matrículas (**Tabla 4**).

3. El 73% de los establecimientos educacionales potencialmente afectados se concentra en tres regiones: Metropolitana (46%), O'Higgins (15%) y Maule (12%).

4. Se estima que al año 2022 el número de establecimientos educacionales potencialmente afectados pasaría de 245 a 283, englobando un total de 84.594 matrículas..

5. Se estima que 93 establecimientos de salud presentan niveles de exposición a ruido de la Ruta 5 sobre lo recomendado para el periodo nocturno, equivalente a 45 dBA (**Tabla 5**).

6. El 64% de los establecimientos de salud potencialmente afectados, se localizan en tres regiones: Metropolitana (26%), Del Maule (24%) y La Araucanía (14%).

7. Se proyecta, además, que al año 2022 el número de establecimientos de salud potencialmente afectados por ruido de la Ruta 5 durante la noche suba de 93 a 113.

Tabla 4. Número de establecimientos educacionales y matrículas potencialmente afectados por ruido superior al estándar de Ruta 5, por región

Región	N° de Establecimientos	N° de Matrículas
Atacama	0	0
Coquimbo	13	3.702
Valparaíso	14	3.552
Metropolitana	112	31.550
O´Higgins	37	11.336
Maule	29	8.074
Biobío	15	3.807
La Araucanía	11	1.996
Los Ríos	6	1.245
Los Lagos	8	2.415
TOTAL:	245	67.677

Nota: se considera el estándar superior a 55 dBA recomendado por el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (Ansi).

Fuente: elaboración propia a partir de Acústica Austral, 2019.

Tabla 5. Número de establecimientos de salud potencialmente afectados por ruido diurno y nocturno superior al estándar de Ruta 5, por región

Región	Día, Ld > 50 dBA	Noche, Ln > 45 dBA
Atacama	0	2
Coquimbo	8	8
Valparaíso	4	4
Metropolitana	31	24
O´Higgins	6	7
Maule	13	22
Biobío	6	7
La Araucanía	11	13
Los Ríos	0	0
Los Lagos	6	6
Total:	**85**	**93**

Fuente: elaboración propia a partir de Acústica Austral, 2019.

3.5. Indicadores complementarios

Con el objetivo de mejorar la comprensión sobre los efectos del ruido ambiental en la sociedad, en el Mapa de Ruido de la Ruta 5 se estimó el indicador denominado Años de vida ajustados por calidad, conocido como QALY, sigla en inglés de Quality-Adjusted Life Years, definido por la OMS para medir efectos sobre la salud humana y los costos monetarios asociados. El QALY mide la carga de una enfermedad en una población dada, imputable a un cierto agente o contaminante; en este caso, ruido ambiental.

A partir de este indicador se hizo una estimación del costo monetario, en unidades de fomento (UF), que involucra un año de vida saludable perdido en una población por efectos del ruido para zonas de interés.
La evaluación social y económica, resumida en el QALY, para algunas de estas zonas se presenta en la **Tabla 6**.

Tabla 6 Estimación de años de vida ajustados por calidad (QALY) en zonas de interés de la Ruta 5, en UF por año.

Zonas de Interés	N° de habitantes	QALY en UF/año
Vallenar	657	591
La Serena	49.423	10.855
RM Sur (Buin-San Bernardo)	115.120	321.941
Talca	56.834	154.507
Puerto Varas	5.078	53
Puerto Montt.	50.106	32.713



3.6. Ruido en eventos masivos

Entre las actividades en estudio de ruido se encuentran los eventos de masivos o de alta convocatoria, en particular aquellos que requieren de sistemas de amplificación y se realizan en recintos abiertos.

Para el diagnóstico de esta fuente, el Ministerio del Medio Ambiente ha realizado mediciones durante la realización de eventos masivos, con el fin de establecer guías y recomendaciones apropiadas para reducir su impacto en las comunidades aledañas.

Los recintos analizados desde el año 2017 a la fecha se encuentran en la ciudad de Santiago y son: el Parque O'Higgins, específicamente durante el festival de música Lollapalooza, así como el Estadio Nacional y el Estadio Bicentenario de la Florida, en distintos eventos musicales. De esta forma ha sido posible determinar los niveles de exposición sonora de las viviendas próximas a estos lugares (**Tabla 7**).

Tabla 7. Niveles de ruido promedio registrados en eventos musicales masivos, 2017-2019

Recinto	Evento	Niveles de ruido promedio registrados (dBA)	
		Receptor de menor exposición	Receptor de mayor exposición
Parque O'Higgins	Festival Lollapalooza 2017	64	73
	Festival Lollapalooza 2018	64	78
	Festival Lollapalooza 2019	63	76
Estadio Nacional	SM Town Live 2019	56	67
	Iron Maiden 2019	56	70
Estadio Bicentenario La Florida	Santiago Gets Louder 2019	65	75

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020.



La **Figura 13** resume el trabajo realizado durante el festival Lollapalooza 2019, que se llevó a efecto en el Parque O'higgins, donde se visualizan los puntos de medición y los niveles de ruido medidos..

Este trabajo ha permitido contar con un antecedente objetivo respecto del ruido de eventos masivos en Chile, así como constatar que dichas actividades tienen el potencial de afectar a la comunidad circundante, junto con determinar las variables de mayor relevancia en cada caso. En este sentido, la cantidad de público asistente tiene directa relación con el nivel de ruido, pues aquellos festivales de mayor aforo tienden a generar mayores emisiones. Asimismo, la distancia entre las viviendas y los recintos, particularmente donde se ubican los equipos de amplificación, es otro factor relevante que incide en mayores niveles de ruido para los receptores.

Como resultado de este trabajo, el MMA elaboró la Guía de eventos sustentables (2019), que contiene recomendaciones para los organizadores, a fin de minimizar y mitigar el impacto acústico que estas actividades pueden ocasionar en las viviendas cercanas. Entre los lineamientos entregados figura la ejecución de un programa de gestión de ruidos, la forma de reportar su implementación y medidas generales para controlar la emisión de ruido hacia el entorno.

Figura 13. Puntos de medición y niveles de ruido en Festival Lollapalooza, 2019



Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020.

4. Avances en la evaluación del ruido

En estos últimos años, dos tipos de proyectos han presentado un nuevo desafío para la evaluación de ruido: los Parques Eólicos y las actividades emisoras de ruido submarino.

4.1. Ruido de Parques Eólicos

La emisión de ruido es uno de los principales impactos ambientales asociados a proyectos eólicos, pudiendo ocasionar efectos negativos en la salud de las comunidades aledañas, como perturbación y molestia del sueño, e incluso otro tipo de enfermedades. Cabe señalar que, con iguales niveles de ruido, la tasa de molestia del que emiten los parques eólicos es el doble de la que tiene a fuentes industriales como responsable.

En Chile existe un total de 117 proyectos de parques eólicos que cuentan con aprobación ambiental, de cuales 42 ya se encuentran construidos. Para el año 2035, se espera la implementación de alrededor de 126 proyectos (**Tabla 8**).

Tabla. 8 Estado de proyectos eólicos, en número y MW, 2019

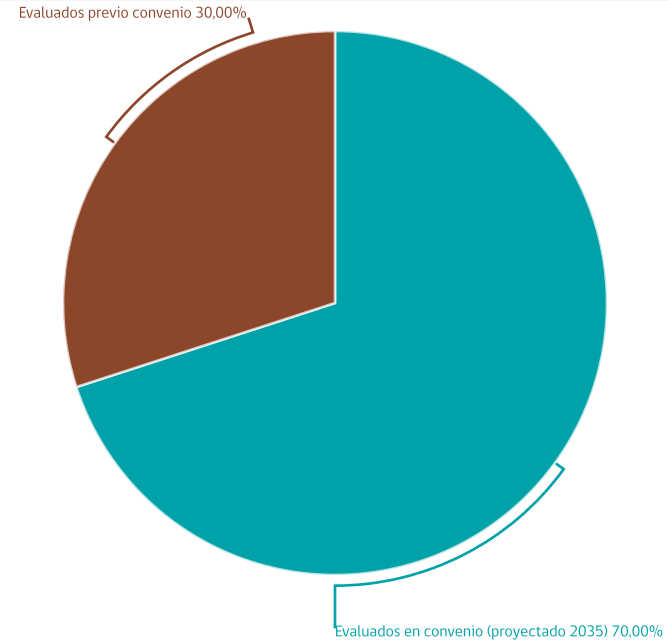
Estado de Proyectos Eólicos	MW	Nº Proyectos
Implementados (incluye operación, pruebas y construcción)	4.167	42
Aprobados sin implementación	10.637	75
En calificación ambiental	3.924	26
Proyección 2035	30.000	100



Ante la creciente instalación y proyección de parques eólicos en el país, desde noviembre de 2016 el Ministerio de Energía y el Ministerio del Medio Ambiente mantienen un convenio de trabajo para abordar en forma proactiva la gestión del ruido en estas instalaciones.

Como resultado de lo anterior, se estima que el 70% de los proyectos de Parques Eólicos aprobados al 2035, serán evaluados con los criterios técnicos específicos definidos en el marco del Convenio, asegurando de esta forma el cumplimiento de la normativa aplicable durante su operación.

Figura 14 Proyectos eólicos en el SEIA, sin y con evaluación en el marco del convenio MMA-Ministerio de Energía, 2019.



Fuente: Elaboración propia con datos deMinisterio de Energía (MINSENERGÍA) y MInisterio del Medio Ambiente (MMA), 2020.

4.2. Ruido Submarino

Las ballenas y otros mamíferos dependen del sonido para realizar actividades rutinarias como encontrar alimento, identificar obstáculos, proteger a sus crías, defenderse de depredadores, aparearse y migrar. Para estas especies, el oído es un sentido importante, el que les permite desenvolverse en el mundo submarino.



En el agua, el sonido se propaga casi cinco veces más rápido que en el aire, lo que la hace un medio perfecto de transmisión. Es por eso que mamíferos como cetáceos y delfines pueden comunicarse a cientos de kilómetros. Pero de la misma forma, el ruido provocado por actividades humanas alcanza grandes distancias y tiene la capacidad de interferir en la comunicación y actividades rutinarias de las especies.

La fuente de ruido subacuático más común a nivel mundial es el tráfico marítimo; 90% del intercambio comercial de mercancías en el planeta se realiza usando este medio de transporte, el cual se incrementa año a año. Otras fuentes de ruido son las faenas de construcción, las tronaduras y la exploración de gas y petróleo, todas las cuales tienen el potencial de causar impactos en la fauna.

En junio de 2020, el Ministerio del Medio Ambiente oficializó la creación del Comité Operativo para el Fortalecimiento de la Gestión del Control de Ruido Submarino y la Prevención de sus Impactos en la Biodiversidad, integrado por distintos órganos de Estado, representantes de la academia y la ciencia.

Algunas de las tareas de este comité, son la recopilación de información técnica y científica en materia de ruido submarino, la difusión de proyectos y programas que aborden la problemática, junto con la prestación de apoyo técnico a las instituciones que lo componen y a otras entidades públicas, sirviendo además de instancia consultiva y de discusión técnica para la elaboración e implementación de políticas públicas, planes y programas sobre la materia.

Referencias

- Acústica Austral. (2019). Mapa de Ruido de la Ruta 5 Norte/Sur, tramo concesionado. Santiago: Subsecretaría del Medio Ambiente, Ministerio del Medio Ambiente. Obtenido de https://ruido.mma.gob.cl/mapas-de-ruido/

- Agencia Europea de Medio Ambiente. (2020). Environmental noise in Europe. Publications Office. doi:10.2800/686249

- Decreto supremo 38. (2011). Norma de emisión de ruidos generados por fuentes que indica. Ministerio del Medio Ambiente. Obtenido de https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1040928

- Instituto de Acústica de la Universidad Austral de Chile. (2016). Actualización del Mapa de Ruido del Gran Santiago. Santiago: Subsecretaría del Medio Ambiente, Ministerio del Medio Ambiente. Obtenido de https://ruido.mma.gob.cl/mapas-de-ruido/

- Instituto Nacional Estadounidense de Estándares. (2002). ANSI S12.60, Acoustical Performance Criteria, Design Requirements, and Guidelines for Schools.

- Ministerio del Medio Ambiente. (2019). Guía de buenas prácticas. Eventos medioambientalmente sustentables. Obtenido de https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/09/Guia-Eventos-Sustentables.pdf

- Ministerio del Medio Ambiente y Servicio de Evaluación Ambiental. (2020). Guía para la aplicación del DS N°38/11 MMA en proyectos de parques eólicos en el SEIA. Obtenido de https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2020/03/13/guia_aplicacion_ds_38_parques_eolicos_en_el_seia.pdf

- OECD. (1998). Environmentally sustainable transport: report on phase II of the OECD EST project. Organisation for Economic Co-operation and Development Environment Policy Committee. Obtenido de https://books.google.cl/books?id=kjQJuwEACAAJ.

- Organización Mundial de la Salud. (2005). Quantifying burden of disease from environmental noise: Second technical meeting report. Obtenido de https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/87638/Noise_EDB_2nd_mtg.pdf

- Servicio de Evaluación Ambiental. (2019). Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA. Obtenido de https://sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2019/03/13/guia_ruido_y_vibracion_websea.pdf



CAPÍTULO **13**

OLORES

OLORES

El olor es la propiedad de una sustancia capaz de activar el sentido del olfato humano.

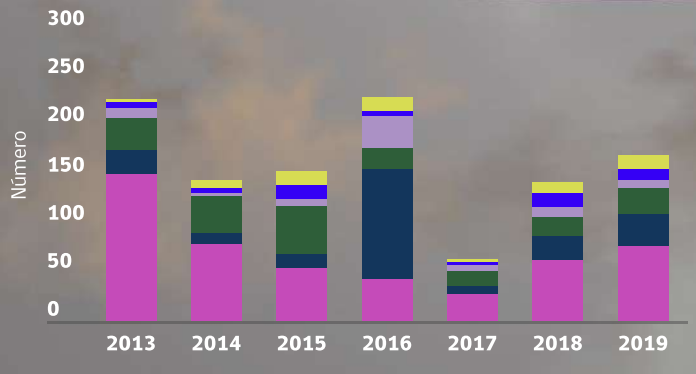
La contaminación ambiental por olores es un problema emergente, el cual ha sido visibilizado por las comunidades afectadas por este tipo de emisiones. Junto a los problemas en la calidad de vida, la contaminación por olores también genera efectos en la salud, principalmente de tipo respiratorio. Para abordarlo, Chile cuenta con una Estrategia de Olores, la cual ha permitido generar medidas concretas para reducir o evitar la generación de olores en las principales actividades identificadas como generadoras de este contaminante.

Efectos en la salud

Los olores son elementos perturbadores de nuestra salud, entendida ésta última en el sentido amplio del "completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades", (OMS, 2000). Las manifestaciones fisiológicas más recurrentes a concentraciones altas de olores pueden ser síntomas respiratorios, gastrointestinales, irritación fisiológica, entre otros. De igual modo, se evidencian alteraciones en la calidad de vida, dado los cambios en los patrones de actividades diarias y cambios de estados de humor, entre otros.

PRINCIPALES SECTORES QUE EMANAN OLORES





- Denuncias sin categoría económica indicada/identificada
- Saneamiento Ambiental
- Agroindustrias
- Instalación fabril
- Pesca y Acuicultura
- Otros*

Denuncias a la Superintendencia del Medio Ambiente 2013- 2019

1.140

Para medir se debe considerar que:

1. Un olor puede estar compuesto por una sustancia o un grupo de ellas.

2. Cuando el olor se produce a una baja concentración puede resultar imperceptible por un instrumento de medición, pero sí puede ser medido por la nariz humana.

Olor simple ⟶ métodos analíticos
Olor compuesto ⟶ métodos sensoriales

La nariz es capaz de percibir estas sustancias odoríficas a muy, pero muy bajas concentraciones, por ello existen los métodos sensoriales estandarizados.

Métodos analíticos



La olfatometría es una técnica sensorial de medición de olores más utilizada a nivel internacional

Métodos sensoriales



INTRODUCCIÓN

Hasta hace unos años el olor no formaba parte de los análisis ambientales del país. Sin embargo, hoy constituye un contaminante emergente, que afecta la calidad de vida de las personas.

Tan importante es la materia, que resulta imposible no recordar algunos conflictos asociados a la materia, principalmente el del año 2012 en la comuna de Freirina, Región de Atacama, donde los malos olores causados por la operación de un centro de producción porcina desataron las quejas y denuncias de la comunidad, el cual finalmente terminó con el cierre del plantel.

Este acontecimiento, una sociedad más informada, junto a otros factores, sirvieron de base para un nuevo hito en la institucionalidad ambiental; esto impulsó que la gestión atmosférica incluyera el control de los olores. Así nace la Estrategia para la Gestión de Olores, del Ministerio del Medio Ambiente, con el fin de resguardar el medio ambiente y la calidad de vida de las personas.

CONTENIDO

Introducción
1. Antecedentes
2. Activiades potencialmente generadoras de olor en Chile
3. Estadto: El olor y la comunidad
4. Impactos del olor en la población
5. Respuestas: Estrategia de gestión de olores
    5.1. Agenta regulatoria
    5.2 Norma de emisión de plores para el sector porcino
    5.3 Planes de gestión de olores
    5.4 Estandarización de métodos de medición
    5.5 Capacitación y difusión
Referencias



1. Antecedentes

El olor es considerado como un elemento perturbador de la salud humana, entendida esta última como "estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades" (Organización Mundial de la Salud, 2014)[1]. De acuerdo con esta definición de la OMS, la molestia es uno de los problemas que puede generar el olor, entonces es importante comprender cuándo un olor genera una molestia.

El olor es la propiedad de una sustancia capaz de activar el sentido del olfato humano. El ser humano tiene un sentido del olfato muy sensible, capaz de detectar olor aun cuando las sustancias olorosas presentes en el ambiente estén en concentraciones muy bajas. La molestia por olor es producto de eventos repetidos de malestar durante un período prolongado, que evidencian alteraciones en la calidad de vida, dado los cambios que ocasionan en los patrones de actividades diarias y estados de humor, entre otros. De esta forma, el acrónimo FIDOL es un recordatorio útil de los factores que van a determinar el grado de molestia por olor:

F	**Frecuencia de la ocurrencia de olor**
I	**Intensidad del olor, es decir qué tan fuerte es**
D	**Duración de la exposición del olor**
O	**Ofensividad del olor o qué tan desagradable resulta el olor**
L	**Localización de los receptores del olor**



[1] Preámbulo de la Constitución de la Organización Mundial de la Salud, que fue adoptada por la Conferencia Sanitaria Internacional, celebrada en Nueva York del 19 de junio al 22 de julio de 1946, firmada el 22 de julio de 1946 por los representantes de 61 Estados (Official Recordsof the World Health Organization, Nº 2, p. 100), y entró en vigor el 7 de abril de 1948.

2. Actividades potencialmente generadoras de olor en Chile

En Chile, el clima y los recursos naturales cambian drásticamente a lo largo del territorio, por lo tanto, los tipos de problemas de olores experimentados pueden ser influenciados por las particularidades del clima y por los recursos naturales disponibles en cada una de las regiones del país (Plusgener, 1999). Las actividades productivas y de servicios tienen distintos procesos y tipos de fuentes de olores (difusas, puntuales, volumen, transporte, fugitivas), así como también tipos de emisiones odoríficas (olores, H2S, NH3, COV's, etc.) con variados niveles de ofensividad y ubicados en diferentes usos de suelo (ECOTEC-Ingeniería, 2013).

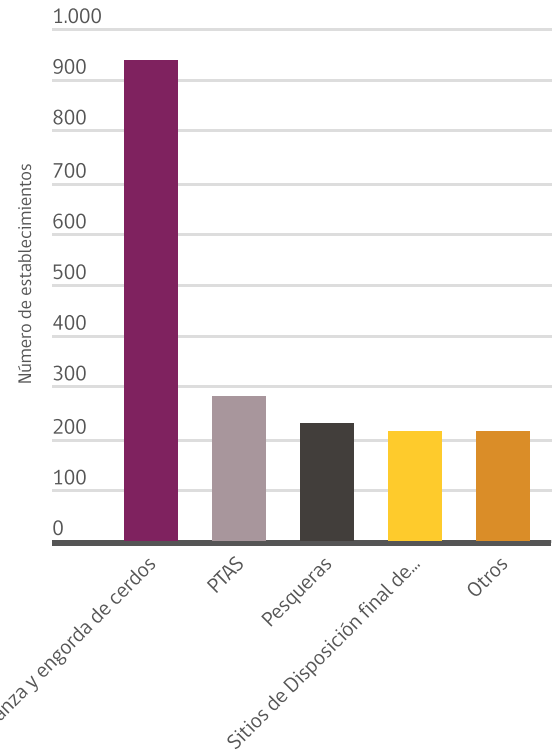
Es en este contexto, que se han identificado al menos 12 actividades potencialmente emisoras de olores (ECOTEC-Ingeniería, 2013), (Aqualogy Medio Ambiente, 2014), las que son susceptibles de generar molestia, como consecuencia de las características de sus fuentes, así como de la materia prima procesada. Sin embargo, la meteorología y las condiciones topográficas también cumplen un papel importante en la dispersión de olores.

Entre estas 12 actividades, las que cuentan con un mayor número de establecimientos y, en consecuencia, podrían generar mayores problemas de olores, corresponden a:

- Planteles de crianza y engorda de animales;
- Plantas de tratamiento de aguas servidas;
- Industria pesquera y de procesamiento de productos del mar y
- Sitios de disposición final de residuos.

En términos de distribución, las plantas de tratamiento de aguas y los sitios de disposición final están presentes en todo el territorio nacional. Por su parte, los establecimientos identificados correspondientes al sector pesquero, se concentran específicamente en las regiones del Biobío y Maule. En cuanto al sector crianza intensiva de animales, si bien los establecimientos se distribuyen en todo el territorio, la mayoría se concentra en la zona centro sur.

Figura 1. Número de establecimientos potencialmente generadores de olor por actividad, 2013



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de ECOTEC-Ingenieria para el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2013.

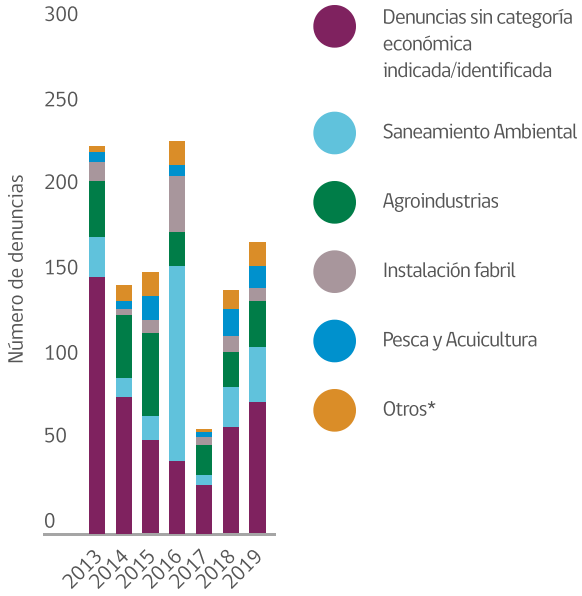
3. Estado: El olor y la comunidad

Una demostración de la importancia que tiene en las comunidades el olor, es que las denuncias ante la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), son un indicador de los problemas asociados a la generación de este contaminante. Las denuncias por olores ocupan el segundo lugar en cantidad de denuncias por la comunidad, tras las denuncias por ruidos molestos. Durante el periodo 2013 - 2019, la SMA recibió un total de 1140 denuncias asociadas a olor, entre 100 a 250 denuncias por año, siendo el 2016 el que registró la mayor cantidad de denuncias, con un total de 232, equivalentes a 24% del total de denuncias efectuadas ese año.

A su turno, la región con mayor cantidad de denuncias en el período 2013-2019 fue la Metropolitana (351), abarcando 31% del total, seguida por las regiones de Los Lagos, Maule, Antofagasta y O'Higgins, con 124 (11%), 109 (10%), 94 (8%) y 93 (8%), respectivamente (**Figura 2**).

En cuanto a las denuncias referidas a los sectores industriales, se identificó que alrededor de 20 % de las denuncias (227) corresponden a actividades de Saneamiento Ambiental[2], seguidas por el sector Agroindustrial[3] con un 18 % (206). (**Figuras 3 y 4)**.

Figura 2. Denuncias por olor según actividad económica , 2013-2019



Download data

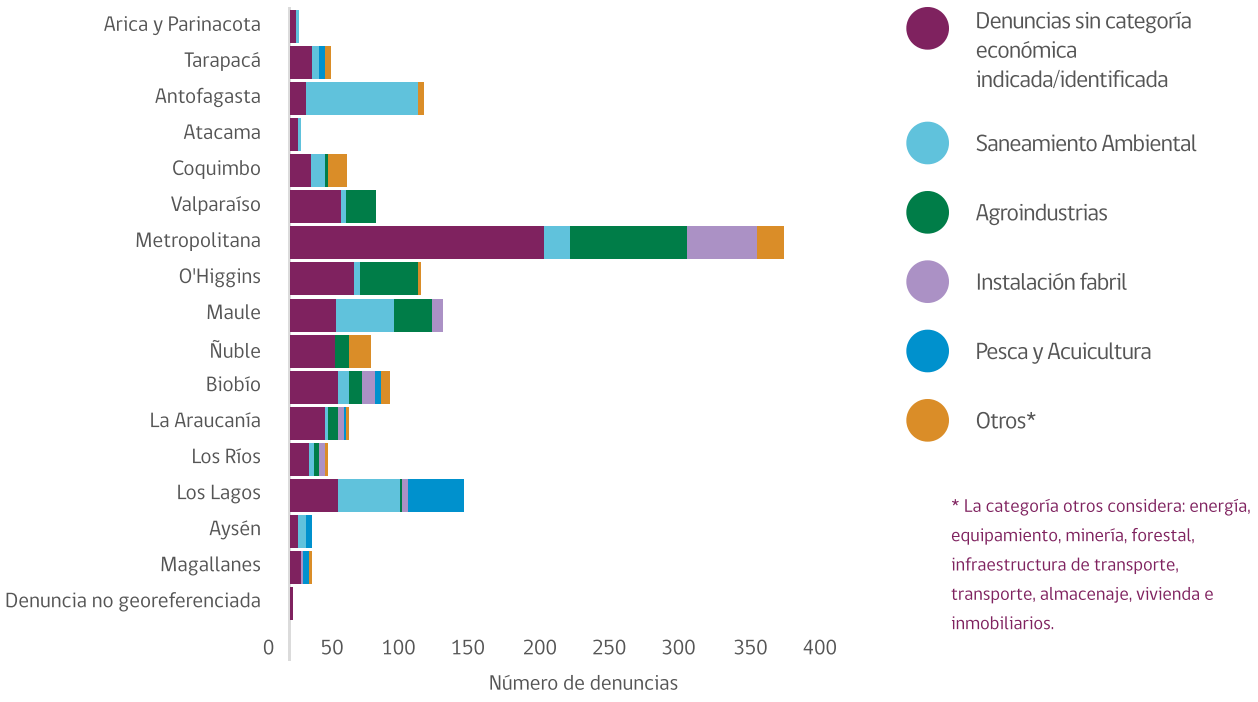
* La categoría otros considera: energía, equipamiento, minería, forestal, infraestructura de transporte, transporte, almacenaje, vivienda e inmobiliarios.

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



[2] Saneamiento ambiental cuenta con las siguientes subcategorías económicas: Vertedero, relleno sanitario, plantas de tratamiento de aguas servidas, alcantarillado, entre otras.
[3]Sector Agroindustrial cuenta con las siguientes subcategorías económicas: planta procesadora de productos agrícolas, plantel de cerdos, plantel de aves, elaboración de productos lácteos, matadero / frigorífico, entre otras

Figura 3. Denuncias por olor según actividad económica y región, 2013-2019

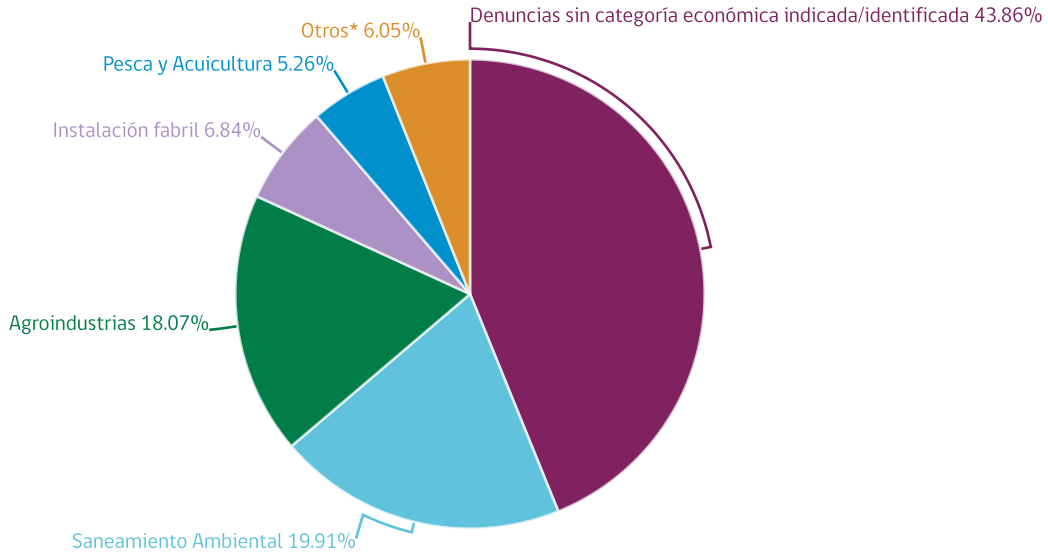


* La categoría otros considera: energía, equipamiento, minería, forestal, infraestructura de transporte, transporte, almacenaje, vivienda e inmobiliarios.

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

Download data

Figura 4. Denuncias por olor según actividad económica acumuladas en el periodo 2013-2019



Download data

* La categoría otros considera: energía, equipamiento, minería, forestal, infraestructura de transporte, transporte, almacenaje, vivienda e inmobiliarios

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

4. Impactos del olor en la población

La exposición prolongada o reiteradas a altas concentraciones de olor, se puede traducir en una alteración de los patrones de conducta y de vida de las personas afectadas. Por ejemplo, no salir al jardín, o no abrir ventanas y puertas para evitar la percepción de los olores. Situaciones más intensivas son las alteraciones de sueño o cambios en los habitos alimenticios.



Estos cambios en los patrones de conducta no son las únicas afectaciones a raíz de olores molestos. Existen algunos precedentes de afectaciones a la salud de las personas frente a exposiciones más prolongadas e intensas, entre los cuales figuran: insomnio, mal humor, dolor de cabeza, irritación de las mucosas, estrés, náuseas y vómitos.

Olores y efectos potenciales en la población

- Influye negativamente sobre el estado anímico y pudiendo provocar situaciones de estrés.
- cambios en los estados de humor.
- Ansiedad y frustración.
- Pérdida del apetito.
- Mareos.
- Náuseas.
- Vómitos.
- Dolor de cabeza.
- Problemas de concentración.

5. Respuestas: Estrategia de Gestión de Olores

Debido a las características de este contaminante, al tipo de actividades que potencialmente pueden generar olores molestos y a las condiciones en las cuales se genera el problema, se requiere una gestión y un enfoque integral para su prevención y control. Con este enfoque se elaboró la Estrategia para la Gestión de Olores del (Ministerio de Medio Ambiente, 2017), la cual se compone de cinco líneas de trabajo:

- Fortalecimiento del marco regulatorio
- Levantamiento de información
- Incrementar el conocimiento sobre olores
- Coordinación transversal de organismos de la administración del Estado
- Fortalecimiento institucional.

A la fecha, se han logrado avances en todas las líneas de trabajo. Se definió una hoja de ruta en materia regulatoria, se ha fortalecido la evaluación del olor en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), se han homologado diversas normas técnicas de medición de olores y se ha incrementado el conocimiento en la materia, a través de capacitaciones y talleres a los diferentes actores interesados. Además, se han realizado diversos estudios técnicos que han levantado información para la generación de las regulaciones.



5.1 Respuestas: Estrategia de gestión de olores

Teniendo en consideración las particularidades de cada sector y la urgencia de avanzar más rápido en el control de sectores prioritarios, el diseño regulatorio en materia de olor considera una regulación específica para cada sector. De esta manera, de las actividades potencialmente generadoras de olor, se han definido cinco sectores a priorizar:



Planteles porcinos | Procesamiento de productos del mar | Planta de tratamiento de aguas servidas | Planta de celulosa | Sitios de disposición final de residuos

La priorización de estos sectores se determinó a partir de los siguientes criterios:

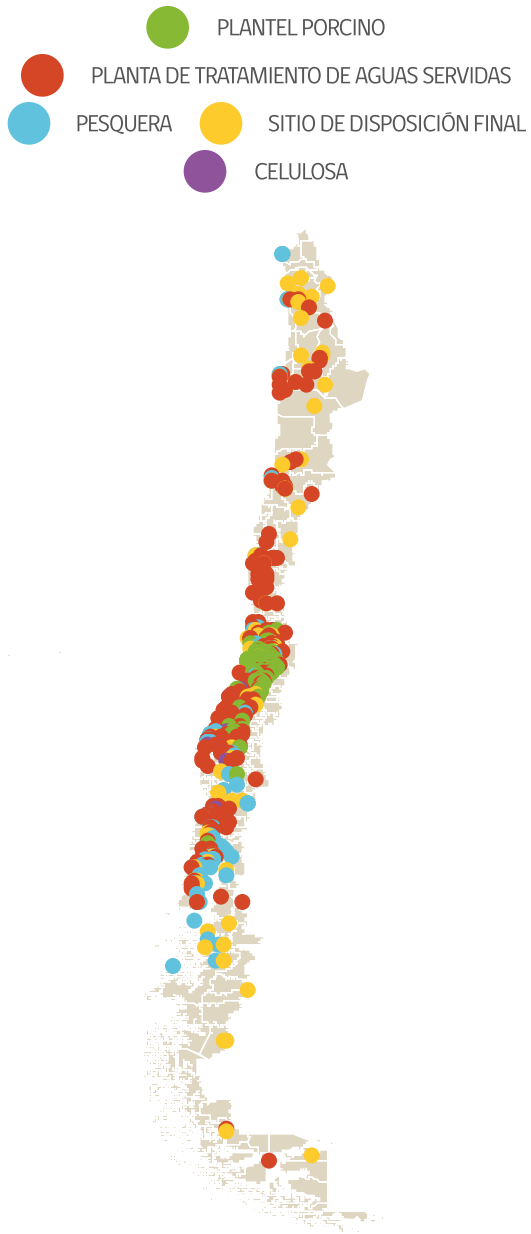
a) Actividades con mayor número de denuncias.

b) Actividades con mayor número de instalaciones.

c) Actividades involucradas en conflictos socio-ambientales debido a olores.

De estas cinco actividades priorizadas[4], al 2019, en el país existen un total de 598 establecimientos, de los cuales la mayoría corresponde a plantas de tratamiento de aguas servidas y a planteles porcinos, concentrando alrededor del 60% del total de establecimientos industriales potenciales generadores de olor. Las pesqueras y los sitios de disposición final de residuos constituyen el 21% y 15%, respectivamente. Finalmente, el sector Plantas de Celulosas, que cuenta con 8 plantas a nivel nacional, representan el 1% del total de establecimientos priorizados por emisiones de olor. (**Figura 5**)

Figura 5. Localización de las 5 actividades priorizadas que generan olores, 2019



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

Download data

[4] Los datos de planteles porcinos se obtuvieron del informe (DICTUC, 2019) desagregados por sectores de cada plantel, todos los demás datos se obtuvieron de los datos de RETC. El criterio para celulosas fue establecimientos que cumplen norma DS 37/2012 emisión de compuestos TRS, generadores de olor, asociados a la fabricación de pulpa kraft o al sulfato; para rellenos sanitarios el criterio de selección fue los establecimientos destinatarios que reportan recepción de LER 20 03 01 (Residuos domiciliarios). Para las pesqueras, se filtraron todos los ID con rubro "Pesca", "Agropecuario", "industria alimentos" y "sin información" y se seleccionaros algunos CIIU nivel4, solo se seleccionaron solo aquellos que tienen calderas (IN, GE y CF) y se hizo un filtro manual de la base de datos. Para las plantas de tratamiento de aguas servidas Se seleccionan los establecimientos que han reportado lodos de PTAS del DS4 que están disponibles en RETC 2014-2017.

5.2 Norma de emisión de olores para el sector porcino

En noviembre de 2018, se inició la elaboración de la "*Norma de Emisión de Contaminantes en Planteles Porcinos que, en función de sus Olores, generan molestia y constituyen un riesgo a la calidad de vida de la población". Durante el mes de Julio de 2020 se publicó en el Diario oficial el Anteproyecto de la primera norma ambiental de olores en Chile: "Norma de Emisión de Contaminantes en Planteles Porcinos que, en función de sus Olores, generan molestia y constituyen un riesgo a la calidad de vida de la población*", la cual se espera que entre en vigencia el segundo semestre del año 2021.

El objetivo principal de la normativa es poder mejorar la calidad de vida de las personas que viven cerca de los más de 100 planteles porcinos que existen a lo largo de Chile. Con este objetivo, el Anteproyecto establece las siguientes exigencias:

- Cumplimiento de un límite para la emisión de olor
- Reducción de la emisión de olor en fuentes como lagunas de purines y/o pabellones y
- Exigencias de reporte de prácticas operacionales.

Dichas exigencias, permitirán que los establecimientos reduzcan sus emisiones, tanto respecto de la frecuencia como de la concentración de las emisiones de olor, mejorando así su estándar operacional y con ello disminuyendo la percepción de olor en las comunidades cercanas.

Asimismo, en septiembre de 2019 se inició la elaboración de la "Norma de Emisión de Contaminantes en Centros de Cultivo y Plantas Procesadoras de Recursos Hidrobiológicos que, en función de sus olores, generan molestia y constituyen un riesgo a la calidad de vida de la población". Se espera que esta propuesta regulatoria pueda ser dictada durante el año 2022.

La mirada regulatoria que comprenden estas normas apunta a establecer límites medidos en el receptor y límites relacionados a la eficiencia de remoción de olor en fuentes específicas; también busca implantar la planificación de prácticas operacionales, que resultan muy importantes a la hora de mitigar y evitar los olores en las distintas etapas operacionales de las empresas.

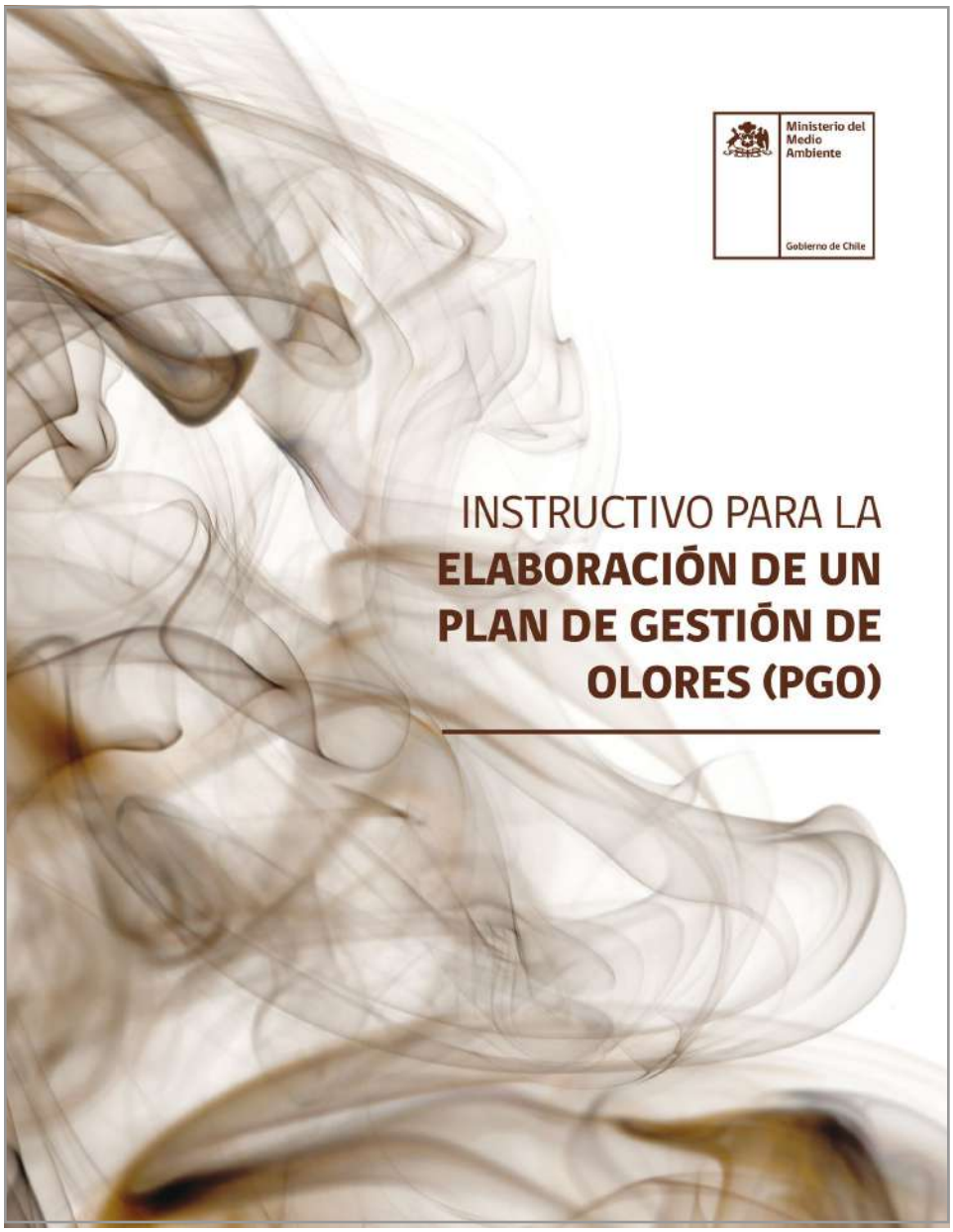
La revisión del DS N°37/13 "Norma de Emisión de compuestos TRS, generadores de olor para Plantas de Celulosa" continúa la regulación de los sectores priorizados en la Estrategia.



5.3 Planes de Gestión de Olores

El Ministerio del Medio Ambiente publicó un Instructivo para la Elaboración de un Plan de Gestión de Olores el año 2020, con la finalidad de potenciar lineamientos de carácter preventivo, en especial para que las actividades potencialmente generadoras de olor realicen una adecuada gestión de sus emisiones.

Este instructivo tiene por objetivo orientar y entregar criterios estandarizados sobre las acciones que se deben llevar a cabo para la elaboración del plan de gestión, de carácter voluntario, para mejorar la gestión de olores en las instalaciones que ya operan en el país.



5.4 Estandarización de métodos de medición

Como parte de los avances de la implementación de la Estrategia de Gestión de Olores, se ha trabajado en la homologación de ocho normas técnicas para la medición de olores. Entre estas normas destacan la NCh 3190:2010 "Determinación de la concentración de olor por Olfatometría Dinámica", la cual indica el procedimiento para determinar la concentración de olor, en unidades de olor, de una muestra determinada y la norma NCh3386:2015 "Muestreo estático para olfatometría", la cual establece los procedimientos respectivos para la toma de muestras de fuentes generadoras de olor. Ambas normas forman parte de las metodologías referenciadas en el anteproyecto de la primera Norma para emisión de Olores.

La estandarización de las metodologías de medición ha entregado un nivel objetivo para determinar y cuantificar el olor, avance que ha significado una base para la gestión ambiental de los olores y de las posteriores regulaciones.

En la tabla N° 1 se indican todas las normas técnicas homologadas a la fecha.

Tabla 1. Normas técnicas para la medición de olores

Código INN	Norma de base	Nombre	Resumen
NCh 3190:2010	UNE EN 13725:2004	Calidad del aire - Determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica	
NCh 3212:2012	NCh410:1996; UNE-EN 1085:2007; UNE-EN 12255-9:2003	Plantas de tratamiento de aguas servidas -Directrices generales sobre olores molestos	
NCh 3386:2015	VDI 3880:2011	Calidad del aire - Muestreo estático para olfatometría	
NCh 3387:2015	VDI 3883 Blatt 1:2015	Calidad del aire - Evaluación de la molestia por olores - Encuesta	
NCh 3533/1:2017	VDI 3940 Blatt 1:2006	Medición del impacto de olor mediante inspección de campo - Medición de la frecuencia del impacto de olores reconocibles. Parte 1: Método de la grilla	
NCh 3533/2 :2017	VDI 3940 Blatt 2:2006	Medición del impacto de olor mediante inspección de campo - Medición de la frecuencia del impacto de olores reconocibles. Parte 2: Método de la pluma	
NCh 3431/1:2020	Norma 1 VDI 4285:2011-1	Determinación de emisiones difusas por mediciones - Parte 1: Conceptos básicos	
NCh 3431/2:2020	Norma 2 VDI 4285:2011-2	Determinación de emisiones difusas por mediciones - Parte 2: Galpones industriales y granjas de ganadería	

Fuente: Elaboración propia

5.5 Capacitación y difusión

Hasta hace algunos años se desconocían los impactos del olor, aunque era posible medir o cuantificar los olores y también existían medidas de mitigación o de gestión para su control. Por ello, como parte de la Estrategia de Olores, se desarrolló un completo plan de sensibilización sobre las posibilidades de gestión de este contaminante, el cual ha incluido variadas instancias de capacitación, tanto en el ámbito público como en el privado. Además, se han generado instancias de formación y fortalecimiento de capacidades, a través de seminarios internacionales (dos de ellos realizados en Chile), donde se han reunido expertos reconocidos a nivel mundial para discutir la problemática. Dichas instancias han permitido visibilizar el tema a nivel nacional y fomentar el interés de la academia, empresas, consultoras, laboratorios y organismos del Estado.



En esta misma línea de trabajo, el Ministerio del Medio Ambiente, a través de su Departamento de Ruido, Lumínica y Olores, desarrolló una página web, con el fin de educar e informar a la población sobre este problema, en especial respecto a las acciones que se realizan para abordarlo y prevenirlo. https://olores.mma.gob.cl.

En dicho sitio web se encuentran disponibles algunas de las actividades de capacitación realizadas, material de difusión, además de estudios que se han levantado por parte del Ministerio del Medio Ambiente, sobre esta materia.

Referencias

- AQUALOGY Medio Ambiente para el Ministerio del Medio Ambiente (2014) Generación de Antecedentes para la Elaboración de una regulación para el control y prevención de olores en Chile

- Aqualogy Medio Ambiente. (2014). Generación de antecedentes para la elaboración de una regulación para el control y prevención de olores en Chile. Santiago: Subsecretaría de Medio Ambiente. Obtenido de https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/03/Resum

- DICTUC. (2019). Antecedentes para la Elaboración de Análisis Económico de la Norma de Emisión de Olores para el Sector Porcino. Subsecretaría del Medio Ambiente. Obtenido de http://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2019/proyectos/133_a_139_Presentacion_Estudio_Dictuc.pdf

- ECOTEC-Ingeniería. (2013). Antecedentes para la regulación de olores en Chile, Informe final a solicitud del MMA. Santiago, Chile.

- Fortt, M. A. (2012). Olores molestos y sus efectos en la salud de la población.

- INN. (2010). Norma UNE-EN 13725 "Calidad del aire. Determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica".Ministerio de Medio Ambiente. (2017). Resolución exenta 1536. Aprueba la Estrategia para Gestión de Olores en Chile. Actualización año 2017. Obtenido de https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/01/RESN1536-Aprueba-la-estartegia-para-la-estrategia-de-o

- Ministry for the Environment of New Zealand. (2016). Good practice guide for assessing and managing odour.

- Organización Mundial de la Salud. (2014). Constitución de la OMS. En Documentos básicos 48ª edición. Obtenido de https://apps.who.int/gb/bd/PDF/bd48/basic-documents-48th-edition-sp.pdf?ua=1#page=7

- Plusgener. (1999). Estudio de generación de antecedentes técnicos y científicos para la regulación de olores molestos.

- Servicio Ejecutivo de Salud de la Agencia de Protección Ambiental de Irlanda. (2019). Odour: Evironment and Public Health.

CAPÍTULO **14**

CALIDAD DEL AIRE



CALIDAD DEL AIRE

La contaminación del aire afecta la salud de personas y animales, daña la vegetación y el suelo, deteriora materiales, reduce la visibilidad y contribuye significativamente al cambio climático. Por ello, la calidad del aire sigue siendo una de las prioridades en materia de gestión ambiental. En Chile, las tres grandes fuentes de contaminación del aire son los medios de transporte, las actividades industriales y la calefacción de las viviendas por combustión de leña.

PRESIONES

NOx
32,3%
De las emisiones fueron por medios de transporte (2018)

NOx
Vehículos motorizados

SO_2
71,5%
De las emisiones fueron por actividades de fundición (2018)



$MP_{2,5}$
81,5%
De las emisiones $MP_{2,5}$ fueron por combustión de leña (2018)

SO_2
Minería

$MP_{2,5}$
Leña

Promedio trianual de concentraciones de material particulado fino (MP2,5) en estaciones de monitoreo del país, 2019 - 2017

Las concentraciones se deben principalmente a la combustión de leña residencial, alcanzan el valor más alto (47 µg/m3) en la ciudad de Coyhaique.

ESTACIONES DE MONITOREO

Norma: trianual (2019-2017) 20µg/m3

▲ **56%**
Sobre la norma

▼ **44%**
Bajo la norma

CONSECUENCIAS

La contaminación del aire tiene grandes repercusiones en el medio ambiente y la población.



RESPUESTAS

¿QUÉ ESTÁ HACIENDO CHILE?

La calidad del aire sigue siendo una de las prioridades en materia de gestión ambiental en Chile.

PPDA
PLANES DE DESCONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y ALERTAS SANITARIAS

19 planes Publicados Y **3** planes en elaboración

Para el 2019, el 59% de la población de Chile (11.204.976 personas), viven en zonas declaradas latentes o saturadas

CONTENIDO

Introducción
1. Antecedentes
2. Presión
3. Estado
4. Impacto
    4.1. Efectos en la salud
    4.2. Disminución en visibilidad y esmog fotoquímico
    4.3. Afectación a ecosistemas acuáticos y lluvia ácida
    4.4. Afectación en plantas
5. Respuestas
    5.1. Normas de emisión
    5.2. Instrumentos económicos: impuestos verdes
    5.3. Normas de calidad del aire
    5.4. Planes de prevención y/o descontaminación
    5.5. Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (Sinca)
    5.6. Programas e iniciativas de promoción de tecnologías limpias
Referencias

INTRODUCCIÓN

La calidad del aire constituye uno de los asuntos ambientales que afecta de manera más directa a la población. Para abordar este desafío, el Ministerio del Medio Ambiente conforme a sus competencias, ha dictado normativas para restaurar los niveles de calidad atmosférica definidos en las normas de calidad del aire vigentes en el país.

De acuerdo con los resultados de los monitoreos de calidad del aire a lo largo del territorio nacional, a la fecha se han decretado 21 zonas del país bajo la categoría de saturación o latencia por contaminación atmosférica. De estas áreas, 19 ya tienen publicados sus correspondientes planes de prevención y/o descontaminación atmosférica y 3 planes se encuentran en elaboración[1] (2 de ellos ya fueron aprobados por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad). Para una correcta gestión de la información sobre calidad del aire, el Ministerio del Medio Ambiente opera 57 estaciones de monitoreo distribuidas por todo el territorio, la que se muestra en línea con acceso público a través del Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire.

[1] De los procesos de elaboración se contabiliza la revision del Plan de Descontaminación para las comunas del valle central de la Región de O'Higgins, que tiene plan vigente por MP10, en revisión, y a su vez tiene en proceso de elaboración su plan por MP2,5..

1. Antecedentes

Según un estudio de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la contaminación atmosférica es el principal riesgo ambiental para la salud (Prüss-Ustün, Wolf, Corvalán, Bos y Neira, 2016). La entidad estimó que una de cada nueve muertes en todo el mundo es resultado de condiciones relacionadas con la contaminación atmosférica (OMS, 2016a).

El contaminante atmosférico más relevante para la salud es el material particulado (MP) con un diámetro de 10 micras o menos, capaz de penetrar profundamente en los pulmones e inducir la reacción de la superficie y las células de defensa. La mayoría de los contaminantes son resultado de la quema de combustibles fósiles, pero su composición puede variar según sus fuentes. Las directrices de la OMS (2006) sobre la calidad del aire recomiendan una exposición máxima de 20 microgramos[2] por metro cúbico ($\mu g/m^3$) para el material particulado grueso o MP_{10} y de 10 $\mu g/m^3$ para el material particulado fino o $MP_{2,5}$, sobre la base de las evidencias de los efectos en la salud de la exposición a la contaminación del aire ambiente.

El 79% de la población de América Latina y el Caribe vive en pueblos y ciudades de más de 20.000 habitantes (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [Cepal], 2014). Esto representa una importante demanda de energía, incluyendo la provisión de servicios, la producción y consumo de materiales y bienes, el transporte y la movilidad, todo lo cual contribuye con la contaminación del aire.

En efecto, el transporte de mercancías y la movilidad humana se basan fundamentalmente en soluciones individuales, que exigen un alto consumo de energía con baja eficiencia. Además, los vertederos para residuos sólidos de las ciudades, en gran parte no regulados, o la ausencia de políticas públicas para el sector, representan no solo una fuente de emisiones de metano y sitios de reproducción de vectores, sino también considerables cantidades de partículas finas por incendios accidentales y no accidentales, con grandes aportaciones potenciales a la contaminación atmosférica en entornos urbanos. Globalmente, la energía doméstica es una fuente importante de contaminación del aire exterior. La contaminación del aire en los hogares, que proviene sobre todo de cocinar en estufas tradicionales a fuego abierto, es responsable de 12% de la contaminación global por partículas finas ambientales o $MP_{2,5}$(OMS, 2016b). La quema de cultivos sigue siendo legal y se practica ampliamente en muchos países, lo que también puede contribuir a la mala calidad del aire.

Esta realidad es compartida en Chile, con 88% de su población viviendo en zonas urbanas; un parque automotor en sostenido crecimiento; una matriz energética basada en la combustión de carbón, petróleo y biomasa, y una economía extractivista. A ello se suman factores climáticos, como la inversión térmica que afecta a la Región Metropolitana, y la presencia de un clima frío en la zona sur del país, todo lo cual hace que la calidad del aire sea uno de los desafíos más importantes para la institucionalidad ambiental.

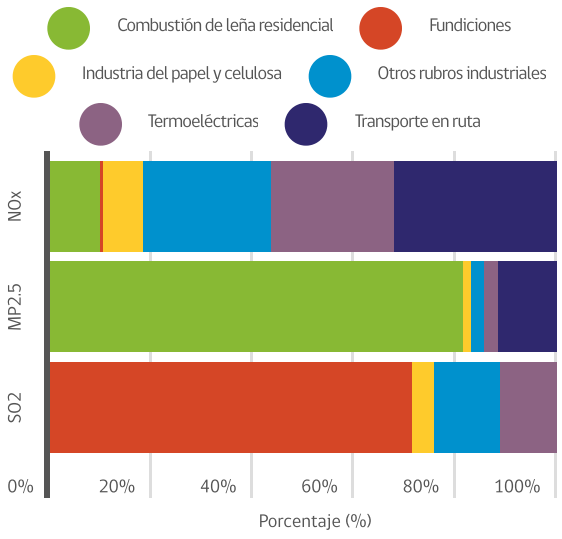
[2] Microgramo es una unidad de masa equivalente a la millonésima parte de un gramo (1/1.000.000 g). Su símbolo es µg.

2. Presión

A nivel nacional se ha identificado a la combustión de leña residencial, las fundiciones de cobre, la industria del papel y celulosa, las centrales termoeléctricas, el transporte en ruta y otros rubros industriales como las principales fuentes de emisiones de contaminantes locales: material particulado fino ($MP_{2,5}$), dióxido de azufre (SO_2) y óxidos de nitrógeno (NO_X).

Para el año 2018, el rubro de fundiciones de cobre constituye la fuente más relevante de emisión de SO_2 con 191.000 toneladas, equivalentes a 71,54% de las emisiones totales. Por su parte, la combustión de leña residencial es la fuente primordial de material particulado fino, explicando 81,50% de las emisiones nacionales, con 83.528 toneladas anuales. Finalmente, la emisión de óxidos de nitrógeno proviene mayormente del transporte en ruta (32,32% del total nacional, con 44.714 toneladas emitidas) y del rubro de termoeléctricas (23,95% de las emisiones nacionales, con 33.136 toneladas) (**Figura 1**).

FIgura 1. Composición de las emisiones al aire de $MP_{2,5}$ NO_x y SO_2 según tipo de fuente, 2018



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Registro de Emsiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), 2020.

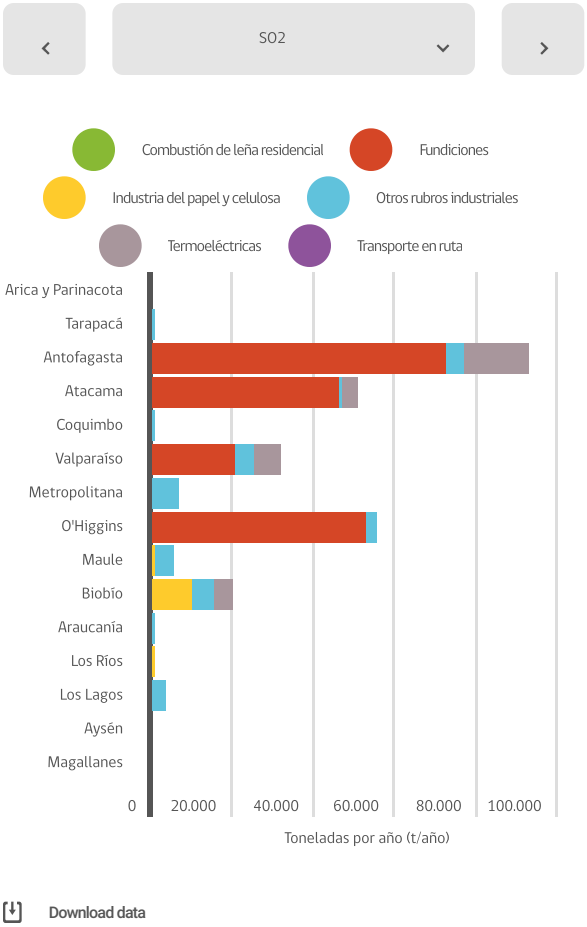


Los contaminantes locales son emitidos por distintos tipos de actividades, industrias y fuentes, variando su intensidad según la naturaleza del sector y la ubicación geográfica a lo largo del país.

En cuanto a óxido de azufre (SO_2), las regiones de Antofagasta, Atacama, Valparaíso y O'Higgins son las que concentran los mayores niveles de emisión de este contaminante, debido a que en ellas se localizan las siete fundiciones de cobre que operan en el país (**Figura 2**).

La combustión de leña residencial, causante central de la emisión de material particulado fino ($MP_{2,5}$), aumenta de norte a sur debido a la mayor demanda energética en las zonas más lluviosas y frías del territorio.

FIgura 2. Emisiones al aire de $MP_{2,5}$ NO_x y SO_2 por región y según tipo de fuente, 2018



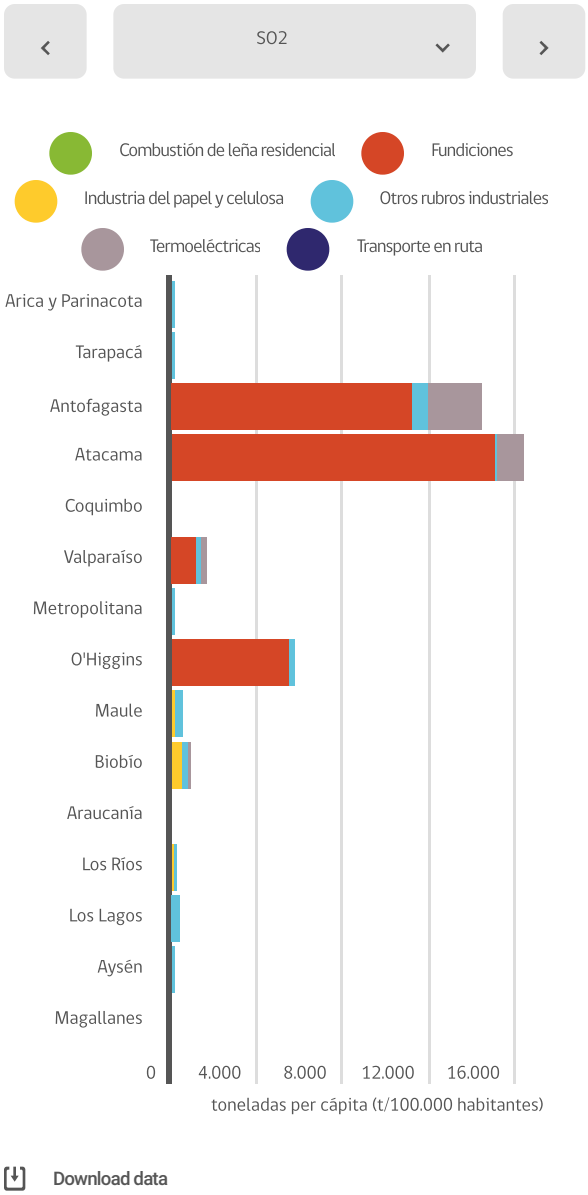
Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Registro de Emsiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), 2020.

Las regiones de Los Lagos y Biobío ostentan los más altos niveles de emisión a nivel nacional, con 22.186 y 17.086 toneladas, respectivamente. En cambio, en la Región Metropolitana, el transporte en ruta es la principal fuente de emisión de material particulado fino, con 4.506 toneladas anuales, lo que equivale a 61,1% de las emisiones totales a nivel regional, mientras que la combustión de leña residencial es la segunda fuente en importancia, alcanzando a 2.740 toneladas anuales (37,1%).



Las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x) están más presentes en las regiones de Antofagasta, Valparaíso, Metropolitana y Biobío, de la mano de la generación termoeléctrica, el transporte en ruta y otros rubros industriales como principales fuentes de este contaminante. En la Región Metropolitana el transporte en ruta es el emisor más importante, con 72% del total regional, lo que equivale a 18.214 toneladas de óxidos de nitrógeno emitidos al aire.

Figura 3. Emisiones per cápita al aire de $MP_{2,5}$, NO_x y SO_2 por región y según tipo de fuente, 2018



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Registro de Emsiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), 2020.

Respecto de las emisiones per cápita, las regiones de Atacama, Antofagasta, O'Higgins y Valparaíso tienen las emisiones per cápita de dióxido de azufre más altas del país, encabezadas por Atacama, con 15.011 toneladas emitidas por cada 100.000 habitantes. Lo anterior se debe a que, como se dijo, en estas regiones se ubica la actividad de fundición de concentrado de cobre y, por la intensidad de las emisiones asociadas a este tipo de fuente y su población, los indicadores per cápita son comparativamente más elevados que en otras regiones.

Para el caso del material particulado fino, los valores más altos los registran las regiones de Aysén (3.383 toneladas de $MP_{2,5}$ por cada 100.000 habitantes), Los Ríos (2.751 toneladas) y Los Lagos (2.528 toneladas).



En el caso de los óxidos de nitrógeno sobresalen las regiones de Antofagasta y Atacama, con una emisión de 1.699 y 1.190 toneladas por cada 100.000 habitantes, respectivamente, siendo la principal fuente de emisión la generación termoeléctrica. Magallanes y Aysén presentan valores de 4.637 y 1.652 toneladas por cada 100.000 habitantes, que se explican por su suministro eléctrico basado en centrales de generación con motores de combustión interna.

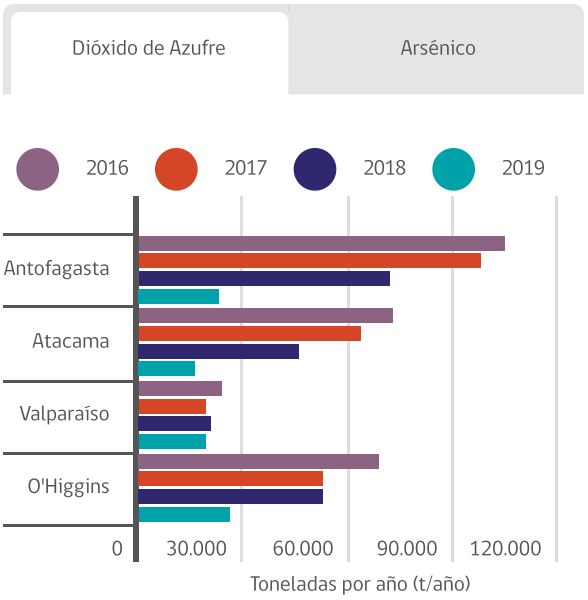
Entre las normas de emisión vigentes a nivel nacional destaca el decreto supremo Nº28 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) que establece la norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico, fijando límites para las emisiones de dióxido de azufre y arsénico (MMA, 2013).

Como se señaló, las regiones de Antofagasta, Atacama, O'Higgins y Valparaíso aglutinan la actividad de fundiciones de cobre a nivel nacional. Antofagasta es la que exhibe los niveles más altos de emisiones de SO_2. No obstante, con la vigencia de la norma de emisión, Antofagasta ha bajado sus emisiones en 78%, desde 104.000 toneladas de dióxido de azufre en 2016 a 22.500 toneladas en 2019. Para el mismo periodo las regiones de Atacama, Valparaíso y O'Higgins también anotan una reducción de SO2de 78%, 19% y 62%, respectivamente.

En cuanto al arsénico, entre los años 2016 y 2019 estas regiones muestran una caída de 51% en el caso de Antofagasta, 91% en Atacama y 89% en O'Higgins. Solo en Valparaíso se observa un alza de 21% en el mismo periodo (**Figura 4**).

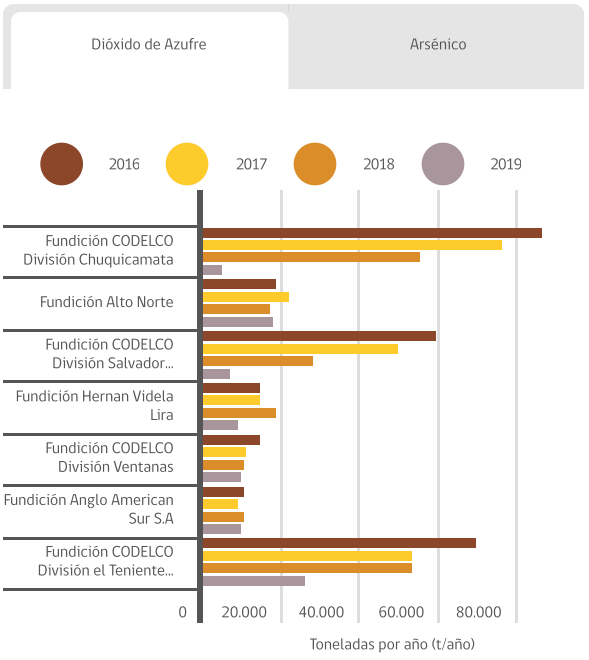


FIgura 4. Emisiones de SO_2 y As generadas por fundiciones, reguladas por el D.S 28/2013 del MMA, por región, 2016 - 2018



Download data

Figura 5. Emisiones de SO_2 y As generadas por fundiciones, reguladas por el D.S 28/2013 del MMA, según fundición, 2016 - 2018



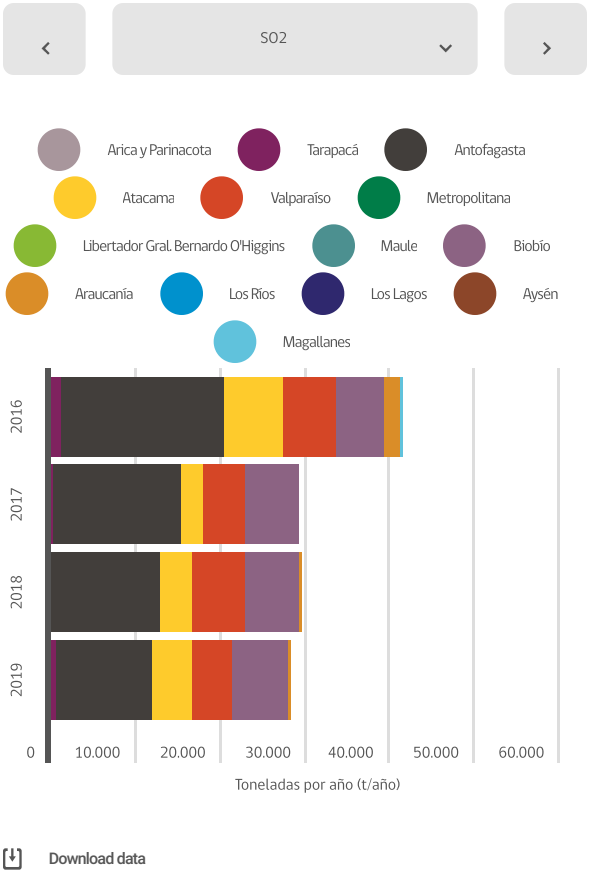
Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Registro de Emsiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), 2020.

A nivel de establecimientos de fundiciones de cobre, en 2019 Codelco Chuquicamata y Potrerillos han rebajado de sus emisiones de dióxido de azufre en 52% y 36%, respectivamente, en comparación al año 2016, mientras que las emisiones de arsénico han disminuido en los establecimientos Fundición Hernán Videla Lira (-63%), Codelco División Chuquicamata (-56%) y Codelco Ventanas (-45%) (**Figura 5**).

Para el caso de las centrales termoeléctricas, a través del Decreto Supremo N°13 del Ministerio del Medio Ambiente se fijaron normas de emisión, regulando las emisiones de material particulado, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno (MMA, 2011) (**Figura 6**).

Figura 6. Emisiones de SO_2, NO_x y MP generadas por termoeléctricas, reguladas por el D.S 13/2011 del MMA, por región, 2015 - 2018



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Registro de Emsiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), 2020.

A nivel nacional, la generación termoeléctrica se concentra en las regiones de Antofagasta, Atacama, Valparaíso y Biobío, donde se emplazan 37 de las 46 termoeléctricas del país. Se toma 2016 como base comparativa, ya que es el año en que la norma entró en plena vigencia, pudiendo observarse a partir de entonces los mayores cambios en las emisiones totales.

Desde 2016 a 2019 las emisiones de dióxido de azufre han disminuido 32% a nivel nacional, desde 41.325 a 28.237 toneladas. En el mismo lapso, las emisiones totales de óxidos de nitrógeno han caído 26%, de 47.072 a 34.988 toneladas, mientras que para el material particulado las emisiones se redujeron 45%, de 2.766 a 1.508 toneladas.

A nivel regional, en Antofagasta, donde se ubica la mayor cantidad de centrales termoeléctricas a carbón, la emisión de material particulado ha descendido 63% entre 2016 y 2019, pasando de 1.926 a 716 toneladas. Valparaíso, la segunda región que agrupa más termoeléctricas con este tipo de combustible, ha bajado sus emisiones de material particulado en 28% entre 2016 y 2019, pasando de 212 a 152 toneladas anuales.



3. Estado

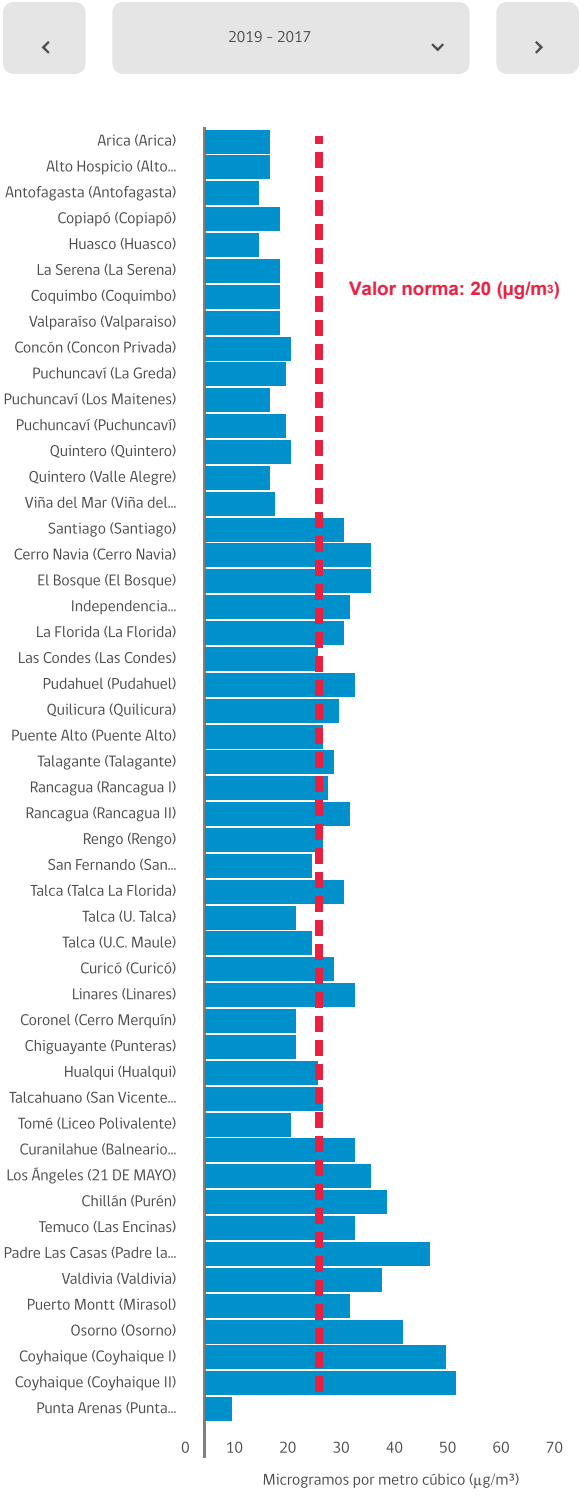
Para evaluar el estado de la calidad del aire en relación con los estándares definidos en las normas primarias de calidad ambiental, se analizan los registros de las estaciones de monitoreo con representatividad poblacional (EMRP) que existen en el país.

Las estaciones de monitoreo de calidad del aire se enfocan preferentemente en MP_{10} y $MP_{2,5}$; sin embargo, algunas están destinadas al seguimiento a otros contaminantes, tales como SO_2, NO_2, ozono (O_3), monóxido de carbono (CO) y plomo (Pb). En el 2020 hay 62 estaciones públicas operadas y mantenidas por el Ministerio del Medio Ambiente, además de estaciones de monitoreo privadas que son operadas y mantenidas por titulares de los proyectos como parte de obligaciones establecidas en sus resoluciones de calidad ambiental, y a las cuales la Superintendencia del Medio Ambiente hace seguimiento y fiscalización.

De acuerdo con estas mediciones, las ciudades del centro y sur del país exhiben altos niveles de concentración de MP2,5 en el promedio trianual 2017-2019, superando los 20 microgramos por metro cúbico fijados como límite máximo en la normativa vigente (**Figura 7**).



Figura 7. Promedio trianual de concentraciones de material particulado fino ($MP_{2,5}$) en estaciones de monitoreo del país, 2014 - 2019



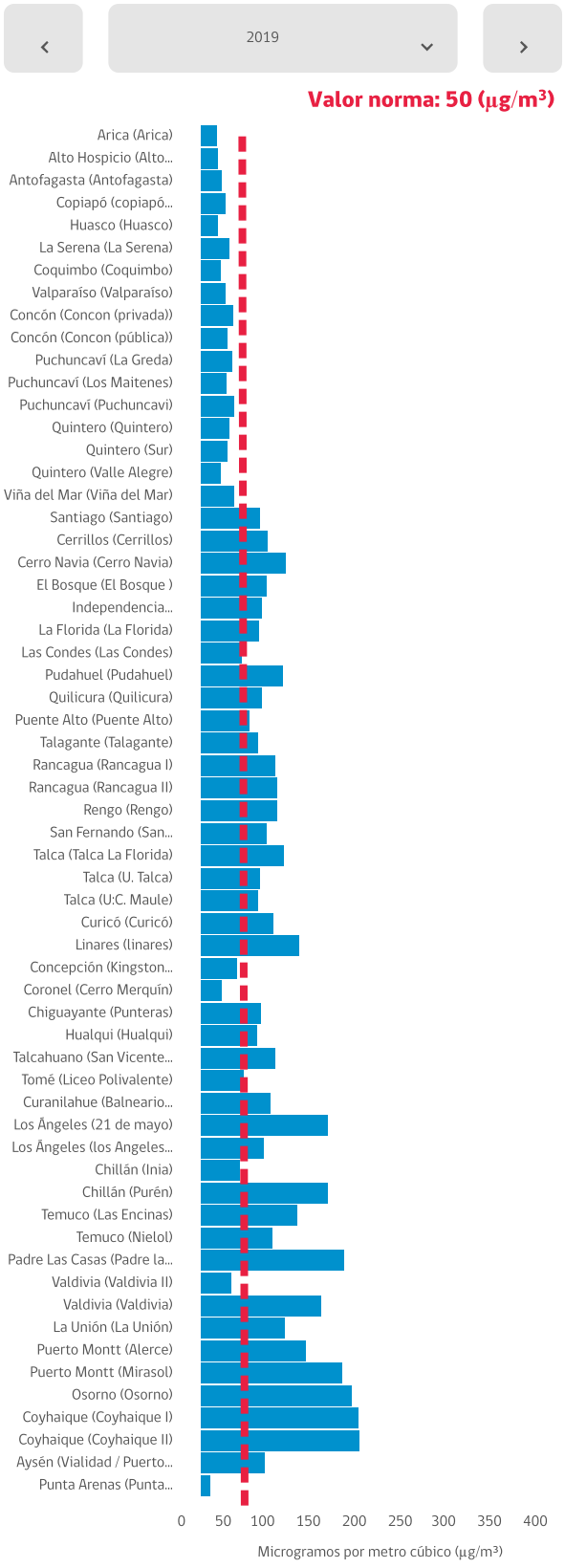
Download data

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

Los niveles de $MP_{2,5}$ aumentan con la latitud, lo cual se explica por las diferentes condiciones de ventilación y por el tipo de fuentes contaminantes. La zona norte presenta buenos índices de $MP_{2,5}$ debido a que cuenta con mejores condiciones de ventilación y porque las principales fuentes de emisión de material particulado fino en dicha zona, las fundiciones de cobre y las termoeléctricas, están reguladas. En el centro y sur las características geográficas y meteorológicas determinan condiciones propicias para la acumulación y transformación de los contaminantes, especialmente en la época más fría (mayo-agosto). A lo anterior se agregan las emisiones del transporte, la industria y sobre todo la combustión de leña residencial para calefacción.

Analizando el percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado fino, donde el valor de la norma es de 50 microgramos por metro cúbico, el comportamiento a nivel país también muestra que las regiones del centro y sur presentan valores que sobrepasan la norma de calidad vigente. Las ciudades que más superan la norma diaria de $MP_{2,5}$ son Coyhaique, Osorno, Padre Las Casas y Puerto Montt, con registros el año 2019 de 174, 167, 158 y 156 microgramos por metro cúbico, respectivamente (**Figura 8**). De estas cuatro ciudades, las tres primeras ya cuentan con planes de descontaminación para $MP_{2,5}$, mientras que Puerto Montt está en proceso de declaración de zona saturada para avanzar hacia el plan respectivo.

Figura 8. Percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado fino ($MP_{2,5}$) en estaciones de monitoreo del país, 2017 - 2019



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

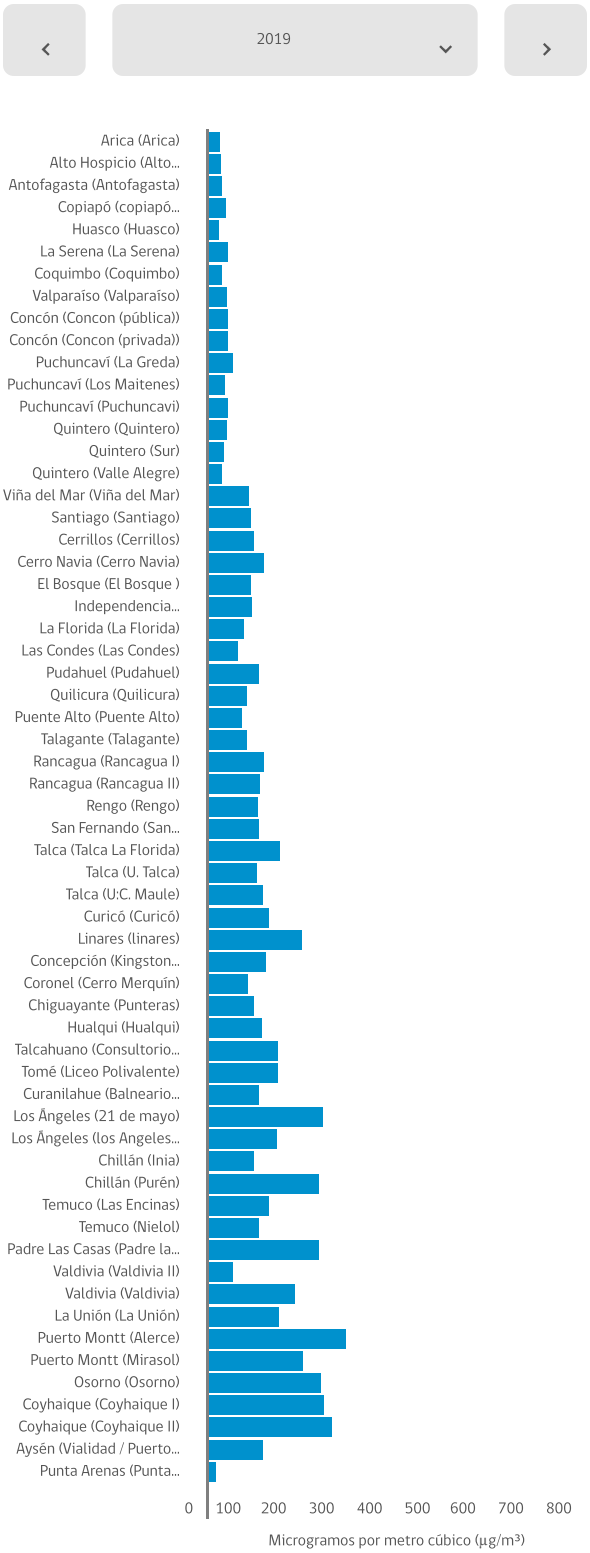
Download data

En cuanto a las concentraciones máximas diarias de $MP_{2,5}$, las ciudades de Puerto Montt y Coyhaique encabezan los registros de 2019[3] con 288 y 259 microgramos por metro cúbico, respectivamente. Ello debido a la mala ventilación que se observa durante gran parte de la temporada más fría y al uso de leña para calefacción, que se incrementa con la latitud. Punta Arenas constituye una excepción, porque, por una parte, goza de extraordinarias condiciones de ventilación y, por otra, basa la calefacción en gas natural (**Figura 9**).

En la Región Metropolitana, la comuna de Cerro Navia marca los máximos diarios más elevados, tanto en 2018 como en 2019, con 136 y 116 microgramos por metro cúbico, respectivamente.



Figura 9. Evolución de las concentraciones máximas diarias de material particulado fino ($MP_{2,5}$), según estación de monitoreo 2014–2019



Download data

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

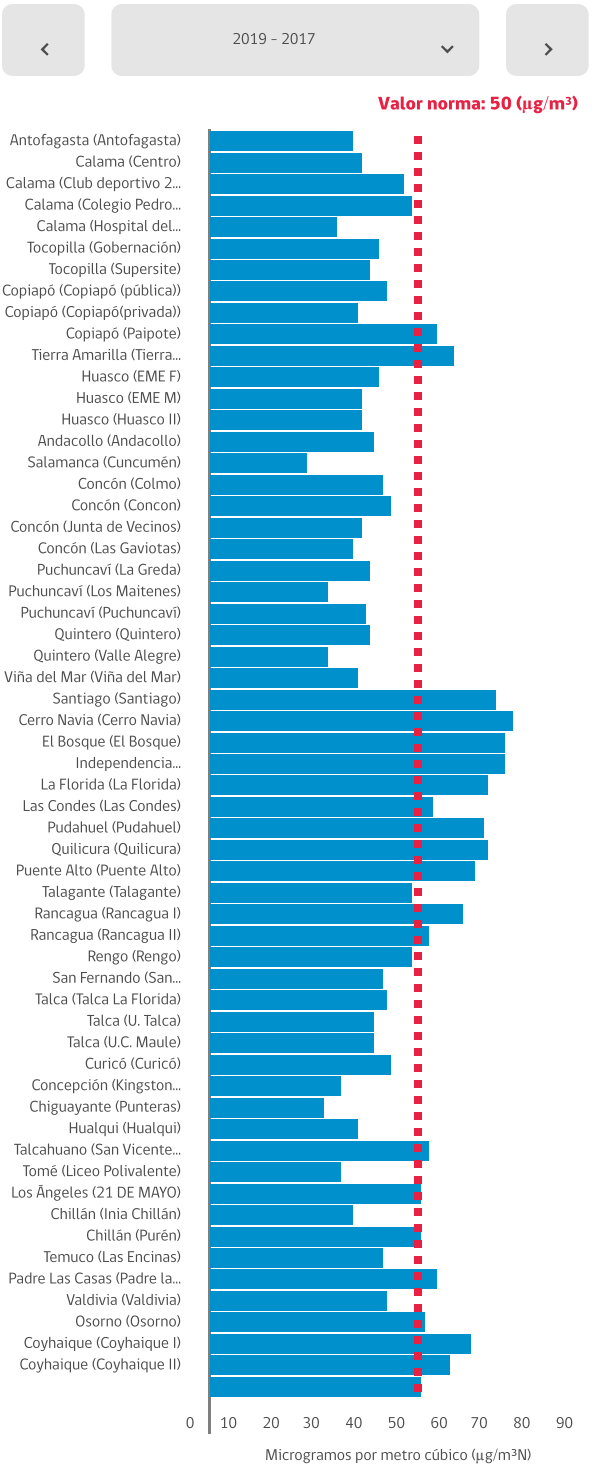
[3] Los valores máximos no se utilizan en el cumplimiento normativo; sin embargo, se muestran aquí para efectos informativos.

Para el material particulado MP_{10}, el valor de la norma para el promedio trianual es de 50 microgramos por metro cúbico. En la zona central, los altos niveles se explican por el aporte de las fracciones finas ($MP_{2,5}$) y gruesas ($MP_{2,5}$ a MP_{10}), esta última producida por las condiciones geográficas que facilitan un alto nivel de polvo natural y por la actividad del transporte (Dictuc, 2019), que genera la resuspensión de polvo natural en vías, a lo cual se añade la actividad industrial.

El Gran Santiago muestra, en la mayoría de sus estaciones de monitoreo, superación de la norma debido a que las fracciones fina y gruesa del MP_{10} revelan altos niveles. Las comunas con mayores índices son Cerro Navia (72 microgramos por metro cúbico), El Bosque e Independencia, ambas con 70 µg/m³. Situación similar se advierte en la ciudad de Rancagua, donde la superación de la norma alcanza los 60 microgramos por metro cúbico (**Figura 10**).



Figura 10. Promedio trianual de concentraciones de material particulado grueso (MP_{10}) en estaciones de monitoreo del país, 2014 - 2019



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

Un comportamiento semejante manifiesta el percentil 98 de concentraciones diarias de material particulado MP_{10}, donde el valor de la norma es de 150 microgramos por metro cúbico. En la Región Metropolitana, las comunas de Cerro Navia, Cerrillos y El Bosque poseen los índices más elevados. Adicionalmente, Osorno y Coyhaique presentan superación de la norma, con 198 y 195 microgramos por metro cúbico, respectivamente (**Figura 11**).

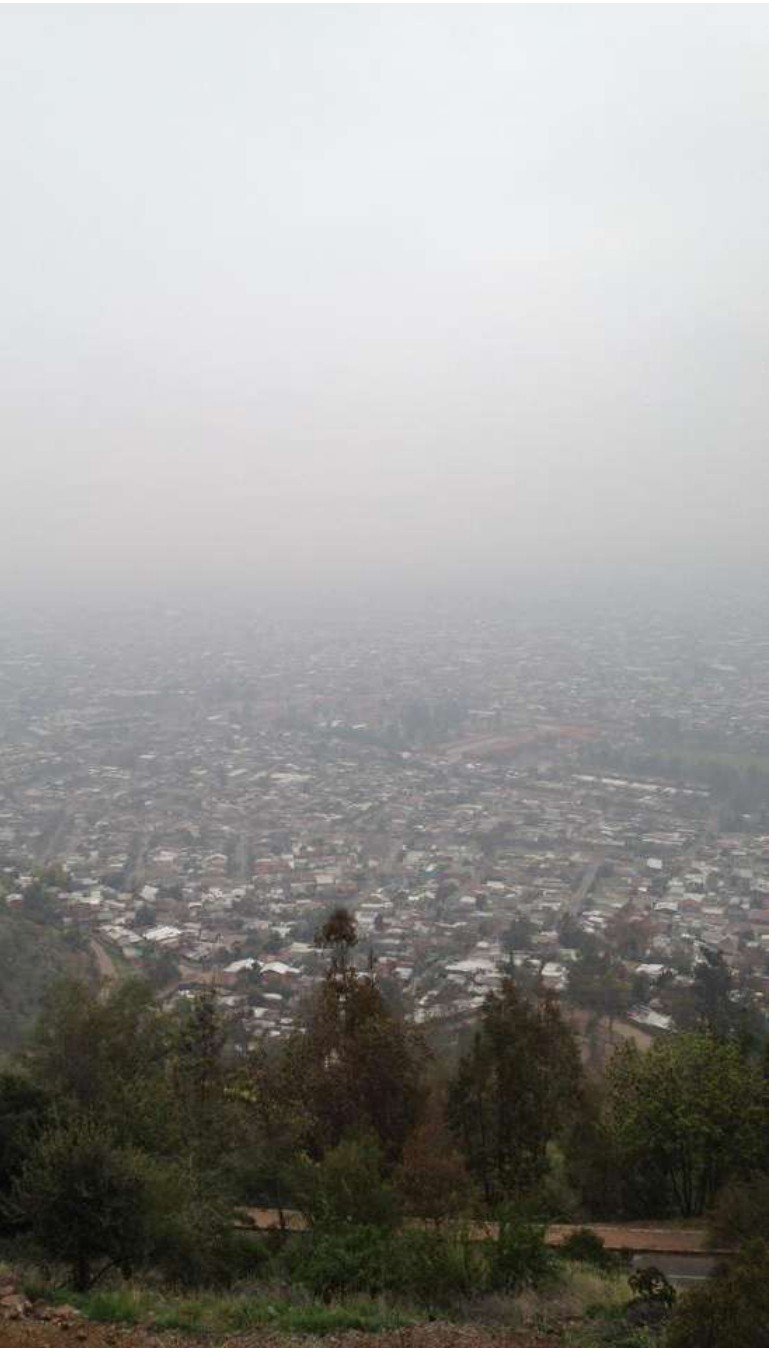
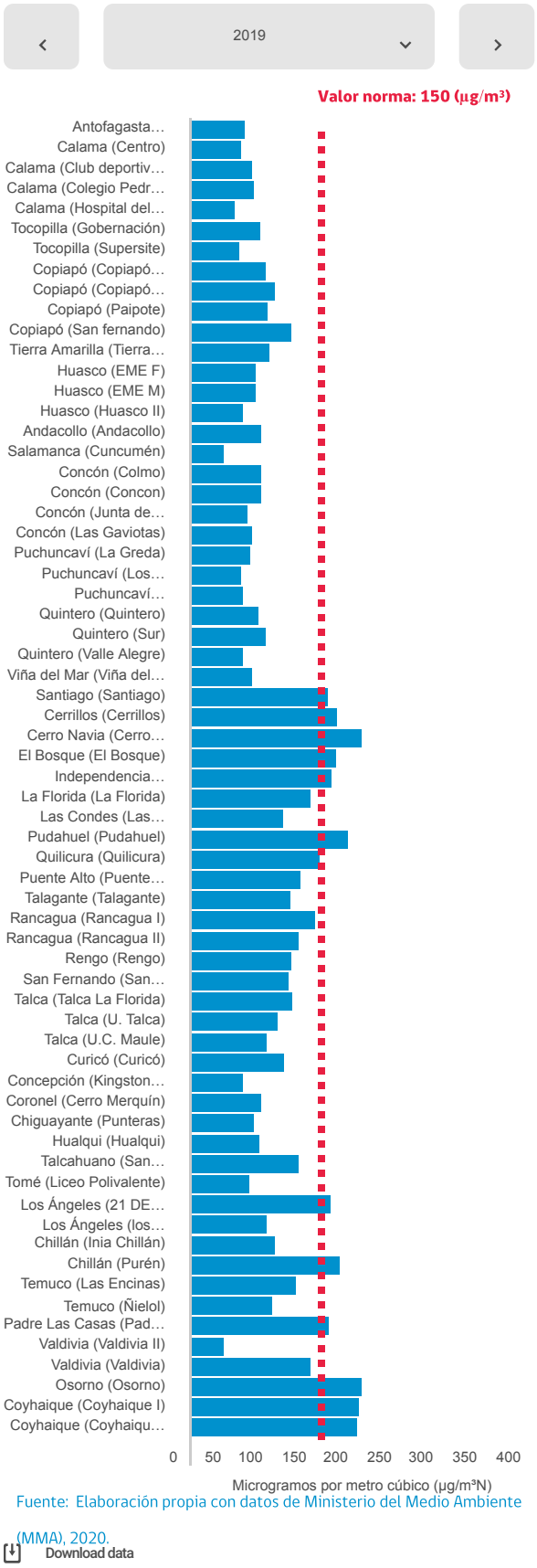


Figura 11. Percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado grueso (MP_{10}) en estaciones de monitoreo del país, 2019 - 2017



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

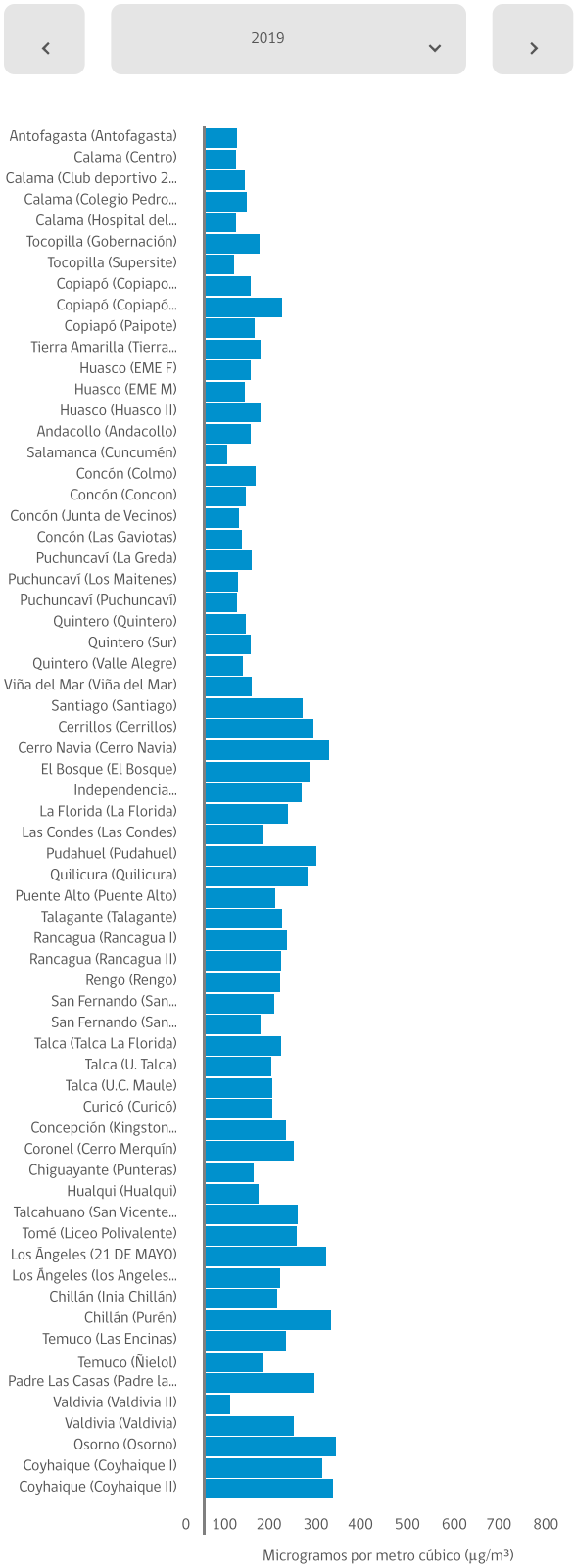
La máxima concentración diaria de material particulado MP_{10} registrada en las estaciones de monitoreo de la calidad de aire, tanto públicas y privadas, tiene un desempeño parecido al del $MP_{2.5}$, puesto que los valores más altos se anotaron en las ciudades del sur del país. En 2019, los valores máximos diarios se verificaron en Osorno y Coyhaique, con 283 y 276 microgramos por metro cúbico, respectivamente.

En la Región Metropolitana, el valor más elevado para concentración diaria en 2019[4] se registró en la comuna de Cerro Navia con 268 microgramos por metro cúbico de MP10 (**Figura 12**).



[4] Los valores máximos no se utilizan en el cumplimiento normativo; sin embargo, se muestran para efecto informativos en el presente capítulo..

FIgura 12 Evolución de las concentraciones máximas diarias de material particulado fino (MP_{10}), según estación de monitoreo, 2014 – 2019



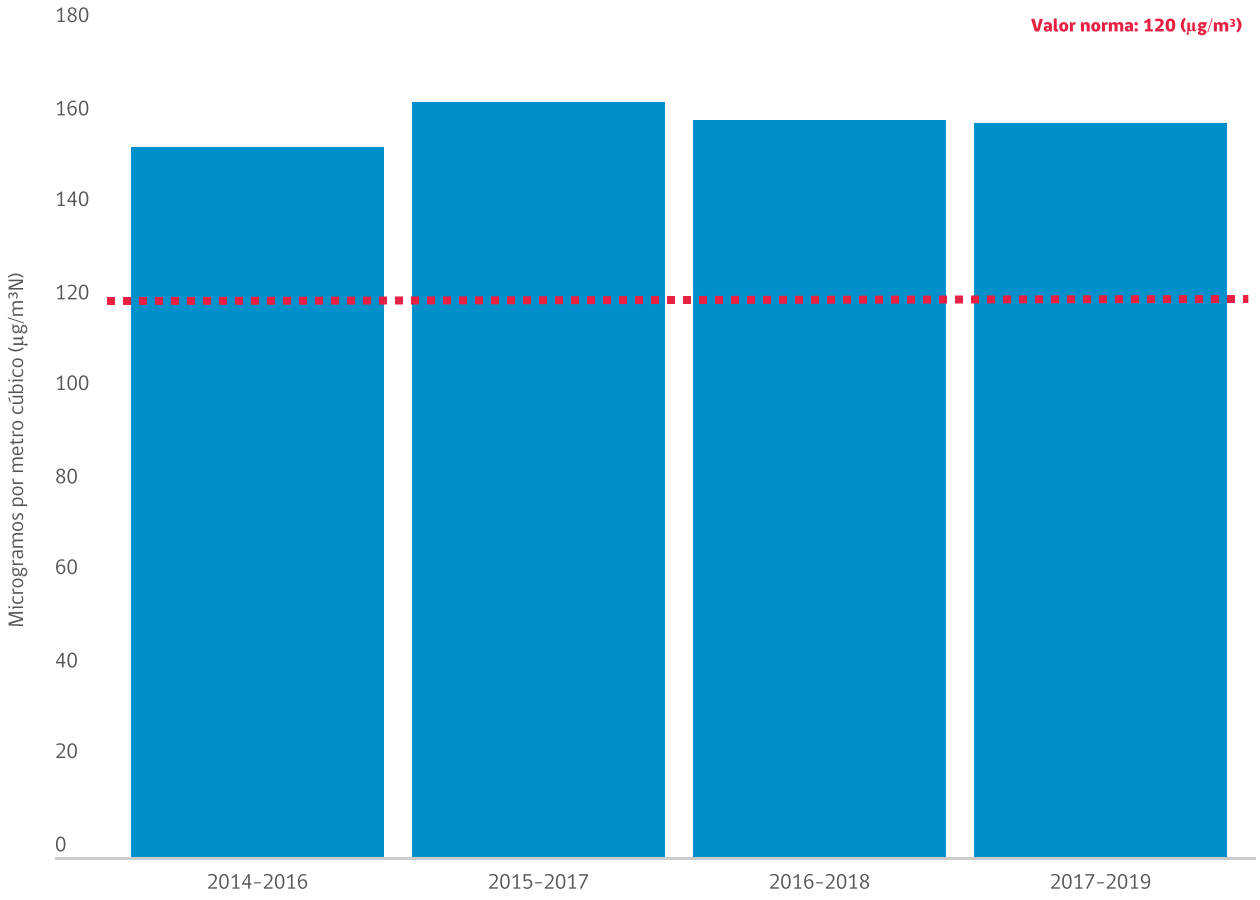
Download data

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

El ozono troposférico es un contaminante secundario que se produce por la reacción entre óxido de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles en presencia de radiación solar. En la Región Metropolitana, las principales fuentes de contaminantes primarios y precursores de ozono troposférico son el uso de combustibles fósiles -por ejemplo, el transporte en ruta-, las actividades industriales y la combustión de leña residencial.

En el período 2014-2019 las concentraciones de ozono troposférico en la Región Metropolitana rebasan la norma, con valores entre 20% y 40% sobre los 120 µg/m3 establecidos (**Figura 13**).

Figura 13. Evolución trianual del Percentil 99 de las concentraciones de ozono (O_3) en estaciones de monitoreo de la Región Metropolitana, 2014-2019

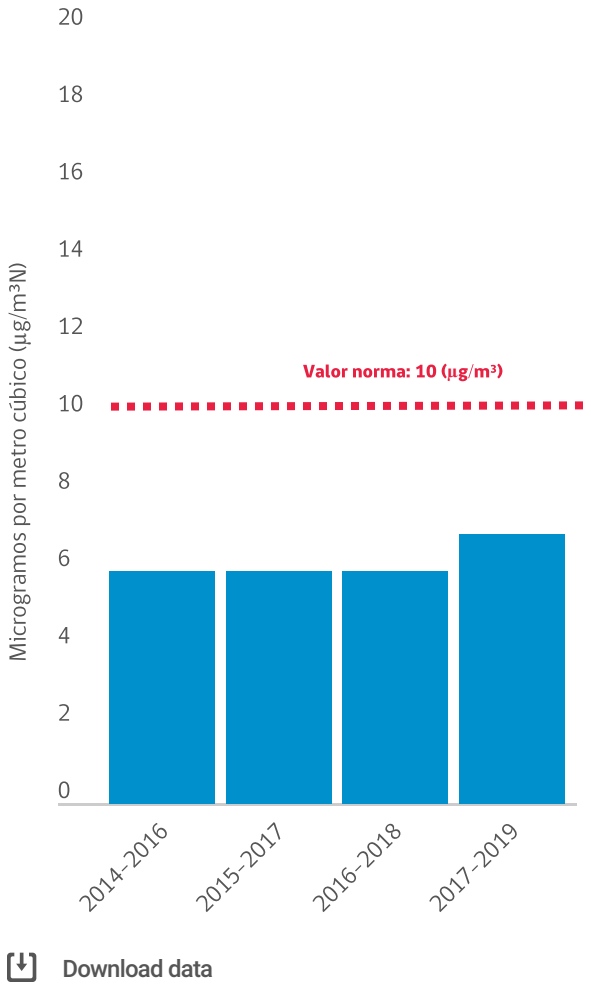


Download data

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

En el periodo 2014-2019 la evolución trianual del percentil 99 de las concentraciones máximas de 8 horas de monóxido de carbono en la Región Metropolitana se encuentra bajo la norma, cuyo límite máximo es de 10 microgramos por metro cúbico (µg/m³) (**Figura 14**).

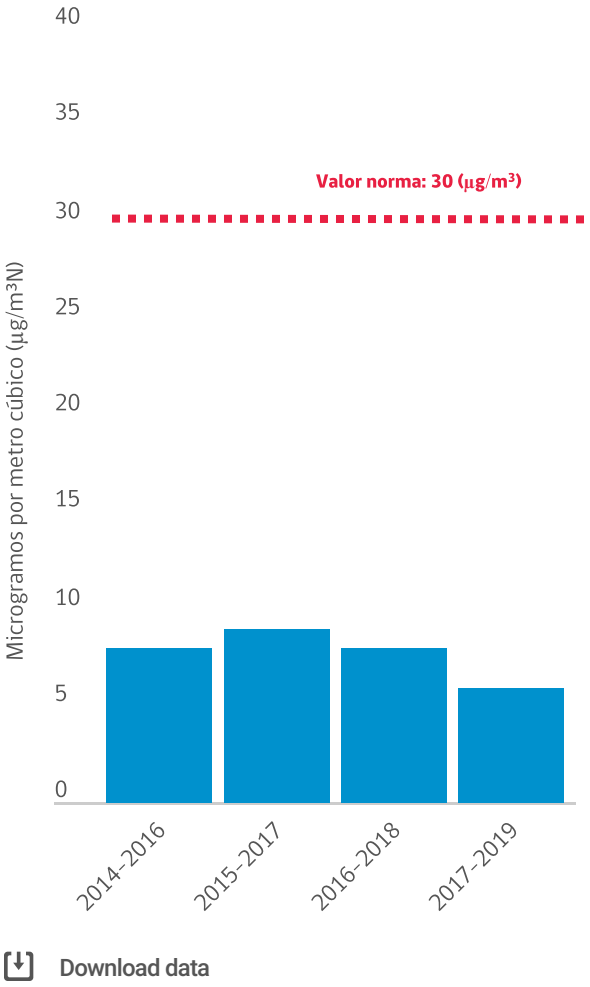
FIgura 14. Evolución trianual del Percentil 99 de las concentraciones máximas diarias de 8 horas de monóxido de carbono (CO) en estaciones de monitoreo de la Región Metropolitana, 2014-2019.



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

Lo mismo ocurre en la evolución trianual del percentil 99 de las concentraciones máximas diarias horarias de monóxido de carbono en la Región Metropolitana, cuyo límite máximo es de 30 microgramos por metro cúbico (µg/m³) (**Figura 15**).

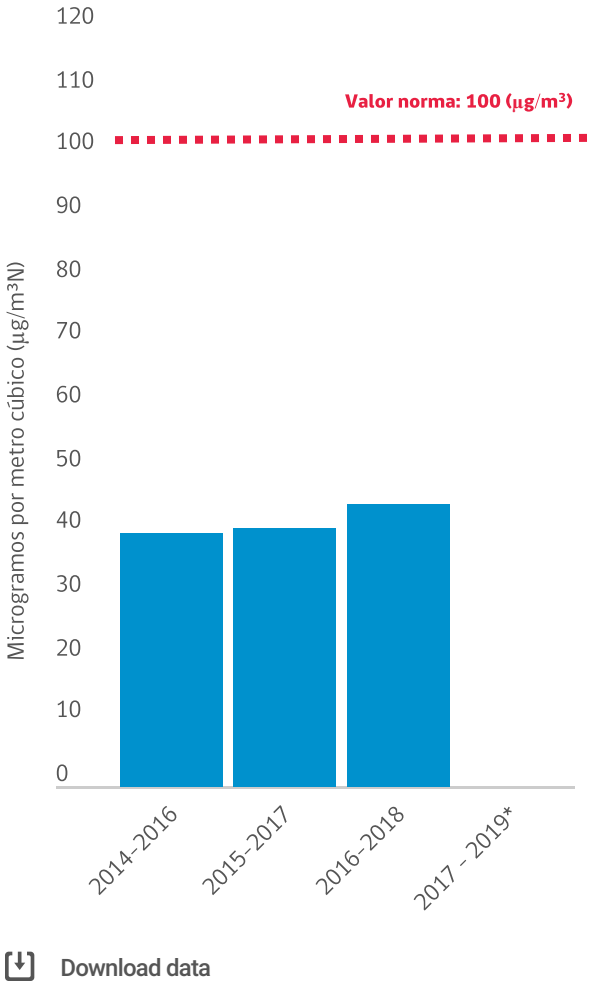
Figura 15. Evolución trianual del Percentil 99 de las concentraciones máximas diarias horarias (1 hora) a de monóxido de carbono (CO) en estaciones de monitoreo de la Región Metropolitana, 2014-2019



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

Para el mismo periodo, la situación de la Región Metropolitana respecto al dióxido de nitrógeno es similar, encontrandose cumpliendo norma trianual del promedio anual (cuatro semestres), cuyo límite es 100 µg/m³, (**Figura 16)**

Figura 16. Evolución trianual del promedio anual (cuatro semestres) de las concentraciones a de dióxido de nitrógeno (NO2) en estaciones de monitoreo de la Región Metropolitana, 2014-2019



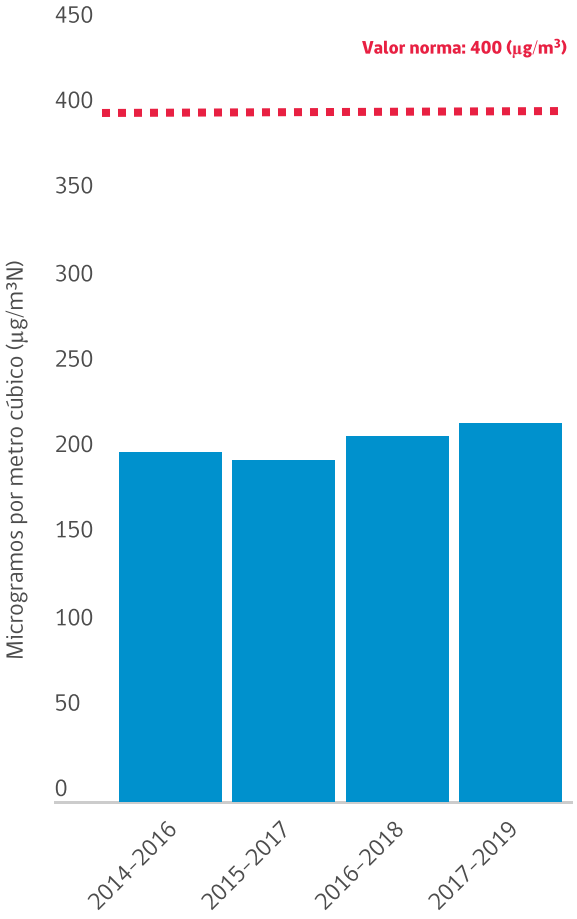
Download data

*No es posible determinar un promedio trianual para el periodo 2016 - 2018

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

Y la norma trianual del percentil 99 de las máximas concentraciones diarias horarias (1 hora), cuyo límite es 400 µg/m³, **(Figura 17).**

Figura 17. Evolución trianual del percentil 99 de las máximas concentraciones diarias horarias (1 hora) de dióxido de nitrógeno (NO2) en estaciones de monitoreo de la Región Metropolitana, 2014-2019

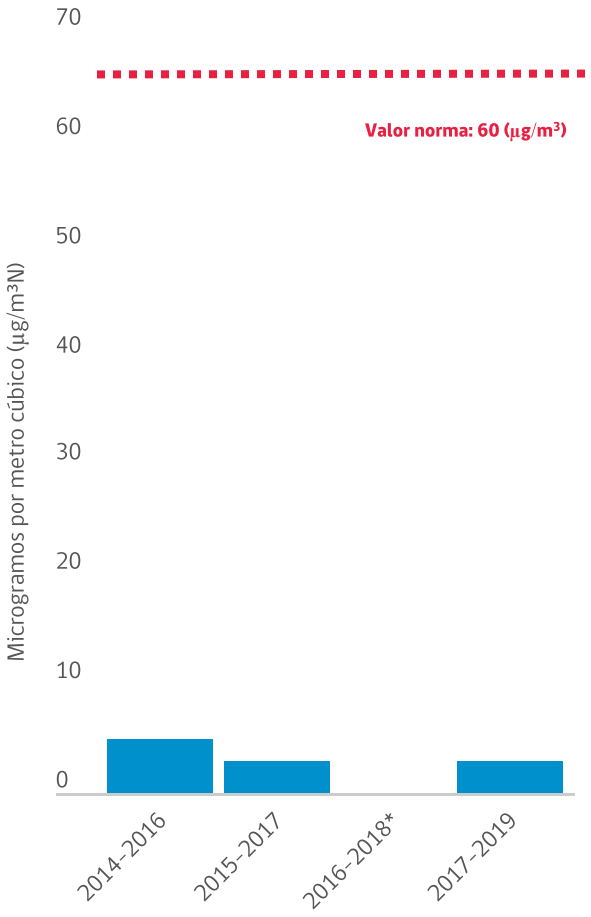


Download data

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

Así misma es la situación de la Región Metropolitana respecto al dióxido de azufre, donde las concentraciones se encuentran bajo la norma trianual del promedio anual (cuatro semestres), cuyo límite es 60µg/m3, **(Figura 18)**

Figura 18. Evolución trianual del promedio anual (cuatro semestres) de las concentraciones a de dióxido de azufre (SO_2) en estaciones de monitoreo de la Región Metropolitana, 2014-2019

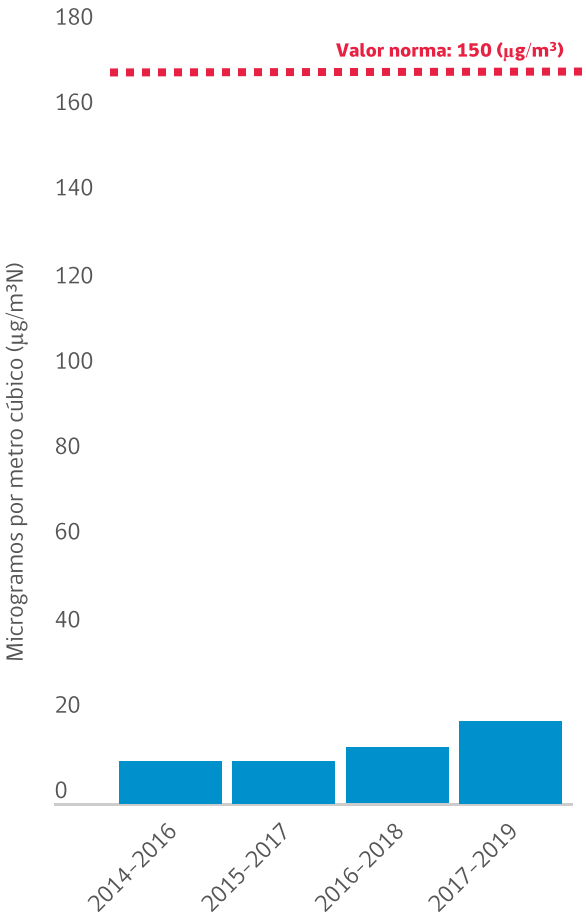


Download data

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

Y la norma trianual del percentil 99 de las máximas concentraciones de 24 horas, cuyo límite es 150 µg/m3, **(Figura 19).**

Figura 19. Evolución trianual del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas de dióxido de azufre (SO_2) en estaciones de monitoreo de la Región Metropolitana, 2014-2019

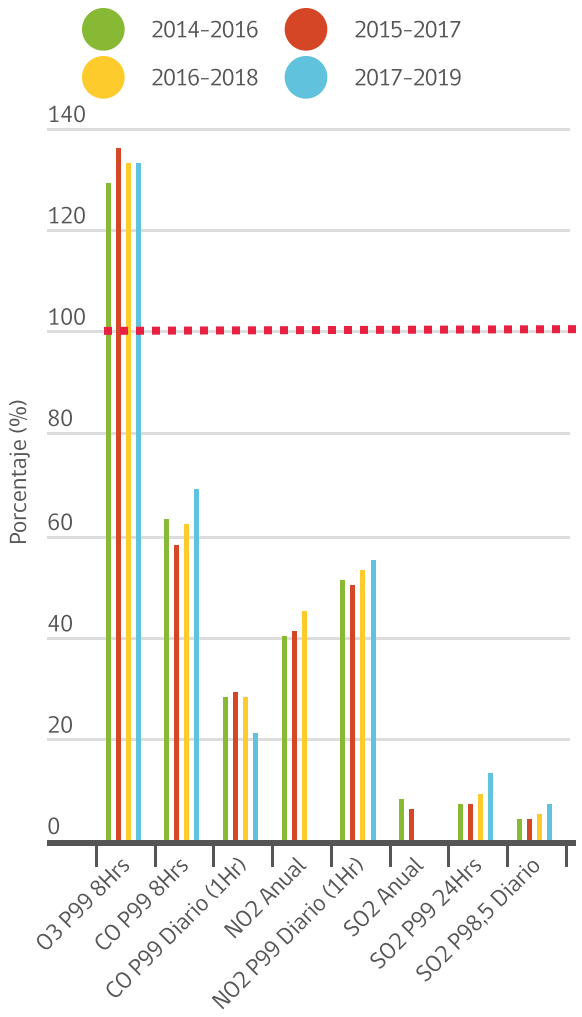


Download data

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

Por lo que al analizar la norma trianual de contaminantes atmosféricos para ozono troposférico, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre en la Región Metropolitana, el ozono troposférico agrupado en el percentil 99 de 8 horas es el único indicador que sobrepasa la norma. Los otros contaminantes, ya sea por agrupación de percentil 99 de 8 horas, percentil 99 de 1 hora o anual, no superan las normas respectivas (**Figura 20**).

Figura 20. Superación norma trianual (%) de contaminantes atmosféricos, 2014 - 2019



Download data

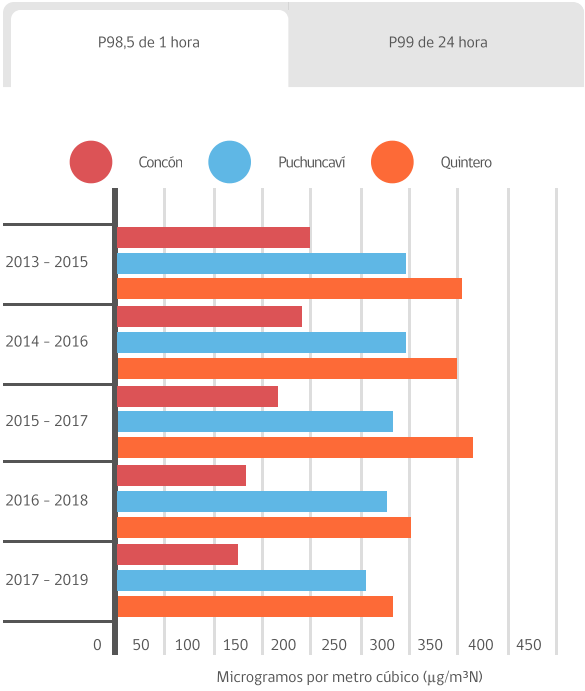
Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020.

Concón, Quintero y Puchuncaví

El estado de la calidad del aire en las comunas de Concón, Puchuncaví y Quintero es monitoreado por las estaciones de Colmo, Concón, Junta de Vecinos y Las Gaviotas para la comuna de Concón; La Greda, Los Maitenes y Puchuncaví para la comuna de Puchuncaví, y Quintero, Quintero Sur y Valle Alegre para la comuna de Quintero.

En el promedio trianual del periodo 2017-2019, para la norma de 24 horas del percentil 99 (máximo de 150 µg/m3) la comuna de Quintero es la que presenta los niveles de concentración más altos de dióxido de azufre, con 128 µg/m3, ninguna de las tres comunas supera el límite. En el mismo período, para la norma de una hora que comprende el percentil 98.5, al igual que en el caso anterior, ninguna de las tres sobrepasa el valor límite de 350 µg/m3de dióxido de azufre (**Figura 21**).

FIgura 21. Promedio trianual de las concentraciones de SO_2 en las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví, 2013 - 2019



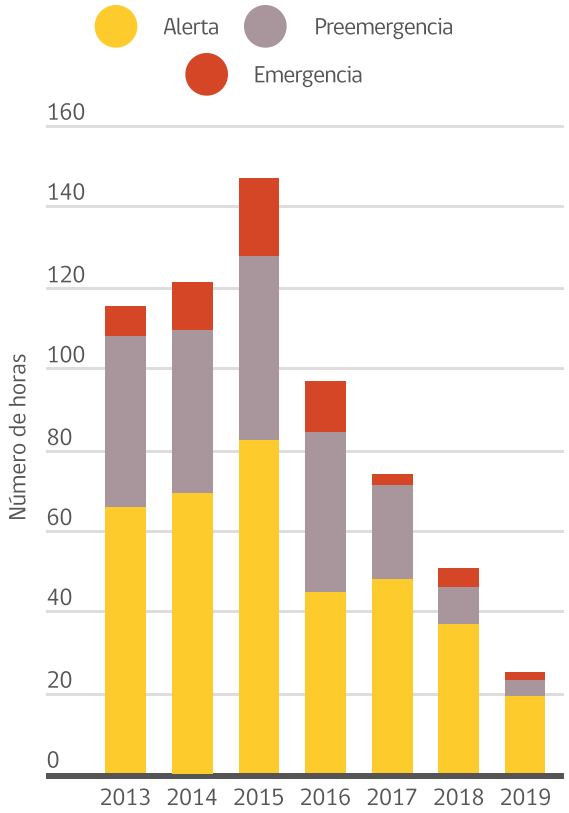
Download data

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

La norma horaria entró en vigor en mayo de 2019 y, haciendo un análisis comparativo entre lo que esta indica y los datos históricos disponibles, se advierte que el número de eventos declarados (tomando de referencia la actual norma) como alerta, preemergencia y emergencia ambiental para la zona de Concón, Quintero y Puchuncaví ha disminuido sostenidamente desde 2015, con una reducción de horas declaradas de 83% respecto de dicho año.

En 2018 hubo 9 y 5 horas con calidad de aire clasificada como preemergencia y emergencia ambiental, respectivamente; mientras que en 2019 el número de horas fue de 4 y 2 para las mismas condiciones ambientales (**Figura 22**).

Figura 22. Número de eventos críticos constatados en las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví por SO_2 , 2013 - 2019.



Download data

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

Calidad del aire y pandemia

Una de las consecuencias ambientales que ha tenido el COVID19 en el mundo es la mejoría en la calidad del aire a consecuencia de la reducción de la movilidad de la población y la contracción económica derivadas de las cuarentenas decretadas por los gobiernos como medida para prevenir la transmisión del virus.

Las observaciones han mostrado que los niveles de dióxido de nitrógeno (NO_2) se redujeron significativamente por las cuarentenas en China e Italia, con una disminución de alrededor de 10% semanal por varias semanas en este último país, según el Servicio de Monitoreo Atmosférico Copérnico de la Unión Europea (Naciones Unidas, 2020).

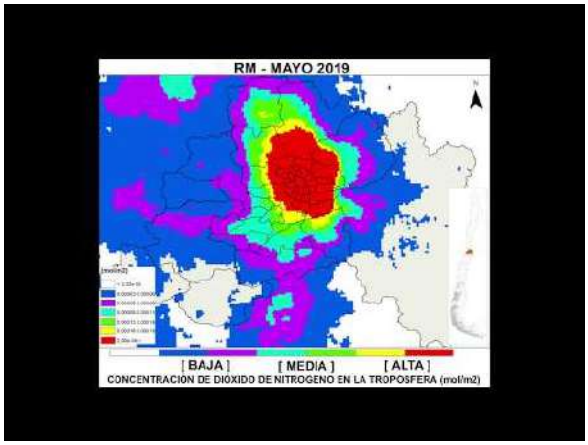
En América Latina, un informe de Cepal compara las concentraciones de tres contaminantes principales ($PM_{2.5}$, NO_2 y SO_2) en el trimestre marzo-mayo de 2019 y de 2020 para ciudades que representan 14% de la población urbana: Bogotá, Ciudad de México, Lima, Monterrey, Quito, Santiago y Sao Paulo. Los datos arrojan que hubo mejoras en la calidad del aire en las ciudades estudiadas, siendo mayores durante las primeras semanas de las cuarentenas; con posterioridad la situación tiende a revertirse, con algunas excepciones.

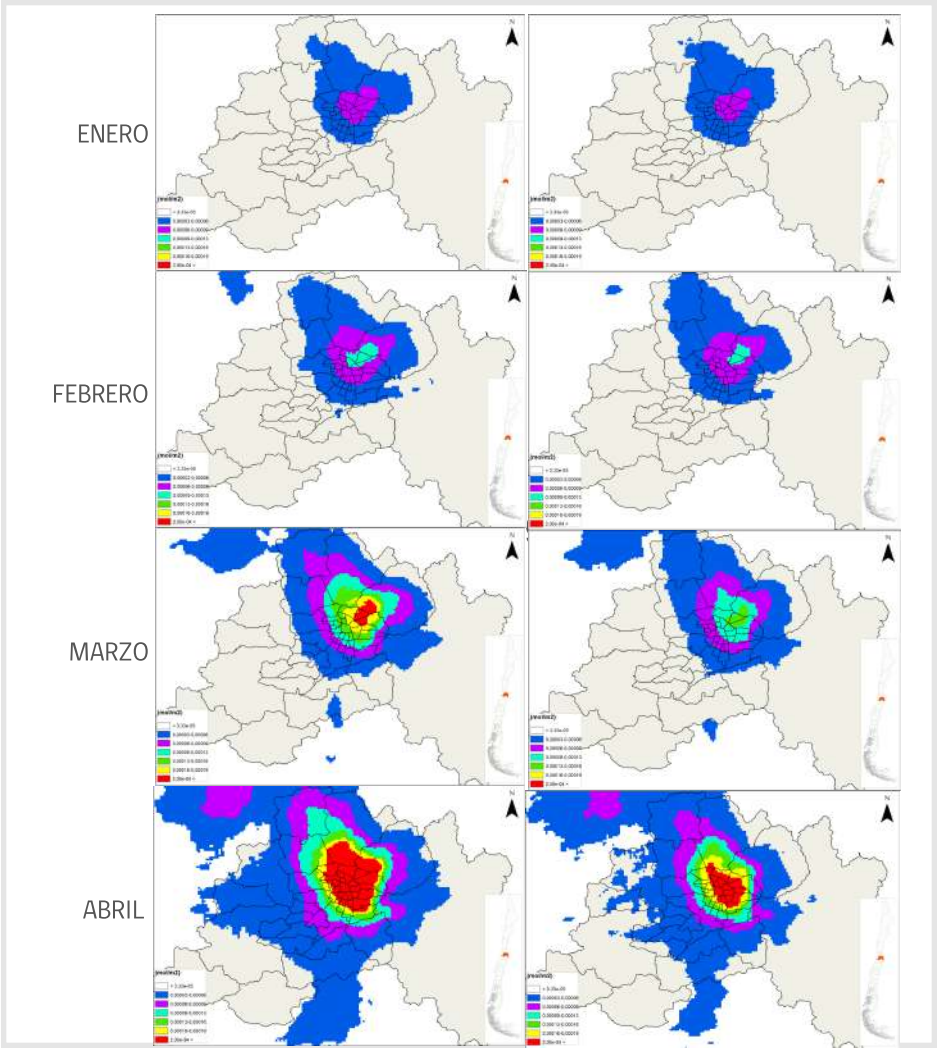
Cabe precisar que en los valores resultantes existe una alta heterogeneidad y variabilidad, así como valores atípicos. Esto se explica por las condiciones ambientales de cada lugar y por el gran nivel de actividad y movilización que han tenido estas ciudades, pese a las medidas restrictivas, a raíz de la desigualdad estructural de ingresos, la precariedad del empleo, el creciente desempleo y la prevalencia de un amplio sector informal (Cepal, 2020).



En Chile, si bien las medidas de cuarentena han disminuido la contaminación en ciudades como Santiago (**Figura 23** y **Figura 24**), en aquellas del centro y sur no se produjo la misma caída en los meses de invierno, lo que se puede explicar por el uso de leña como principal fuente de calefacción. En estas ciudades se evidencia la dificultad de algunos sectores de la población de acceder a una fuente limpia de calefacción, debido fundamentalmente a tres causas: el bajo nivel de ingresos de estas familias, los elevados costos de otros tipos de calefacción más limpios y la poca aislación térmica de las residencias. Según estudios realizados en Estados Unidos e Inglaterra, los contaminantes atmosféricos juegan un rol fundamental en la dispersión e incidencia del COVID-19, por lo que estas ciudades presentan condiciones favorables para su propagación (Encinas, Truffello, Urquiza y Valdés, 2020).

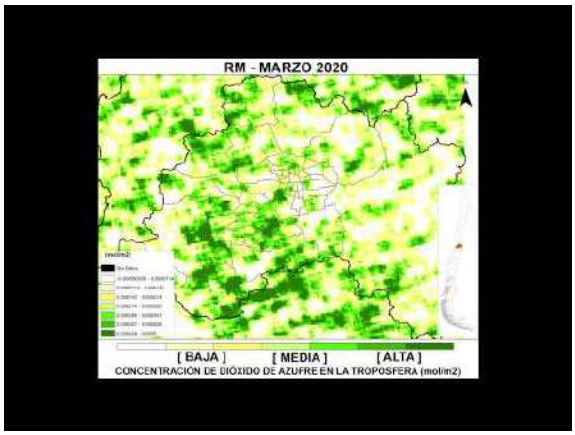
Figura 23. Detección satelital de NO_x en la tropósfera – Región Metropolitana

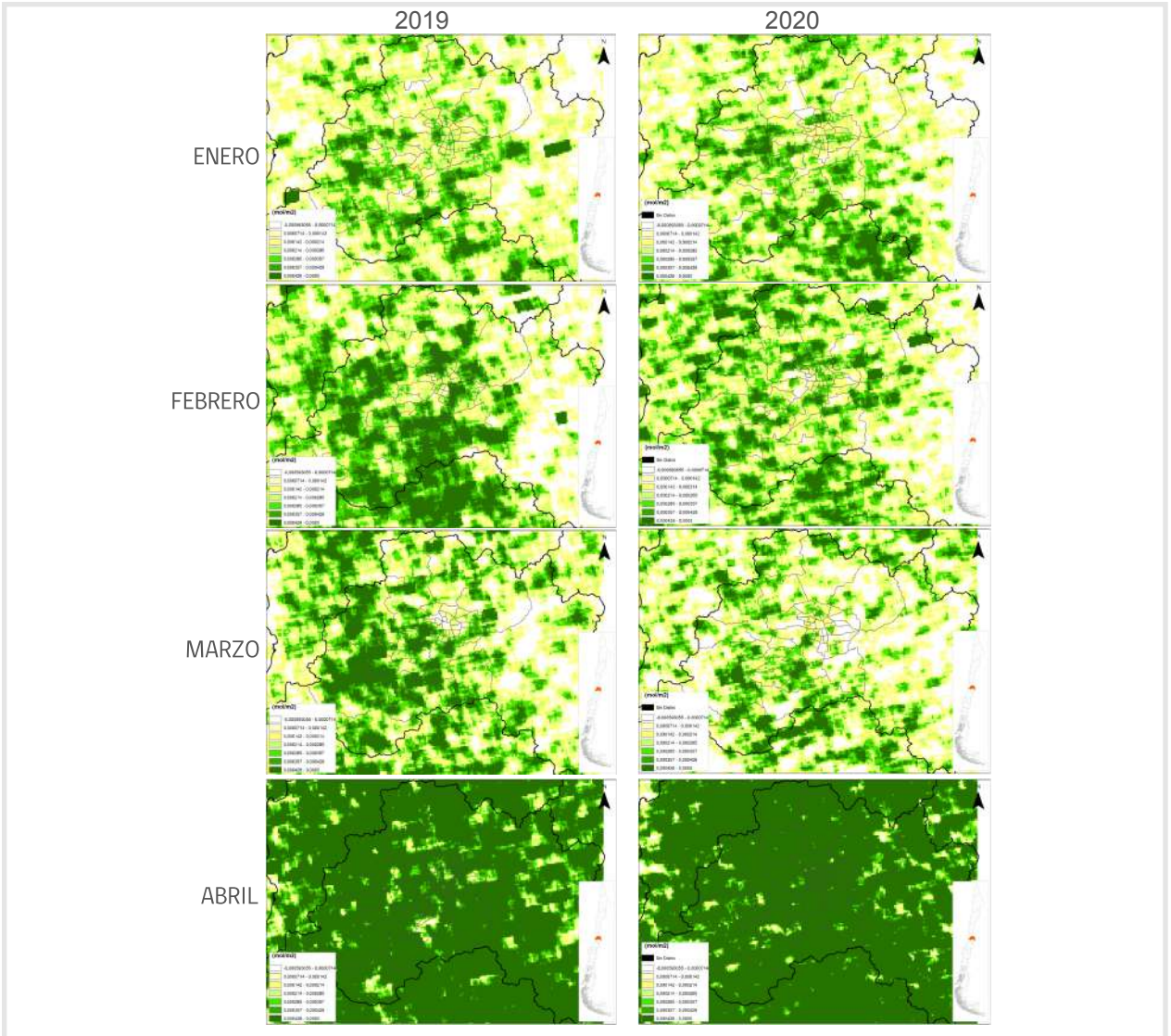




Fuente: Elaboración propia con datos ESA - Sentinel 5P), 2020.

Figura 24. Detección satelital de SO_2 en la tropósfera – Región Metropolitana





Fuente: Elaboración propia con datos ESA - Sentinel 5P), 2020.

4. Impactos

Múltiples estudios nacionales e internacionales han demostrado que existe una asociación entre el nivel de concentración de contaminantes como material particulado (MP), ozono (O_3), dióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO) y dióxido de nitrógeno (NO_2) y la incidencia en muertes y varias enfermedades cardiorrespiratorias, tanto en niños como en adultos. Además, hay evidencia de efectos ambientales tales como disminución de la visibilidad, daños a los materiales e impactos en la flora y fauna (**Tabla 1**).



Tabla 1. Impactos generados por MP, O_3, SO_2, CO y NO_2

Efecto	Breve descripción
Daño a la salud	Las partículas y compuestos emitidos al aire en ciertas concentraciones pueden tener efectos nocivos en la salud de las personas, como, por ejemplo, reducción de la función pulmonar, aumento de la susceptibilidad de contraer infecciones respiratorias, muertes prematuras y cáncer, entre otros.
Disminución en visibilidad	La presencia de partículas en el aire reduce la visibilidad, afectando el bienestar y la calidad de vida.
Daño a materiales	El exceso de contaminación atmosférica puede perjudicar los materiales de construcción, alterando sus propiedades físicas y químicas.
Daño a ecosistemas acuáticos	Altas concentraciones de NO2 y SO2 pueden producir deposición ácida en el agua, modificando su composición y dificultando la supervivencia de especies acuáticas.
Daño en plantas y bosques	La deposición ácida en suelos es capaz de alterar el crecimiento de plantas y árboles. Además, el ozono y otras partículas pueden ingresar a través de los estomas de las plantas y lesionar su estructura..

Fuente: elaboración propia a partir de Ministerio del Medio Ambiente, 2011a.

4.1. Efectos en la salud

El material particulado (MP) es el contaminante que más significativamente ha sido asociado a eventos de mortalidad y morbilidad en la población (Pope y Dockery, 2006). Se clasifica según su diámetro aerodinámico, característica de la cual depende la intensidad de sus impactos. La fracción fina o $MP_{2,5}$, aquella menor o igual a 2,5 micrones de diámetro aerodinámico, está compuesta por partículas suficientemente pequeñas como para penetrar en las vías respiratorias hasta llegar a los pulmones y los alveolos, lo que aumenta el riesgo de mortalidad prematura por efectos cardiopulmonares, en exposiciones de corto y largo plazo (Cifuentes, 2010).



En cuanto a la fracción gruesa del MP_{10}, con partículas de tamaño entre 2,5 y 10 micrones de diámetro aerodinámico, si bien hay una aparente relación entre la exposición de corto plazo y los efectos respiratorios y cardiovasculares, no se cuenta con evidencia suficiente para constatar potenciales efectos por exposición de largo plazo, según la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, EPA (2009).

4.2. Disminución en visibilidad y esmog fotoquímico

El esmog fotoquímico se origina por la combinación del aire con contaminantes durante un período de altas presiones, a partir de las reacciones entre la luz solar y los óxidos de nitrógeno (NO_x) y/o compuestos orgánicos volátiles (COV). Estas reacciones provocan la formación de ozono (O_3) y otros contaminantes secundarios como sulfatos, nitratos, formaldehído y cetonas. Este tipo de esmog se desarrolla en prácticamente todas las grandes ciudades del mundo, sobre todo en aquellas con mucho tráfico vehicular y actividad industrial, que emiten NO_x y COV a la atmósfera, soleadas y con poco movimiento de las masas de aire, como ocurre en los períodos de inversión térmica, la cual impide la circulación del aire.

La producción de esmog fotoquímico oscurece la atmósfera, ensucia el aire y lo deja con aspecto de niebla, teñido de un color marrón rojizo, cargado de componentes dañinos para la salud de las personas y el medio ambiente, incluidas las zonas forestales y agrícolas cercanas a las ciudades (Ministerio del Medio Ambiente, 2016).

Cuando el aire oscurece al sol

Parece un contrasentido que la energía solar, gran aliada en la lucha contra la contaminación del aire, vea obstaculizada la eficiencia de sus paneles colectores justamente por esa contaminación. En efecto, en India se calculó que la eficiencia de la conversión -de radiación solar a electricidad- de los paneles fotovoltaicos puede disminuir entre 17% y 25% debido al material particulado MP_{10} y $MP_{2,5}$ depositado sobre ellos (Bergin et al., 2017). Otra investigación observó en China que el potencial fotovoltaico de 119 estaciones se redujo, en promedio, entre 11% y 15% por efecto del dióxido de azufre y del carbono negro (Sweeters et al., 2019). Todas estas pérdidas, claro, se traducen en un daño económico de millones de dólares anuales.

Estos y otros hallazgos resultan relevantes para Chile, en sus esfuerzos por reducir la contaminación atmosférica en varios puntos del territorio, así como por desarrollar su gran potencial para la generación de energía solar.



4.3. Afectación a ecosistemas acuáticos y lluvia ácida

El término lluvia ácida se refiere a cualquier forma de precipitación, sea húmeda (lluvia, nieve o niebla) o seca (polvo o humo), con altos niveles de acidez debido a la gran cantidad de componentes ácidos que contiene. La lluvia ácida tiene un pH inferior a 5,6, pudiendo llegar hasta niveles tan bajos como 2,5 o 1,5.

La lluvia ácida se produce porque las combustiones de carbón y derivados del petróleo generan dióxido de azufre (SO_2) y óxidos de nitrógeno (NO_x). Estos componentes reaccionan con la humedad de la atmósfera y se convierten en ácido sulfúrico (H_2SO_4) y ácido nítrico (HNO_3), respectivamente. Estos compuestos químicos dan el carácter ácido a la precipitación, la que cae sobre el suelo y las plantas produciendo efectos nocivos (Ministerio del Medio Ambiente, 2016).



4.4. Afectación en plantas

La calidad del aire influye en el minucioso proceso de fotosíntesis que realizan las plantas, al absorber luz y dióxido de carbono y luego devolver oxígeno, indispensable para la vida humana.

Los contaminantes atmosféricos tienen efectos negativos en las plantas en varios niveles: desde cambiar el pH del suelo por la disolución en este de sales tóxicas, hasta dificultar la penetración de la luz debido a las partículas depositadas en la lámina de las hojas. Este material particulado, además, obstruye los estomas, células a través de las cuales se difunde oxígeno y dióxido de carbono durante la fotosíntesis y la respiración celular, y vías también de la transpiración vegetal, que es la forma en que la planta pierde el agua absorbida por las raíces (Florentina e Ion, 2011).

Todo ello deteriora la actividad fotosintética, afectando a las propias plantas, a la salud humana y al medio ambiente.



5. Respuestas

Para dar respuesta a las emisiones, el Ministerio del Medio Ambiente y la institucionalidad ambiental cuentan con una serie de instrumentos para disminuir las concentraciones de contaminantes en el aire. Estos son:

- Instrumentos normativos, como normas de emisión y de calidad ambiental, planes de prevención y/o de descontaminación.
- Instrumentos económicos, como los impuestos verdes a las fuentes fijas y móviles.
- Sistemas de monitoreo continuo de las concentraciones del aire, como el Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (Sinca).
- Programas e iniciativas de promoción de tecnologías limpias.

Estos instrumentos plantean diferentes objetivos y soluciones para abordar las problemáticas de calidad del aire, algunos focalizados en ciertas regiones y otros de cobertura nacional, según el tipo de contaminante atmosférico de que se trate y el origen de la fuente emisora..



5.1. Normas de emisión

Además de las normas de calidad del aire, se han dictado normas de emisión que establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante, medido en el efluente de la fuente emisora: motores de vehículos y sectores industriales específicos. Las normas de emisión vigentes se resumen en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Normas de emisión por fuentes y contaminantes

Efecto	Actividad	Contaminante	Alcance	Decretos supremos
Fuentes fijas	Fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico	MP, SO2, As y Hg	Nacional	Decreto 28/2013, Ministerio del Medio Ambiente (MMA)
	Fabricación de pulpa kraft o al sulfato	Compuestos TRS	Nacional	Decreto 37/2013, MMA
	Incineración y coincineración	MP, SO2, NOx, COT, CO, metales pesados, HCl, HF, benceno, dioxinas y furanos	Nacional	Decreto 29/2013, MMA
	Centrales termoeléctricas	MP, SO2, NOx, Hg	Nacional	Decreto 13/2011, MMA
	Fuentes estacionarias, puntuales y grupales*	MP	Región Metropolitana (RM)	Decreto 31/2017, MMA
Fuentes residenciales	Calefactores a leña	MP	Nacional	Decreto 39/2011, MMA
Fuentes móviles	Vehículos livianos y medianos	CO, HC, NOx, Partículas	RM, Valparaíso y O'Higgins	Decreto 54/1994, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT)
	Vehículos pesados	CO, HC, NOx, MP	Coquimbo a Los Lagos	Decreto 55/1994, MTT
	Buses de locomoción colectiva	CO, HCT, HCNM, CH4, NOx y MP	RM	Decreto 130/2001, MTT
	Vehículos livianos	HC totales, CO, NOx, partículas	RM, Valparaíso y O'Higgins	Decreto 211/1991, MTT
	Control de emisiones en plantas de revisión técnica	NO, HC y CO	RM	Decreto 149/2006, MTT

***Nota**: Fuente estacionaria es aquella diseñada para operar en un lugar fijo y cuyas emisiones se descargan a través de un ducto o chimenea. Se incluyen las montadas sobre vehículos transportables para facilitar su desplazamiento.
Fuente estacionaria puntual es aquella cuyo caudal o flujo volumétrico de emisión es igual o superior a 1.000 m3/h bajo condiciones estándar, medido a plena carga.
Fuente estacionaria grupal es aquella cuyo caudal o flujo volumétrico de emisión es inferior a 1.000 m3/h bajo condiciones estándar, medido a plena carga..

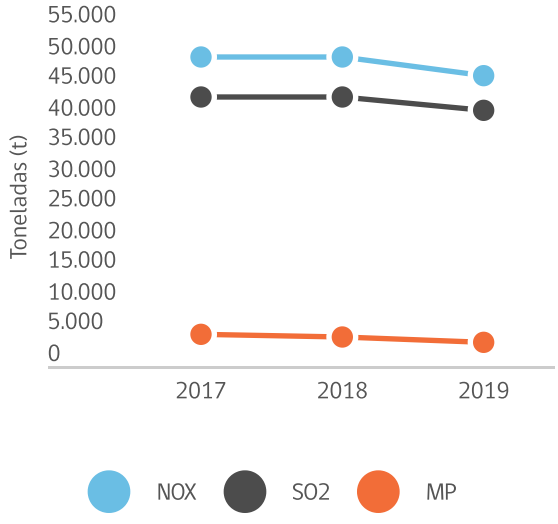
5.2. Instrumentos económicos: impuestos verdes

Como se menciona en el capítulo de Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable., la reforma tributaria del año 2014 (Ley 20.780, 2014) incorpora un instrumento económico que fija un impuesto a las fuentes fijas emisoras de material particulado (MP), óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO_2) y dióxido de carbono (CO_2).[5]

Este impuesto anual aplica a los establecimientos emisores de material particulado (MP), óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO_2) y dióxido de carbono (CO_2) que cumplan con las condiciones mencionadas en el capítulo de Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable.

Desde la implementación de este impuesto el año 2017, se observa una disminución en la emisión gravada del MP de un 22% en el 2019 (3.835 t) respecto al 2018 (4.942 t) Esto a diferencia de las de NO_x y SO_2, que han variado entre un 5% a un 1% dentro del periodo 2017 - 2019.

Figura 25. Emisiones de contaminantes locales gravadas por impuestos verdes 2017 -2019

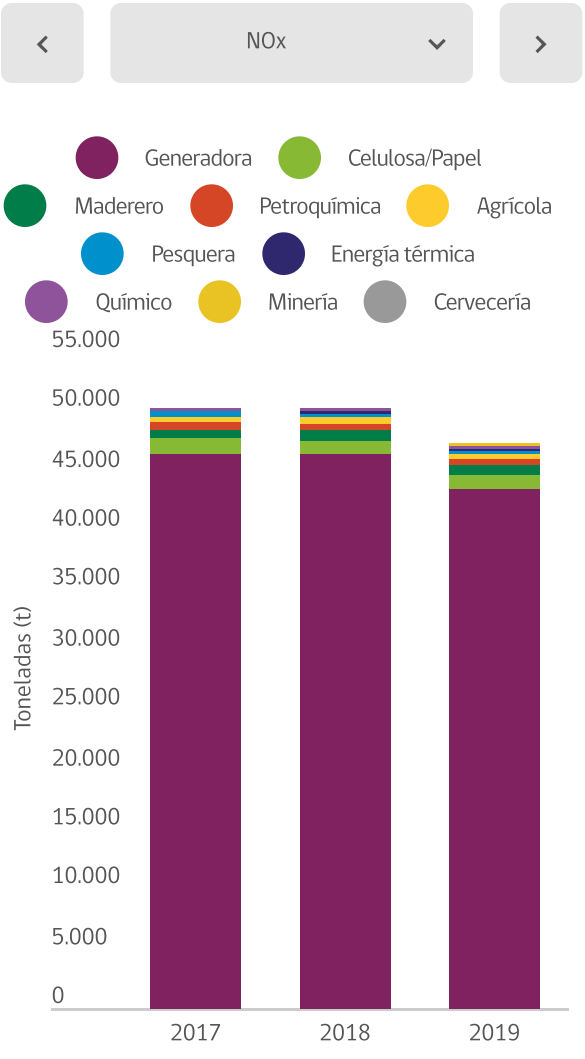


Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), 2019.

El sector Generación (termoeléctricas) concentra las mayores emisiones totales dentro del periodo 2017 - 2019, con el 92% de NO_x (136.612 t), 88% de SO_2 (114.107 t) y el 85% de MP (12.035 t)..

Figura 26. Emisiones estimada de contaminantes locales gravadas por impuestos verdes según contaminante y sector 2017 -2019



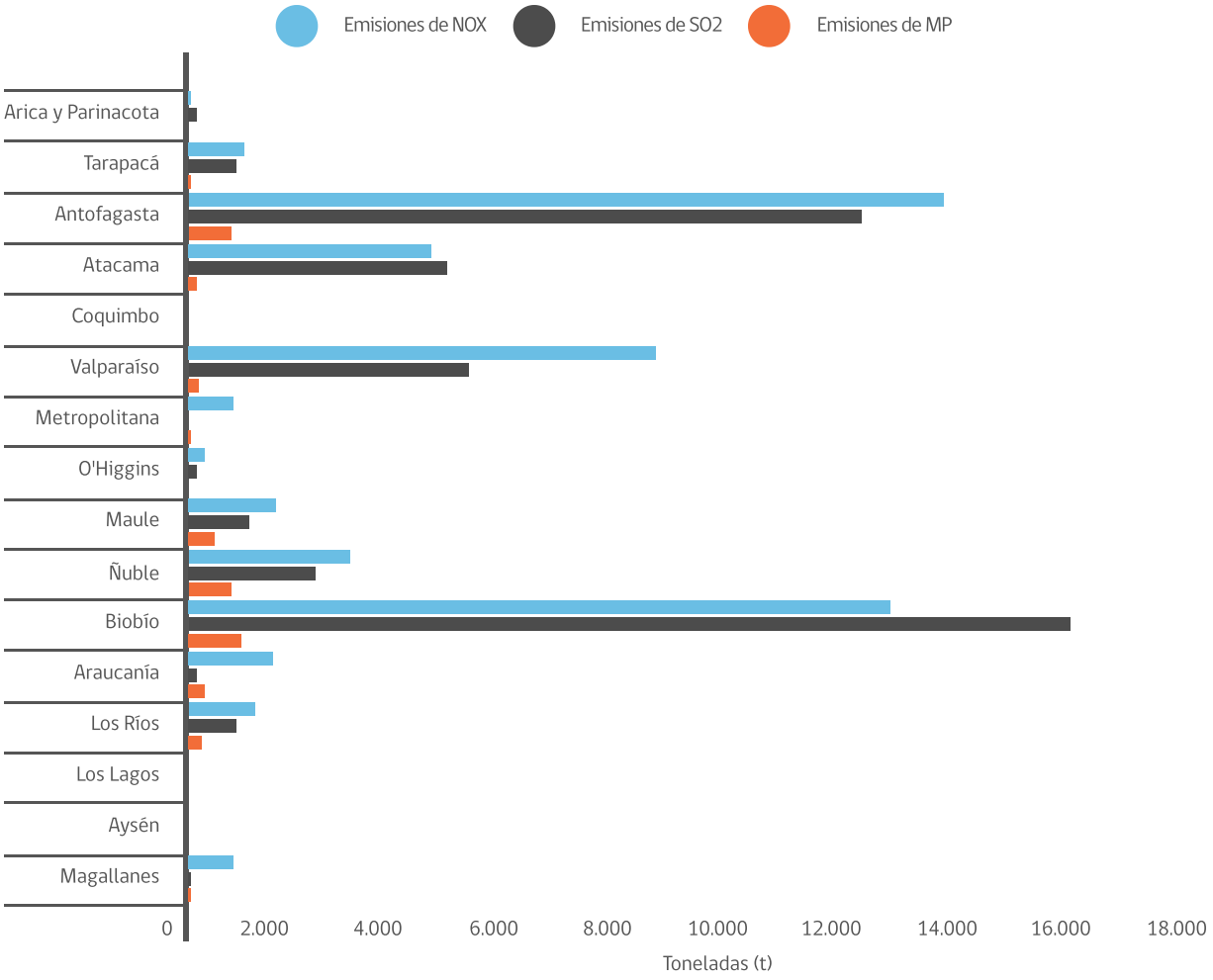
Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), 2019.

[5] Las emisiones gravadas de CO2 se encuentran mencionadas en el capítulo de Cambio Climático.

Para el año 2019, las emisiones de NO_x, SO_2 y MP se encontraron concentradas principalmente en la Región del Biobío la que concentra el 26% del NO_x (12.193 t), 37% del SO_2 (15.335 t) y el 24% del MP (932 t), seguida por la región de Antofagasta con el 28% del NO_x (13.119), 28% del SO_2 (11.695 t) y el 19% del MP (740 t).

Figura 27. Emisiones estimadas de contaminantes locales gravadas por impuestos verdes por región, 2019.



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), 2019.

Modernización del Impuesto a emisiones al aire de fuentes fijas

La Ley 21.210, publicada el 20 de febrero de 2020, quemoderniza la legislacion tributaria, incluyendo ajustes al impuesto a emisiones al aire de fuentes fijas, incorporando elementos en función de mejorar la eficiencia y profundizar los impactos positivos del llamado impuesto verde. Estos ajustes entran en vigencia a 3 años de la publicación de esta ley y consideran los siguientes aspectos:

- **Cambio de criterios para determinar la afectación de establecimientos:** Se cambia desde criterio tecnológico (caldera y turbinas con potencia mayor o igual 50 MWt) a criterio de intensidad de emisiones (umbral de 25.000 ton/año de CO_2 o 100 ton/año MP).

  El cambio busca profundizar el sentido ambiental del impuesto verde, estableciendo un gravamen en función de las emisiones efectivas de las fuentes, independientemente del tamaño o características de la tecnología y la estacionalidad de su funcionamiento. Así, el instrumento se concentra estrictamente sobre aquellos grandes emisores de contaminantes locales y globales. El umbral complementario entre emisiones de CO_2 y MP asegura la doble finalidad del impuesto verde:

(i) Atender el principal problema ambiental del país, que es la contaminación atmosférica local, y;

(ii) Hacer frente al fenómeno del cambio climático, principal problema ambiental a nivel global.

La modernización permite generar incentivos continuos para reducir las emisiones emisiones, locales y globales, con tal de no sobrepasar los límites anuales que determinar su afectación, a diferencia de la situación actual, dónde se determina la afectación de cada establecimiento de manera previa y en función de criterios tecnológicos, lo cual, en algunos casos, esto no tiene relación directa con sus emisiones.

- **Sistema de compensación (offsets) para emisión de contaminantes locales y CO_2.** Para potenciar el incentivo ambiental del instrumento, la modernización establece la posibilidad de implementar mecanismoS de compensación (offsets) de emisiones para los contaminantes gravados, como un instrumento complementario al impuesto, el cual permitiría reducir la carga tributaria de cada establecimiento, a través del incentivo para el desarrollar de proyectos de reducción sobre estos contaminantes, siempre y cuando estas reducciones sean adicionales a las exigencias ambientales vigentes, medibles, permanentes y verificables..



5.3. Normas de calidad del aire

La normativa sobre la protección de la calidad del aire se encuentra definida en primera instancia por la ley de Bases Generales del Medio Ambiente, que en su artículo 2° define tanto la norma primaria como la norma secundaria de calidad ambiental (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 1994).

La norma primaria establece los valores de las concentraciones y los períodos máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población.

La norma secundaria de calidad ambiental fija los valores de las concentraciones y los períodos máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente o la preservación de la naturaleza.

Las normas de emisión primarias y secundarias asociadas a la calidad del aire que se encuentran vigentes se detallan en la **Tabla 3**.

De acuerdo con estas normas, una zona se declara latente de un contaminante cuando la medición de la concentración de ese contaminante en el aire, agua o suelo se sitúa entre 80% y 100% del valor de la respectiva norma de calidad ambiental. Una zona saturada es aquella donde una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas.

Tabla 3. Normas de emisión primarias y secundarias asociadas a la calidad del aire

NOMBRE DE LA NORMA	TIPO DE NORMA
Norma de calidad del aire para MP2,5 (D.S. N° 12/2010 del Ministerio de Medio Ambiente)	Primaria
Norma de calidad del aire para MP10 (D.S. N° 59/1998, modificado por D.S. N° 45/2001, ambos del Ministerio Secretaría General de la Presidencia)	Primaria
Norma de calidad del aire para SO2 (D.S. N° 104/2018 del Ministerio de Medio Ambiente)	Primaria
Norma de calidad del aire para NO2 (D.S. N° 114/2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia)	Primaria
Norma de calidad del aire para CO (D.S. N° 115/2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia)	Primaria
Norma de calidad del aire para Plomo (D.S. N° 136/2000) del Ministerio Secretaría General de la Presidencia)	Primaria
Norma de calidad del aire para O3 (D.S. N° 112/2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia)	Primaria
Norma de calidad del aire para SO2 (D.S. N° 22/2009 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia)	Secundaria
Norma de calidad del aire para MPS en la cuenca del río Huasco, III Región (D. Exento N° 4/1992 del Ministerio de Agricultura)	Secundaria

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2019.

5.4. Planes de prevención y/o descontaminación

Para las zonas declaradas latentes o saturadas por contaminantes en el aire, el MMA elabora planes de prevención y/o descontaminación ambiental. A través de la definición e implementación de medidas y acciones específicas, estos planes tienen por finalidad evitar la superación de una o más normas de calidad ambiental primaria o secundaria, o recuperar los niveles señalados en las normas primarias y/o secundarias de calidad ambiental.

Actualmente, se consideran planes de prevención y/o descontaminación ambiental para 21 zonas del país, de los cuales 19 se encuentran vigentes y 3 en proceso de elaboración (**Tabla 4**). De los procesos de elaboración se observa la revisión del Plan de Descontaminación para las comunas del valle central de la Región de O'Higgins, que tiene plan vigente por $MP_{10,}$ en revisión, y a su vez tiene en proceso de elaboración su plan por $MP_{2,5}$.

Tabla 4. Planes de prevención y/o descontaminación ambiental vigente y en elaboración, por zonas

ZONA	TIPO DE ZONA	CONTAMINANTE QUE DECLARÓ ZONA	DECRETO DECLARACIÓN DE ZONA	NOMBRE PLAN
Chuquicamata	Saturada	MP10 como concentración anual	DS 185/1991	Plan de Descontaminación para la zona circundante a la Fundición Chuquicamata de la división Chuquicamata de Codelco Chile
Chuquicamata	Latente	SO2 como concentración diaria	DS 55/2005	Plan de Descontaminación para la zona circundante a la Fundición Chuquicamata de la división Chuquicamata de Codelco Chile
Ciudad de Calama y su área circundante	Saturada	MP10 como concentración anual	DS 57/2009	En proceso de elaboración de Proyecto Definitivo
Zona Circundante a la Ciudad de Tocopilla	Saturada	MP10 como concentración anual	DS 50/2007	Plan de Descontaminación Atmosférico para la ciudad de Tocopilla y su Zona Circundante
Maria Elena y Pedro de Valdivia	Saturada	MP10 como concentración diaria	DS 1162/1993	Plan de Descontaminación para las localidades de María Elena y Pedro de Valdivia
Fundición Hernán Videla Lira	Saturada	SO2 como concentración diaria	DS 255/1993	Plan de Descontaminación de la Fundición Hernán Videla Lira de Enami
				Plan de Descontaminación

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2019.

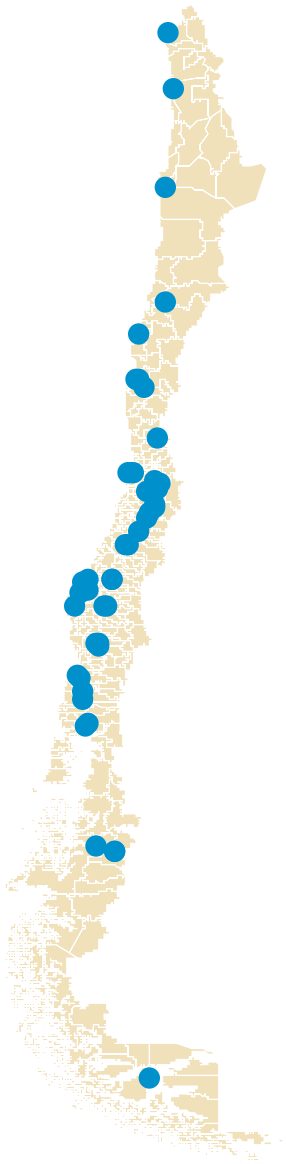
5.5. Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (Sinca)

El Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (Sinca) es una red de estaciones de monitoreo de calidad del aire distribuidas en el territorio nacional (**Figura 28**), que son utilizadas para el monitoreo en tiempo real de contaminantes atmosféricos, como material particulado respirable (MP_{10} y $MP_{2,5}$), ozono (O_3), dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2) y monóxido de carbono (CO).

En el 2020, el Sinca cuenta con un total de 84 estaciones con representatividad poblacional, de las cuales 57 pertenecen a la red pública y 27 a entidades privadas, encontrándose afectas a monitoreos del cumplimiento de las resoluciones de calificación ambiental.



Figura 28. Red Pública de estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire del Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA)



Download data

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

Los registros sobre concentración de contaminantes pasan por un proceso de validación, donde aquellos datos erróneos son filtrados o extraídos, verificándose así la exactitud, integridad y consistencia de la información, según criterios cuantitativos y cualitativos. Lo anterior, tomando en cuenta que las mediciones podrían estar influenciadas por el estado operacional de los equipos, calibraciones, rangos de medición, factores meteorológicos u otras condiciones de medición.

Para las estaciones de propiedad pública, el organismo encargado de realizar este proceso es el Departamento de Redes de Monitoreo del Ministerio del Medio Ambiente, mientras que para las estaciones de propiedad privada el organismo competente es la Superintendencia del Medio Ambiente.

La información provista por el Sinca referida a concentración de contaminantes en el aire es utilizada, en los casos en que las validaciones y las mediciones cuenten con los registros mínimos mencionados en la normativa, para:

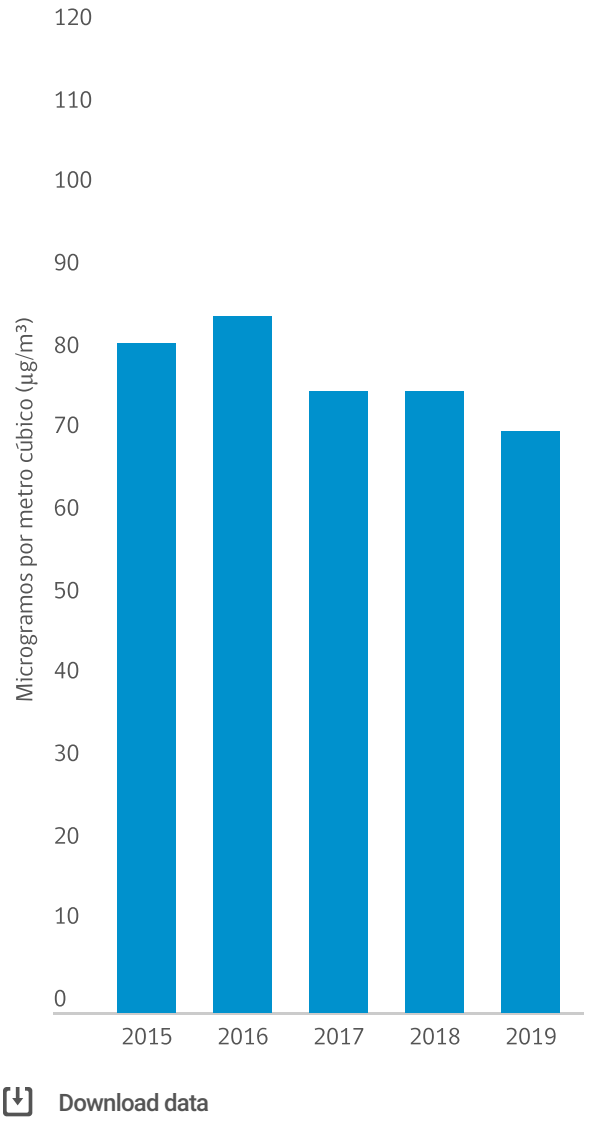
- Identificar las zonas donde se sobrepasen las normas primarias y secundarias de calidad del aire, y así declararlas zonas latentes o saturadas por contaminantes.
- Medir la eficacia de las medidas adoptadas en los planes de prevención y/o descontaminación ambiental.

Hay 29 estaciones de monitoreo asociadas a planes de prevención y/o descontaminación ambiental, y la evolución histórica de las concentraciones de $MP_{2,5}$ es la siguiente:

El percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado fino ($MP_{2,5}$), ponderado por población, relaciona el promedio de las mediciones registradas por las estaciones de monitoreo para cada plan de prevención y/o descontaminación vigente o en desarrollo, con la población expuesta dentro de las zonas reguladas por estos instrumentos.

El periodo 2015-2019 muestra una disminución de 13% de la concentración ponderada total, desde 82 a 71 microgramos por metro cúbico (µg/m³) (**Figura 29**).

Figura 29. Percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado fino (MP2,5), ponderadas por población, en zonas con plan de prevención y/o descontaminación atmosférica, 2015-2018

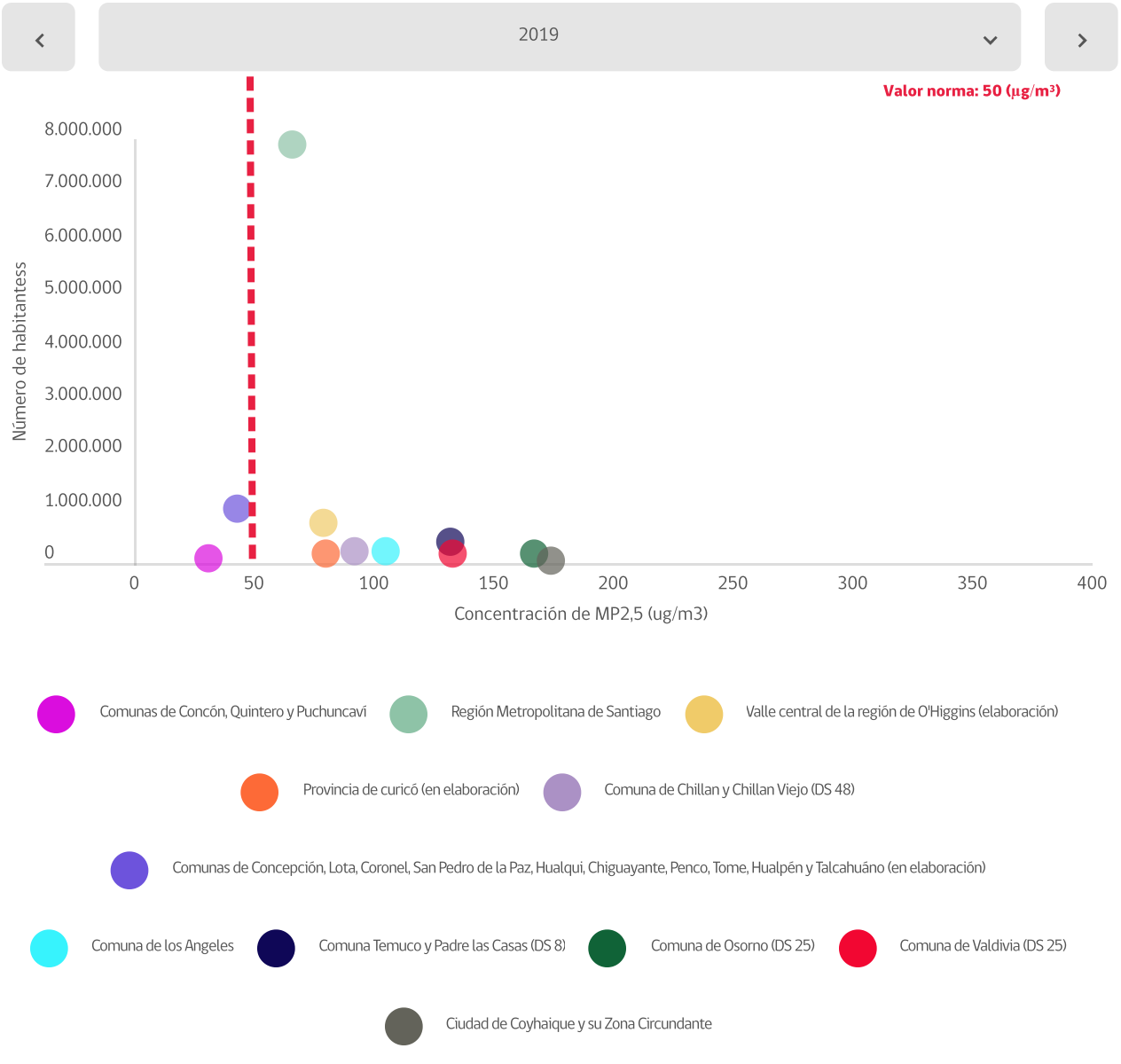


Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) y del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020.

Un total de 11.204.976 personas, que equivalen a 59% de la población de Chile, viven en zonas declaradas latentes o saturadas. De estas zonas, solo en las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví, y en la zona del Gran Concepción se encontrarían bajo los 50 µg/m3 establecidos en la normativa para las concentraciones diarias del p98 de $MP_{2,5}$. Esto significa que 10.073.442 habitantes se encuentran expuestos a concentraciones sobre la norma de $MP_{2,5}$ (**Figura 30**).

Entre 2015 y 2019 se puede destacar la disminución de las concentraciones de $MP_{2,5}$ en la comuna de Coyhaique, donde en 2019 se registró el menor promedio de concentraciones, 174 µg/m3, encontrándose por primera vez por debajo de los 200 µg/m³, así como en Osorno, donde se registró la menor concentración durante el periodo mencionado, con 167 µg/m³.

Figura 30 Población expuesta a concentraciones de material particulado fino en zonas latentes o saturadas por $MP_{2,5}$, 2015 - 2019



Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Nacional de Estadísticas (INE) y del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020.

Adicionalmente, el Sinca provee información para la gestión de episodios críticos por contaminación, los cuales se decretan mediante un modelo estadístico de pronóstico diario, cuando la calidad del aire y las condiciones atmosféricas de ventilación son desfavorables y pueden significar una exposición de las personas a altos índices de contaminación; esto, en relación con los rangos y niveles de alerta que definen las normas de calidad del aire para las concentraciones diarias de material particulado, que se muestran en **Tabla 5**.

Tabla 5. Rangos de emergencia ambiental para MP_{10} y $MP_{2,5}$

Nivel	Concentración 24 MP10 (µg/m3)	Concentración 24 MP2,5 (µg/m3)
Alerta	195-239	80-109
Preemergencia	240-329	110-169
Emergencia	330 o superior	170 o superior

Los procedimientos indican que solo en las zonas donde haya un plan de prevención y/o descontaminación ambiental puede constatarse un episodio crítico, ya que esto permite la implementación de un plan de gestión de episodios críticos, con medidas orientadas a reducir la contaminación ambiental y el impacto de esta en la salud de la población. Ejemplos de estas medidas son:

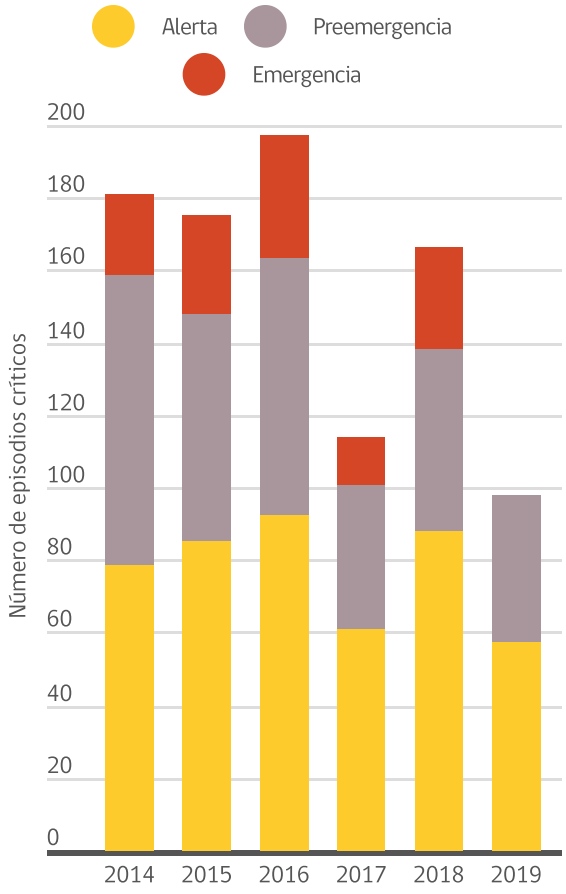
a) Restricción vehicular.
b) Paralización de fuentes estacionarias.
c) Prohibición de funcionamiento de todo tipo de artefactos de calefacción residencial que utilicen leña, pellet de madera y otros derivados de la madera.
d) Modificación de clases de Educación Física y actividades deportivas.
e) Intensificación de la fiscalización.
f) Reforzamiento de programas locales..



5.5.1. Episodios críticos por material particulado

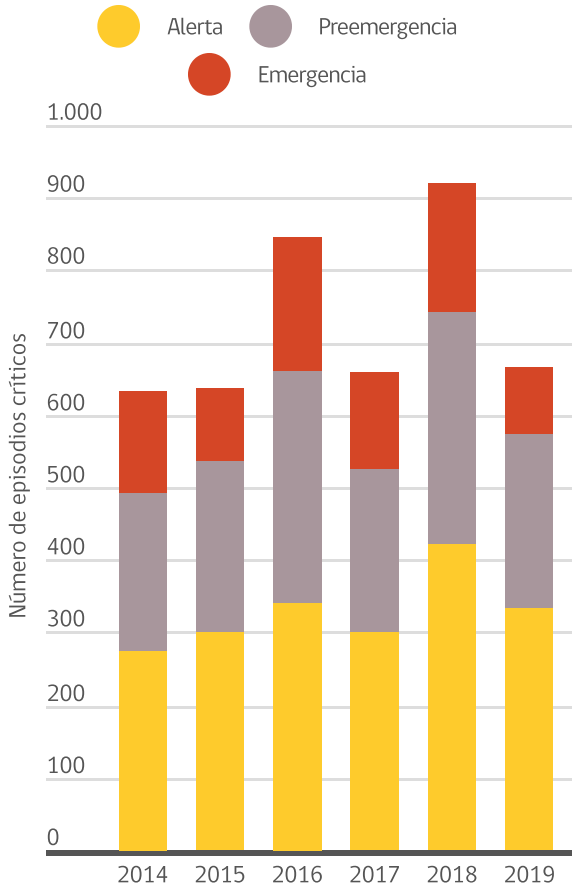
Entre los años 2014 y 2019 se puede apreciar una tendencia a la baja de episodios críticos totales por $MP_{10,}$ siendo 2019 el año en el que hubo la menor cantidad, con un total de 57 alertas, 41 preemergencias y 0 emergencias (**Figura 31**). Por su parte, los episodios críticos por $MP_{2,5}$ se mantuvieron constantes en alrededor de 600 a 700, a excepción de los años 2016 y 2018, cuando se verificaron 845 y 920 episodios, respectivamente (**Figura 32**). Cabe mencionar que los episodios por MP2,5 superan a los de MP_{10}, considerando un promedio anual de 726 episodios de $MP_{2,5}$ y de 155 para MP10.

Figura 31. Episodios críticos constatados por MP_{10}, 2014 - 2019



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

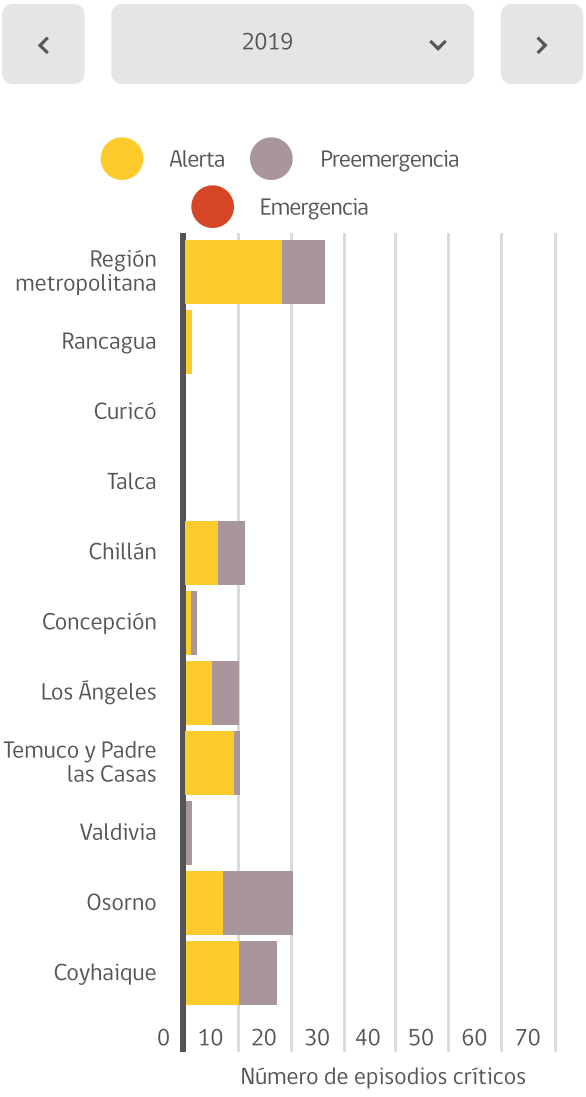
Figura 32. Episodios críticos constatados por $MP_{2,5}$, 2014 - 2019



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

Los episodios críticos por material particulado, tanto 10 como 2,5, se aglutinan desde la Región Metropolitana hasta Coyhaique (**Figura 33** y **Figura 34**), siendo esta última la ciudad con mayor concentración de MP y episodios críticos constatados, y la Región Metropolitana la que muestra mayor cantidad de población expuesta.

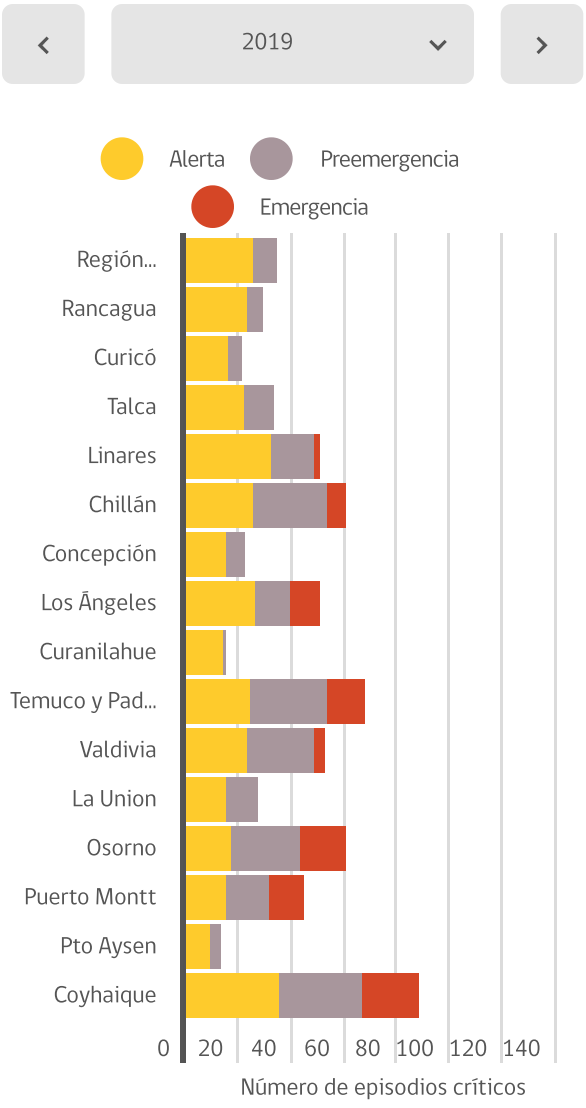
Figura 33. Episodios críticos constatados por MP_{10} en el país, 2014 – 2019



Download data

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

Figura 34. Episodios críticos constatados por $MP_{2,5}$ en el país, 2014 – 2019

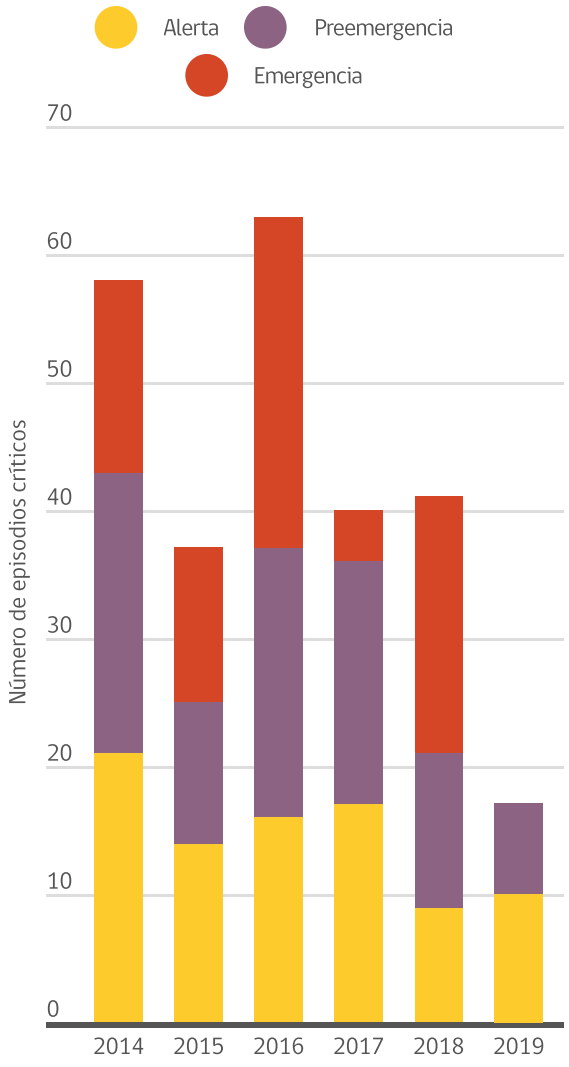


Download data

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

Coyhaique exhibe una tendencia a la baja en la cantidad de episodios críticos, siendo 2019 el año con menor número de estos episodios. Por MP_{10} se produjeron 17 episodios, 10 alertas, 7 preemergencias y 0 emergencias, lo que representa una disminución de 60% respecto del promedio de 42 episodios del periodo 2014-2019 (**Figura 35**)

Figura 35. Episodios críticos constatados por MP_{10} en la ciudad de Coyhaique, 2014 - 2019

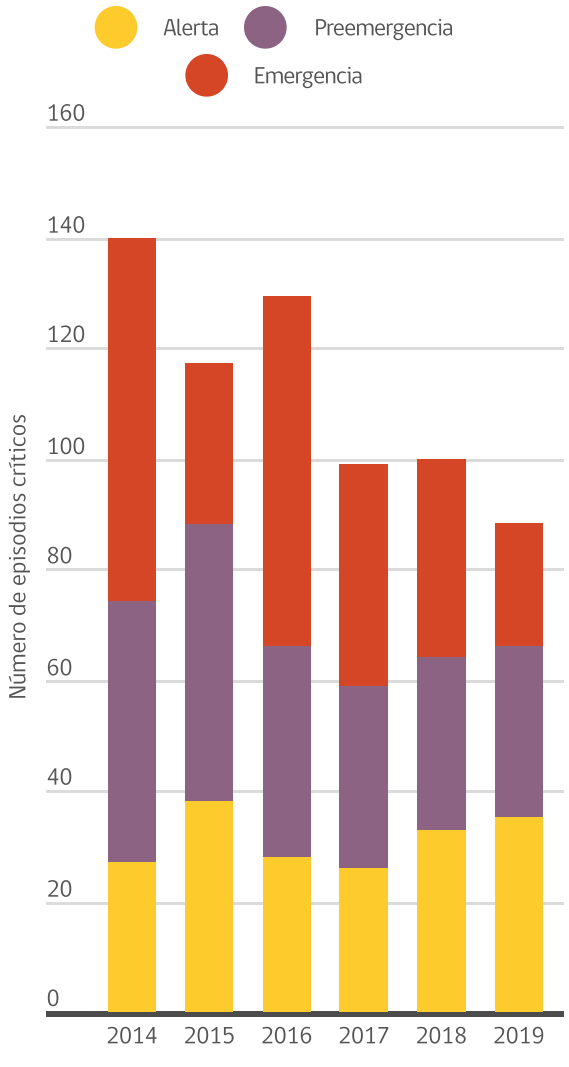


Download data

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

Por $MP_{2,5}$ se verificó un total de 88 episodios, de los cuales 35 fueron alertas, 31 preemergencias y 22 emergencias, marcando una reducción de 21% en relación con los 112 episodios promedio del periodo 2014-2019 (**Figura 36**).

Figura 36. Episodios críticos constatados por $MP_{2,5}$ en la ciudad de coyhaique, 2014 - 2019



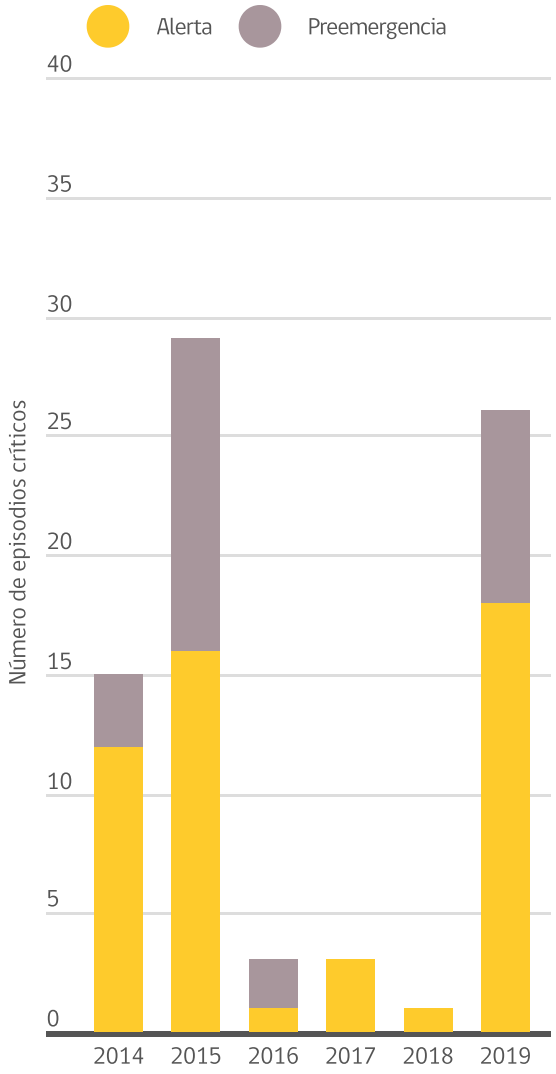
Download data

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

La Región Metropolitana presentó una fuerte alza de episodios críticos por MP_{10} el año 2019, con 18 alertas y 8 preemergencias, en comparación a los tres años anteriores (**Figura 37**). Este salto se debe, principalmente, a un cambio metodológico para la determinación del episodio crítico por parte del Ministerio del Medio Ambiente.

Para el caso de $MP_{2,5}$, en 2019 se constataron 25 alertas, siendo el primer año que tuvo un número de casos menor a 30 en la serie 2014-2019. Además, en los años 2017, 2018 y 2019 no se decretaron emergencias ambientales por este contaminante (**Figura 38**).

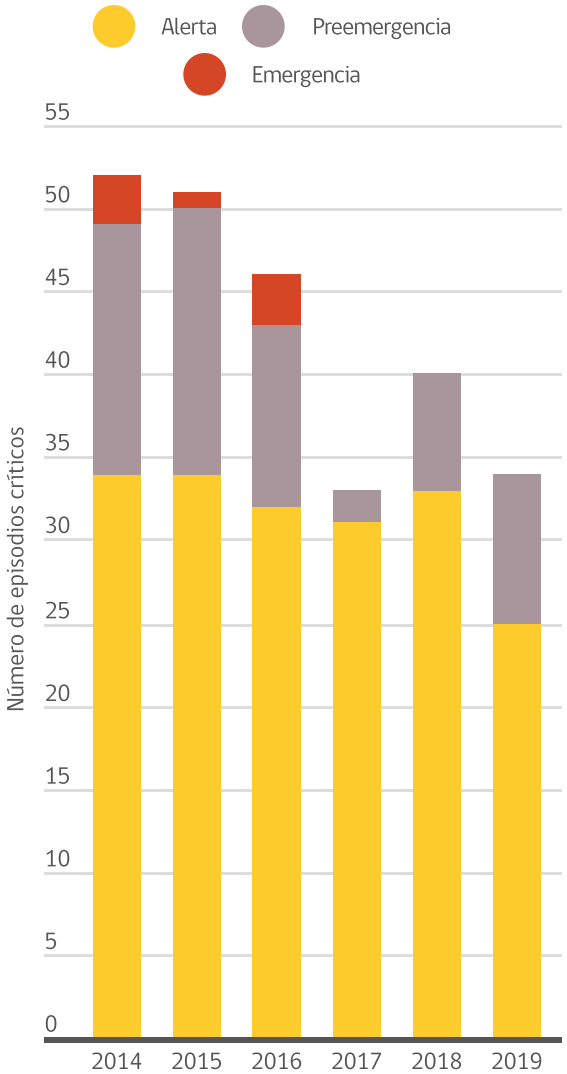
Figura 37. Episodios críticos constatados por MP_{10} en la Región Metropolitana, 2014 – 2019



Download data

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

Figura 38. Episodios críticos constatados por $MP_{2,5}$ en la Región Metropolitana, 2014 – 2019



Download data

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

5.6. Programas e iniciativas de promoción de tecnologías limpias

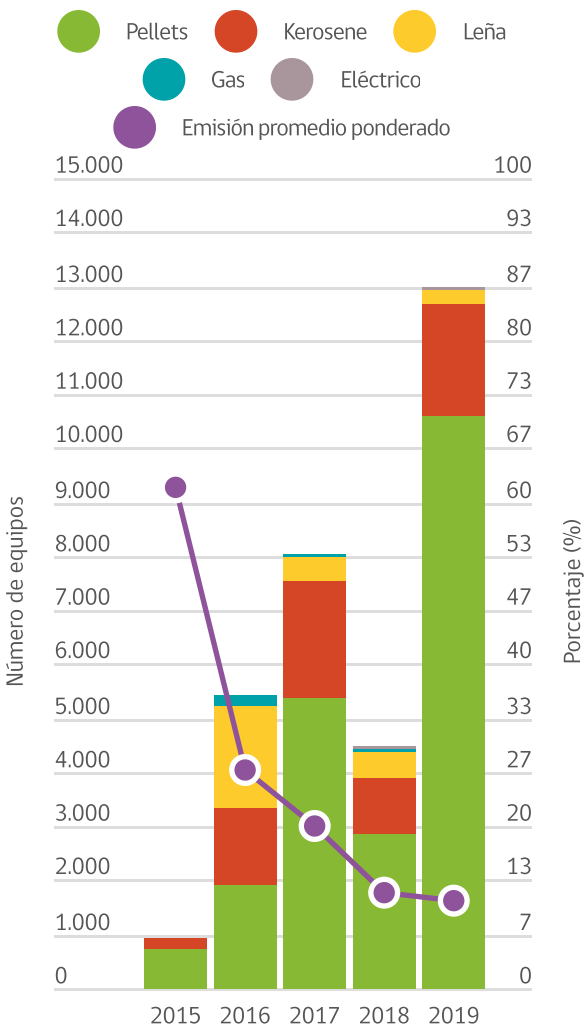
Dentro de este tipo de iniciativas destaca el Programa de Recambio de Calefactores, que es una medida estructural de la mayoría de los planes de descontaminación atmosférica de las ciudades del centro y sur de Chile. Por medio de este programa, los beneficiarios pueden acceder a un nuevo sistema de calefacción más eficiente y menos contaminante cuando hacen entrega de su antiguo calefactor y/o cocina a leña. El número de recambios considerados en cada plan permite alcanzar la norma calidad del aire en la respectiva ciudad.

Tabla 5. Programa de Recambio de Calefactores y tipo de recambios realizados

EQUIPOS	PROMEDIO (GR/HORA)	DESCRIPCIÓN
Equipo retirado	15,97	Diversos equipos (salamandras, Hechizos, Con y sin templador)
Electrico	0,00	AC Split Inverter
Gas	0,06	Gas tiro balanceado
Kerosene	0,16	Laser tiro balanceado (tipo toyotomi)
Pellet	1,85	Pellet potencias desde 5 a 8 kw
Leña	9,42	Calefactor Cumple Norma

En el periodo 2015-2019 este programa ha entregado un total de 32.014 equipos, siendo 2019 el año con mayor cantidad de equipos (12.985) y el año con menor emisión promedio ponderada (**Figura 39**), la que es obtenida al entregar equipos con promedio de emisión.

Figura 39 Evolución tecnológica el Programa de Recambio de Calefactores 2015 - 2019



Download data

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

Referencias

- Bergin, M. et al. (2017). Large reduction in solar energy production due to dust and particulate air pollution. Environmental Science & Technology Letters, 4(8), 339-344. DOI: https://doi.org/10.1021/acs.estlett.7b00197
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2014). Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe 2014. Santiago de Chile: CEPAL. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/handle/11362/37647
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2020). Efectos de las cuarentenas y restricciones de actividad relacionadas con el COVID-19 sobre la calidad del aire en las ciudades de América Latina. Informes COVID-19 Cepal, julio. Obtenido de https://www.cepal.org/es/publicaciones/45839-efectos-cuarentenas-restricciones-actividad-relacionadas-covid-19-la-calidad
- Cifuentes, L. (2010). Informe final relación de la norma de calidad primaria MP 2,5 con la norma de calidad primaria MP10. Santiago: Comisión Nacional del Medio Ambiente.
- Dictuc. (2019). Estimación de fuentes no puntuales para la generación del décimo tercer informe consolidado de emisiones y transferencias de contaminantes del RETC. Obtenido de Sistema Nacional de Información Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente https://sinia.mma.gob.cl/
- Encinas, F., Truffello, R., Urquiza, A., y Valdés, M. (2020, 15 de mayo). COVID-19, pobreza energética y contaminación: redefiniendo la vulnerabilidad en el centro sur de Chile. CIPER Chile. Obtenido de https://ciperchile.cl/2020/05/15/covid-19-pobreza-energetica-y-contaminacion-redefiniendo-la-vulnerabilidad-en-el-centro-sur-de-chile/
- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. (2009). Integrated Science Assessment (ISA) for Particulate Matter: Final Report. Washington DC: EPA. Obtenido de https://cfpub.epa.gov/ncea/isa/recordisplay.cfm?deid=216546
- Florentina, I. e Ion, B. (2011). The Effects of Air Pollutants on Vegetation and the Role of Vegetation in Reducing Atmospheric Pollution. En Khallaf, M. (Editor). The Impact of Air Pollution on Health, Economy, Environment and Agricultural Sources. DOI: https://doi.org/10.5772/17660
- Ministerio de Hacienda. (2014). Ley 20.780 que modifica el sistema de tributación de la renta e introduce diversos ajustes en el sistema tributario. Obtenido de https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1067194
- Ministerio del Medio Ambiente. (2011a). Análisis general de impacto económico y social (Agies) 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. Santiago: MMA.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2011b). Decreto supremo 13. Establece norma de emisión para centrales termoeléctricas. Obtenido de https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1026808

- Ministerio del Medio Ambiente. (2013). Decreto supremo 28. Establece norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico. Obtenido de https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1057059
- Ministerio del Medio Ambiente. (2016). Guía de calidad del aire y educación ambiental. Obtenido de https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-para-Docentes-Sobre-Calidad-del-Aire-003.pdf
- Ministerio Secretaría General de la Presidencia. (1994). Ley 19.300 sobre bases generales del medio ambiente. Obtenido de https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30667
- Naciones Unidas. (2013). World Population Prospects: The 2012 Revision. Nueva York: ONU. Obtenido de https://population.un.org/wpp/publications/Files/WPP2012_HIGHLIGHTS.pdf
- Naciones Unidas. (2020, 23 de marzo). La cuarentena por el coronavirus mejora la calidad del aire, pero no sustituye la acción climática. Obtenido de https://news.un.org/es/story/2020/03/1471562
- Organización Mundial de la Salud. (2016a). Ambient air pollution: A global assesment of exposure and burden of disease. Ginebra: OMS. Obtenido de https://www.who.int/phe/publications/air-pollution-global-assessment/en/
- Organización Mundial de la Salud. (2016b). Burning Opportunity: Clean Household Energy for Health, Sustainable Development, and Wellbeing of Women and Children. Ginebra: OMS. Obtenido de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204717/9789241565233_eng.pdf?sequence=1
- Organización Mundial de la Salud Europa. (2006). Air Quality Guidelines: Global Update 2005. Copenhague: OMS Europa. Obtenido de https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/Housing-and-health/publications/pre-2009/air-quality-guidelines.-global-update-2005.-particulate-matter,-ozone,-nitrogen-dioxide-and-sulfur-dioxide
- Pope, C., y Dockery, D. (2006). Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect. Journal of the Air & Waste Management Association, 56:6, 709-742. DOI: 10.1080/10473289.2006.10464485
- Prüss-Ustün, A., Wolf, J., Corvalán, C., Bos, R. y Neira, M. (2016). Preventing Disease Through Healthy Enviroments: A global assesment of the burden of disease from environmental risks. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. Obtenido de https://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/preventing-disease/en/
- Sweerts, B. et al. (2019). Estimation of losses in solar energy production from air pollution in China since 1960 using surface radiation data. Nature Energy, 4, 657-663. DOI: https://doi.org/10.1038/s41560-019-0412-4.

CAPÍTULO **15**

CAMBIO CLIMÁTICO



CAMBIO CLIMÁTICO

En Chile se han incrementado las temperaturas y la frecuencia e intensidad de olas de calor, temporales, inundaciones, sequías, incendios forestales, entre otros. Esto produce grandes impactos en la población nacional y el medio ambiente. Es por esto, que combatir el cambio climático y adaptarse a sus efectos es el mayor desafío que enfrenta hoy la humanidad.

CAUSA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por actividades humanas.

CHILE

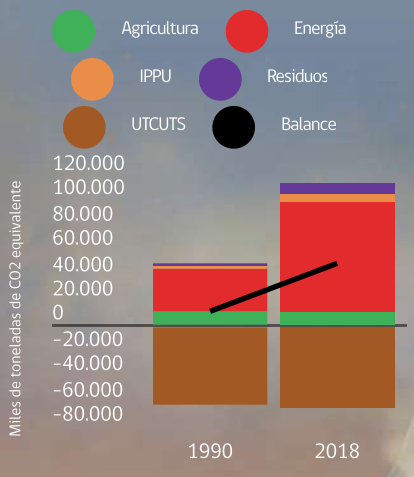
Sus emisiones representan solo un 0,24% del total mundial (2016).

Tiene un aumento acelerado debido al incremento del consumo de combustibles fósiles

113.640,2 miles de toneladas de CO_2 equivalente en Chile (2018)

129% de aumento (1990 a 2018)

Emisiones nacionales netas de GEI por sector



Fuente: MMA, 2020

AUMENTO DEL EFECTO INVERNADERO

EMISIONES NETAS DE GASES DEL EFECTO INVERNADERO (GEI)

Los principales causantes de esta tendencia de aumento de emisiones de GEI son los sectores Energía y Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS).

TORMENTAS

MAREJADAS

El número de marejadas a nivel nacional se ha incrementado en 3 veces en el periodo 2011-2019.

GLACIARES

Reducción en superficie de glaciares.

INCENDIOS FORESTALES

Aumento en superficie de área quemada

13 AÑOS de MEGASEQUÍA

El índice de sequía muestra déficit de precipitaciones en los últimos 13 años

OLAS DE CALOR

Aumento de 167% del número de olas de calor a nivel nacional entre 1980 y 2019.

DAMNIFICADOS

85 /100.000 habitantes fue la tasa de muertes, personas desaparecidas y afectadas por desastres de cambio climático.

POLÍTICAS DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN

Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) 2020 con meta de Carbono Neutralidad al 2050.

Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y planes sectoriales.

Segundo Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (2017-2022).

Proceso de elaboración de la Ley Marco de Cambio Climático.

Impuesto verde a la emisión de dióxido de carbono de fuentes fijas.

Política Energética (Energía 2050).

Política Forestal 2015-2035.

CONTENIDO

Introducción
1. Antecedentes
2. Estado
  2.1 Temperaturas
  2.2. Precipitaciones
3. Impactos del cambio climático
  3.1. Recursos hídricos y sequía
  3.2. Eventos extremos y desastres
  3.3. Biodiversidad
  3.4 Impacto social
  3.5 Salud humana
  3.6 Infraestructura
  3.7 Energía
  3.8 Sector silvoagropecuario
  3.9 Pesca y acuicultura
  3.10 Turismo
  3.11 Ciudades
  3.12 Carbono negro y sus impactos transversales
  3.13 Impactos en zonas costeras
4. Presión: emisiones de GEI
5. Respuestas frente al cambio climático
  5.1. Marco legal e institucional
  5.2 Conferencia de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP25)
  5.3 Proyecto Ley Marco de Cambio Climático
  5.4 Estrategia Climática de Largo Plazo
  5.5 Actualización de la NDC de Chile a 2020
  5.6 Plan de Acción Nacional de Cambio Climático
  5.7 Gestión de riesgo de eventos extremos y desastres
  5.8 Educación para el cambio climático
  5.9 Financiamiento
  5.10 Impuesto verde
  5.11 Programa HuellaChile
  5.12 Género y cambio climático
  5.13 Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal
  5.14 Acciones del sector privado, academia y la sociedad civil
  5.15 Desafíos
Referencias

INTRODUCCIÓN

Combatir el cambio climático y adaptarse a sus efectos es el mayor desafío que enfrenta hoy la humanidad. El cambio climático y el calentamiento global, cuyas manifestaciones se viven a diario, obligan a que el cuidado del planeta sea un compromiso no solo personal sino, sobre todo, con la sociedad en su conjunto. Por tal razón, Chile se ha planteado a nivel internacional como un país que apoya de manera decidida la acción climática, en el convencimiento de que se debe actuar ahora y no mañana, tratando esta materia como una política de Estado y reconociéndola como uno de los grandes retos nacionales.

1. Antecedentes

La evidencia científica, como un sólido sustento para las políticas y la acción climática, indica que la influencia humana en el sistema del clima es inequívoca y va en aumento, con impactos que se advierten en todos los continentes y los océanos. El reporte especial Calentamiento Global de 1,5 °C (Panel Intergubernamental del Cambio Climático [IPCC], 2018) afirma que el calentamiento ya alcanza 1 °C y que, con la tasa actual de emisiones globales de gases de efecto invernadero, los 1,5 °C se alcanzarían entre los años 2030 y 2052. También pone en evidencia los impactos que ocurrirían en los ecosistemas, la salud humana y el bienestar al limitar el calentamiento a 1,5 °C, comparado con 2 °C por sobre los niveles preindustriales, haciendo un llamado a la urgencia de aumentar la ambición.

Gases de Efecto Invernadero (GEI)

De acuerdo al Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), los GEI son "gases integrantes de la atmósfera, de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera, y las nubes. Esta propiedad causa el efecto invernadero. El vapor de agua (H_2O), dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4), y ozono (O_3) son los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre. Además, existe en la atmósfera una serie de gases de efecto invernadero totalmente producidos por el hombre, como los halocarbonos y otras sustancias que contienen cloro y bromuro, de las que se ocupa el Protocolo de Montreal. Además del CO_2, N_2O y CH_4, el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París abordan otros GEI, como el hexafluoruro de azufre (SF_6), los hidrofluorocarbonos (HFC), y los perfluorocarbonos (PFC)" (IPCC, 2014).

Cambio climático

Es "un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables", de acuerdo con la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático CMNUCC (Naciones Unidas, 1992).

Mitigación del cambio climático

Es la "intervención humana encaminada a reducir las fuentes o potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero"(Panel Intergubernamental del Cambio Climático [IPCC], 2014).

Adaptación al cambio climático

"Proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar o evitar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos" (IPCC, 2014).

Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC)

Son compromisos de los países, tras la firma del Acuerdo de París, con el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. A nivel internacional hay algunos sistemas que evalúan el nivel de compatibilidad de los compromisos de los países, con el Acuerdo de París.

La causa del cambio climático se atribuye a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Estos gases se encuentran presentes en forma natural en el planeta y permiten que la temperatura sea lo suficientemente cálida para el desarrollo de la vida. No obstante, la actividad humana los ha intensificado, en especial mediante la quema de combustibles fósiles y la tala de bosques, razón por la cual se ha producido un proceso de calentamiento.



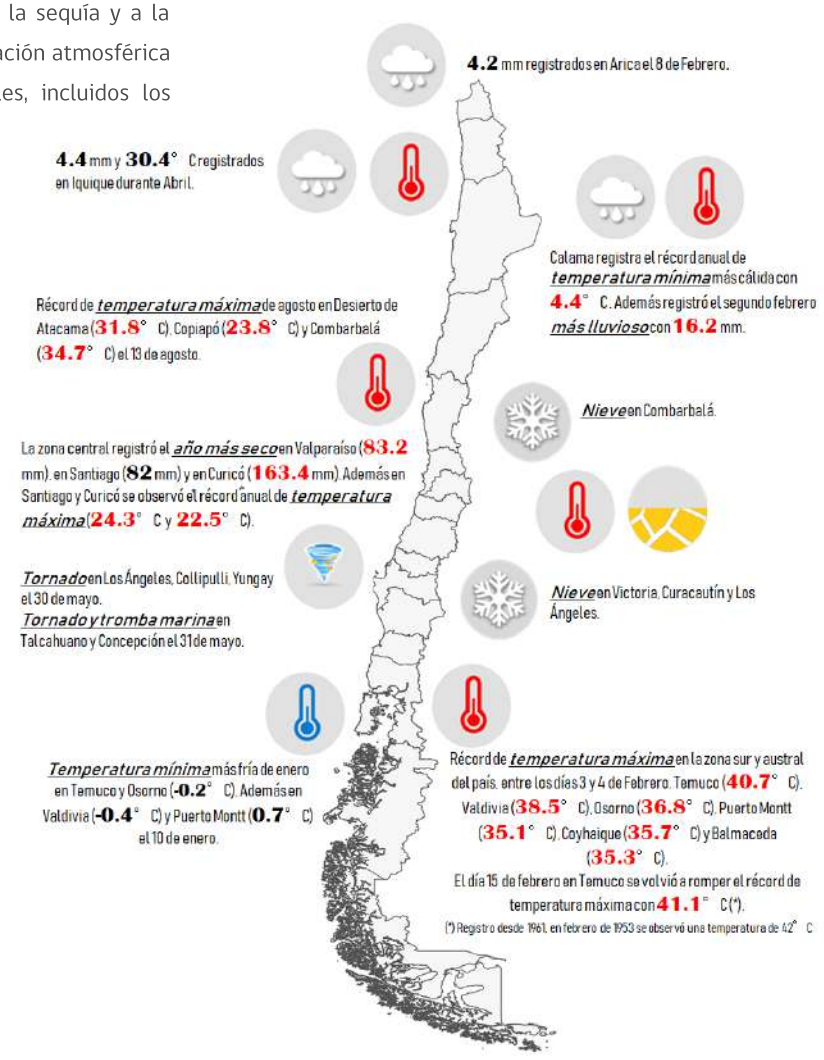
Para limitar el calentamiento a no más de 2°C respecto de la época preindustrial, umbral definido como máximo en el Acuerdo de París, se requerirán fuertes reducciones de las emisiones de GEI, lo que supondrá un importante reto tecnológico, económico, institucional y de comportamiento.

En esta dirección, para aumentar la ambición de sus compromisos en la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile, seinvitó al Comité Científico, formado en el contexto de la COP25, a entregar sus aportes y de esta forma, recoger la visión del mundo científico chileno en materia de cambio climático.

2. Estado del medio ambiente en Chile

Chile es un país altamente vulnerable a los efectos del cambio climático. Cumple con siete de los nueve criterios de vulnerabilidad establecidos por la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) a saber: áreas costeras de baja altura, zonas áridas y semiáridas, zonas con cobertura forestal y zonas expuestas al deterioro forestal, zonas propensas a los desastres naturales, zonas expuestas a la sequía y a la desertificación, zonas de alta contaminación atmosférica urbana y zonas de ecosistemas frágiles, incluidos los ecosistemas montañosos.

Figura 1. Resumen de hechos climáticos relevantes y récords 2019



Fuente: Dirección Meteorológica de Chile, 2020.

2.1. Temperaturas

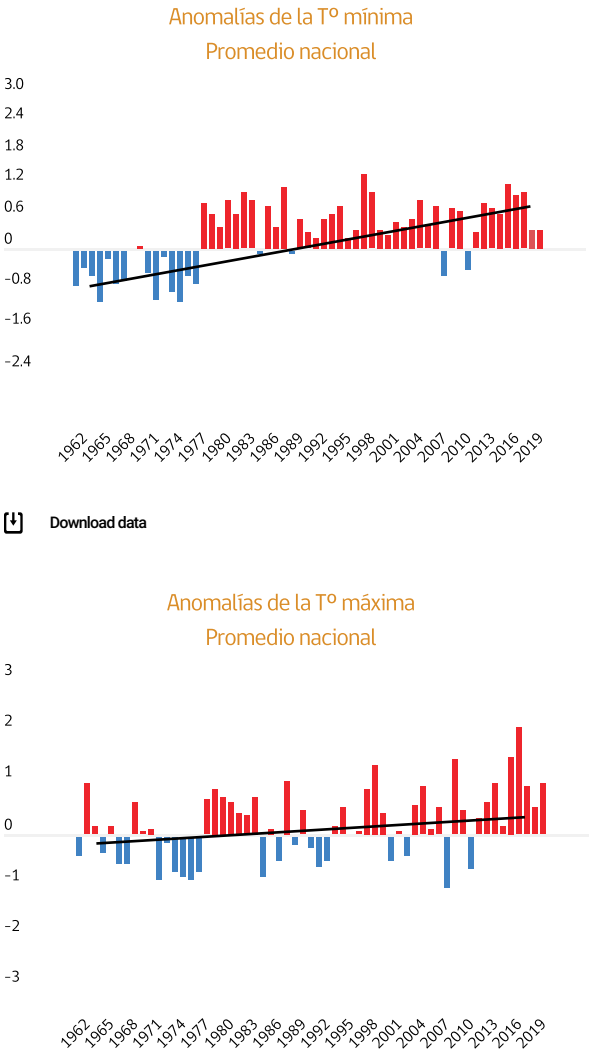
La temperatura se ha elevado significativamente en el planeta, siendo el año 2019 el segundo más cálido desde 1880. Los cinco años más cálidos han ocurrido desde 2015 y los diez más cálidos, desde 2005. El año más cálido ha sido 2016.

En Chile, la evidencia indica un alza de las temperaturas en todo el territorio, con mayor intensidad en la zona norte (entre 1,5 °C y 2,0 °C por encima de la media histórica) y en las zonas cordilleranas del cordón de los Andes en comparación con las áreas costeras. El año 2019 es el tercero más cálido en 59 años y se contabilizan nueve años consecutivos más cálidos que lo normal desde 2011.

En el periodo 1961-2019, el calentamiento o enfriamiento (anomalía de temperatura extrema) de un año respecto a lo normal (promedio 1961-1990) difiere en cinco zonas del país analizadas, aunque en el promedio nacional de estas se observa una tendencia al calentamiento tanto de la temperatura mínima (todas las zonas con calentamiento) como de la máxima (tres zonas con calentamiento), con un claro calentamiento ininterrumpido en ambas temperaturas extremas en los últimos nueve años (**Figura 2**).

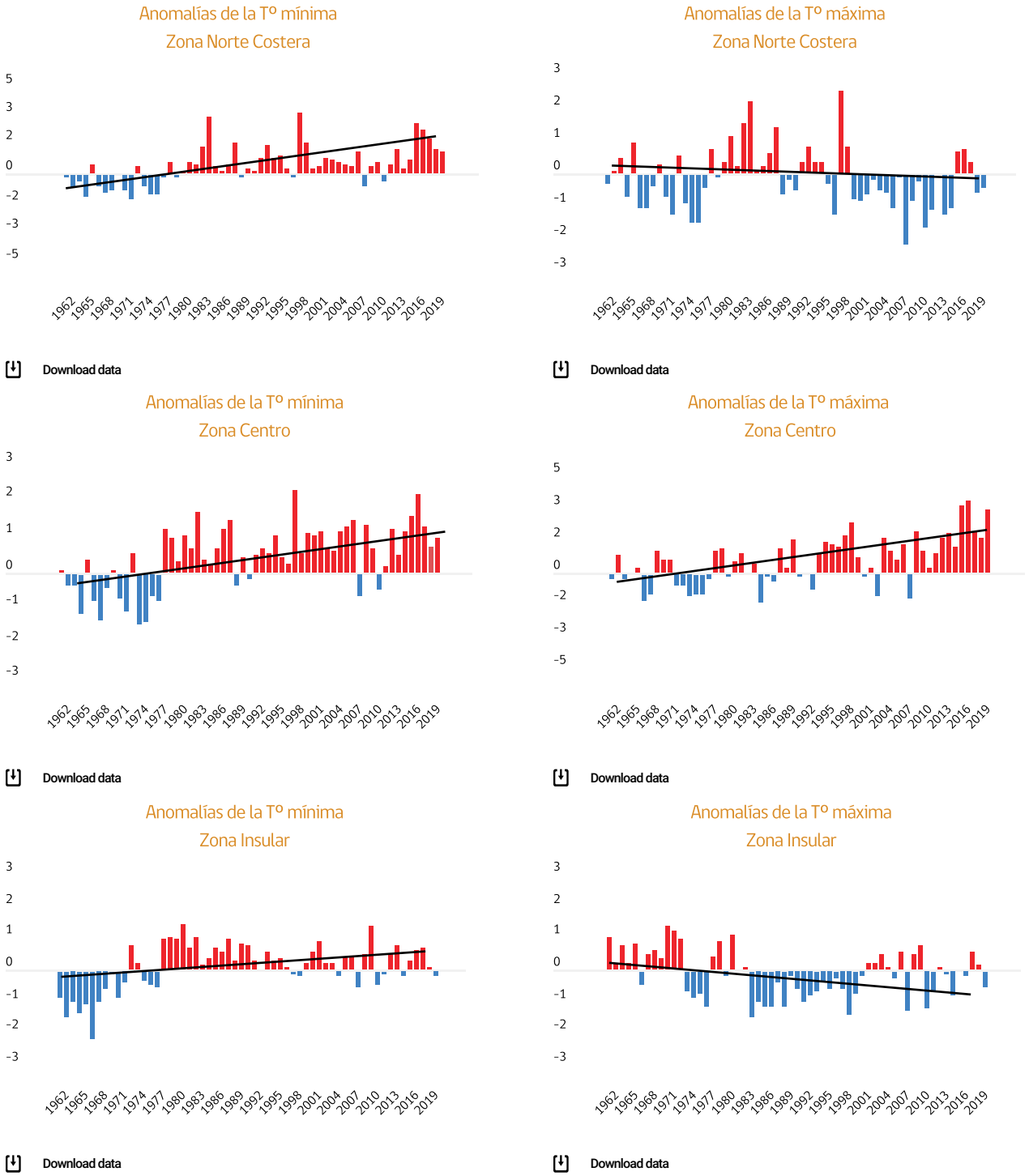
La zona norte costera presenta comportamientos opuestos en las temperaturas mínimas y máximas, una clara tendencia de calentamiento en las primeras y una menos nítida de enfriamiento de las máximas. La zona central muestra una trayectoria más definida de calentamiento en ambas temperaturas extremas. La zona insular no revela patrones muy claros, con un enfriamiento en ambos casos el último año. La zona sur exhibe tendencias al calentamiento en ambas temperaturas extremas, siendo más marcada en la máxima. En la zona austral se advierte una situación similar a la zona sur, pero con un significativo e ininterrumpido calentamiento de las máximas en los últimos quince años (**Figura 3**).

Figura 2. Anomalías de temperatura mínima y máxima a nivel nacional, 1961 - 2019



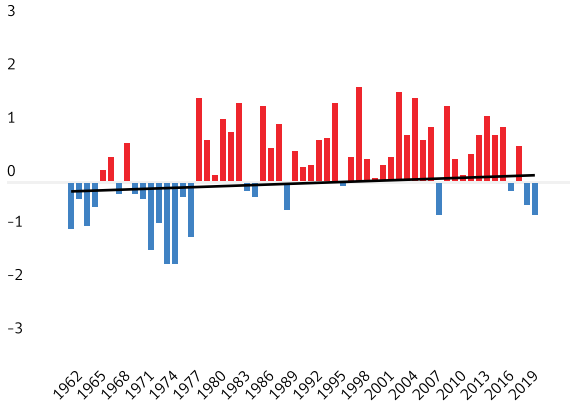
Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2020.

Figura 3. Anomalías de temperatura mínima y máxima a nivel nacional y en zonas del país, 1961 - 2019



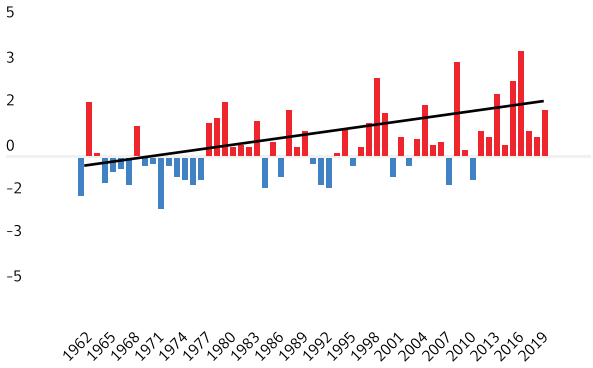
Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2020.

Anomalías de la Tº mínima
Zona Sur



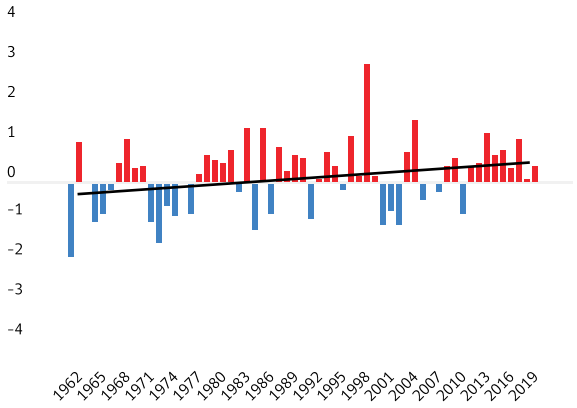
Download data

Anomalías de la Tº máxima
Zona Sur



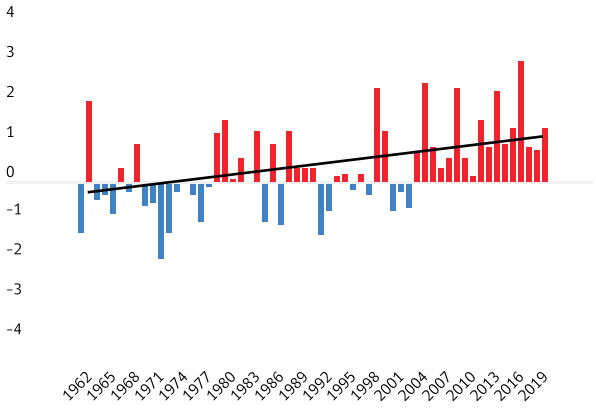
Download data

Anomalías de la Tº mínima
Zona Austral



Download data

Anomalías de la Tº máxima
Zona Austral



Download data

Sobre el promedio del periodo normal (1961-1990)
Bajo el promedio del periodo normal (1961-1990)
Tendencia lineal

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2020.

En un escenario al año 2050[1] se proyecta que las temperaturas extremas, mínima y máxima (**Figura 4** y **Figura 5**), seguirán aumentando en gran parte de las comunas del país (Información para el Desarrollo Productivo [Infodep], 2016).

Figura 4. Temperatura mínima del mes más frío por comuna: línea base y escenario 2050

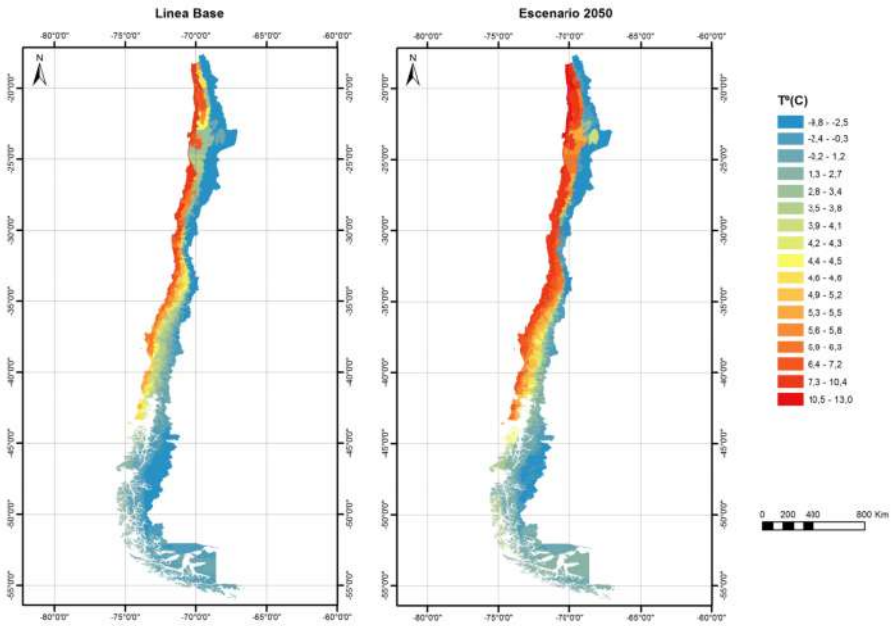
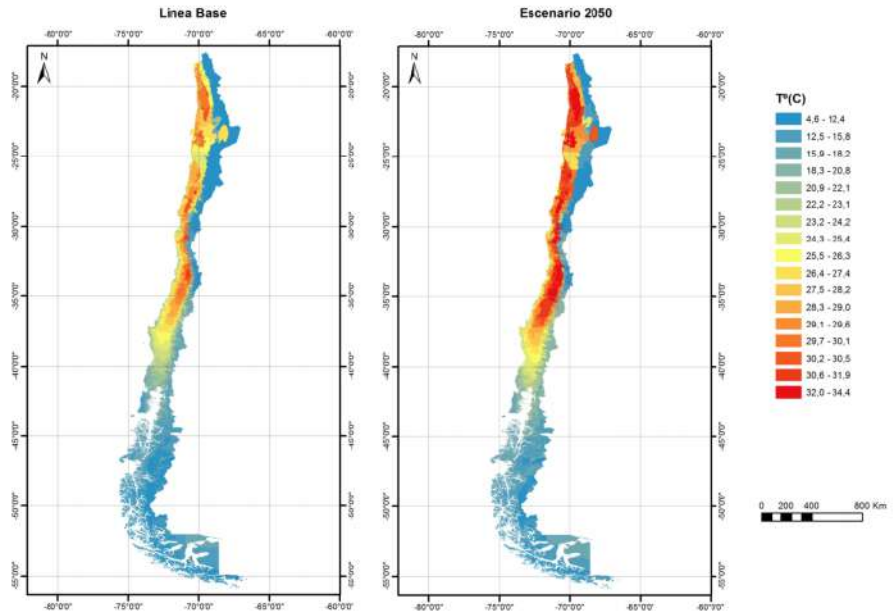


Figura 5 Temperatura máxima del mes más cálido por comuna: línea base y escenario 2050



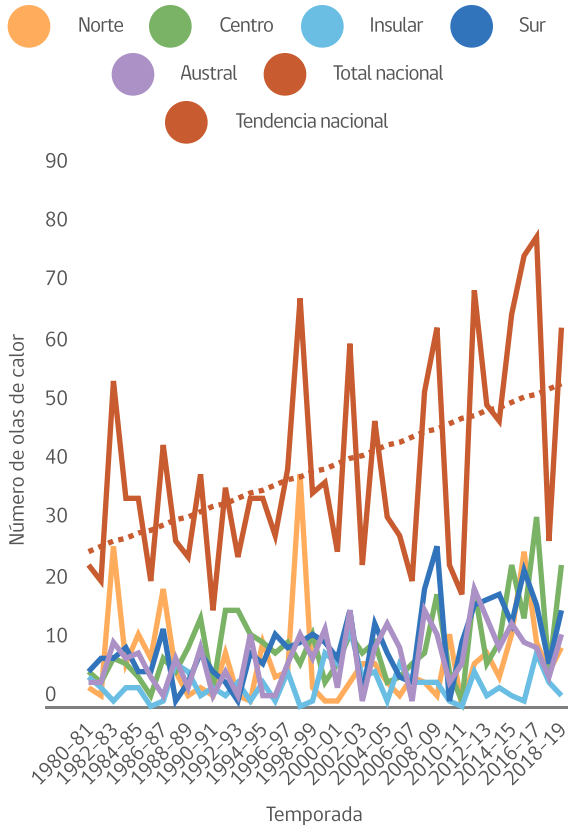
Fuente: Información para de Desarrollo Productivo Ltda (INFODEP), Estudio encargado por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2016.

[1] Para el escenario al 2050 se utilizó un promedio ponderado con 17 de los modelos de circulación general de la atmósfera (CGM) que se han incluido en el Quinto Informe de Evaluación (AR5, 2013) del IPCC. Estos modelos se han generado originalmente considerando la trayectoria de concentración de gases de efecto invernadero (Representative Concentration Pathway) RCP 8.5 para el año 2050, lo que significa que para ese entonces la atmosfera terrestre absorberá y convertirá en calor 8.5 watts/m2 en promedio, los que en el pasado escapaban al exterior. Dicho escenario corresponde al rango más alto de aumento en el forzamiento radiativo de los 4 existentes (RCP 2.6, 4.5, 6.0 y 8.5). Entre los escenarios existentes este parece ser uno de los más probables.

A nivel agregado nacional se aprecia un alza en el número de eventos de olas de calor en el periodo 1980-2019. En la temporada 1980-1981 se registraron 24 eventos, los que llegaron a 64 en 2018-2019. La temporada de mayor número ha sido 2016-2017, con 79 olas de calor. En la temporada 2018-2019 la zona norte-centro marcó la mayor cantidad de eventos (24), seguida por la zona sur (16), austral (12), norte (10) e insular (2) (**Figura 6**).

El porcentaje promedio de noches cálidas por año en el país exhibe un aumento en el periodo, pasando de 7% en 1961 a 14% en 2019, con los valores más elevados en 1983 (21%), 1997 (25%) y 2015 (21%). La zona norte es la que anota los valores más altos esos años (43%, 44% y 42%, respectivamente), marcando Arica el récord de noches cálidas de 67% el año 2015. En 2019 la zona norte presentó también la mayor proporción (17%), siendo Calama la localidad con más noches cálidas (32%) (**Figura 7**).

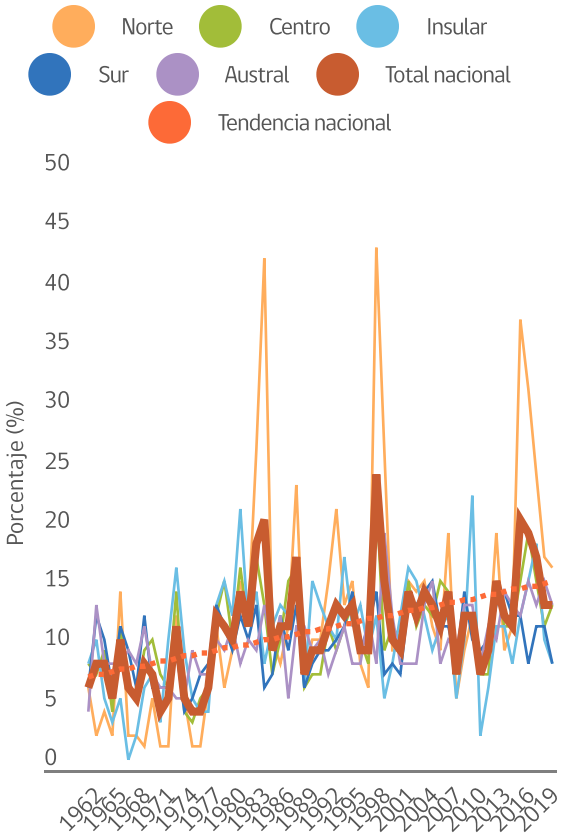
Figura 6. Olas de calor a nivel nacional y por zona, por temporada, 1980 - 2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2020.

Figura 7. Noches cálidas a nivel nacional y por zonas, temporadas 1961 - 2019



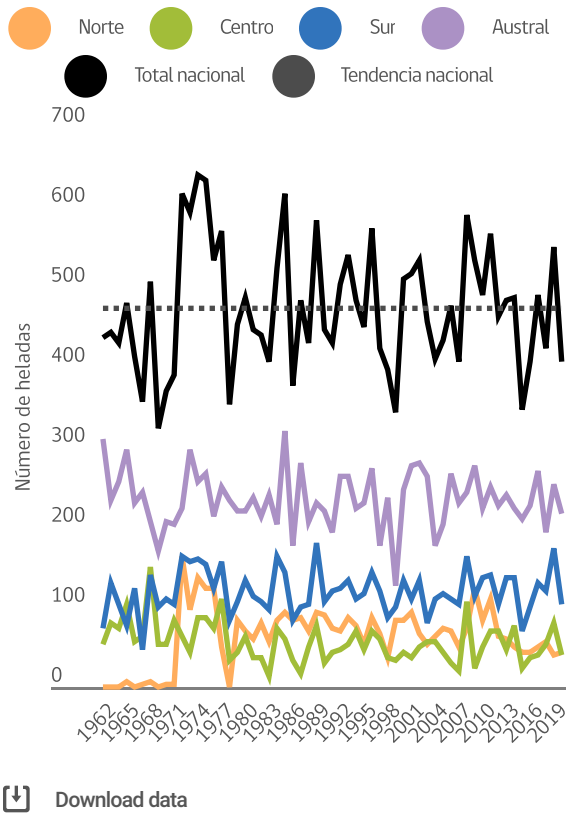
Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2020.

El número total de heladas a nivel nacional tiene bastante variación en el periodo 1961-2019, sin una tendencia definida, siendo el año 1968 el de menor número (324) y 1973, el de mayor cantidad (640). En 2019 se redujo el número de heladas con relación al año anterior, alcanzando a 406. El comportamiento de las heladas y su impacto es distinto según zona del país. En la zona central, donde existen cultivos agrícolas que pueden resultar dañados por las heladas, se advierte que estas han disminuido entre 2018 y 2019; por ejemplo, de 14 a 9 días en Santiago, de 22 a 12 días en Curicó y de 41 a 18 días en Chillán (**Figura 8**).

La temperatura superficial del mar (TSM) promedio manifiesta comportamientos variables en el período 1945-2019. Se observa, primero una tendencia de calentamiento hasta inicios de los 80 y a partir de entonces, una inclinación a la baja del orden de 0,1 °C a 0,2 °C por década. Entre 2017 y 2018 la TSM descendió en las cuatro estaciones de monitoreo seleccionadas; sin embargo, entre 2018 y 2019 solo en Arica se redujo, subiendo en Antofagasta, Caldera y Valparaíso (**Figura 9**).

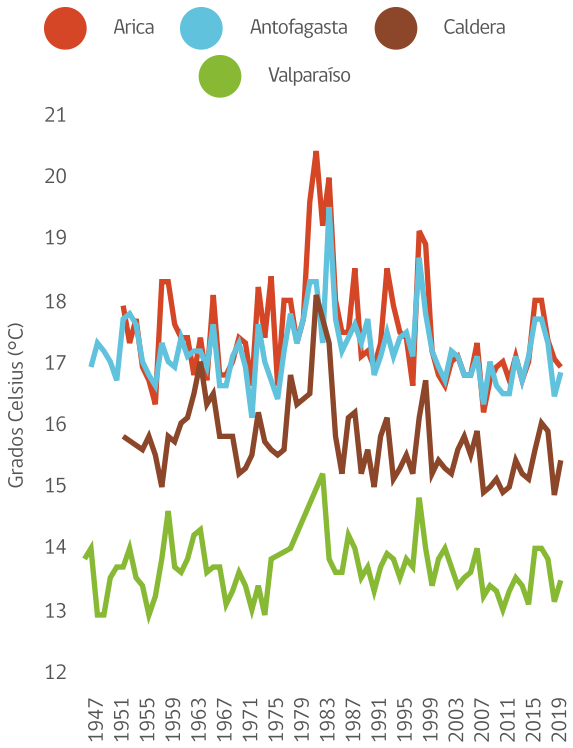
Figura 8. Heladas a nivel nacional y por zonas, 1961-2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2020.

Figura 9. Temperatura superficial promedio del mar en estaciones de monitoreo seleccionadas, 1945-2019

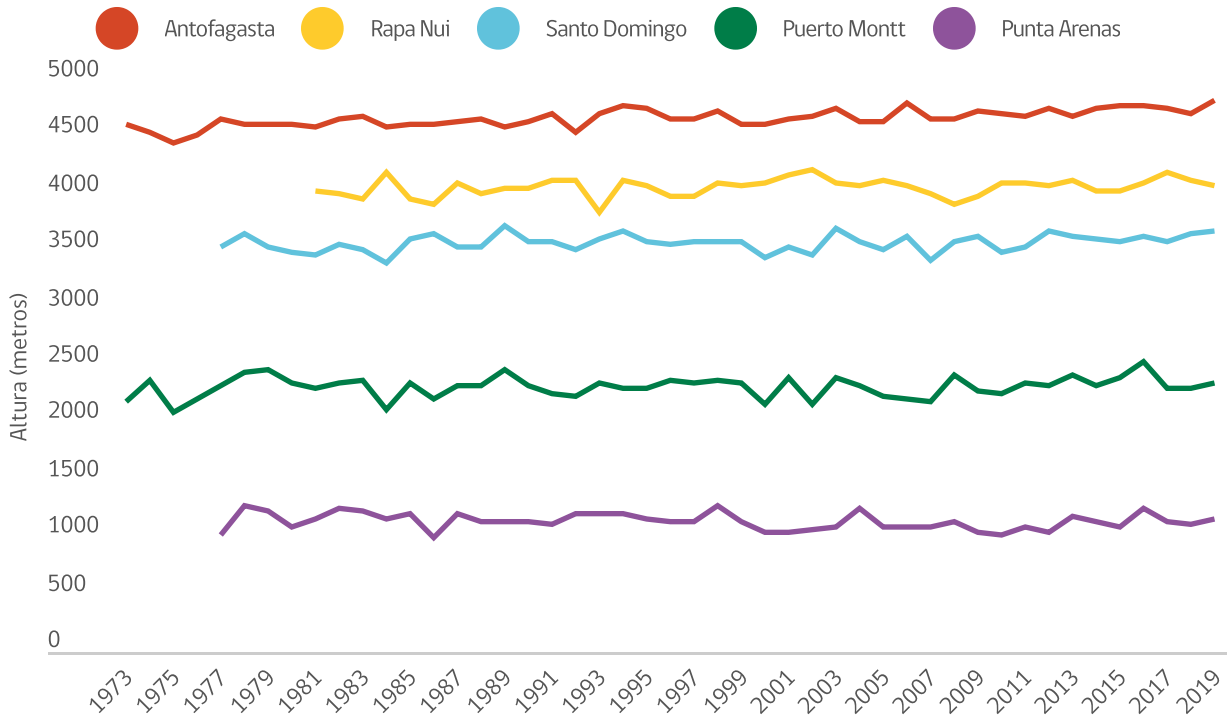


Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA), 2020..

De acuerdo con la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), la isoterma cero se define como la altura donde la temperatura del aire es igual a 0 °C, sirviendo como referencia del nivel donde la precipitación cambia de líquida (agua) a sólida (nieve). El calentamiento atmosférico debido al cambio climático está provocando un ascenso de la isoterma cero en el país (Carrasco, Osorio y Casassa, 2008). Por ello, los eventos extremos de precipitación y temperatura podrían influir en la ocurrencia de remociones en masa o aumento de caudales, lo que, sumado a la mayor población expuesta, acrecienta el riesgo de ocurrencia de desastres. En la zona norte, centro y sur del territorio se observa un incremento de la altura de la isoterma de 0 °C ("línea de nieve") en el periodo 1973-2019. En Antofagasta, Santo Domingo y Puerto Montt las alzas son de 38, 13 y 10 metros por década, respectivamente (**Figura 10**).

Figura 10. Isoterma cero en lugares seleccionados del país, 1973-2019



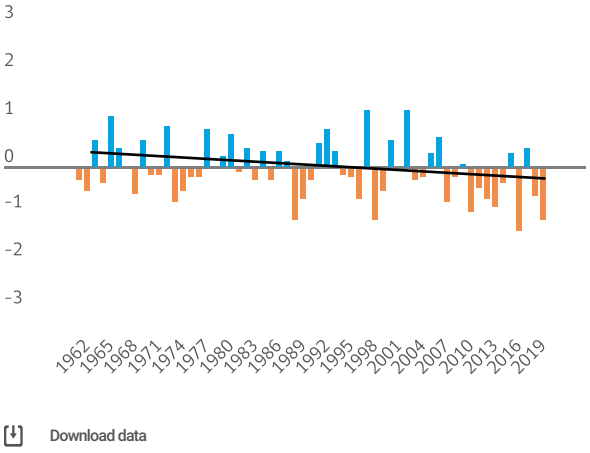
Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2020.

2.2. Precipitaciones

A nivel nacional, la tendencia es a la disminución de las precipitaciones respecto de lo considerado normal (**Figura 11**). La precipitación total anual nacional refleja un déficit de aproximadamente 23% el año 2019, siendo uno de los más secos del periodo 1981-2019.

Figura 11. Anomalías estandarizadas de precipitaciones, a nivel nacional, 1961-2019

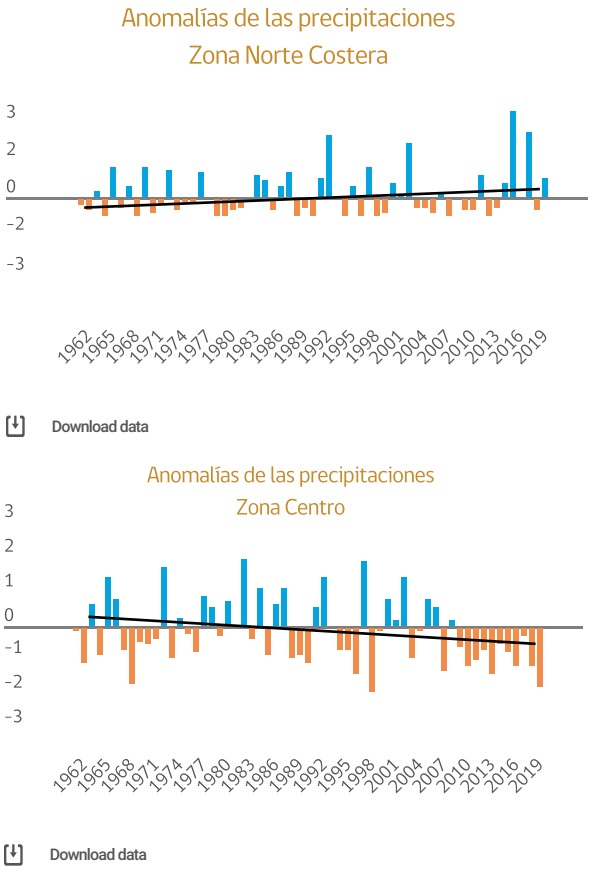


Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2020.

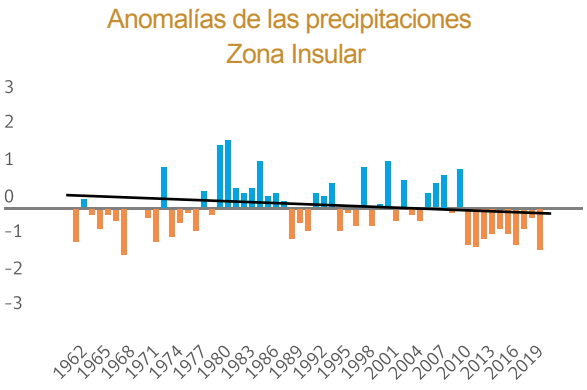
El comportamiento de las precipitaciones entre los años 1961 y 2019 respecto al promedio del periodo normal (1961-1990) varía entre zonas del país. La zona norte es la única que presenta una ligera tendencia lluviosa, pero con gran variabilidad interanual; así, por ejemplo, en 2015 marca un récord histórico de precipitaciones, mientras que en 2019 se encuentra algo sobre lo normal. La zona centro muestra una pequeña merma de precipitaciones, con los últimos once años (2009-2019) consecutivos bajo lo normal y el último año como el segundo menos lluvioso del periodo total. Algo similar sucede en los últimos diez años (2010-2019) en la zona insular.

La zona sur evidencia una significativa tendencia a la baja, con los últimos trece años (2007-2019) bajo lo normal de forma permanente y 2019 como el segundo año menos lluvioso de todo el lapso. En la zona austral la baja es menor y no muy definida, con precipitaciones levemente bajo lo normal en 2019 (**Figura 12**).

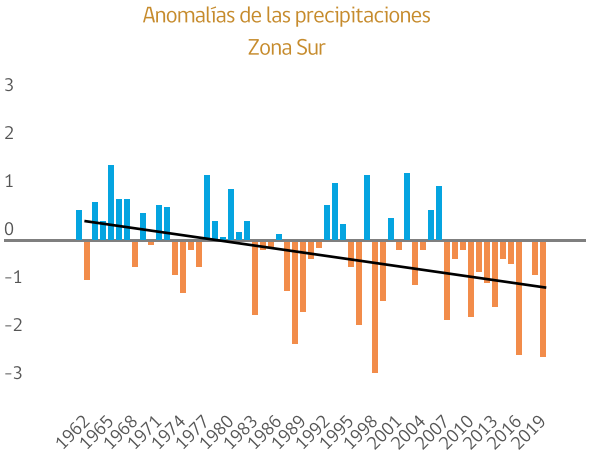
Figura 12. Anomalías estandarizadas de precipitaciones,según zona del país, 1961-2019

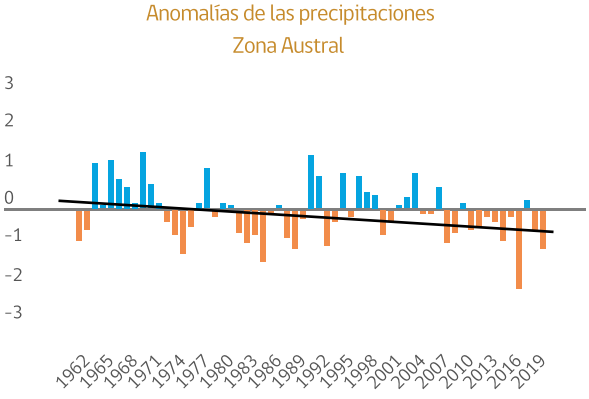


Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2020.



Download data





Download data

Sobre el promedio del periodo normal (1961-1990)
Bajo el promedio del periodo normal (1961-1990)
Tendencia lineal

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2020.



Las proyecciones de las precipitaciones en el país hacia el 2050[2] muestran una disminución, lo que trae como consecuencia un clima más seco en comparación con la media histórica; las áreas más afectadas serán las regiones entre Atacama y Los Lagos, las más productivas desde el punto de vista agrícola y con mayor concentración de población del país (**Figura 13** y **Figura 14**).

Figura 13. Precipitación anual máxima por comuna: línea base y escenario 2050

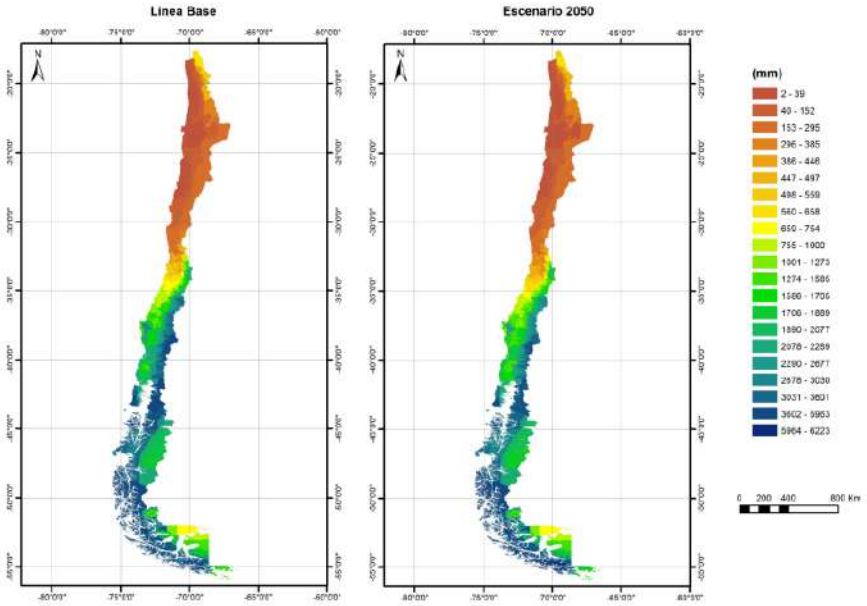
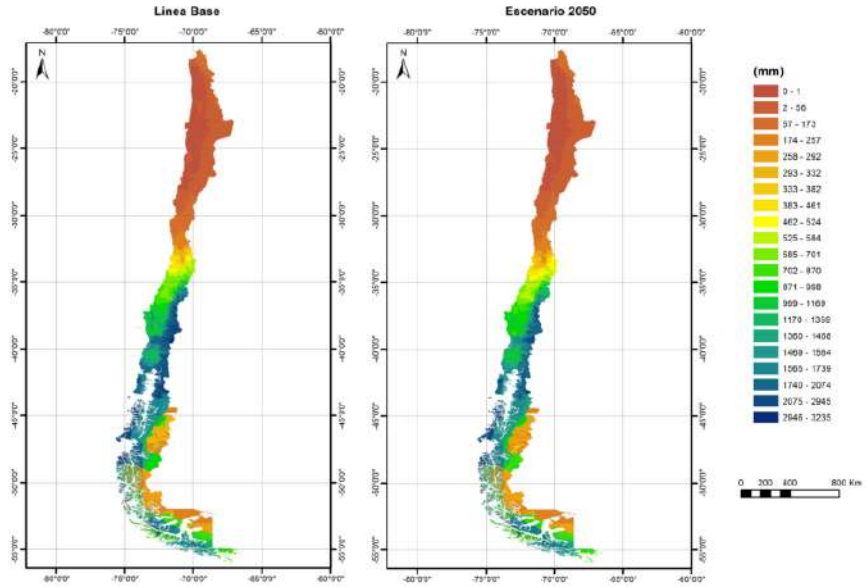


Figura 14. Precipitación anual mínima por comuna: línea base y escenario 2050



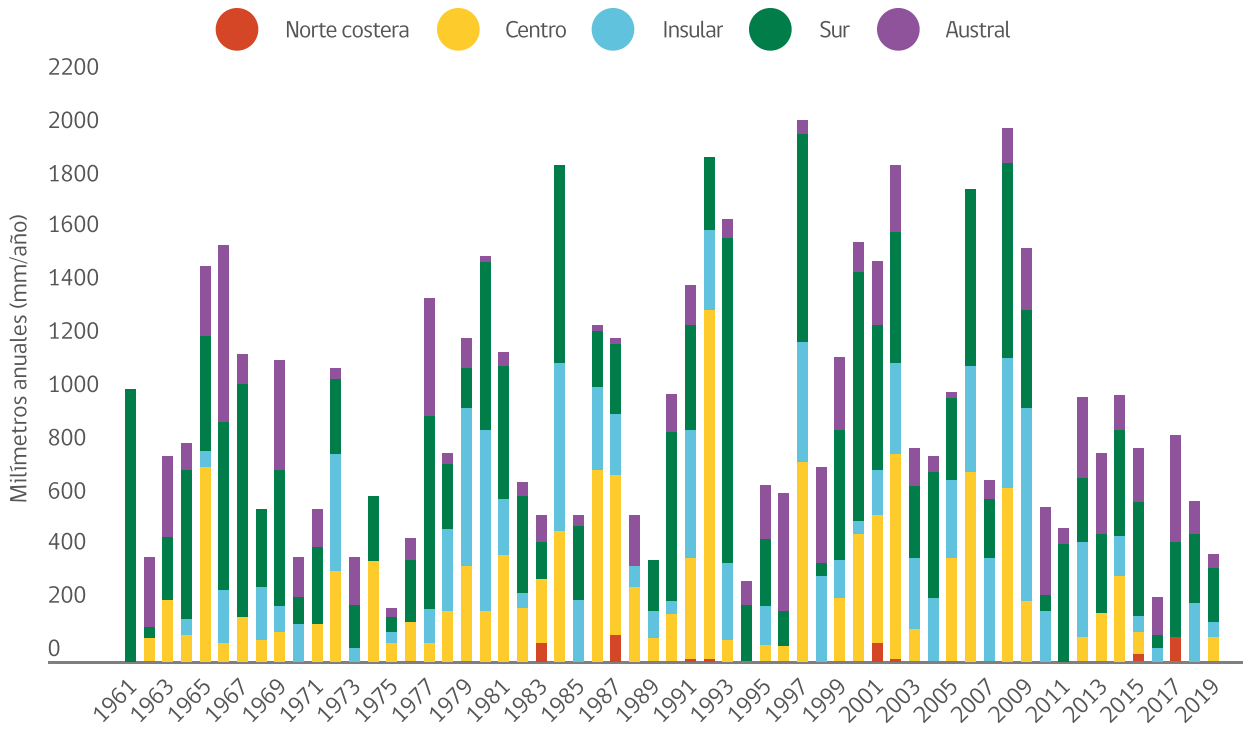
Fuente: Información para de Desarrollo Productivo Ltda (INFODEP), Estudio encargado por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2016.

[2] Para el escenario de fututo 2050 se utilizó un promedio ponderado con 17 de los modelos de circulación general de la atmósfera (CGM) que se han incluido en el Quinto Informe de Evaluación (AR5, 2013) del IPCC. Estos modelos se han generado originalmente considerando la trayectoria de concentración de gases de efecto invernadero (Representative Concentration Pathway) RCP 8.5 para el año 2050, lo que significa que para ese entonces la atmosfera terrestre absorberá y convertirá en calor 8.5 watts/m2 en promedio, los que en el pasado escapaban al exterior. Dicho escenario corresponde al rango más alto de aumento en el forzamiento radiativo de los 4 existentes (RCP 2.6, 4.5, 6.0 y 8.5). Entre los escenarios existentes este parece ser uno de los más probables...

Aunque en la mayor parte de las zonas del país se aprecia una tendencia a la baja de las precipitaciones en el periodo 1961-2019, su intensidad (precipitación extrema) tiene una alta variación. La precipitación extrema corresponde a la suma total del año de la precipitación diaria que sobrepasa el percentil 99% en días que superen 1 milímetro.

Los años de mayores precipitaciones extremas han sido 1992, 1997, 2002 y 2008, superando los tres primeros los 1.800 mm anuales. En los últimos años, en 2016 se verificó la precipitación extrema más baja (242 mm) del periodo histórico total, mientras que en 2017 subió hasta los 852 mm/año. En 2018, en tanto, cayó hasta los 601 mm y en 2019 a 400 mm, concentrados sobre todo en las zonas sur y centro (**Figura 15**).

Figura 15. Precipitación extrema según zona del país, 1961-2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2020.

3. Impactos del cambio climático

La sequía es uno de los impactos más importantes del cambio climático en Chile. Adicionalmente, se estudia la ocurrencia e intensidad de eventos que también podrían ser atribuidos a este fenómeno, tales como inundaciones, remoción en masa generada por aluviones, intensificación de incendios forestales y de marejadas y acidificación del océano. Se pone de manifiesto así que las características geográficas, climáticas, económicas y socioculturales del país son relevantes en su vulnerabilidad y exposición a los impactos del cambio climático.

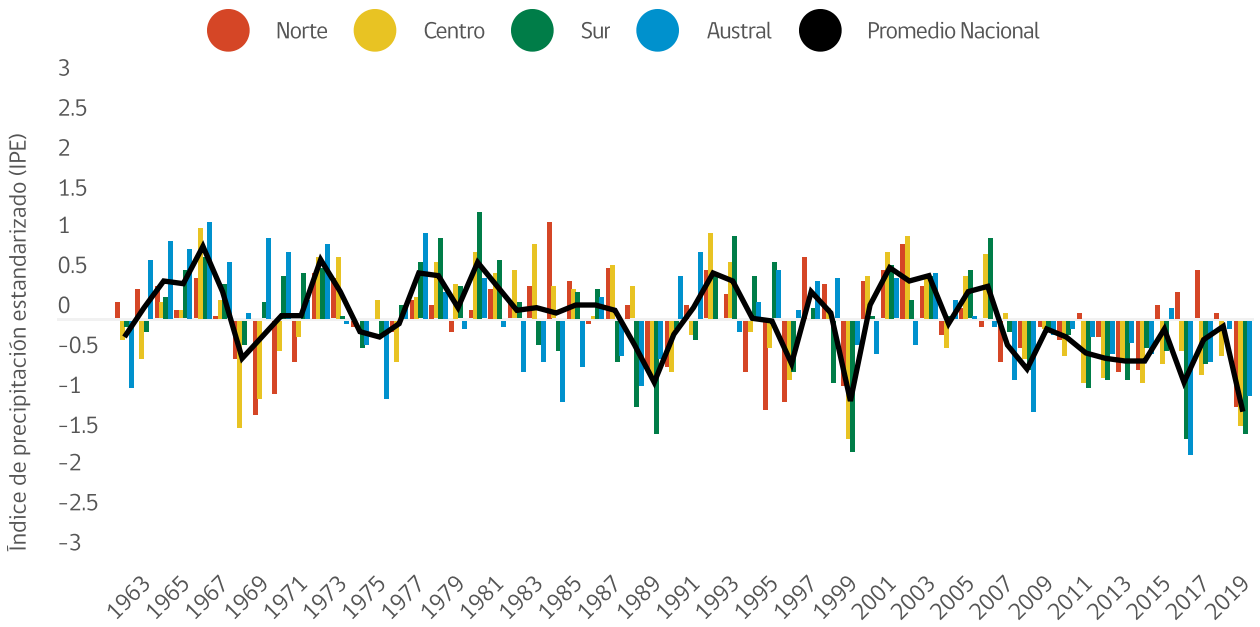


3.1. Recursos hídricos y sequía

Las sequías en Chile son un fenómeno recurrente y se han agudizado a lo largo del tiempo. Hay evidencias científicas que vinculan al menos 25% de la sequía experimentada por el país desde 2009, la más extensa temporal y espacialmente registrada, con el cambio climático antropogénico (**Ver capítulo de Aguas Continentales**).

El índice de sequía (índice de precipitación estandarizado de doce meses) en el periodo 1962-2019 muestra claros eventos multianuales, como el de 1988-1990; resalta particularmente el periodo 2007-2019 de trece años consecutivos con déficit de precipitación (valores negativos), conocido como megasequía (**Figura 16**). En 2019 se anotó el promedio nacional de mayor déficit de los registros históricos, ubicándose en el rango de moderadamente seco (-1,19), con las zonas norte, centro y sur en moderadamente seco y la zona austral en ligeramente seco.

Figura 16. Índice de sequía (índice de precipitación estandarizado de 12 meses), 1972-2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Meteorlógica de Chile (DMC), 2020.

3.2. Eventos extremos y desastres

Entre 1906 y 2019 los desastres de mayor ocurrencia fueron las inundaciones, que representan 25% del total de desastres. A partir de 2011, se puede apreciar una predominancia de desastres ligados a cambio climático, principalmente eventos de tipo hidrológicos (inundaciones, remociones en masa), climatológicos (incendios forestales) y meteorológicos, incluido sistema frontal y de baja presión.

En 2017 se atribuyó a desastres vinculados a cambio climático un valor de 85,01 muertes, personas desaparecidas y afectadas directamente, por 100.000 habitantes. En 2018 no se registraron impactos en personas.



3.3. Biodiversidad

La biodiversidad de Chile es rica y variada, destacando por su alto grado de endemismo, exclusividad y múltiples tipos de ecosistemas que cumplen funciones críticas en el mantenimiento de servicios ecosistémicos claves, tanto para el país como para el resto del mundo (**Ver capítulo de Biodiversidad**).

En esta materia, se proyecta una pérdida importante del patrimonio genético nacional. Se estima que a 2050 tres pisos vegetacionales serían los más afectados, ya que los bioclimas asociados a ellos parecen desconfigurarse. Se trata del bosque caducifolio templado-antiboreal andino de Nothofagus pumilio y Maytenus disticha, en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena; el bosque caducifolio mediterráneo costero de Nothofagus macrocarpa y Ribes punctatum, y el bosque espinoso mediterráneo interior de Acacia caven y Prosopsis chilensis, ambos en las regiones de Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins (Ministerio del Medio Ambiente [MMA], 2014a).

Se pronostican efectos negativos considerables sobre sistemas llamados hotspot o sitios de especial concentración de biodiversidad, como son los humedales altoandinos de la zona norte y especies de flora endémica clasificadas como vulnerables o en peligro de extinción.

los últimos años se han desarrollado distintas proyecciones para los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad (Marquet et al., 2010). Estos análisis se han realizado tanto para especies (Santelices et al. 2012; Cuyckens et al. 2016; Atala, et al. 2017), como para ecosistemas (Bambach et al. 2013; Santibañez, et al. 2013; Luebert y Pliscoff, 2017) e incluso a nivel de diversidad filogenética, junto con la riqueza de especies y géneros, para el caso de la flora mediterránea (Fuentes-Castillo et al., 2019).

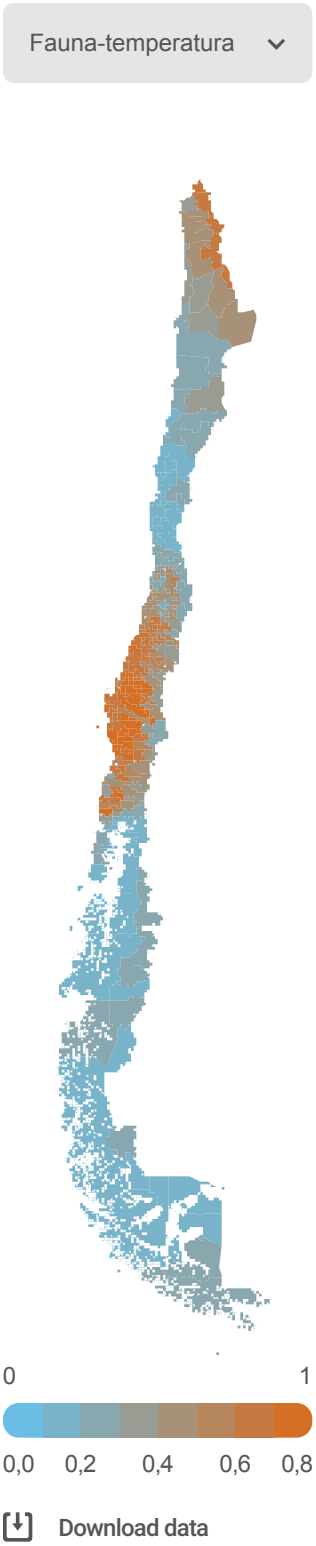
A nivel de especie, en general estos estudios coinciden en una disminución en las áreas de distribución actual, mientras que, para los ecosistemas terrestres de Chile continental, los resultados siguen los principales patrones globales de distribución. Esto es el movimiento ascendente de la costa a las montañas, y el movimiento hacia los polos, desde los ecosistemas del norte hacia el sur, en busca de áreas más húmedas.



Los escenarios de Trayectoria de Concentración Representativa (RCP, por su sigla en inglés) consideran el manejo de escenarios que evalúan distintas estrategias y políticas climáticas de mitigación y de adaptación. Los escenarios RCP 2,6, y RCP 8,5 corresponden a escenarios con distinta concentración de gases de efecto invernadero, sin embargo, su nombre corresponde a una medida de la diferencia de energía entre la radiación solar que entra a la atmósfera y la energía que se irradia, que las concentraciones de gases provocan (Rojas, 2012). De acuerdo con los análisis de los escenarios RCP, se estima que a nivel de ecosistemas los patrones de variación por el cambio climático presentarán una modificación en la distribución, composición y estructura de estos. En términos generales, se estima que los cambios a futuro se presentarían en dos patrones latitudinales, considerando como el límite de estos a la latitud 32°-35°. Desde esa latitud hacia el norte, el patrón de dirección sería hacia el norte y Este. Mientras que, hacia el sur de la latitud señalada, habría una dirección predominante hacia el Sur. Mientras que, las formaciones andinas se moverían a zonas de mayor altitud, es decir hacia el Este. En este sentido, los ecosistemas montañosos tendrían el problema de contar con poco espacio disponible para desplazarse (Luebert y Pliscoff, 2017).

Según el escenario RCP 2,6 para el periodo 2040-2070, de los 125 ecosistemas definidos por Luebert y Pliscoff (2017), 67 presentarían una reducción de la distribución, mientras que 58 presentarían una expansión de la misma. Los ecosistemas que se reducirían en más de 50% corresponden a matorral bajo tropical andinos e inferior, matorral desértico tropical interior, dunas tropicales costeras, bosque siempreverde templado andino e inferior, bosque resinoso templado costero y bosque esclerófilo mediterráneo andino. En el escenario RCP 8,5 para el periodo 2040-2070, se reduciría la distribución de 70 ecosistemas.

Figura 17. Índice de riego por cambio climático de flora y fauna según Precipitación y temperatura, por comunas



Fuente: Elaboración propia en capas CR2- Centro UC Cambio Global; 2020.

Recientemente se publicó un estudio sobre el riesgo de la biodiversidad ante el cambio climático basado en tres criterios fundamentales: i) diferencia entre el clima actual y futuro, según las variables de precipitación y temperatura; ii) porcentaje de pérdida de superficie, según los porcentajes designados por categorías de estado de conservación; iii) vulnerabilidad, según la sensibilidad y capacidad de adaptación de las especies (CR2- Centro UC Cambio Global, 2020). Considerando solo temperatura, este análisis concluyó que la flora del país tendría el mayor riesgo en el altiplano y en el área andina de la zona centro sur, desde la región del Maule a la región de los Lagos. En relación con el análisis de precipitación para flora, la zona de mayor riesgo coincide solo con la zona centro sur que arrojó el análisis sobre temperatura. El análisis de fauna presenta conclusiones similares en cuanto a la zona centro sur definida para flora, pero con patrones de menor magnitud (Mapa 15; CR2- Centro UC Cambio Global, 2020).

Desde otro punto de vista, es importante enfatizar la relevancia de las áreas protegidas para la conservación de la biodiversidad ante los efectos del cambio climático. En efecto, Fuentes-Castillo et al. (2019), mediante una predicción de los patrones de diversidad filogenética y riqueza de géneros y especies de flora de la región mediterránea de Chile, en los escenarios RCP 2,6 y RCP 8,5, concluyeron que la mayor pérdida, considerando promedios de especies y géneros, ocurrirá fuera de las áreas protegidas, mientras que la ganancia de especies y géneros sería mayor dentro de estas áreas.



3.4. Impacto social

Chile también posee una gran diversidad cultural y social, con 12,8% de población indígena, un significativo aumento de migrantes -que pasaron de representar 0,81% del total nacional en 1992 a 4,35% en 2017-, un 16,2% de adultos mayores y 12,7% de personas en situación de discapacidad.

La diversidad cultural, social y natural del país es una de sus riquezas más valiosas, por lo que incorporarla en la toma de decisiones -incluir, por ejemplo, los conocimientos de las comunidades indígenas y locales, cuando estén disponibles-, junto con preservar y restaurar la biodiversidad y expandir las soluciones basadas en la naturaleza, son elementos que permitirán construir un Chile resiliente.

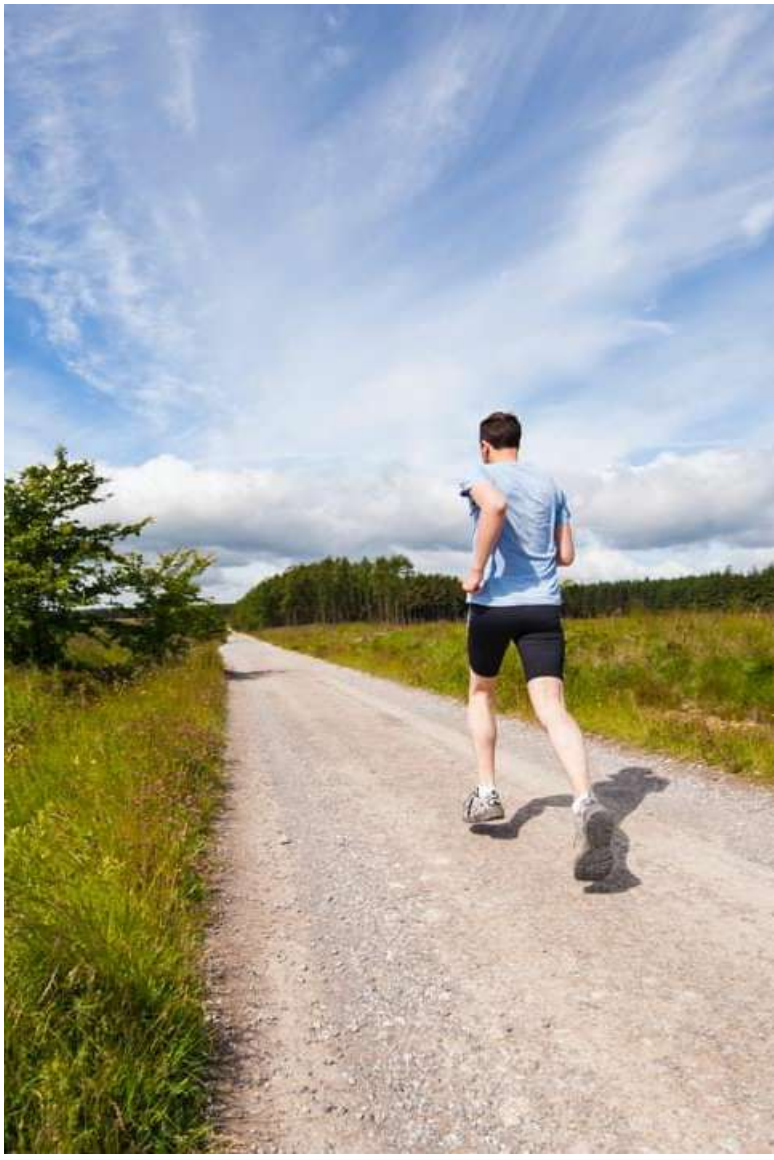
También son relevantes los gobiernos y las comunidades locales, dado que los territorios afrontan directamente los impactos del cambio climático, donde la capacidad de responder a dichos impactos se vuelve clave para amortiguar los daños y pérdidas que pueden provocar los eventos extremos. En suma, fortalecer la capacidad de respuesta de la población y de las instituciones ante el desafío de un futuro incierto y cambiante es una tarea fundamental del proceso de adaptación al cambio climático.

A pesar de que el país, al igual que el resto del mundo, se ve enfrentado a la pandemia del Covid-19, existe la plena convicción de seguir avanzando hacia un desarrollo bajo en emisiones y una hoja de ruta que permita, una vez superada esta emergencia sanitaria, la reactivación económica con la sustentabilidad como eje.



3.5. Salud

Hay una conexión muy directa entre los cambios ambientales que surgen del calentamiento global y grandes amenazas para la salud humana. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2016) en 2012 perdieron la vida 12,6 millones de personas por vivir o trabajar en ambientes poco saludables. Esa cifra de fallecimientos atribuibles al medio ambiente representa 23%, casi una cuarta parte del total mundial de muertes ese año.



En Chile, se proyecta el aumento de algunas enfermedades ya existentes, condiciones para el ingreso de nuevas enfermedades y agravamiento del efecto de ciertas variables ambientales en la salud de la población. En la zona centro-sur podría haber un alza de enfermedades transmitidas por roedores y garrapatas (hantavirus y rabia) y en el Norte Grande se favorecería el desarrollo de enfermedades vectoriales como la malaria, de la cual el país está libre, y el dengue, prácticamente ausente en el territorio continental.

Como consecuencia de sequías e inundaciones se reduciría la calidad y la disponibilidad de agua y de alimentos, lo cual podría tener impactos en la nutrición y en la calidad de vida de la población, así como en la incidencia de algunas enfermedades no transmisibles.
La mayor frecuencia e intensidad de las olas de calor tendrá impactos negativos en la salud física y mental de las personas.

3.6. Infraestructura

Las redes de infraestructura se verán afectadas por los impactos físicos asociados a la variabilidad y cambio climáticos, pero también desempeñarán un papel esencial en el desarrollo de la resiliencia a esos impactos. Es posible que, por el cambio climático, la infraestructura existente deba ser adaptada o administrada de manera diferente. Por último, será necesario construir infraestructura adicional, como los diques, para abordar los impactos físicos del cambio climático (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OECD], 2018).



El cambio climático impacta en el mantenimiento vial y en pérdidas de conectividad, construcción y política de adaptación. Las medidas de adaptación proactivas dan como resultado costos fiscales más bajos y tasas de conectividad más altas (Schweikert et al., 2014).

El aumento en la frecuencia e intensidad de eventos hidrometeorológicos extremos pondría en riesgo la infraestructura pública construida (obras de vialidad, puentes, puertos e infraestructura hídrica, entre otras), con impacto importante sobre los servicios provistos por estas obras. En el caso de las marejadas, habría riesgo para las poblaciones que habitan en el borde costero.

3.7. Energía

Los principales impactos proyectados tienen relación con la generación de energía hidroeléctrica, que depende de la disponibilidad de los caudales de ríos, los cuales se verían disminuidos. En Chile, en el escenario de mayores emisiones de GEI, el potencial de generación hidroeléctrica del Sistema Interconectado Central (SIC) presentaría una merma de entre 11% (período 2011-2040) y 22% (período 2071-2099) y de 10% a 16% para los mismos períodos en el escenario de menores emisiones (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [Cepal], 2012).



3.8. Sector silvoagropecuario

Se esperaría un desplazamiento de los cultivos agrícolas hacia el sur, junto con una menor disponibilidad de aguas para riego en la zona central, generando cambios en la producción y en los ingresos netos, que serían negativos en las zonas norte y centro, y positivos en las zonas sur y austral dependiendo del tipo de cultivo. La población más vulnerable sería la dedicada a la agricultura del secano interior y secano costero, entre las regiones de Valparaíso y del Biobío, los agricultores de los valles transversales y los ganaderos del secano.



3.9. Pesca y acuicultura

Se podría afectar la captura pesquera nacional. La captura de anchoveta podría verse incrementada si la TSM baja en 0,02 °C/año, pero ocurriría lo contrario si se eleva en 0,034 °C o en 0,025 °C/año (Yáñez et al., 2014 citado en MMA, 2014a). Si la TSM sube entre 1,0 °C y 2,3°C hacia el año 2050 se esperarían leves disminuciones (alrededor de 5%) en las capturas de la pesca con palangre del pez espada (Silva et al., 2015 citado en MMA, 2014a).

En la acuicultura el aumento futuro en el nivel del mar podría afectar los centros de cultivo por cambios de la salinidad de las aguas estuarinas. Además, es factible que este efecto favorezca la incidencia de plagas y/o enfermedades en estos recintos.

3.10. Turismo

La proyección de una condición más tropical en el norte del país puede tener efectos positivos en el turismo de costa. Sin embargo, habría otros impactos negativos, derivados del ascenso de la línea de nieves (isoterma cero), el derretimiento de glaciares, la aceleración de los ciclos reproductivos de distintas plagas (por ejemplo, zancudos en el Norte Grande, tábanos y coliguachos en el centro y sur, algas como el Didymo en la zona sur y austral) y la incidencia de eventos extremos. En los campos de hielo y glaciares de la zona austral implicaría efectos negativos sobre el turismo, que constituye una de las actividades económicas más importantes de esta zona (MMA, 2014a).



3.11. Ciudades

Para las ciudades es especialmente preocupante el alza de la temperatura y la reducción de precipitaciones, ya que en ellas se concentra la mayor parte de la población del país y es, por lo tanto, donde la demanda por el recurso hídrico se acrecentará. Se proyecta una presión mayor sobre diversos servicios básicos: suministro de agua potable, alcantarillado, sistemas de energía, transporte y salud, en particular entre la población de estratos socioeconómicos más bajos (Proyecto CAS, 2012 citado en MMA, 2014a).



3.12. Carbono negro y sus impactos transversales

Existen múltiples impactos del aerosol de carbono negro (CN) en la calidad del aire, la disponibilidad de agua y el clima en la criósfera andina (Molina et al., 2015). Como consecuencia del carbono negro, los glaciares en retroceso afectan directamente los recursos hídricos, la agricultura y la producción de energía en la región andina de Sudamérica.



3.13. Impactos en zonas costeras

El estudio "Determinación del riesgo de los impactos del cambio climático en las costas de Chile" (MMA, 2019) realizó proyecciones de la amenaza, exposición, vulnerabilidad y riesgo de los sistemas humanos y naturales de la zona costera ubicados en 104 comunas de Chile continental, además de Rapa Nui y el archipiélago Juan Fernández, con miras a sentar las bases para el diseño de políticas y la implementación de medidas de adaptación.

Según se expone en ese trabajo, en Chile han aumentado los eventos de marejadas por año y en todo el país, incluida Rapa Nui y Juan Fernández, se espera un ascenso del nivel medio del mar de entre 0,15 a 0,18 [m] ±0,1 [m] para el 2045 y del orden de 0,65 ±0,3 [m] para fines de siglo. Esta subida del nivel medio del mar, sumada a la mayor frecuencia e intensidad de las marejadas, redundará en daño estructural de obras portuarias, frente a lo cual se proponen medidas de adaptación para mejorar las condiciones operacionales y para la gestión de la infraestructura en un contexto de clima futuro más severo que el actual.

El inventario de exposición de los sistemas humanos y naturales localizados bajo los 10 metros sobre el nivel del mar (msnm) identifica un total de 972.623 personas habitando esa área de exposición, 546 caletas de pescadores, 1.692 humedales, 256 campos dunares, 1.172 playas, 156 lugares de interés para la biodiversidad, 1.198 equipamientos (colegios, jardines infantiles, carabineros), 171 terminales marítimos, 475 elementos de infraestructura costera y 477 asentamientos, entre otros elementos. Se definen 12 comunas críticas: Antofagasta, Coquimbo, Viña del Mar, Valparaíso, Pichilemu, Talcahuano, Coronel, Arauco, Puerto Saavedra, Valdivia, Rapa Nui y el archipiélago Juan Fernández.

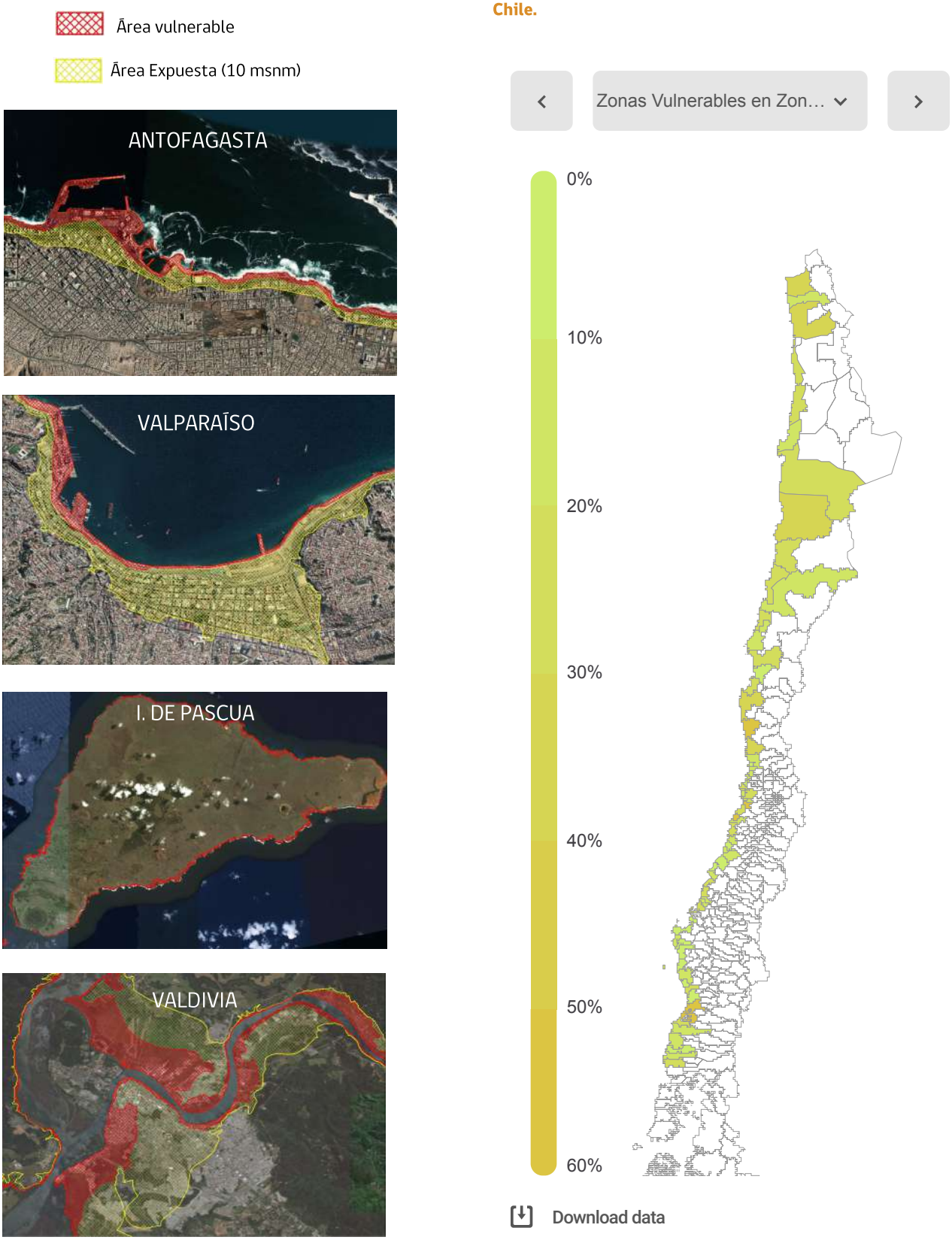
El estudio de vulnerabilidad evalúa si cada objeto del inventario de exposición será o no inundado durante la proyección (2026-2045).

Se concluye que 589 manzanas censales, 46.357 personas y 18.338 viviendas pasarían a ubicarse en zonas de inundación. Lo mismo ocurriría con 17 puentes, 4.245 puntos de la red vial, 8 centros de distribución de energía por hidrocarburos, 1 central termoeléctrica, 2 subestaciones y 53 elementos de infraestructura sanitaria. Con respecto al equipamiento comunal, 10 edificaciones de bomberos, 7 establecimientos de salud, 49 de educación y 5 de policía estarían situados en zonas inundables (**Figura 18**).

El estudio de vulnerabilidad en playas determina los cambios en la posición de la línea litoral para 35 playas en las regiones de Antofagasta, Coquimbo, Valparaíso, O'Higgins y Biobío. Los resultados indican que 9% de estas playas presenta erosión alta (mayor a 1,5 m anuales), 71% erosión, 11% un estado estable y solo 9% acreción (Figura 18). Los casos de mayor erosión corresponden a extensos litorales arenosos, asociados a campos dunares y humedales. Las playas localizadas entre Arica y el Canal de Chacao experimentarán retrocesos medios de entre 3 y 23 metros por efecto de cambios en oleaje y nivel del mar en el período 2026-2045.

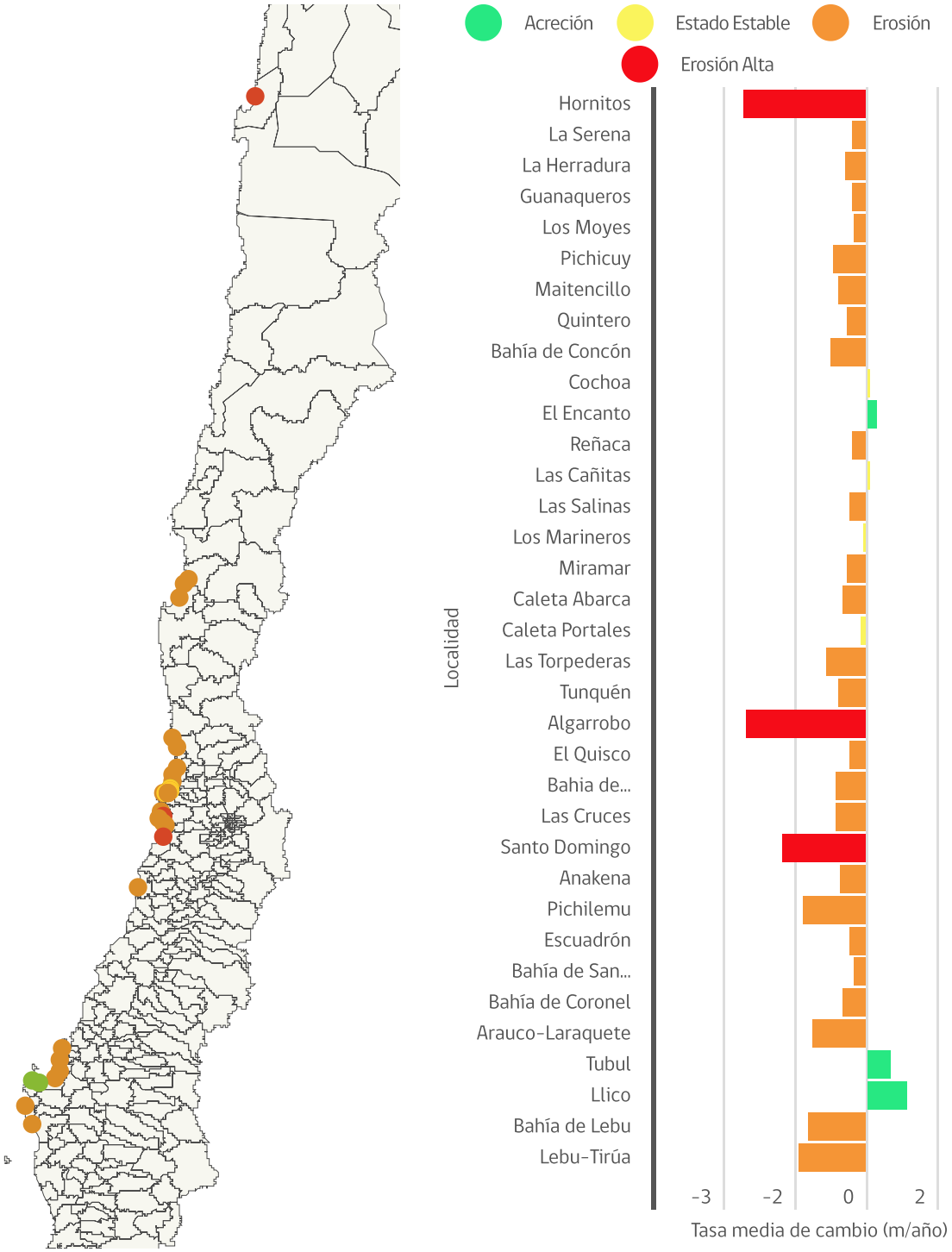
En el estudio de vulnerabilidad en puertos se analiza el impacto histórico ligado a la pérdida de disponibilidad de sitios de atraque debido a oleaje (downtime). Se concluye que, entre 2008 y 2017, se registraron 9.097 cierres de puerto en 19 capitanías expuestas al Océano Pacífico de las cuales se contó con información. Los puertos con mayor cantidad de cierres son Arica (850), Tocopilla (802) y Quintero (761). Se evalúa el downtime operacional en 9 puertos en Chile (Arica, Iquique, Mejillones, Antofagasta, Coquimbo, Quintero, Valparaíso, San Antonio y San Vicente), estimándose pérdidas de 4,12 millones de dólares anuales y ganancias por 6,34 millones de dólares anuales, dando como resultado ganancias netas de 2,22 millones de dólares anuales como efecto del cambio climático.

Figura 18. Cambio Climático: Vulnerabilidad de Costas de Chile.



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

Figura 19. Estado de erosión, estabilidad o acreción de Playas.



Download data

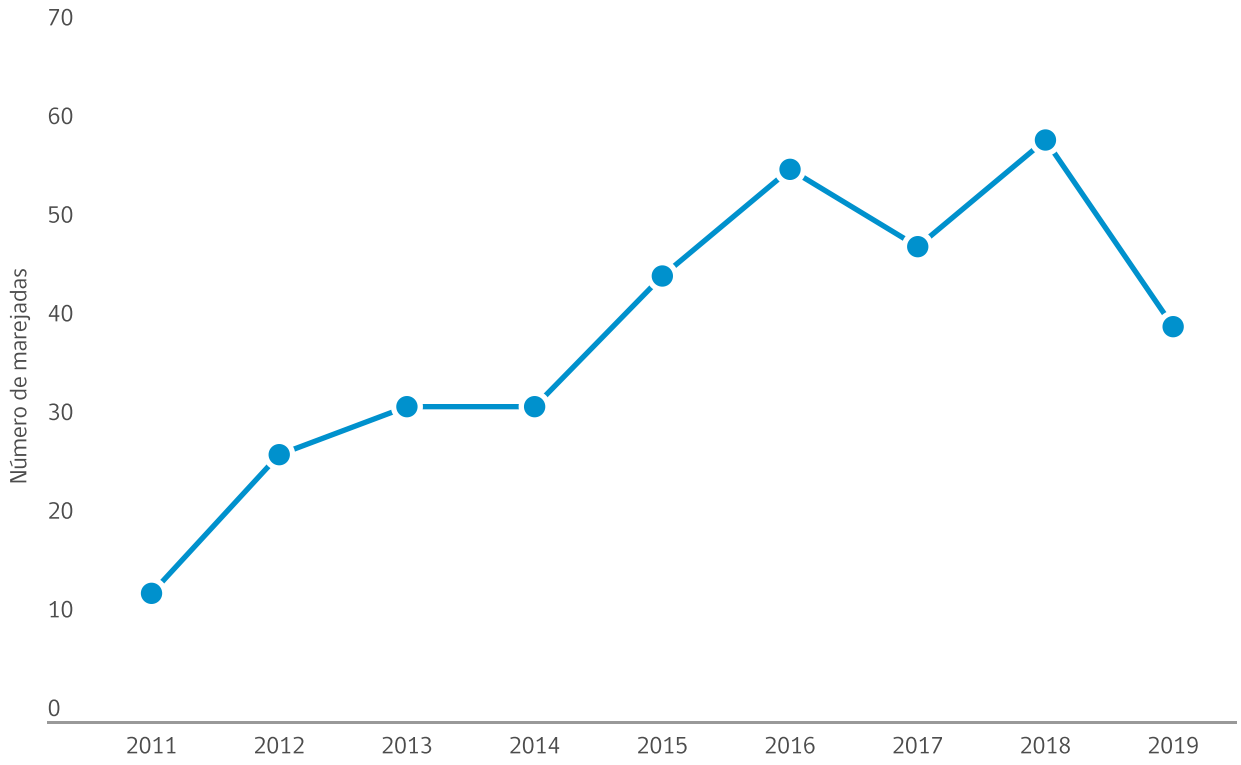
Download data

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

Las marejadas pueden afectar especialmente a los asentamientos costeros, la pesca, la acuicultura y la infraestructura crítica, como puertos o centrales de generación energética. El número de marejadas a nivel nacional ha crecido tres veces en el periodo 2011-2019, alcanzando un máximo de 59 alertas el año 2018 y 40 en 2019 (**Figura 20**). Del total de marejadas de ese último año, solo tres fueron consideradas anormales; es decir, reunieron características diferentes a los valores promedio de oleaje (altura, dirección, período), ingresando a las bahías y puertos, ocasionando daños severos a la infraestructura costera, además de inundaciones por sobrepasos, reducción de playas, cortes de tránsito y suspensión de otras actividades.



Figura 20. Marejadas a nivel nacional, 2011-2019.



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA), 2020.

4. Presión: Emisiones de GEI

El aumento de las emisiones globales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) es la causa del cambio climático.

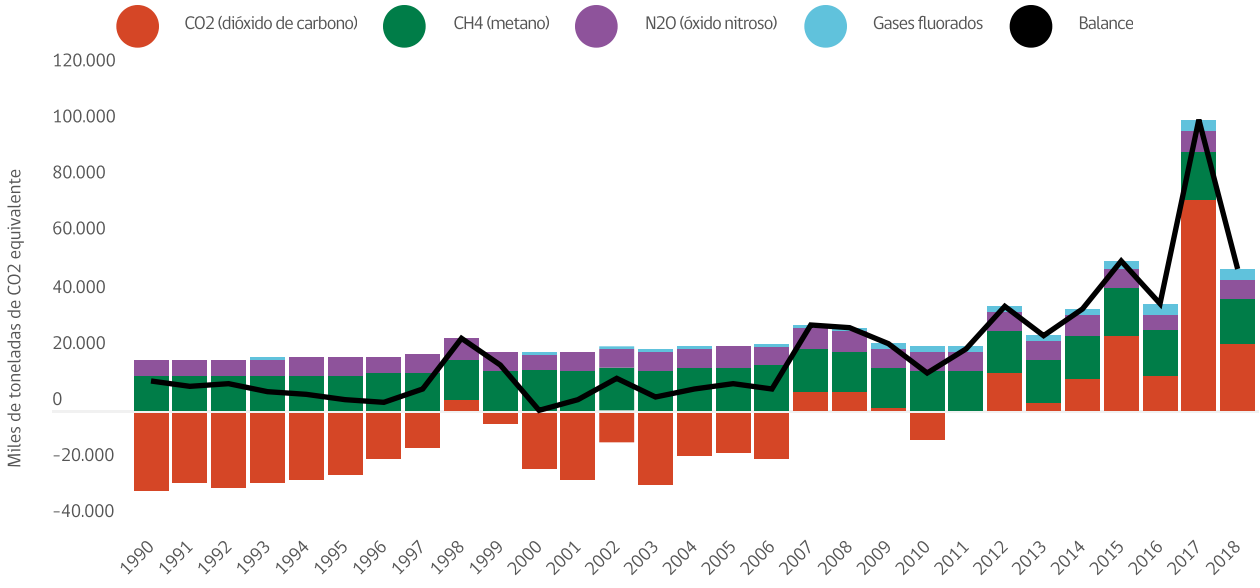
Las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) se asocian principalmente a la quema de combustibles fósiles, la producción de cemento y la extracción de minerales y la captura de este gas se debe el proceso de fotosíntesis de los bosques. El metano (CH_4) se vincula sobre todo a la descomposición de materia orgánica de la agricultura y vertederos; el óxido nitroso (N_2O), en mayor medida al uso de fertilizantes y quema de combustibles fósiles, en tanto los gases fluorados (HFCs, PFCs y SF_6) están relacionados con procesos industriales.

Las emisiones globales de GEI se elevaron cerca de 40% entre 1990 y 2016, alcanzando ese último año cerca de 50 mil millones de toneladas de CO_2 equivalente (World Resources Institute, 2020).

De ese total de emisiones de GEI, el CO_2 fue el de mayor participación, 74,4%, seguido por el metano (17,3%), el óxido nitroso (6,2%) y otras emisiones como HFC, CFC, SF6), con 2,1%. El sector de mayor emisión de GEI a nivel mundial es energía (73,2%), seguido por agricultura, silvicultura y uso de la tierra (18,4%), procesos industriales (5,2%) y residuos (3,2%). China es el país que emite más GEI, alrededor del doble que Estados Unidos, que es el segundo mayor emisor.

La participación de Chile en el total mundial de emisiones de GEI es de apenas 0,24% en 2016. Para ese mismo año, el promedio mundial de emisiones de CO_2 por persona es de 6,3 toneladas. Según los cálculos del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (Ingei), Chile iguala esa cifra, con 6,2 toneladas por persona en 2016 y 6,1 toneladas en 2018, situándose muy por debajo del promedio de los países de la OCDE, que llega a 11,6 toneladas de CO_2 por persona.

Figura 21. Emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) por tipo de gas, 1990 - 2018.



Download data

Nota: Datos preliminares.
Fuente: Elaboración propia con datos de Inventario Navional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020.

En 2018, el balance de GEI de Chile contabilizó 49.896,6 kilotoneladas (kt) CO_2 eq, mientras que las emisiones de GEI del país totalizaron 113.640,2 kt CO_2 eq, incrementadas en 129,4 % desde 1990 y en 1,7% desde 2016. Los principales causantes de esta alza son los sectores de energía y de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS). Los valores que escapan de la tendencia en el balance son consecuencia, sobre todo, de los incendios forestales contabilizados en el sector UTCUTS. La mayor proporción de gases de efecto invernadero emitidos en 2018 correspondió a CO_2 (76,7%), seguido de CH_4 (14,2%), N_2O (5,6%) y gases fluorados (3,5%).

El sector energía es el principal emisor nacional de GEI, con 76,5% de las emisiones totales en 2018. Ese año contabilizó emisiones por 86.954,3 kt CO_2 eq, lo que implica un incremento de 158,6% respecto de 1990 y de 0,9% en comparación con 2016. En general, la causa es el aumento del consumo energético del país, incluyendo el consumo de carbón mineral y de gas natural para la generación eléctrica, así como de combustibles líquidos para transporte terrestre, mayormente diésel y gasolina. Actividades de quema de combustible es la categoría que en 2018 representó 98,9% de las emisiones del sector, siendo responsable del 1,1% restante la categoría de emisiones fugitivas de combustibles. Dentro de la categoría Actividades de quema de combustible, la subcategoría industrias de la energía es la más significativa, con 39,3% de participación, seguida de transporte (33,3%), industrias manufactureras y de la construcción (18,2%) y otros sectores (9,2%).

El segundo sector en relevancia es la agricultura, que representó 10,5% de las emisiones de GEI totales en 2018, con 11.930,7 kt CO_2 eq. La cifra implica un aumento de 0,3% desde 1990 y una disminución de 0,6% desde 2016, producto de la baja experimentada por la masa de ganado bovino y ovino durante la última década. Esto, a pesar del crecimiento sostenido del ganado porcino, las aves de corral y el uso de fertilizantes nitrogenados. El 41,8% de estas emisiones de GEI corresponde a fermentación entérica, seguida de suelos agrícolas (39,4%) como principales categorías.

El 7,2% de las emisiones de GEI totales en 2018 provino del sector residuos, con 8.143,8 kt CO_2 eq, que representan un alza de 354,7% en comparación con 1990 y de 7,6% respecto de 2016, explicado por el aumento de la población y sus residuos generados. A la disposición de residuos sólidos corresponde 72,2% de estas emisiones de GEI y a tratamiento y descarga de aguas residuales, 25,7%, entre las principales categorías.

El sector de procesos industriales y uso de productos (IPPU) aportó 5,8% de las emisiones de GEI totales en 2018. Ese año sus emisiones alcanzaron las 6.611,3 kt CO_2eq, que implicaron un aumento de 197,2% respecto de 1990 y de 10,61% desde 2016.

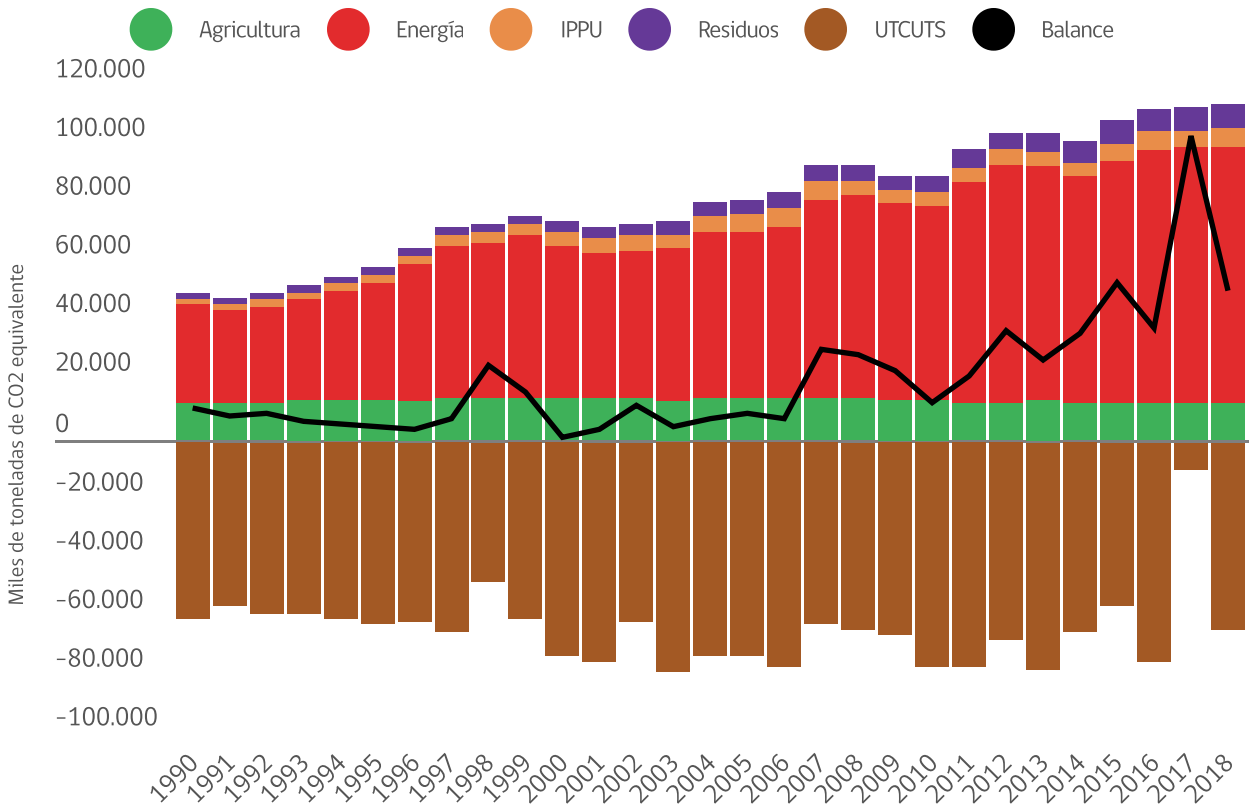
Causantes principales son el alza sostenida de las producciones de hierro y acero, cal, ácido nítrico y cemento, así como del uso de los HFC en la refrigeración. En cuanto a las categorías, destaca el uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (57,9% de las emisiones de GEI), industria de los minerales (22,9%), industria de los metales (7,9%) e industria química (7,7%).

El único sector que consistentemente absorbe CO_2 en el país es UTCUTS, convirtiéndose en uno de los más relevantes por su potencial de mitigación. En 2018, el balance de GEI le atribuyó -63.743,5 kt CO_2 eq, creciendo su condición de sumidero en 6,1% respecto de 1990 y disminuyéndola en 14,5% desde 2016. Esto último se debe al efecto de las emisiones de los incendios forestales, ya que, si bien el incremento de biomasa y la cosecha se mantienen estables, los incendios de los últimos años de la serie dan origen a un balance menos propicio a la absorción, en especial el año 2017, el menos favorable de todo el periodo debido a siniestros de gran magnitud ocurridos en la zona centro y sur del país (**ver capítulo Biodiversidad y capítulo Eventos Extremos y Desastres**). Esto demuestra cómo los incendios forestales afectan negativamente el balance de GEI. Respecto a las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos por categoría, el grueso (95,8%) corresponde a tierras forestales, seguido de pastizales (5,2%), entre las más relevantes.

En conformidad con los requerimientos de la CMNUCC y las directrices del IPCC de 2006, las emisiones de GEI generadas por el consumo de combustible fósil en el transporte internacional aéreo y marítimo, y las emisiones de CO_2 de la biomasa que se quema con fines energéticos, fueron cuantificadas y reportadas como partidas informativas, pero se excluyeron del balance de emisiones y absorciones de GEI del país.

En general, en el período 1990-2018 la economía chilena (PIB) ha crecido a un ritmo mayor que las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que significa un desacople relativo. Solo se aprecia un desacople absoluto de las emisiones de GEI y el PIB entre 1999 y 2002, breve lapso en el cual las emisiones decrecieron con motivo de la mayor disponibilidad de gas natural proveniente de Argentina.

Figura 22. Emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) por sector IPCC, 1990 - 2018.

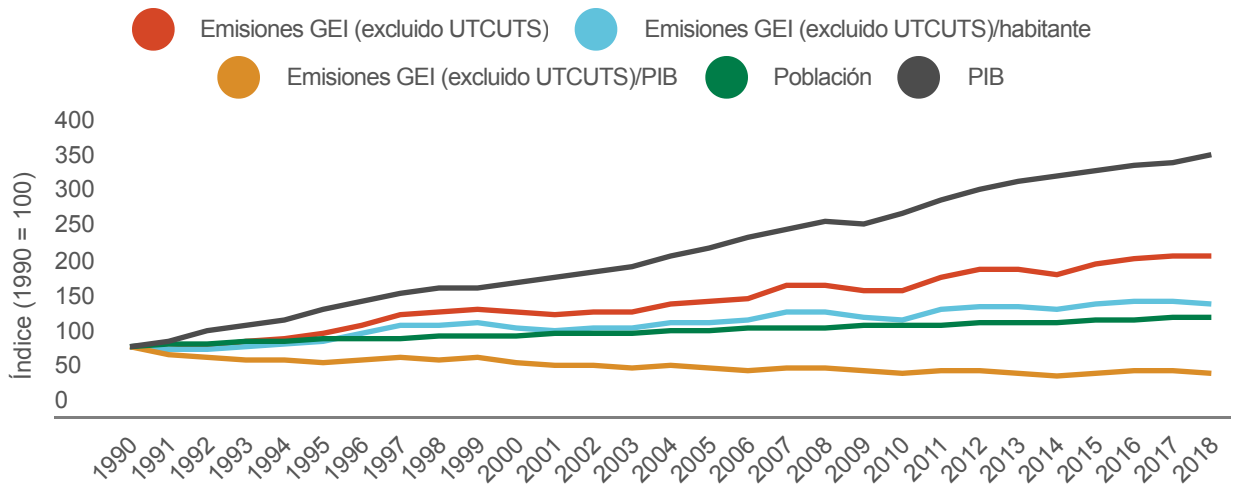


Download data

Nota: Datos preliminares.
Fuente: Elaboración propia con datos de Inventario Navional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020.

Respecto a la población, las emisiones de GEI han crecido más rápido. Debido a lo anterior, se observa una tendencia a la baja en la intensidad de emisiones de GEI (excluido UTCUTS) por unidad de PIB (miles de dólares estadounidenses ajustados por paridad de poder adquisitivo), disminuyendo aproximadamente 39% entre 1990 y 2018. Por su parte, la intensidad de emisiones de GEI (excluido UTCUTS) por habitante muestra una tendencia al alza, aumentando cerca de 61% en el mismo periodo (**Figura 23**).

Figura 23. Índice de intensidad de emisiones GEI, Producto Interno Bruto (PIB) y población, 1990-2018.

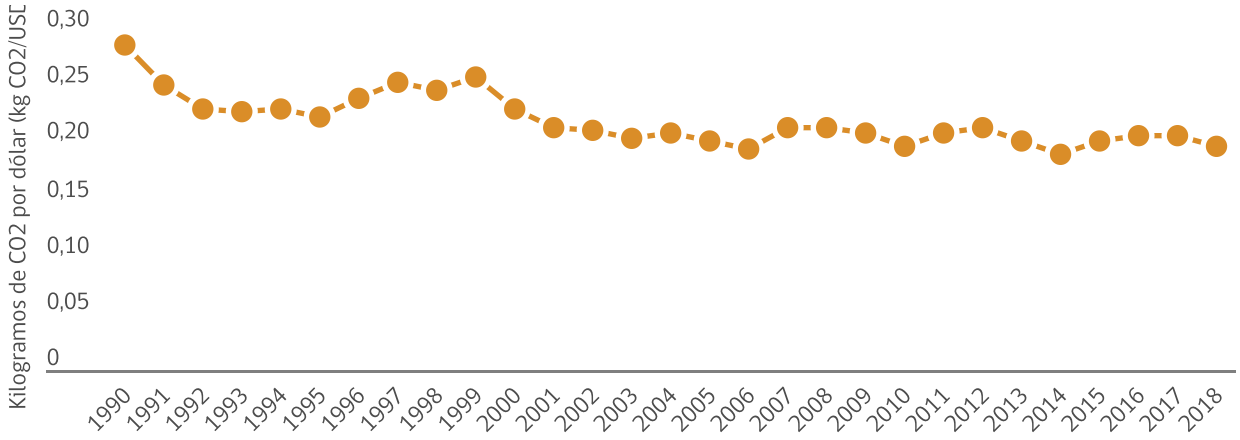


Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Inventario Navional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), 2019 e Instituto Nacional de Estadísticas, (MMA) 2019.

La intensidad de emisiones de CO_2, debido al consumo de combustibles, de la economía total respecto al valor agregado total (PIB), aunque con fluctuaciones, ha mejorado en el periodo 1990-2018, bajando desde 0,289 a 0,199 kilogramos de CO_2por dólar. (**Figura 24**).

Figura 24. Emisión de CO2 (del consumo de combustible) por unidad de valor agregado, de la economía total, 1990-2018.



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Inventario Navional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020 Y Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), 2019.

5. Respuestas frente al cambio climático

5.1. Marco legal e institucional

La ley 20.417 que creó el Ministerio del Medio Ambiente establece que este debe "proponer políticas y formular los planes, programas y planes de acción en materia de cambio climático. En ejercicio de esta competencia, deberá colaborar con los diferentes órganos de la Administración del Estado a nivel nacional, regional y local con el objeto de poder determinar sus efectos, así como el establecimiento de las medidas necesarias de adaptación y mitigación" (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2010).

En 2010 se creó la Oficina de Cambio Climático (OCC), que depende directamente de la Subsecretaría del Medio Ambiente, la cual se encarga de generar y recopilar información técnica y científica para apoyar el diseño de políticas y la formulación de planes y programas en materia de cambio climático, junto con dar seguimiento y asesorar al ministerio respecto de los avances en la ejecución de los instrumentos de política pública sobre el tema en el país, entre otras funciones.

La política nacional de cambio climático se estructura a través del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC) 2017-2022, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) de 2014 y los planes sectoriales de adaptación, que contienen los lineamientos y proporcionan la estructura operativa para la coordinación y coherencia de las acciones de adaptación del respectivo sector.

En 2017 se constituyó el Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC), grupo de trabajo multisectorial que convoca a más de 40 organismos públicos para propiciar un trabajo transversal dentro del Estado en materia de acción climática, y los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC), formados por las principales autoridades de cada región del país.

En cuanto a la gestión de riesgo de desastres, resulta clave el rol asumido por la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública (Onemi) que, a través de su instrumento regulatorio vigente, el Plan Nacional de Protección Civil, norma la estructura organizacional y administrativa del Sistema Nacional de Protección Civil (SNPC). El objetivo general es disponer de una planificación multisectorial en el ámbito de la protección civil destinada a desarrollar acciones permanentes para la prevención y atención de emergencias y/o desastres en el país, a partir de una visión integral del manejo de riesgos.

La normativa internacional a la que Chile adhiere es el Acuerdo de París sobre Cambio Climático, adoptado en la XXI Reunión de la Conferencia de las Partes (COP21) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), celebrada en 2015.

En abril de 2020 Chile presentó la actualización de su Contribución Determinada a nivel Nacional (NDC, por su sigla en inglés), que establece metas intermedias al 2030 en términos de reducción de emisiones y adaptación al cambio climático. Estos compromisos, sumados al adquirido en el proyecto de Ley Marco de Cambio Climático ingresado previo a la COP25 al Congreso, con meta de carbono neutralidad al 2050 y como lo pide la ciencia, señalan el camino a seguir y son definiciones claves para enfrentar la recuperación económica que plantea la pandemia del coronavirus.

5.2. Conferencia de la convención marco de naciones unidas sobre cambio climático (COP25)

Entre los días 2 y 13 de diciembre de 2019 se llevó a cabo en Madrid la 25ª Conferencia de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP25), con la presidencia de la conferencia a cargo de Chile, en la persona de la ministra del Medio Ambiente, Carolina Schmidt. A raíz del cambio de sede de la COP25 y su traslado desde Santiago a la capital española, el equipo chileno de la COP también se desplazó a esa ciudad a fin de organizar y montar en muy breve plazo la conferencia y los pabellones participantes, en estrecha coordinación y colaboración con el gobierno de España.

La COP fue un ejercicio de alta complejidad técnica y diplomática, con un gran número de temas incluidos en las agendas de los cinco cuerpos que se reunieron en Madrid: la Conferencia de las Partes de la Convención (COP25), la Conferencia de las Partes del Protocolo de Kyoto (CMP15), la Conferencia de las Partes del Acuerdo de París (CMA2) y los dos órganos subsidiarios, el de Asesoramiento Científico y Tecnológico (SBSTA) y el de Implementación (SBI).

Complementariamente, y de manera paralela al proceso de negociaciones, la presidencia chilena puso énfasis en la generación de iniciativas sobre la acción climática, con una enorme cantidad de eventos paralelos, pabellones y participación de la sociedad civil. Destacó el esfuerzo específico de la presidencia chilena para promover espacios de conversación en sectores clave para la acción climática a través de reuniones ministeriales. Desarrolló iniciativas como la Reunión de la Coalición de Ministros de Hacienda; el lanzamiento del Santiago Action Plan; reuniones con los ministros de Energía, Ciencia y Agricultura, junto con la puesta en marcha de la Plataforma de Acción Climática en Agricultura para América Latina y el Caribe (Placa).

Además, se realizó un Diálogo Ministerial de Adaptación de Alto Nivel, se presentó la Plataforma de Soluciones para el Océano, se ejecutó el evento ministerial sobre bosques y la declaración Santiago Call for Action on Forests, además de la mesa redonda sobre ambición en las NDC.,



La COP25 dio origen a una serie de decisiones en temas relevantes para la acción climática, con los siguientes resultados principales:

- Océano: se reconoce y felicita el esfuerzo de la presidencia por poner de relieve el rol del océano en el sistema climático. Por primera vez se pudo incluir al océano en el proceso, a través de un diálogo mandatado entre Partes.
- Acción climática: se consiguió que el mandato de los champions se extendiera hasta 2025, como una manera de promover la acción climática. Junto con ello se renueva el mandato a la presidencia de la COP para organizar Eventos de Alto Nivel sobre acción climática.
- Género: en uno de los logros más claros de la COP25 y con el liderazgo de la presidencia chilena, se pudo relanzar el Plan de Trabajo de Lima sobre Género y su Plan de Acción (GAP). Se acordaron nuevos mandatos que constituyen un verdadero marco conceptual y de acción para este importante aspecto de la acción climática.
- Mecanismo de Varsovia sobre Pérdidas y Daños (WIM): durante las sesiones en Madrid se hizo una revisión del mecanismo, se entregaron orientaciones fundamentales para su trabajo futuro y se impulsaron nuevos espacios para avanzar en el conocimiento de los procesos de pérdidas y daños asociados al cambio climático, así como la acción y el apoyo necesarios para enfrentarlos. También se creó la Red Santiago (Santiago Network), con el fin de catalizar la asistencia técnica de organizaciones, órganos, redes y expertos en la materia, para la implementación de enfoques a nivel local, nacional y regional en países en desarrollo, que son particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático.

También se debe destacar que Chile recibió el respaldo de muchos países y organismos internacionales para desempeñar la presidencia de la COP25 incluyendo apoyo financiero, pese a su condición de país graduado de la ayuda oficial al desarrollo desde 2018. Los aportes internacionales para acción climática en Chile sumaron 178,3 millones de dólares y 4,7 millones de dólares en aportes internacionales por ser sede COP25 para la participación de países más vulnerables al cambio climático en COP25, sumando en total 183 millones de dólares.

Los proyectos financiados con los aportes internacionales en acción climática, que involucran a diversos ministerios y organismos públicos, son los siguientes:

- Reforestación con especies nativas y manejo sustentable para comunidades rurales e indígenas en seis regiones: Maule, Biobío, La Araucanía, Los Ríos, Los Lagos y Ñuble, bajo la modalidad de pago por resultados, que expandirá la superficie de bosque en más de 25 mil hectáreas, beneficiando a unas 57 mil personas. Estas regiones representan a 11 de los 12 tipos forestales del país, constituyendo territorios con una significativa capacidad de captura de carbono vinculadas a los bosques. El programa ayudará a las comunidades a abordar los principales factores causantes de la degradación de los bosques, a través tanto de la gestión preventiva como de la recuperación posterior de incendios, la gestión forestal sostenible, los modelos de gestión forestal y ganadera, y el uso sostenible de los recursos vegetales. También permitirá la implementación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales en acciones de recuperación de terrenos degradados, la plantación con especies nativas y el apoyo a comunidades rurales, especialmente indígenas, en las mismas seis regiones. La iniciativa implica una inversión de 89,6 millones de dólares.

- Proyecto de energías renovables para la Región de Tarapacá 24/7 horas al día: en 2019, año en que Chile asumió la presidencia de la COP25, el proyecto privado Espejo de Tarapacá consiguió financiamiento del Fondo Verde del Clima, vehículo financiero del Acuerdo de París. Espejo de Tarapacá es una innovadora iniciativa de la empresa Energía Valhalla, que soluciona el problema de la intermitencia en la generación que enfrentan en ocasiones las energías renovables no convencionales, particularmente las plantas de energía solar, que operan solo durante el día. También contribuirá a la adaptación al cambio climático al proporcionar un suministro de agua estable desde su propia planta de desalinización a las comunidades locales vulnerables. Supone una inversión de 60 millones de dólares.
- 20 buses eléctricos y transporte libre de contaminación: se entregará en algunas comunas de la Región Metropolitana, como Puente Alto y San Bernardo, este transporte libre de contaminación, dotado de facilidades como puertos USB, wifi y aire acondicionado. El aporte es de 6 millones de dólares.
- Atlas de Riesgo Climático a nivel comunal (ARCLIM): con el apoyo de Alemania se inició la elaboración de este atlas, fundamental para el diseño y evaluación de los planes de adaptación sectoriales y herramienta de gestión en el proyecto de Ley Marco de Cambio Climático. Los resultados se pueden revisar en una plataforma web que permite consultas dinámicas de información, análisis comunal y adquisición de datos. Esta herramienta incluirá un análisis de riesgos para los siguientes sectores: asentamientos humanos, costas, hidrología, plantaciones forestales, biodiversidad, generación de energía, salud, minería, acuicultura, turismo, agricultura, ciudades y recursos hídricos. Considerando que América Latina y el Caribe es una zona altamente vulnerable a los efectos del cambio climático, compartir la experiencia de Chile podría contribuir a mejorar el desarrollo de las políticas de adaptación en los países de la región. La inversión es de 1,1 millones de dólares.
- Plan de manejo de residuos sólidos para Chiloé: consiste en la implementación de una estrategia de gestión integrada de residuos sólidos domiciliarios en los diez municipios de la Provincia de Chiloé (impacto en 180 mil habitantes). Esto, con el fin de disminuir de manera progresiva los residuos domiciliarios para disposición final, fortaleciendo las capacidades locales para prevenir la generación de residuos y fomentar la separación en origen, la reutilización, el reciclaje y otro tipo de valorización, en concordancia con el enfoque de economía circular que propone un cambio en los sistemas lineales de producción, negocios y consumo. El proyecto implica una inversión de 1,4 millones de dólares.
- Plan de movilidad urbana sostenible regional: a través de la Iniciativa Internacional de Protección del Clima – Moving Chile, el Ministerio de Medio Ambiente de Alemania está apoyando a Chile para escalar soluciones de electromovilidad, a desarrollarse al año 2021. Además, se realizará un estudio para estimar el potencial de la electromovilidad en el transporte público, como base para futuras políticas de transporte en Chile. Se proyecta una inversión de alrededor de 2,2 millones de dólares.
- Educación ambiental, climática e innovación y talleres participativos con la ciudadanía: programa piloto para replicar en América Latina sobre educación ambiental y promoción de acción climática en niños y jóvenes, a ejecutarse en regiones de Chile, que permita sumar niños y docentes de países de Latinoamérica con experiencias. Inversión de 3,5 millones de dólares.



- Proyectos de transformación energética con transición justa para crear un espacio de reflexión sobre las oportunidades que abre, para el empleo en América Latina y el Caribe, la transformación hacia modelos de desarrollo bajos en emisión: el Ministerio de Medio Ambiente y Conservación de Alemania entregó esta contribución para acciones que colaboren con una transición justa en el marco de la descarbonización. El proyecto tiene plazo hasta 2022 y contempla, entre otras iniciativas, la reconversión de una planta termoeléctrica en una batería Carnot para el almacenamiento térmico y la posterior generación de energía. La inversión es de 4,4 millones de dólares.
- Fortalecimiento de capacidades institucionales para la acción climática: países y organismos internacionales entregan apoyo técnico y financiero a Chile en su rol de presidencia de la COP25, para potenciar el desarrollo de políticas climáticas a nivel nacional, fortalecer equipos y capacidades mediante contrataciones de profesionales y consultorías, así como asegurar la participación de Chile en instancias internacionales vinculadas al cambio climático. 3,5 millones de dólares.
- Involucramiento del mundo científico, jóvenes, emprendedores "verdes" y gobiernos locales en la acción: apoyo financiero por 1,7 millones de dólares para la ejecución de las actividades y estudios asociados al Comité Científico de la COP25 y para la realización de talleres, capacitaciones y actividades con jóvenes, emprendedores y gobiernos locales (por ejemplo, actividades de voluntariado, forestaciones, difusión y otras).
- Plan de género, gestión de áreas marinas protegidas, proyectos de humedales, plan de colaboración con América Latina y el Caribe para acción climática y otros proyectos: apoyo por 4,9 millones de dólares para el desarrollo de estos instrumentos a nivel nacional y latinoamericano, de modo de impulsar el fortalecimiento de capacidades y la implementación de acciones concretas.

5.3. Proyecto Ley Marco de Cambio Climático

El Ministerio del Medio Ambiente, a través de la Oficina de Cambio Climático, lideró la elaboración del proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, que consideró un amplio proceso participativo, multisectorial y multiactoral, de manera de recoger la visión y la experiencia de los diferentes actores claves de la sociedad.

La iniciativa legal busca el establecimiento de principios, sistema de gobernanza, instrumentos de gestión y mecanismos de financiamiento adecuados, que hagan posible transitar hacia un desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero, reducir la vulnerabilidad, aumentar la resiliencia y garantizar el cumplimiento de los compromisos internacionales asumidos por el Estado de Chile para hacer frente a los desafíos que impone el cambio climático.

Figura 25. Hitos del proceso de elaboración del proyecto de Ley Marco de Cambio Climático.



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente.

5.4. Estrategia Climática de Largo Plazo

La Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) es el instrumento que define los lineamientos generales que seguirá el país de manera transversal e integrada, considerando un horizonte de 30 años, para hacer frente a los retos que plantea el cambio climático; transitar hacia un desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero, hasta alcanzar y mantener la neutralidad de emisiones de los mismos; reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia a los efectos adversos del cambio climático, y dar cumplimiento a los compromisos internacionales asumidos por el Estado de Chile en la materia.

Entre sus contenidos más relevantes sobresale la definición de un presupuesto nacional de emisiones de gases de efecto invernadero a 2030 y 2050, metas sectoriales de mitigación (presupuestos de emisión para cada uno de los sectores) e indicadores y metas de adaptación, tal como establece el proyecto de ley, los que deben cumplirse en un plazo de 10 años. Adicionalmente, entrega orientaciones en el ámbito de la adaptación al cambio climático y de evaluación de riesgos, considerando la vulnerabilidad de cada sector específico.

¿Por qué elaborar una ECLP?

El Acuerdo de París, en su artículo 4.19, anima a las Partes a formular y comunicar sus estrategias de largo plazo para un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, tomando en cuenta los objetivos del Acuerdo (artículo 2) y considerando sus responsabilidades comunes, pero diferenciadas.

Conjuntamente, la evaluación ambiental de Chile realizada por la OCDE y Cepal (2016) recomienda al país identificar la trayectoria de largo plazo coherente con la meta de cero emisiones netas en la segunda mitad de la década de 2050 y dar a conocer el compromiso a través de medidas legislativas o de otra índole. Por ello, en el proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, el país se compromete a elaborar, implementar y dar seguimiento de su ECLP, actuando el Ministerio del Medio Ambiente como coordinador de dicho proceso.

Cabe mencionar que, si bien la ECLP se establece como obligatoria en el referido proyecto de ley, su elaboración se inicia en paralelo con la discusión de dicho cuerpo legal en el Congreso, ya que la crisis climática requiere trabajar de manera urgente en los instrumentos del Acuerdo de París para lograr la implementación, seguimiento, revisión y actualización de los compromisos.

Para la formulación de la ECLP se cuenta con el valioso apoyo técnico y financiero de diversos organismos internacionales, tales como el Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo, Cepal, Euroclima+, Global Environment Facility, la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ), NDC Partnership, ONU Ambiente, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y la Agricultura (FAO), entre otros.

Beneficios de la Estrategia Climática de Largo Plazo

La ECLP guía la acción climática de Chile a lo largo del tiempo, estableciendo metas sectoriales de mediano plazo. A continuación, se presentan algunos de los beneficios que la estrategia tendría para el país.

- Promover los beneficios conjuntos de la mitigación y la adaptación al cambio climático, alinear las políticas en diseño e implementación, aumentar la confianza entre países, mejorar la credibilidad de los compromisos internacionales y fomentar los flujos de financiamiento internacional.
- Proporcionar metas claras para impulsar la acción y la planificación de corto y mediano plazo, y lograr la implementación de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC).
- Definir una visión conjunta de largo plazo para el país, considerando la situación particular en cuanto a riesgos y oportunidades que reviste el cambio climático, así como la meta de neutralidad de emisiones al 2050, fijada en el proyecto de Ley Marco de Cambio Climático.
- Alinear la planificación de corto y mediano plazo con una visión país de largo plazo, tomando en cuenta el llamado internacional y la evidencia científica sobre las consecuencias del cambio climático.
- Contribuir en las metas globales de mitigación y adaptación, incorporando la permanente de revisión y actualización de la NDC como parte de los procesos contenidos en la estrategia.
- Integrar el enfoque de desarrollo resiliente al clima y bajo en emisiones en el desarrollo del país a nivel nacional, subnacional y sectorial, dando señales claras a todos los actores de la sociedad.
- Alinear las políticas y metas, nacionales y subnacionales, apoyando la planificación de desarrollo sectorial y local.



5.5. Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile 2020

Se llevó a cabo el proceso de actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile ante la CMNUCC, introduciendo elementos innovadores tales como su vinculación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), una estrategia de transición justa para el proceso de descarbonización, océanos y humedales costeros, turberas, economía circular, restauración de paisajes, medios de implementación (financiamiento, desarrollo de capacidades y transferencia tecnológica) y un capítulo voluntario de transparencia del compromiso, el cual implica adelantarse cinco años a este requerimiento de acuerdo a las reglas establecidas en la COP24 en Katowice.

En materia de adaptación se incluyeron metas en gestión de recursos hídricos y la implementación de la política de gestión de riesgo de desastre con especial foco en cambio climático; además de compromisos para la actualización (o elaboración, dependiendo del caso) del Plan Nacional de Adaptación, los planes sectoriales para los sectores silvoagropecuario, biodiversidad, pesca y acuicultura, salud, infraestructura, ciudades, energía, turismo, recursos hídricos, zonas costeras y mineras, así como los planes de acción regionales de cambio climático.

En el ámbito de la mitigación, cabe destacar que la propuesta de nueva NDC para Chile está en línea con el aumento de ambición requerido en el Acuerdo de París y considera tres elementos claves mencionados en el informe SR1.5 del Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC): un presupuesto de emisiones 2020-2030, la definición de un máximo de emisiones (peak) al 2015, y una meta de emisiones de 95 millones de toneladas de CO_2eq al 2030.

El proceso de actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional contempló la participación de diferentes equipos técnicos sectoriales para alinear la NDC con la meta de la neutralidad de gases de efecto invernadero en 2050; asimismo, se comunicaron las proyecciones, las acciones y las medidas evaluadas en los distintos escenarios.

Adicionalmente, se incorporaron aportes de la ciudadanía gracias a las más de 1.500 observaciones recibidas en la consulta pública y documentos preparados por las mesas de científicos asesores para la COP25. Luego de las mejoras realizadas producto de la consulta pública, la actualización de la NDC fue aprobada por el Consejos de Ministros para la Sustentabilidad y por el presidente de la República, siendo presentada el 9 de abril de 2020 a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre al Cambio Climático (CMNUCC).

Chile es el primer país latinoamericano en presentar su NDC ante la CMNUCC, sumándose a Singapur, Japón, Moldavia, Islas Marshall, Noruega y Surinam, que ya entregaron sus contribuciones mejoradas, dentro de un total de 188 países.



5.6. Plan de Acción Nacional de Cambio Climático

El 13 de julio de 2017 se publicó el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022 (PANCC), instrumento articulador de la política pública en la materia, que integra y orienta todas las acciones a tomar con respecto al cambio climático y que incluye los ejes de mitigación, adaptación, medios de implementación y gestión a nivel regional y comunal. El PANCC contiene 96 medidas y cada una tiene un responsable del sector público que debe implementar e informar sobre el progreso registrado. El PANCC exige un reporte anual y una evaluación periódica de sus avances, debiendo ser actualizado cada cinco años.

Durante 2018 se confeccionó el Primer Informe de Avance del PANCC, que da cuenta de su marcha en el período comprendido entre julio y diciembre de 2017. Para cada eje el reporte indica lo siguiente:

a) Adaptación: de un total de 17 medidas propuestas se reportan avances en 14 de ellas. Sobresale la aprobación, por parte del Consejo de Ministros, del Plan de Adaptación de Energía, de Ciudades y de Infraestructura, como asimismo la elaboración del Atlas de Riesgo Climático a nivel comunal y el estudio "Determinación del riesgo de los impactos del cambio climático en las costas de Chile", entre otros.

b) Mitigación: de un total de 31 medidas propuestas se reportan avances en 26 de ellas. Destaca la Acción Nacional de Mitigación Apropiada (NAMA, por su sigla en inglés) de autoconsumo que se haya en implementación, mientras la componente financiera está aprobada y en fase de preparación. Existen aproximadamente 5 MW instalados a diciembre de 2017 en proyectos de autoconsumo privado de energías renovables no convencionales (ERNC) bajo la Ley de Generación Distribuida (incluye comercial, agrícola e industrial) y 2,1 MW de capacidad instalada de proyectos de biomasa.

Relevando el valor de las alianzas, en enero de 2018 y se alcanzó un acuerdo voluntario entre el Gobierno de Chile y las empresas socias de la Asociación de Generadoras de Chile. Este contempla no iniciar nuevos proyectos a carbón si carecen de un sistema de captura y almacenamiento de carbono u otras tecnologías equivalentes a partir de esa fecha. Además, se crea una mesa de trabajo, coordinada por el Ministerio de Energía, que tiene por objetivo analizar los elementos tecnológicos, ambientales, sociales, económicos, de seguridad y de suficiencia de cada planta y del sistema eléctrico en su conjunto, lo que servirá de insumo para fijar un cronograma y crear las condiciones para el cese programado y gradual de la operación de centrales a carbón que no dispongan de sistemas de captura y almacenamiento de carbono u otras tecnologías. La mesa de trabajo está integrada por empresas generadoras, sector público, instituciones independientes, gremios, asociaciones de consumidores, sindicatos, municipios, organizaciones de la sociedad civil, academia y organismos internacionales.

c) Medios de implementación: de las 29 medidas propuestas se registran avances en 14 de ellas. Se resalta el curso de capacitación b-learning para hacedores de política pública de nivel local, con apoyo del Fondo Newton Picarte del British Council. En el primer curso, efectuado en 2017, participaron 25 funcionarios municipales de 23 comunas, desde Pica (Región de Tarapacá) a Chile Chico (Región de Aysén), las cuales pertenecen a 12 de las 16 regiones del país.

Gestión a nivel regional y comunal: del conjunto de 19 medidas a implementar, se reportan avances en 9 de ellas, destacando la conformación de 15 Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC). Solo falta la nueva Región de Ñuble.

Además, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) define la política pública de adaptación al cambio climático en el mediano y corto plazo, estableciendo medidas transversales de adaptación y determinando qué sectores deben contar con un plan de adaptación. Actualmente, hay siete planes en etapa de implementación, con diversos grados de avance: silvoagropecuario (2013), biodiversidad (2014), pesca y acuicultura (2015), salud (2016), infraestructura (2017), ciudades (2018), energía (2018) y turismo (2019), encontrándose en preparación el de recursos hídricos. Estos planes, que deben ser actualizados cada cinco años, están integrados en el PANCC y son parte de la Contribución Determinada a Nivel Nacional.

A la fecha, se han elaborado tres reportes sobre el avance del cumplimiento de las medidas del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, en 2015, 2016 y 2017. De sus 27 medidas, 22 están en implementación, con un nivel de avance promedio del plan de 59%.

Entre sus progresos se cuenta el fortalecimiento de la Red de Monitoreo Meteorológico, de la Dirección Meteorológica de Chile, con 52 nuevas estaciones y datos publicados en línea. En cuanto al desarrollo de capacidades, cabe mencionar la realización, en 2017, del curso Gestión del Cambio Climático para Hacedores de Política Pública a Nivel Local, a través de la Academia Adriana Hoffmann del Ministerio del Medio Ambiente.

Los planes sectoriales de adaptación, que benefician a la totalidad de la población nacional, registran entre sus principales avances:

a) El Plan Silvoagropecuario contiene 21 medidas específicas y muestra un avance promedio de 73%. Actualmente, el Ministerio de Agricultura trabaja en su actualización. Resalta el desarrollo del proyecto Mejoramiento de Resiliencia al Cambio Climático de la Pequeña Agricultura en la Región de O'Higgins, con financiamiento del Fondo de Adaptación de la CMNUCC, como parte de su implementación.

b) El Plan de Biodiversidad consta de 50 medidas de adaptación, de las cuales 45 se están implementando,



con un nivel de avance de 60%. Se trabaja en la actualización del plan.

c) El Plan de Pesca y Acuicultura considera 29 medidas de adaptación, de las cuales 18 se encuentran en implementación, con un nivel de avance de 40%. Cabe señalar entre sus principales avances el fortalecimiento del Programa de Reducción del Descarte y la Pesca Incidental en las pesquerías nacionales, los modelos de pronósticos de pesquerías pelágicas chilenas frente a diversos escenarios del cambio climático, el sistema de pronóstico de futuros desembarques bajo diferentes escenarios climáticos y los estudios sobre el impacto del cambio climático en recursos marinos en la Antártica chilena. Durante 2017, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura y el MMA dieron a conocer el proyecto Fortalecimiento de la Capacidad de Adaptación en el Sector Pesquero y Acuícola Chileno al Cambio Climático, clave para la implementación del plan, con financiamiento del Fondo Verde para el Clima (GEF) y FAO como agencia implementadora.

d) El Plan de Salud contempla 16 medidas de adaptación, de las cuales 4 están en implementación, con un nivel de avance total del plan de 7%, donde resalta lo referido a generación de capacidades sobre la temática del cambio climático asociada al sector salud, para profesionales del sector público.

e) Los planes sectoriales de infraestructura, ciudades y energía fueron aprobados por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y realizaron su primer reporte de implementación el año 2019.

f) Se elaboró y aprobó el Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Turismo, acerca del cual el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad se pronunció de manera favorable en diciembre de 2019. Permitirá instalar las capacidades y generar las condiciones habilitantes para que el sector pueda adaptarse y enfrentar los efectos del cambio climático, aumentando su resiliencia y sostenibilidad. Esto, además, se encuentra en línea con el compromiso de elaboración de un plan por año.

Se inició también la formulación de planes de acción regional de cambio climático, con el propósito de instituir medidas de adaptación y mitigación regionales, incluyendo sus medios de implementación y fuentes de financiamiento. El proceso empezó con cuatro pilotos en las regiones de Atacama, O´Higgins, Los Ríos y Los Lagos, donde se están haciendo diagnósticos regionales de cambio climático, tomando en consideración las proyecciones climáticas locales y potenciales impactos, junto con caracterizar su vulnerabilidad según factores sociales, ambientales y económicos, así como los perfiles de emisiones y absorciones de GEI regionales. Los planes se vinculan con el trabajo realizado por los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC).



5.7. Gestión de riesgo de eventos extremos y desastres

En 2005 el Estado de Chile, como miembro de la Organización de las Naciones Unidas, firmó el Marco de Acción de Hyogo 2005-2015, por medio del cual los países se comprometen a reducir de manera considerable las pérdidas que ocasionan los desastres, tanto en términos de vidas humanas como de bienes sociales, económicos y ambientales. En 2010, una misión de Naciones Unidas hizo una evaluación sobre el estado de avance de este compromiso en el país, que supuso 75 recomendaciones para dar cumplimiento al citado marco, siendo la primera de ellas la formulación de una política para la gestión del riesgo de desastres de nivel nacional.

La Política Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, aprobada mediante decreto supremo 1.512, de 2016 del Ministerio del Interior y Seguridad Pública, es el instrumento rector de todas aquellas iniciativas que se desprendan de la gestión de riesgo de desastres en el país, alineada con los referentes internacionales a los que Chile adhiere.

En este mismo ámbito, existe el Plan Estratégico Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (PENGRD), aprobado mediante decreto exento 3.453 de 2016 del Ministerio del Interior y Seguridad Pública. Busca promover la gestión del riesgo de desastres en el país de una manera transversal y prioritaria, encauzando diversas iniciativas tendientes a una efectiva reducción del riesgo de desastres, invitando a contribuir a distintos sectores y en diferentes niveles territoriales. Este instrumento permite que la Política Nacional para la Gestión el Riesgo de Desastres se torne operativa, dado que contiene indicadores, metas, plazos, responsables y colaboradores, entre otros aspectos, que hacen posible evaluar su cumplimiento.



5.8. Educación para el cambio climático

Se han llevado a cabo diversas iniciativas cuya finalidad es la educación y la sensibilización sobre el cambio climático en la ciudadanía. Un eje es la Ley General de Educación (LGE), que establece que el sistema educacional fomentará el respeto por el medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales. Respecto a la introducción de contenidos de cambio climático en las Bases Curriculares de Enseñanza Básica y Media, estos son abordados a través del Objetivo de Aprendizaje Transversal (OAT) 16, "Proteger el entorno natural y sus recursos como contexto de desarrollo humano", el que plantea desde una dimensión sociocultural el compromiso con el entorno y la responsabilidad social. Está aprobado para todos los niveles, excepto 3° y 4° medio (últimos dos años de enseñanza media), lo cual está en proceso de revisión, de acuerdo con lo indicado en el Tercer Informe Bienal de Actualización de Chile sobre Cambio Climático.

Asimismo, se han elaborado instrumentos para apoyar el aprendizaje sobre cambio climático y material de difusión para sensibilizar: "Educación para el desarrollo sustentable: cambio climático", "Cómo llegamos a ser una comunidad sustentable" y "Serie Ciudadana: educación ambiental para el cambio climático". En este aspecto resalta el Sistema Nacional de Certificación Ambiental para Establecimientos Educacionales (SNCAE), el Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM) y la Acreditación de Vocación Ambiental Comunal (AVAC).

Además, existen campañas públicas de difusión y sensibilización con las cuales la ciudadanía ha profundizado su percepción socioambiental del cambio climático como uno de los principales desafíos globales.

5.9. Financiamiento

A partir de alianzas entre el gobierno, el sector privado y la sociedad civil que buscan contribuir a que Chile crezca de forma sustentable, se trabaja en varias iniciativas que consideran los requerimientos de los actores de la sociedad en el tránsito hacia una economía baja en carbono.

Una es la Mesa Público-Privada de Finanzas Verdes, la cual surge desde el Ministerio de Hacienda con el objetivo de crear un espacio de coordinación entre instituciones públicas y el sector financiero para compartir las mejores prácticas internacionales en "finanzas verdes", identificar las brechas locales en relación con los estándares internacionales y proponer medidas a fin de superar estas brechas. Para ello, será esencial la generación de más y mejor información en el sistema financiero que permita tomar decisiones para administrar riesgos ambientales y aprovechar oportunidades, tanto en lo referido a los bancos y sus préstamos, como a los inversionistas nacionales y/o extranjeros respecto a sus inversiones en la banca chilena.



También se ha fortalecido el trabajo de colaboración con el Ministerio de Hacienda para la incorporación de riesgos y oportunidades del cambio climático en el ámbito financiero. En particular, sobresalen los siguientes instrumentos aprobados en 2019:

I) Acuerdo Verde, de diciembre de 2019, suscrito por el Ministerio de Medio Ambiente como asesor técnico, cuya finalidad es establecer un compromiso voluntario entre el sector financiero, el gobierno y los reguladores, que defina principios generales sobre la gestión de los riesgos y oportunidades asociados al cambio climático en la toma de decisiones por parte de las entidades signatarias y que comprometa acciones concretas en ese terreno.

II) Estrategia Financiera frente al Cambio Climático, de diciembre de 2019, suscrita por el MMA como contraparte técnica e implementador, cuyo propósito es fijar un marco de trabajo a través de tres ejes de acción que facilitarán la implementación de los objetivos climáticos y de desarrollo sostenible en el largo plazo definidos en la NDC y la visión de neutralidad de emisiones a 2050.

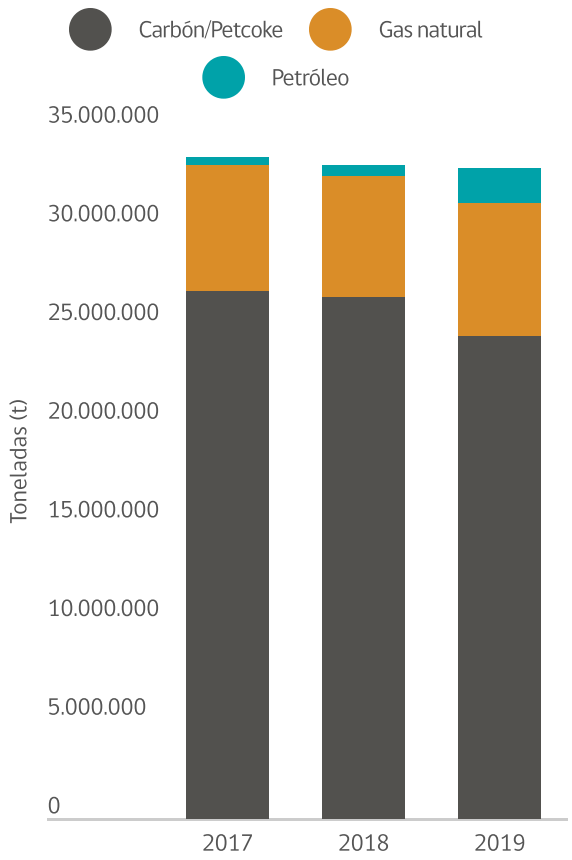
III) La primera emisión de bonos verdes soberanos por parte del Estado de Chile, tanto en dólares como en euros, que a la fecha alcanza los 6,2 mil millones de dólares, logrando la menor tasa obtenida en ambas monedas. El Ministerio del Medio Ambiente actúa como contraparte técnica para el establecimiento del Marco de Bonos Verdes, la evaluación y el reporte de impacto de los proyectos de la cartera seleccionada. Los recursos del bono serán destinados primordialmente a proyectos de transporte limpio, eficiencia energética, energía renovable y recursos naturales.

5.10. Impuesto verde

Para 2019, se estimó una emisión nacional gravada por impuestos a la emisión de dióxido de carbono por fuentes fijas de 33.003.130 toneladas, levemente inferior a las 33.563.919 del año 2017. En 2019, la emisión gravada provino mayoritariamente de combustión de carbón/petcoke (74,0%), seguida de gas natural (20,6%) y petróleo/diésel (5,4%) (**Figura 26**).

Solo cinco regiones concentran 95,7% de las emisiones de CO_2 gravadas en 2019. Antofagasta representó 38,6%, debido a la presencia de grandes plantas de combustión, principalmente asociadas al rubro de generación eléctrica (termoeléctricas a carbón y centrales a petróleo/diésel), que abastecen la demanda energética de la actividad minera en la zona. Le siguen Valparaíso (23,5%), Biobío (15,4%), Atacama (15,3%) y la Región Metropolitana (2,9%) (**Figura 27**).

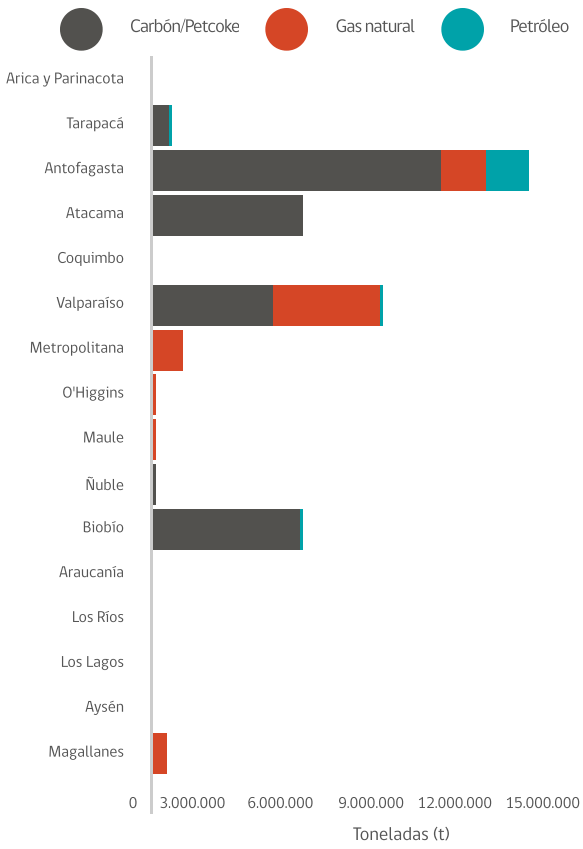
Figura 26. Emisión estimada y gravada por impuestos verdes a fuentes fijas, por emisión de CO2 2017 -2019.



Download data

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

Figura 27 Emisión estimada y gravada por impuestos verdes a fuentes fijas, por emisión de CO2, 2019.



Download data

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

Se presentaron y aprobaron mejoras al impuesto verde en el contexto del proyecto de Ley de Modernización Tributaria ingresado en 2019, incluyendo las siguientes temáticas: las emisiones gravadas con este impuesto pasaron de solo afectar a establecimientos con calderas y turbinas a gravar todo tipo de establecimientos cuyas fuentes fijas generen material particulado, óxido de nitrógeno, dióxido de azufre o dióxido de carbono; el impuesto afectará a todo establecimiento que sobrepase un límite de emisiones globales (25 mil o más toneladas anuales de CO_2) o de emisiones locales (100 o más toneladas anuales de material particulado). Otro cambio importante es la incorporación de compensaciones a través de la utilización de offsets contra el pago de impuesto, lo que representa un nuevo incentivo para la reducción de emisiones por parte de las organizaciones, con la finalidad de que el impuesto no sea solo recaudatorio, sino que logre la implementación de acciones que efectivamente mitiguen emisiones.



5.11. Programa HuellaChile

En el marco de la realización de la COP25 se fomentó la participación de las organizaciones públicas y privadas en el programa nacional HuellaChile de gestión del carbono, incorporándose a este más de 390 organizaciones, el doble del ingreso promedio anual de los últimos tres años. Al término de 2019 el programa reunía a 980 organizaciones (91% privadas y 9% públicas), cifra que a enero de 2020 sobrepasaba las mil organizaciones, todas participando con miras a la cuantificación y gestión voluntaria de sus emisiones de GEI a nivel corporativo.

En 2019 se entregaron 266 sellos de reconocimiento (254 por cuantificación, ocho por reducción, uno de neutralización y tres de excelencia). Además, para fomentar la incorporación de criterios de sostenibilidad en el diseño y desarrollo de eventos masivos en el país, el programa HuellaChile habilitó una nueva línea de sellos de reconocimiento para eventos que cuantifiquen su huella de carbono y que quieran neutralizar sus emisiones de gases de efecto invernadero.



5.12. Género y Cambio Climático

Se creó la Mesa de Género y Cambio Climático, donde participan representantes de 25 instituciones públicas. Su propósito es llevar adelante una agenda de largo plazo donde se plasme la acción de género y cambio climático a todos los servicios públicos (V**er capítulo de Género y Medio Ambiente**).



En 2020 se presentó la primera versión de la lista de chequeo para integrar el enfoque de género en instrumentos de gestión de cambio climático, cuya guía de orientaciones fue resultado de un trabajo conjunto con integrantes de dicha mesa. La lista de chequeo es una herramienta fundamental para reflexionar al interior de los sectores sobre el mejor camino para incorporar los análisis de género en los instrumentos o iniciativas. Se espera que el conjunto de criterios aporte a nivelar y profundizar el estado declarativo del enfoque de género en los instrumentos ya diseñados en materia de cambio climático.

5.13. Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal

Chile ratificó la Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal, fortaleciendo así su compromiso con la reducción de los hidrofluorocarbonos (HFC), que tienen además un alto poder de calentamiento global (**Ver capítulo de Capa de Ozono**).

5.14. Acciones del sector privado, academia y sociedad civil

Es reconocido el aporte de distintos actores en torno al cambio climático. A continuación, se reseñan algunas iniciativas de actores no gubernamentales que ejemplifican el compromiso social con la acción por el clima.

Comunidad

Respuestas Locales de Adaptación Comunitaria al Cambio Climático es un proyecto financiado por Caritas Alemania y ejecutado por la Vicaría de Pastoral Social Caritas, el cual busca favorecer la adaptación al cambio climático de comunidades de la comuna de San José de Maipo, en la Región Metropolitana, por medio de la generación de respuestas locales. En marzo de 2019 se firmó un compromiso entre actores locales para capacitarse y elaborar propuestas orientadas a enfrentar los efectos del cambio climático, trabajando en la sensibilización de las personas para que puedan entender mejor el fenómeno, sus consecuencias y saber si se está preparado para responder ante ciertas situaciones. La iniciativa se está replicando en Calama (Región de Antofagasta) y Puerto Aysén (Región de Aysén).

Desde la cooperación sur-sur que realiza el país en el exterior y a través de un concurso abierto anualmente, el Fondo Chile financia el proyecto Comunidades Amazónicas de la Región de Loreto: Perú se Adapta a los Impactos del Cambio Climático y así Mejoran sus Condiciones de Vida, implementado entre 2017 y 2019 por la Asociación Chilena de Municipalidades (AchM).

También se financia el proyecto Certificación Ambiental Estatal, un Instrumento de Apoyo a la Gestión Ambiental Municipal y Educacional en Honduras y Paraguay. Los dos países involucrados son catalogados como vulnerables al cambio climático -condición que comparten con Chile-, sufriendo un deterioro en el medio ambiente y en la calidad de vida de las personas, además de efectos directos en los ecosistemas, sistemas socioambientales y ámbitos como la producción, la economía y la salud. El proyecto busca contribuir al fortalecimiento de la gobernanza ambiental a escala local en Honduras y Paraguay por medio de la asistencia técnica en el proceso de replicación y adaptación.

Entre las iniciativas que promueven la sensibilización y la capacitación en medidas de adaptación al cambio climático en comunidades figura Global Environment Facility (GEF) Comunidades Mediterráneas Sostenibles. Este beneficia a cinco comunidades de la Región de O'Higgins, cinco del Maule y ocho comunidades de la Región del Ñuble, buscando incrementar la capacidad de adaptación con perspectiva de paisaje.

Existe también el Programa de Donación de Alimentos a Red de Alimentos, organización privada sin fines de lucro que en 2010 creó el primer banco de alimentos del país. Por medio de alianzas entre empresas y organizaciones sociales, se rescatan alimentos, pañales y productos de higiene personal aptos para el consumo humano. Con esto se logra un modelo sostenible de triple impacto: social, medioambiental y económico.

Finalmente, cabe destacar la iniciativa Cambia el Clima, que busca poner a la ciudadanía al centro de los desafíos para promover la toma de conciencia sobre los efectos del cambio climático en el país, entregando información cuantitativa sobre el fenómeno y motivando a tomar compromisos concretos frente a este fenómeno.

Academia

En Chile, la academia ha realizado grandes esfuerzos por generar conocimiento y capacidades para enfrentar el cambio climático.

Sin duda, uno de los más importantes ha sido la labor del Comité Científico de Cambio Climático de la COP25, coordinado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. En 2019 el comité se organizó en siete mesas temáticas de trabajo, para la elaboración de diagnósticos y propuestas en los ámbitos de adaptación, agua, ciencia antártica, ecosistemas y biodiversidad, océanos, ciudades y mitigación/energía.

A esta tarea contribuyeron investigadores de una red de más de 600 científicos de todas las disciplinas y regiones de Chile, primordialmente de universidades y centros de investigación académicos, pero también de institutos públicos y privados.

El resultado fue el informe "Evidencia científica y cambio climático en Chile. Resumen para tomadores de decisiones", entregado en la COP25, que contiene 188 propuestas y recomendaciones para la generación de capacidades, el desarrollo de acciones regulatorias y normativas, el fortalecimiento de la información y de planes y políticas vinculadas a la materia.
También el comité ha aportado en la propuesta y discusión del anteproyecto de Ley Marco de Cambio Climático, la actualización de la NDC y la elaboración de la Estrategia de Largo Plazo para la Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero[3] (Ministerio de Ciencia, 2020).



[3] https://www.minciencia.gob.cl/comitecientifico/quienes-somos.html

Sector privado

Entre las iniciativas del sector privado para hacer frente al cambio climático es posible resaltar la Biofactoría del Gran Santiago, de la empresa Aguas Andinas, relevante en términos de impacto en la mitigación de emisiones de GEI y ayuda a la fertilización de suelos degradados. De las 300 mil toneladas de desechos producidas anualmente, 43% es distribuido como abono fertilizante para uso agrícola, lo que significa un aporte a la reforestación y a la recuperación de suelos degradados. Solo en 2019 la compañía logró una reducción de 5,4% en su huella de carbono en relación con 2015, utilizando 46 GWh de energía proveniente de fuentes renovables y reduciendo su consumo en 176.207 GJ. El mayor consumo energético de las operaciones de Aguas Andinas ocurre en las biofactorías, donde se procesan las aguas servidas del Gran Santiago. El impacto de las iniciativas adoptadas en estas instalaciones, por tanto, se refleja en el desempeño energético de la empresa en su conjunto.



Otro proyecto destacado es el Piloto de Agricultura de Precisión, de Telefónica I+D, interesante en términos de la adaptación al cambio climático, especialmente dada la sequía que ha afectado al país en la última década. Se trata del primer campo de experimentación agrícola público-privado en Latinoamérica, donde es posible obtener automáticamente un detallado informe de recomendación de uso eficiente de agua de riego a través de la conexión a internet de sensores de humedad de suelo.

5.15. Desafíos futuros

En la evaluación del desempeño ambiental de Chile realizada por la OCDE y Cepal (2016), para avanzar en la mitigación y adaptación al cambio climático se recomienda al país "fortalecer y formalizar la base institucional de la política sobre cambio climático, con el fin de establecer responsabilidades bien definidas de implementación, de conformidad con la situación y los compromisos internacionales de Chile". Junto con ello, se señala la necesidad de adoptar e implementar políticas nacionales sobre el cambio climático, de manera de superar las falencias detectadas y robustecer iniciativas con impacto positivo, como el incremento de la eficiencia energética y la expansión de la generación de energías renovables. En atención a ello, se recomienda "adoptar e implementar un conjunto de políticas nacionales sobre cambio climático a fin de concretar la contribución prevista determinada a nivel nacional para el año 2030; aplicar las medidas de mitigación apropiadas para cada país o medidas alternativas para asegurar el cumplimiento de la meta establecida para 2020".

Para lo anterior, uno de los desafíos es contar a la brevedad con una base institucional de la política sobre cambio climático, por lo que se seguirá poniendo urgencia al proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, actualmente en primer trámite en el Senado, esperando que sea despachado por el Congreso a fines del año 2021.

En relación con la implementación de los compromisos y facultades contemplados en la Ley de Modernización Tributaria respecto del impuesto verde, se desarrollarán los reglamentos y actos administrativos requeridos para el establecimiento de un sistema de offsets, que permita apoyar y complementar los esfuerzos por disminuir la contaminación atmosférica local, así como los objetivos e incentivos de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI).

Se continuará trabajando en mejorar y fortalecer el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) en el marco de la implementación de un registro único de emisiones atmosféricas, con énfasis en la cuantificación de los GEI definidos para cada uno de los procesos industriales, mediante la plataforma informática desarrollada. Esta información reportada estará disponible como datos abiertos en el sitio web del RETC.



Una vez que la Ley Marco de Cambio Climático entre en vigor, se confeccionarán los siguientes reglamentos para el procedimiento de elaboración y/o actualización: Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC); planes sectoriales de mitigación y adaptación; planes de acción regional de cambio climático; normas de emisión; certificados de reducción, absorción o excedentes de emisiones de gases efecto invernadero; Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC); Comités Regionales para el Cambio Climático (CORECC); reglamento del Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero, Sistema Nacional de Prospectiva de Gases de Efecto Invernadero y Sistema de Certificación de Gases de Efecto Invernadero.

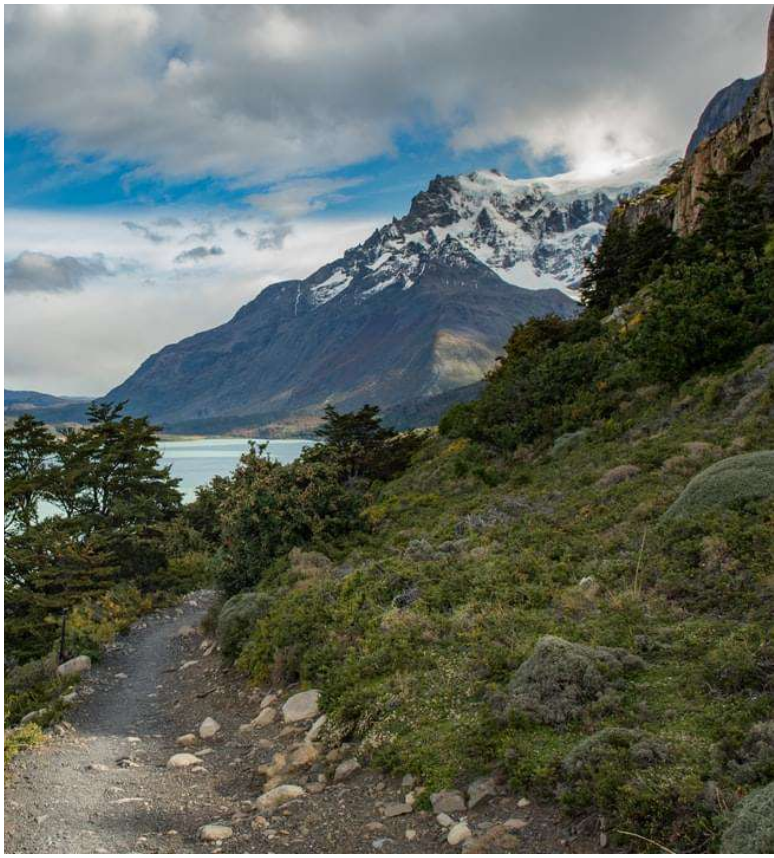
Se avanzará en el perfeccionamiento de la institucionalidad del Fondo Verde del Clima (FVC), con una visión estratégica que guíe el financiamiento climático a nivel nacional. En este sentido, es necesario determinar los focos de trabajo para el FVC en Chile, en línea con la actualización de las NDC, al igual que la meta de neutralidad de emisiones a 2050, como asimismo mejorar los procesos de postulación de proyectos al FVC, tanto públicos como privados, de forma de responder adecuadamente con una cartera de proyectos (Country Programme) que sea pertinente a estos objetivos.

Se presentará una propuesta metodológica para la medición del gasto público ambiental y climático.

También se fortalecerá la coordinación de la acción climática en adaptación, por medio del Plan Nacional de Adaptación y de los planes de adaptación para los 11 sectores priorizados en el proyecto de Ley Marco de Cambio Climático. Al año 2022 se habrán elaborado y comenzado a implementar los primeros planes de sectoriales de adaptación para recursos hídricos, borde costero y minería, incorporando los aprendizajes obtenidos durante la implementación del primer ciclo de planes sectoriales. En 2020 se iniciará la formulación del Plan de Adaptación al Cambio Climático de Recursos Hídricos, en conjunto con la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas.

Durante talleres regionales organizados para dar a conocer la Agenda 2030 y, particularmente, en el taller Comprometidos con la Acción por el Clima (preparatorio del tema acción por el clima para el Informe Nacional Voluntario), se develó una priorización por parte de la sociedad civil sobre el ODS 13 relativo a la acción por el clima: la brecha de la regionalización en la educación sobre cambio climático y la necesidad de estrategias y conformación de gobernanzas regionales para enfrentar, mitigar y adaptarse al cambio climático. Se buscará avanzar, pues, en la sensibilización y educación sobre el cambio climático (vinculado a la meta 13.3) a nivel local y regional, con el fin de priorizar medidas a corto plazo para mitigar este fenómeno.

Finalmente, cabe señalar que Chile desempeña la presidencia de la COP25 hasta la realización de la COP26, cuando el rol pase a Reino Unido. La fecha de esta conferencia fue aplazada hasta el año 2021 a raíz de la pandemia de Covid-19, por lo que el país mantendrá la presidencia hasta entonces.



Referencias

- Atala, C., Muñoz-Tapia, L., Pereira, G., Romero, C., Vargas, R., Acuña-Rodríguez, I. S.,Molina-Montenegro, M. A., y Brito, E. (2017). The effect of future climate change on the conservation of Chloraea disoides Lindl. (Orchidaceae) in Chile. Brazilian Journal of Botany, 40(1), 353-360, DOI: 10.1007/s40415-016-0333-4
- Bambach, N., Meza, F. J., Gilabert, H., y Miranda, M. (2013). Impacts of climate change on the distribution of species and communities in the Chilean Mediterranean ecosystem. Regional Environmental Change 13(6), 1245-1257.
- Carrasco, J., Osorio, R. y Casassa, G. (2008). Secular trend of the equilibrium-line altitude on the western side of the southern Andes, derived from radiosonde and surface observations. Journal of Glaciology, 54(186), 538-550. DOI: 10.3189/002214308785837002
- Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y Centro UC Cambio Global. (2020). Climate Change Risk Maps for Chile Informe Parcial de Avance Julio 2020.WP Biodiversidad. Información no publicada.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2012). La economía del cambio climático en Chile. Santiago de Chile: Cepal. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35372/1/S2012058_es.pdf
- Cuyckens, G. A. E., Christie, D. A., Domic, A. I., Malizia, L. R., y Renison, D. (2016). Climate change and the distribution and conservation of the world's highest elevation woodlands in the South American Altiplano. Global and Planetary Change, 137(137), 79-87.
- Fuentes-Castillo, T., Scherson, R. Marquet, P., Fajardo, J. Corcoran, D. Román, M. J. y 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. https://doi.org/10.1111/ddi.12988
- Información para el Desarrollo Productivo. (2016). Elaboración de una base digital del clima comunal de Chile: línea base (1980-2010) y proyección al año 2050. Informe final. Santiago: Ministerio del Medio Ambiente. Obtenido de https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/Clima-Comunal_Informe_Final_29_08_2016-web.pdf
- Luebert, F. y Pliscoff, P. (2017). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile (2ª Ed.). Santiago, Chile: Editorial Universitaria.
- Marquet, P. A., Abades, S., Armesto, J., Barría, I., Arroyo, M. T. K., Cavieres, L., Gajardo, R., Garín, C., Labra, F., Meza, F., Pliscoff, P., Prado, C., Ramírez, P., y Vicuña, S. (2010). Estudio de la biodiversidad terrestre en la ecorregión Mediterránea, a nivel de ecosistemas y especies, y medidas de adaptación frente a escenarios de cambio climático. Santiago, Chile. CONAMA.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. (2020). Comité Científico de Cambio Climático. Obtenido de https://www.minciencia.gob.cl/comitecientifico/quienes-somos.html

- Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2014a. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Obtenido de : http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/02/Plan-Nacional-Adaptacion-Cambio-Climatico-version-final.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente. (2019). Resumen ejecutivo, en "Determinación del riesgo de los impactos del cambio climático en las costas de Chile", documento preparado por Winckler, P. et al. Santiago: MMA. DOI: 10.13140/RG.2.2.33845.63202
- Ministerio Secretaría General de la Presidencia. (2010). Ley 20.417. Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. Obtenido de https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1010459
- Molina, L. T., Gallardo, L., Andrade, M., Baumgardner, D., Borbor-Cõrdova, M., Bõrquez, R., Casassa, G., Cereceda-Balic, F., Dawidowski, L., Garreaud, R., Huneeus, N., Lambert, F., McCarty, J. L., Mc Phee, J., Mena-Carrasco, M., Raga, G. B., Schmitt, C. y Schwarz, J. P.: Pollution and its Impacts on the South American Cryosphere, Earth's Futur., 3(12), 345-369, doi:10.1002/2015EF000311, 2015.
- Naciones Unidas (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Obtenido de https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf
- Organización Mundial de la Salud. (2016). Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks. Ginebra: OMS. Obtenido de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204585/9789241565196_eng.pdf?sequence=1
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos y Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2016). Evaluaciones OCDE del desempeño ambiental: Chile 2016. Aspectos destacados. París: OCDE. Obtenido de https://www.oecd.org/environment/country-reviews/EPR_Chile_Aspectos_Destacados.pdf
- Panel Intergubernamental del Cambio Climático. (2018). Calentamiento global de 1,5 °C. Resumen para responsables de políticas. Obtenido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf
- Panel Intergubernamental del Cambio Climático. (2014). Cambio climático 2014: Informe de síntesis. [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. Ginebra: IPCC.
- Rojas, M. (2012). Consultoría para la elaboración de un estudio sobre estado del arte de modelos para la investigación del calentamiento global. Santiago, Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile: Maps-Chile.

- Santelices, R., Drake, F., Mena, C., Ordenes, R., & Navarro-cerrillo, R. M. (2012). Current and potential distribution areas for Nothofagus alessandrii, an endangered tree species from central Chile. Ciencia e Investigación Agraria, 39(3), 521-531.
- Santibáñez, F., Santibáñez, 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.
- Schweikert, A., Chinowsky, P., Espinet, X., & Tarbert, M. (2014). Climate Change and Infrastructure Impacts: Comparing the Impact on Roads in ten Countries through 2100. Procedia Engineering, 78, 306-316. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.07.072
- World Resources Institute. (2020). Climate Watch. Obtenido de https://www.wri.org/our-work/project/climate-watch.



CAPÍTULO **16**

CAPA DE OZONO

CAPA DE OZONO

La capa de ozono actúa como un escudo protector de la radiación ultravioleta (UV), especialmente la ultravioleta B (UVB - onda media). Cuando esta capa se debilita, la radiación UV aumenta, provocando efectos dañinos en las personas y el medioambiente. La disminución de la capa de ozono constituye un problema global respecto al cual Chile es particularmente vulnerable. El agotamiento de la capa de ozono se produce debido al uso antrópico de sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO).

CAPAS DE LA ATMÓSFERA

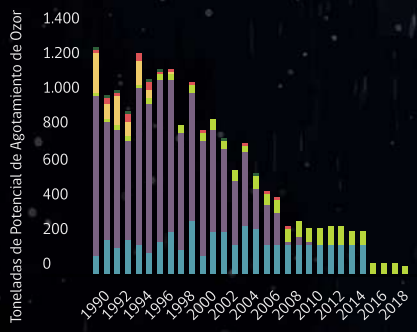


CONSUMO NACIONAL DE SAO

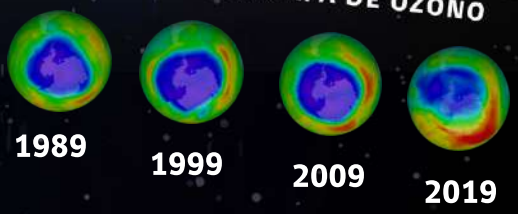
El consumo nacional de SAO se ha reducido de forma significativa, cumpliendo con creces las metas del Protocolo de Montreal.

(1989 y 2018) Consumo total de toneladas SAO:

▼97%



EVOLUCIÓN DEL AGUJERO DE LA CAPA DE OZONO





AMENAZA

HCFC

sustancias utilizadas principalmente como gases refrigerantes en sistemas de refrigeración y aire acondicionado, como agente expansor en las espumas de poliuretano para aislación térmica y como propelentes en aerosoles.

1. Las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAOs) usadas por el hombre son liberadas en el aire y llegan hasta la estratósfera.

2. Los rayos UV rompen las SAO en la estratósfera. Átomos de cloro son liberados.

3. Los átomos de cloro rompen las moléculas de ozono. Un átomo de cloro puede seguir rompiendo moléculas de ozono durante un siglo. Al ser destruida la capa de ozono aumenta la radiación UV.

IMPACTOS

En casi tdos los lugares del país se han alcanzado valores extremos de riesgo de exposición a la radiación UV-B en el periodo 2000-2019.

RIESGO DE EXPOSICIÓN EXTREMO
Recomendaciones: Protección máxima, evitar radiación de medio día; usar ropa adecuada; si debe estar al sol, buscar la sombra y usar filtro solar.

En el periodo 1997-2019 se observa una leve tendencia al alza en la tasa de mortalidad por cáncer a la piel (melanoma maligno de la piel) a nivel nacional.

Tasa de mortalidad por melanoma maligno 2019 es la más alta del periodo

1,29/ 100.000

habitantes

247 Defunciones

En el medio ambiente puede disminuir el crecimiento de plantas y afectar a organismos unicelulares y sistemas acuáticos.

CAPA DE OZONO



INTRODUCCIÓN

La capa de ozono actúa como un escudo protector de la radiación ultravioleta proveniente del Sol. Si la cantidad de radiación ultravioleta que llega a la Tierra es alta puede ocasionar importantes problemas, tanto para los seres humanos como para la biodiversidad.

El agotamiento de la capa de ozono se produce como consecuencia del uso antrópico de diversos componentes llamados sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO).

Chile, un país particularmente vulnerable a este problema debido a que se encuentra ubicado cerca del llamado agujero de ozono antártico, ha contribuido con el esfuerzo global por recuperar la capa de ozono, ratificando el Convenio de Viena y el Protocolo de Montreal con todas sus enmiendas, y cumpliendo los compromisos de reducción de consumo de SAO.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN
1. ANTECEDENTES
2. ESTADO: AGUJERO DE OZONO ANTÁRTICO Y RADIACIÓN UV EN CHILE
3. PRESIÓN: SUSTANCIAS AGOTADORAS DE LA CAPA DE OZONO
4. RESPUESTA NACIONAL FRENTE AL AGOTAMIENTO DE LA CAPA DE OZONO
4.1. PROGRAMA PAÍS PARA LA PROTECCIÓN DE LA CAPA DE OZONO
4.2. PROYECTOS RECIENTES DE LA UNIDAD OZONO DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
REFERENCIAS

1. Antecedentes

El Sol emite un espectro electromagnético que llega a la Tierra en forma de ondas de radiación visible, calor (infrarrojo) y radiación ultravioleta (UV), lo cual hace posible la vida en el planeta. La radiación UV en pequeñas cantidades es esencial para la existencia humana, permitiendo la producción de vitamina D en la piel, lo que ayuda al desarrollo del sistema óseo, a la regulación del ritmo circadiano o ritmos biológicos y a la producción de endorfinas de efecto antidepresivo.

Sin embargo, la exposición excesiva y prolongada a la radiación UV resulta perjudicial para las personas y el medio ambiente. Provoca diversos daños a la piel e incluso cáncer de piel (melanoma y no melanoma), así como también afecciones oculares, como cataratas, y un efecto negativo sobre el sistema inmunológico.

La excesiva radiación UV y su impacto en los ecosistemas terrestres -e incluso acuáticos- se ha asociado a una disminución del rendimiento y la calidad de ciertos cultivos agrícolas, al afectar los procesos fisiológicos y el desarrollo de las plantas, así como también a la descomposición del material vegetal muerto, especialmente en zonas áridas y semiáridas, alterando la disponibilidad de nutrientes y provocando una liberación de carbono que contribuye al calentamiento global (Bais et al., 2018).

El ozono es un gas formado por tres átomos de oxígeno (O3), que se encuentra presente en la atmósfera de la Tierra distribuido en diferentes concentraciones, con variaciones geográficas, estacionales y de altura.

La capa de ozono es la zona de la estratósfera que concentra más de 90% del ozono1. Está ubicada en un rango aproximado entre 15 y 40 km de altura sobre la superficie terrestre, siendo mayor en la cercanía de los polos y menor en torno al Ecuador, en respuesta al comportamiento de los vientos en la estratósfera. Actúa como un escudo protector de la radiación UV, especialmente en la longitud de onda media o UVB; cuando esta capa se debilita la radiación UV aumenta, incrementándose los efectos dañinos mencionados.

ESPESOR DE LA CAPA DE OZONO

Por convención, se define el agujero de ozono antártico (AOA) como la región en la cual la columna de ozono es igual o inferior a

220 UD (UNIDAD DOBSON)

[1] El 10% del ozono restante, que no es parte de la capa de ozono, se encuentra en la tropósfera (capa baja de la atmósfera más cercana a la superficie de la Tierra) y no cumple un efecto protector de la radiación UV. El ozono troposférico es un contaminante peligroso para los seres vivos por su carácter oxidante, el cual en elevadas concentraciones forma el esmog fotoquímico.

Las concentraciones de ozono en las temporadas más frías son mayores a las observadas en las más cálidas. Durante el invierno, en el caso de la Antártica, el vórtice polar, un ciclón persistente a gran escala, aísla masas de aire frío en su centro, formando nubes estratosféricas. En estas se producen reacciones químicas únicas en el planeta, liberándose átomos de cloro y bromo que provienen de sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO) generadas por actividades antrópicas. En cuanto los flujos de radiación solar se acrecientan en primavera, estos químicos se rompen y se liberan, originándose un importante adelgazamiento de la capa de ozono en la Antártica, fenómeno que se conoce como agujero de ozono antártico (AOA).

Se estima que, en condiciones sin nubosidad, una disminución de 1% del ozono se traduce en 1,5% de incremento de la radiación UVB que llega a la superficie terrestre (Ministerio de Salud, 2011).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), en colaboración con el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y otras organizaciones, creó un índice de protección solar, el Índice UV, que mide la intensidad de la radiación UV en la superficie terrestre. Cuanto más grande es su valor, mayor es la intensidad y, en consecuencia, el riesgo para la salud.

En las últimas décadas, la NASA ha realizado mediciones periódicas del espesor de la capa de ozono en distintas latitudes y estaciones, utilizando la unidad de medida Dobson (UD)[2]. Por convención, se define el agujero de ozono antártico (AOA) como la región en la cual la columna de ozono es igual o inferior a 220 UD. Los valores usuales observados en la atmósfera oscilan entre los 230 y 500 UD.

RADIACIÓN UV Y SALUD:

CÁNCER A LA PIEL

Uno de los impactos más agresivos de la radiación UV sobre la salud de la población es el cáncer de piel.

Existen diversos tipos de cáncer: los no-melanoma, entre los que se encuentran el carcinoma basocelular y el espinocelular, que son frecuentes pero poco letales, y el cáncer por melanoma maligno, menos habitual que los anteriores, pero que constituye la mayor causa de muerte de los cánceres de piel.

Según datos de la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC, por su sigla en inglés) de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la tasa de mortalidad por melanoma maligno a nivel mundial en 2012 fue de 0,9 por cada 100.000 habitantes en la población masculina y de 0,6 por cada 100.000 habitantes en la población femenina (IARC, 2016).

La OMS (2015) también señala que una disminución de 10% en los niveles de ozono provoca 4.500 casos adicionales de cáncer de piel por melanoma maligno a nivel global.

Existen factores que elevan el riesgo de cáncer de piel en las personas, entre los que se encuentran: exposición solar considerable; piel, pelo y ojos claros; algunos tipos de lunares, antecedentes familiares de melanoma, haber padecido algún cáncer de piel, sistema inmunológico débil y edad mayor.

Fuente: Ministerio de Salud (2011) y Sociedad Americana contra el Cáncer (2016).

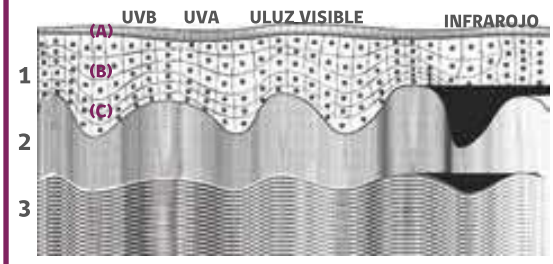
[2] La unidad Dobson (UD) es una medida del espesor de la capa de ozono, equivalente a 0,01 mm en condiciones normales de presión y de temperatura (1 atm y 0 °C, respectivamente), expresado en número de moléculas.

Tipos de radiación UV y factores que determinan la intensidad

Existen tres tipos de radiación ultravioleta (UV), diferenciados por su rango de longitud de onda: UVA, UVB y UVC. A menor longitud de onda, más dañina es la radiación UV, sin embargo, también es menor su capacidad de alcanzar la piel. La UVA es la de mayor longitud de onda (315-400 nanómetros [nm]); llega casi por completo a la superficie terrestre y penetra en la piel hasta la dermis; los rayos UVB poseen una longitud de onda intermedia (280-315 nm), son absorbidos casi en su totalidad por la capa de ozono y alcanzan las primeras capas de la piel o epidermis; y la radiación UVC, la de menor longitud de onda (100-280 nm) y en teoría la más peligrosa, no llega a la Tierra porque es absorbida totalmente por la capa de ozono.

CAPAS DE LA PIEL

1. Epidermis (A) Capa córnea (B) Capa espino-celular (C) Capa basal y melanocitoS.
2. Dermis
3. Tejido subcutáneo



Fuente: MINSAL 2011

La intensidad de la radiación UV depende de varios factores:

1	**Fecha y hora**	La fecha del año determina la altura máxima que alcanza el Sol sobre el horizonte durante el día y la hora del día define la cercanía del Sol a la vertical del lugar. Esta combinación hace que la mayor intensidad de radiación UV sea en verano entre las 11 y 15 horas, y en invierno entre las 12 y 15 horas.
2	**Latitud**	En la cercanía del Ecuador la intensidad de la radiación UV es mayor, ya que los rayos solares llegan perpendicularmente a la superficie terrestre y recorren menos la capa de ozono. Hacia los polos va ensanchándose el ángulo que deben atravesar los rayos UV y, por ende, la intensidad de radiación decrece hacia esas latitudes.
3	**Altitud**	La intensidad de la radiación se incrementa con la altura, porque la atmósfera se hace más delgada.
3	**Nubosidad**	Las nubes reducen levemente la radiación UV (10% aproximadamente).

2. Estado: agujero de ozono antártico y radiación UV en Chile

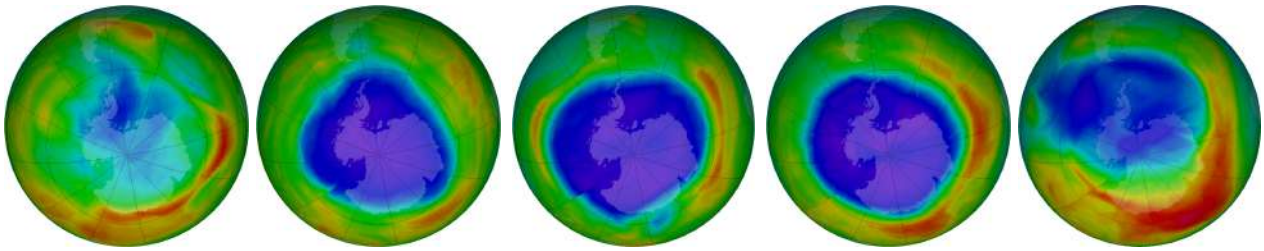
Un extremo del agujero de ozono antártico (AOA) está sobre la Región de Magallanes y Antártica Chilena, quedando el país en una particular condición de vulnerabilidad en comparación con el resto del mundo.

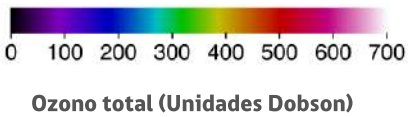
Entre 1979 y 2019 el tamaño o superficie máxima del AOA aumentó desde 1,1 a 16,4 millones de km2, valor este último equivalente a cerca del 3% de la superficie de la Tierra y a 90% de la superficie de América del Sur. El grosor del AOA (espesor mínimo) disminuyó desde 194 a 120 unidades Dobson (UD) en el mismo periodo.

Sin embargo, desde el año 2000 se observa una estabilización del AOA, e incluso a partir de 2006 una tendencia a su recuperación (reducción del tamaño y aumento del espesor), aunque con significativas variaciones interanuales, lo que significaría una mejora de su capacidad de filtración de los rayos UV. En 2019, por ejemplo, el valor del tamaño del AOA es el más bajo de los últimos 31 años, lo cual indica un resultado exitoso de la acción internacional por la recuperación de la capa de ozono.

Figura 1. Agujero de Ozono Antártico
Promedio mensual de octubre de cada año 1980, 2015

Agujero de Ozono Antártico 1979, 1989, 1999, 2009, 2019.

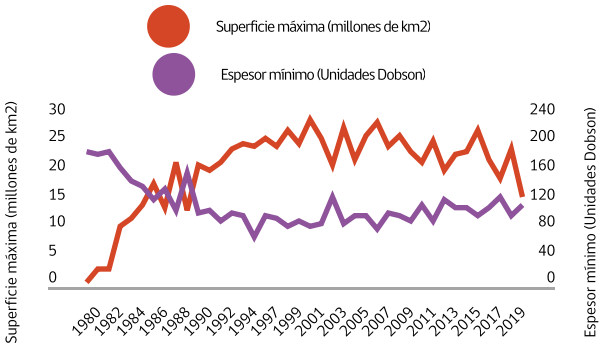




Nota: las imágenes representan el ozono total medio sobre el polo antártico, con intervalos de valores en unidades Dobson en gradientes de color. Los colores morado y azul corresponden a donde hay menos ozono (capa de ozono más delgada) y los amarillos y rojos, donde hay más ozono (capa de ozono más gruesa).

Fuente: Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA), 2020.

Figura 2. Superficie máxima y espesor mínimo del Agujero de Ozono Antártico, 1980-2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA), 2020.

En Chile, de acuerdo con datos de la NASA, al comparar el promedio de la columna de ozono del periodo 1978-1987 (sin influencia del AOA) con el año 2019, se advierten disminuciones del espesor de la capa de ozono en todo el territorio, acrecentando el riesgo de la población ante la radiación UV. Esta variación difiere según lugar y estación del año. En las localidades más australes, donde el AOA influencia los valores de primavera y verano, se advierten mayores variaciones estacionales (**Tabla 1**). Esta información, además, confirma que en general el ozono total es menor en las regiones más cercanas al Ecuador y mayor cerca de los polos.

Tabla 1. Columna de ozono en ciudades y lugares seleccionados del país (unidades Dobson), 1978-1987 y 2019

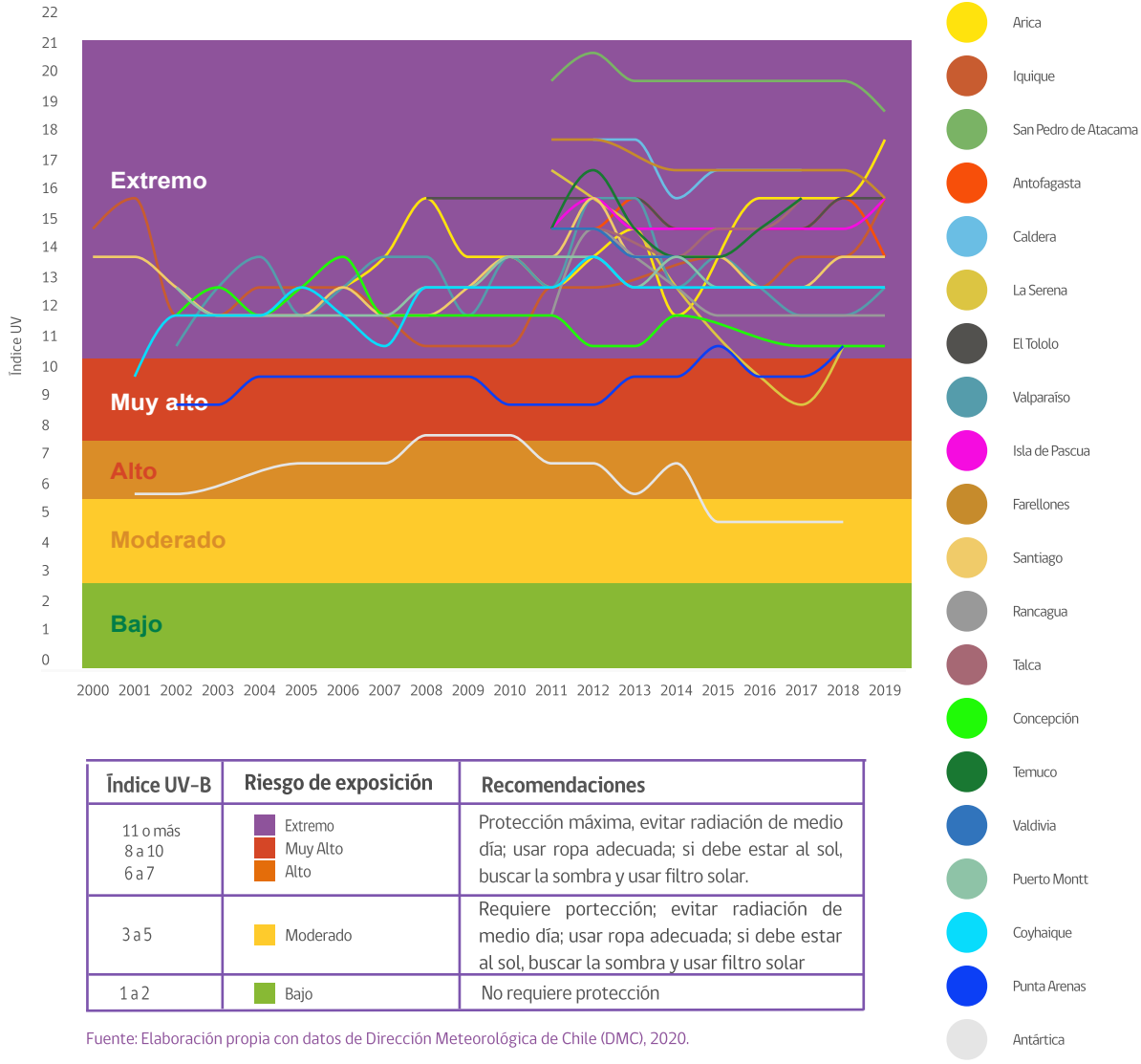
	Otoño			Invierno			Primavera			Verano		
	1978-1987	2019	% var.	1978-1987	2019	% var.	1978-1987	2019	% var.	1978-1987	2019	% var.
Arica	257	254	-1,2	265	259	-2,3	276	272	-1,4	263	258	-1,9
Iquique	261	253	-3,1	276	261	-5,4	288	274	-4,9	268	256	-4,5
Copiapó	267	254	-4,9	292	271	-7,2	302	281	-7,0	274	260	-5,1
Valparaíso - Santiago	273	268	-1,8	309	293	-5,2	317	302	-4,7	281	277	-1,4
Concepción	280	272	-2,9	324	306	-5,6	333	311	-6,6	288	282	-2,1
Valdivia - Puerto Montt	287	278	-3,1	331	315	-4,8	346	320	-7,5	296	288	-2,7
Punta Arenas	294	275	-6,5	334	312	-6,6	357	322	-9,8	305	289	-5,2
Aysén	301	280	-7,0	331	307	-7,3	365	319	-12,6	318	301	-5,3
Base Frei - Antártica	305	294	-3,6	321	278	-13,4	363	289	-20,4	323	307	-5,0

Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA) y Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2020.

La radiación ultravioleta UVB es un problema preocupante en Chile. En general, entre los años 2000 y 2019 en casi todo el país se han alcanzado valores extremos de riesgo de exposición a la radiación UVB. San Pedro de Atacama es el lugar que ha registrado el valor más alto de radiación UV en todo el periodo (**Figura 3**).

Figura 3. Índice UV-B máximo en ciudades y lugares del país, 2000-2019



Índice UV-B	Riesgo de exposición	Recomendaciones
11 o más 8 a 10 6 a 7	Extremo Muy Alto Alto	Protección máxima, evitar radiación de medio día; usar ropa adecuada; si debe estar al sol, buscar la sombra y usar filtro solar.
3 a 5	Moderado	Requiere portección; evitar radiación de medio día; usar ropa adecuada; si debe estar al sol, buscar la sombra y usar filtro solar
1 a 2	Bajo	No requiere protección

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2020.

Download data

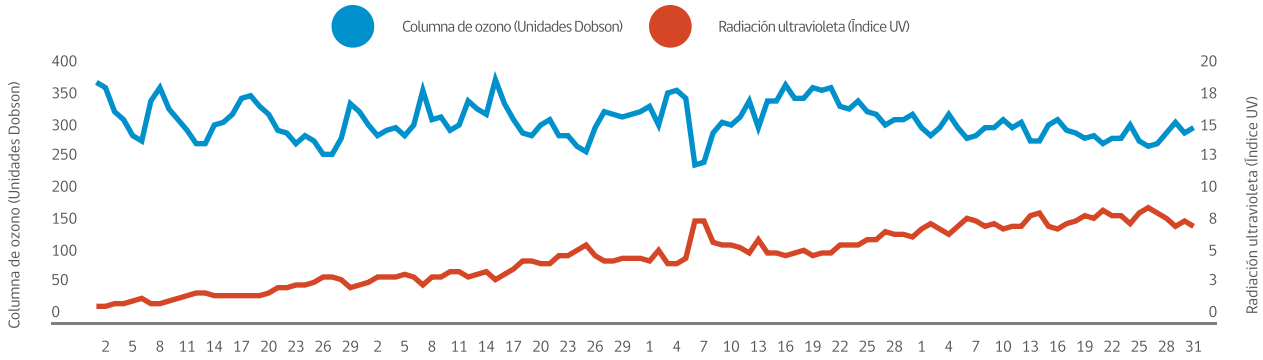


Laboratorio de Investigaciones Atmosféricas de la Universidad de Magallanes

Foto: Ministerio del Medio Ambiente

La evolución diaria de la columna total de ozono (espesor de la capa de ozono en unidades Dobson) y el índice de radiación ultravioleta (IUV) en la austral ciudad de Punta Arenas, entre los meses de septiembre a diciembre de 2019, muestra que el AOA se posicionó durante varios días sobre esta zona, observándose marcadas disminuciones de la capa de ozono y aumentos de radiación ultravioleta en octubre y noviembre, demostrando la directa relación entre ambos indicadores (**Figura 4**).

Figura 4. Columna de ozono (UD) y radiación ultravioleta (índice UV) en Punta Arenas, 2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con con datos de TEMIS – European Space Agency (ESA), 2020.

Figura 5. Tasa de mortalidad por melanomas malignos de la piel a nivel nacional, 1997-2019.



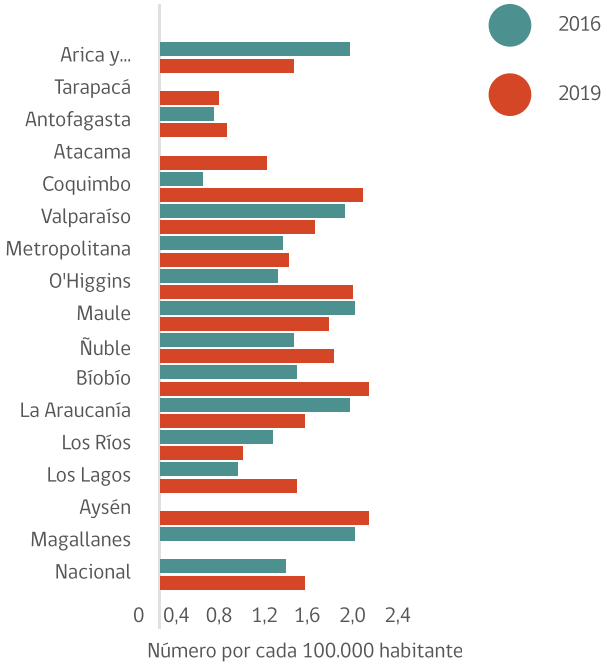
Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Salud (MINSAL), 2020.

Se aprecia una leve tendencia al alza en la tasa de mortalidad por melanoma maligno de la piel a nivel nacional en el periodo 1997-2019, alcanzando el valor más alto el año 2019 (1,29 por cada 100 mil habitantes), lo que equivale a 247 defunciones. Los hombres tienden a tener una tasa de mortalidad mayor que las mujeres en el periodo. El último año, la tasa fue de 1,54 en hombres y 1,05 en las mujeres (**Figura 5**).

Siete regiones del país han visto subir su tasa de mortalidad por melanoma maligno de la piel entre 2016 y 2019. El mismo número de regiones supera el valor nacional del último año, siendo Aysén la región con la tasa más elevada (**Figura 6**).

Figura 6. Tasa de mortalidad por melanomas malignos de la piel a nivel regional (número por cada 100 mil hab), 2016-2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Salud (MINSAL), 2020.



Nota: la tasa de mortalidad por melanoma observada corresponde al número de defunciones por melanoma maligno de la piel (causas CIE-10: C43 de la base de datos del Ministerio de Salud) según región de residencia por cada 100.000 habitantes.

3. Presión: Sustancias agotadoras de la capa de ozono

El problema en de la capa de ozono se origina fundamentalmente por la liberación a la atmósfera de sustancias perjudiciales, las llamadas sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO), originadas por la producción industrial y el uso de componentes que interrumpen el ciclo de formación y destrucción natural de ozono, lo que ha derivado en el debilitamiento de la capa de ozono. Si bien este problema es responsabilidad de todos los países, no afecta a cada uno en forma proporcional.

De acuerdo al Protocolo de Montreal3, las principales SAO corresponden a compuestos como los clorofluorocarbonos (CFC) e hidroclorofluorocarburos (HCFC), que se utilizan en refrigeración, espumas, propelentes, solventes y extinción del fuego; el bromuro de metilo (BrMe), usado en fumigantes de suelos y plaguicidas; los halones, en la extinción del fuego; el metilcloroformo, antes utilizado como solvente industrial; el tetracloruro de carbono (CCl4), que se ocupaba como solvente industrial y en laboratorios químicos; y el bromoclorometano, para la desinfección de agua.

El consumo de SAO de un país se estima como la suma de la producción más la importación menos la exportación nacional de productos que las contienen. Entre 1989 y 2006 el consumo de SAO estuvo dominado por los CFC y su reducción se debe a la aplicación del Protocolo de Montreal. Por su parte, el aumento de los HCFC se explica porque fueron sustituyendo a los CFC.

En el caso de Chile, no existe producción de SAO y las exportaciones son poco significativas. Así, el cálculo del consumo nacional se hace sobre la base de las estadísticas de importación de las SAO como sustancias puras y mezclas, que son controladas por el Servicio Nacional de Aduanas.

Entre 1989 y 2018 el consumo nacional de SAO se redujo un 97%, explicado por el cumplimiento de las metas de reducción del Protocolo de Montreal. En el año 1989 se registraban consumos de seis SAO (CFC, halones, bromuro de metilo, metilcloroformo y tetracloruro de carbono), totalizando 1.298,3 toneladas de potencial agotamiento del ozono (PAO); en cambio, en 2018 únicamente se verificó un consumo de 41,8 toneladas PAO, correspondiente solo al grupo hidroclorofluorocarbonos (HCFC).

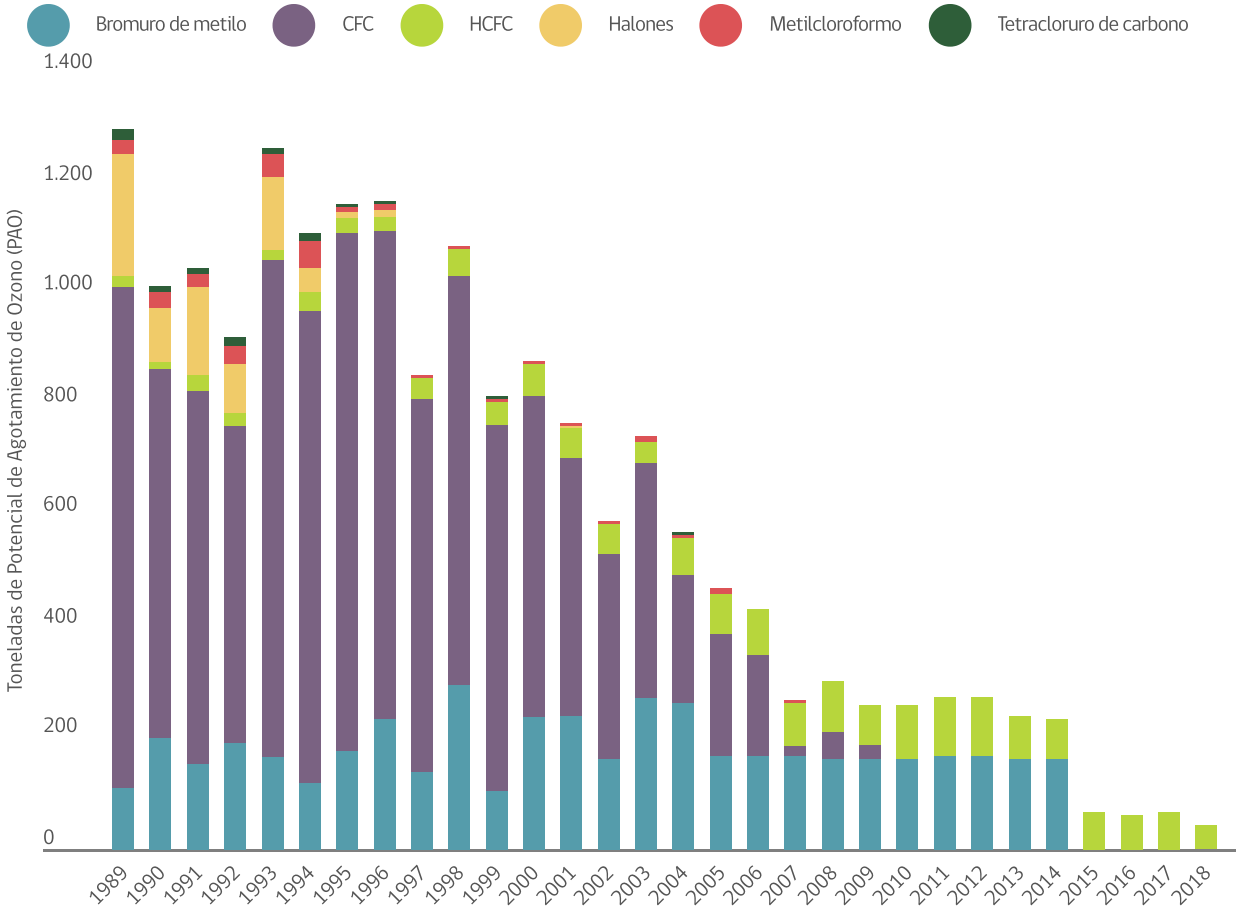
CONSUMO NACIONAL TOTAL DE SAO

Entre 1989 y 2018 ha disminuido significativamente

97%

[3] Tratado internacional relativo a sustancias que agotan el ozono, cuyo objetivo es proteger la capa de ozono reduciendo la producción y el consumo de numerosas sustancias que son responsables de su agotamiento. Entró en vigor el 1 de enero de 1989.

Figura 7. Consumo nacional total de sustancias agotadoras de la capa de ozono (toneladas PAO), 1989 – 2018



Download data

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



4. Respuesta nacional frente al agotamiento de la capa de ozono

La disminución de la capa de ozono se ha enfrentado como un problema global. Es así como en 1985 se suscribió el Convenio de Viena, que promueve la investigación y el intercambio de información para evaluar los impactos de las actividades humanas sobre la capa de ozono y los efectos de su alteración en la salud y el ambiente. Asimismo, pide adoptar medidas legislativas o administrativas para controlar, limitar, reducir y prevenir las actividades humanas que tengan efectos adversos sobre la capa de ozono.

En el marco del Convenio de Viena, se elaboró el Protocolo de Montreal, con la finalidad de establecer un calendario gradual para la reducción y eliminación de SAO[4]. El Panel de Expertos del Protocolo estima que, si se cumplen todas las obligaciones comprometidas por los países, hacia el año 2050 la capa de ozono en el hemisferio norte recuperará niveles de los años setenta. En el caso del hemisferio sur, esto ocurriría hacia el año 2065.

Chile ratificó el Convenio de Viena y el Protocolo de Montreal en 1990, por lo cual tiene la obligación de cumplir con los calendarios de reducción y eliminación de SAO a partir de la entrada en vigencia de cada uno de los respectivos calendarios.

Desde el 1 enero de 2010 en Chile se prohibió la importación de CFC, halones y tetracloruro de carbono y desde 2008 no se han registrado importaciones de metilcloroformo (cuya importación está prohibida desde el 1 de enero de 2015 y también su uso). El bromoclorometano tiene prohibida su importación y su uso desde el 1 de enero de 2002. La prohibición para la



CONVENIO DE VIENA

Chile ratificó el Convenio de Viena, el Protocolo de Montreal y todas sus enmiendas, incluyendo la última, la Enmienda de Kigali. Siendo norma vigente, el país tiene la obligación de cumplir con los calendarios de reducción y eliminación de SAO.

[4] El Protocolo de Montreal agrupa las SAO en los siguientes cinco anexos: Anexo A: CFC y halones; Anexo B: otros CFC, metilcloroformo, tetracloruro de carbono; Anexo C: CFCHCFC, HBFCs y bromoclorometano, y Anexo E: bromuro de metilo (BrMe). El Anexo D es una lista indicativa de los productos que contienen SAO.

importación de bromuro de metilo se inició el 1 de enero de 2015 y está prohibido su uso industrial. Para el caso de los HCFC se estableció un calendario de reducciones a partir del 1 de enero de 2013.

En la Figura 7 se muestra la evolución del consumo nacional de cada tipo de SAO en el periodo 1989-2014 y los límites de consumo máximo establecidos por el Protocolo de Montreal. Se aprecia que para todas las SAO el país ha cumplido sus compromisos. En el caso del consumo de tetracloruro de carbono, se anota un valor de consumo por sobre el límite estipulado para el año 2007. No obstante, este no fue considerado un incumplimiento porque se demostró que la importación fue para uso analítico y de laboratorio. Este argumento fue presentado por Chile a la Secretaría del Ozono en su Plan de Acción y aceptado posteriormente por el Comité de Implementación.

Respecto a los HCFC, en la XIX Conferencia de las Partes del Protocolo de Montreal, realizada en septiembre de 2007, se aprobó el ajuste del calendario de reducción de estas sustancias agotadoras de ozono. Este consistió en el adelantamiento de la línea base a los años 2009-2010 y la fecha de eliminación total a partir del 1 de enero de 2040, permitiendo solo un 2,5% de uso entre 2030 y 2039, exclusivo para operaciones justificadas de servicio técnico y mantención, medida que se someterá a revisión en 2020. El ajuste se inició con la congelación del consumo a partir del 1 de enero de 2013 al nivel de la línea base. Luego, el año 2015 se fijó una reducción de 10%, de 35% a 2020, de 67,5% a 2025 y de 97,5% al 2030, dejando el referido 2,5% hasta 2040.

La reducción de HCFC marca la segunda etapa y final de la reducción de las SAO. Para ello, todas las partes en el Protocolo de Montreal deben elaborar un Plan de Gestión para la Eliminación de los HCFC (HPMP, por la sigla en inglés de HCFC Phase-out Management Plan).

EFECTOS EN EL CAMBIO CLIMÁTICO

Al cumplirse 31 años de su entrada en vigor, el Protocolo de Montreal muestra positivos resultados en su objetivo de proteger la capa de ozono eliminando el uso de sustancias que la agotan: partes de esta franja se han recobrado en 1-3% por década desde 2000.

Aunque no es su propósito central, este esfuerzo internacional también ha contribuido en la lucha contra el cambio climático, al evitar 135 mil millones de toneladas de emisiones de CO_2 entre 1990 y 2010 (ONU, 2019) y otros gases de efecto invernadero, cuya menor presencia ha ralentizado el calentamiento reciente del Ártico (Polvani et al., 2020). Lo mismo ocurriría con la Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal, vigente desde 2019: con su meta de reducir en más de 80% la producción y el consumo de HFC durante los próximos 30 años, se podría impedir hasta 0,4 °C de calentamiento global a fines de este siglo, mientras se continúa protegiendo la capa de ozono.



El Plan de Gestión para la Eliminación de HCFC (HPMP) de Chile contiene cinco líneas estratégicas:
(1) marco regulatorio; (2) apoyo al sector de espumas (paneles discontinuos y spray); (3) apoyo al sector de refrigeración (servicios y mantención de refrigeración y climatización, incluyendo limpieza de sistemas), (4) difusión y (5) monitoreo. El plan tiene un cronograma de actividades desde 2011 hasta 2016 en la fase I y de 2016 a 2020 en la fase II.

En la fase I ha contemplado el trabajo en conjunto con el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) como agencias implementadoras internacionales, para la ejecución de todas las líneas estratégicas, excepto la (2). Consideró actividades de reducción del consumo de HCFC en el sector de refrigeración, con apoyo en aspectos normativos y de difusión pública.

Mediante la Decisión 76/37 (2016) del Comité Ejecutivo del Fondo Multilateral del Protocolo De Montreal se asignó al Gobierno de Chile financiamiento para implementar la fase II, de manera de permitir al país lograr la reducción del consumo de los HCFC cumpliendo la meta de dicho protocolo (45%) para el año 2020, y el compromiso asumido bajo el Acuerdo entre el Gobierno y el Comité Ejecutivo, de reducir el consumo de HCFC en un 65% de la línea de base en el año 2021. En esta fase II se incorpora la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (Onudi) como agencia implementadora internacional y se incluyen las acciones de la línea estratégica (2), desarrollándose actividades de reducción y eliminación del consumo de HCFC en los sectores de refrigeración, climatización y espumas, junto con apoyo normativo y medidas de difusión pública.

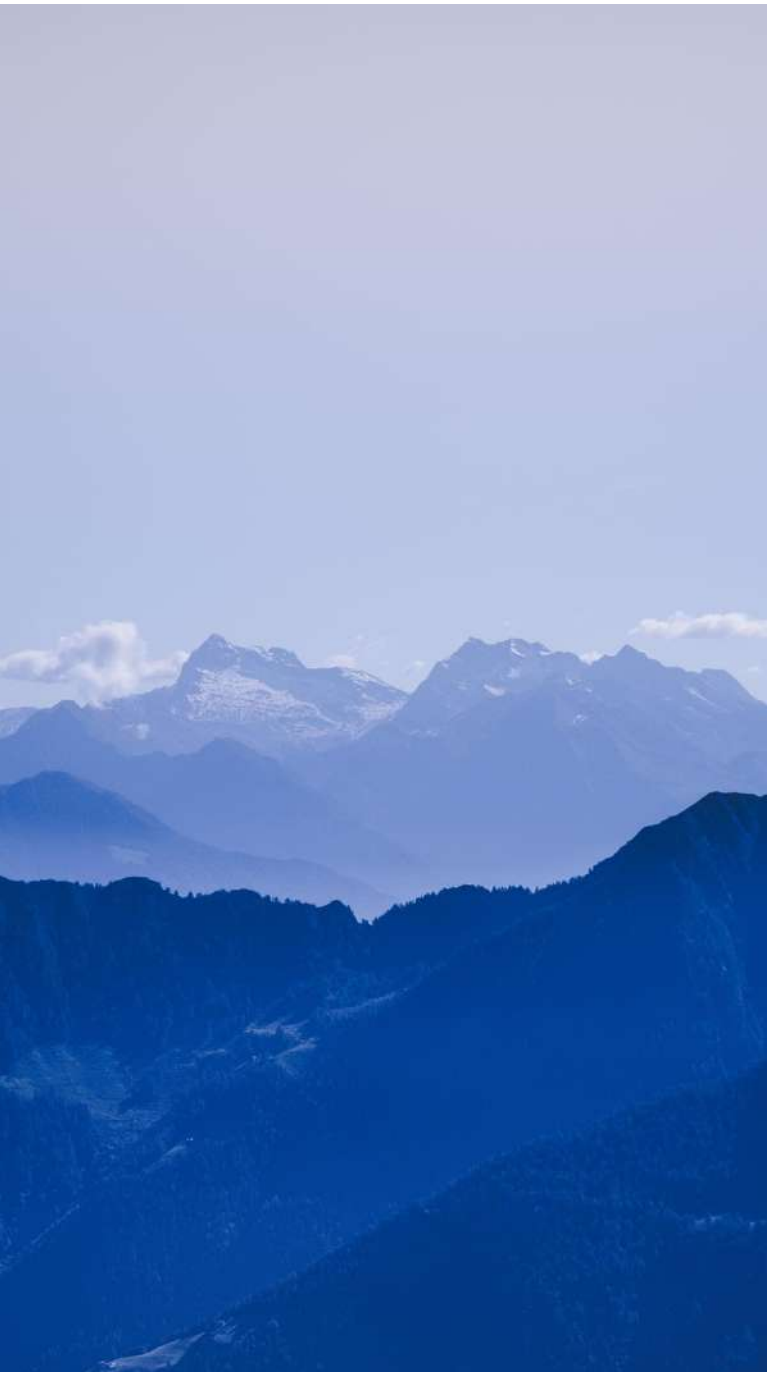
En relación con los hidrofluorocarbonos, con la ratificación de Chile de la Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal, el país fortaleció su compromiso en la reducción de los HFC, que tienen, además, un alto poder de calentamiento global y, por lo tanto, directa incidencia en el cambio climático. Para esto, en 2019 se elaboró y entró en vigor el reglamento que inicia el control de importaciones y exportaciones de HFC, además de establecer metas más estrictas a las importaciones de HCFC, que son sustancias que deterioran la capa de ozono y contribuyen al cambio climático, y son utilizadas principalmente en sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Con lo anterior, se establecen las bases para proteger con mayor fuerza la capa de ozono y reducir los gases de efecto invernadero.

El calendario de reducción de HFC prevé que los países desarrollados bajen su producción y consumo un 10% antes de finales de 2019 en relación con los niveles de 2011-2013, y un 85% antes de 2036. Los países en vías de desarrollo iniciarán su transición en 2024 para alcanzar en 2029 una reducción de 10% con respecto a los niveles de 2020-2022 y de 80% para 2045. Finalmente, los países en desarrollo empezarán en 2028, para llegar en 2032 a una disminución de 10% con respecto al periodo 2024-2026 y de 85% en 2047.

En el caso de Chile, aplica el calendario de reducción de HFC para países en desarrollo A5 Grupo I, con el siguiente calendario respecto a la línea base:

Línea Base (LB): Consumo promedio años 2020-2022 + 65% LB HCFC
2024: Congelamiento nivel LB
2029: Reducción 10%
2035: Reducción 30%
2040: Reducción 50%
2045: Reducción 80%

4.1 Programa país para la protección de la capa de ozono



El Programa Ozono (Unidad Ozono) se creó en Chile en la Comisión Nacional de Medio Ambiente (Conama) el año 1994, hoy en el Ministerio del Medio Ambiente, con el fin de asegurar el cumplimiento del Protocolo de Montreal a nivel nacional, actuando la institución como punto focal de dicho acuerdo. Como parte de este programa, se propone y genera normativa aplicable al control de las sustancias reguladas por el Protocolo de Montreal; de igual modo, se elaboran y ejecutan proyectos de inversión y de asistencia técnica, complementados con actividades de difusión y sensibilización. Para alcanzar estos fines, se han gestionado recursos financieros del Fondo Multilateral del Protocolo de Montreal, los cuales han sido entregados al país a través de agencias implementadoras internacionales (PNUMA, PNUD, Onudi, Banco Mundial) o agencias bilaterales, como Environment Canada.

En materia normativa, el 23 de marzo de 2006 entró en vigencia la ley 20.096, conocida como "Ley Ozono", que establece mecanismos de control aplicables a todas las SAO y medidas de difusión, evaluación, prevención y protección frente a la radiación ultravioleta5. Además, Chile ha formulado otras regulaciones, decretos y resoluciones para contribuir a la disminución del consumo de las SAO, que se detallan en el Tabla 4.

Asimismo, bajo la implementación del Programa País para la Protección de la Capa de Ozono se han llevado adelante diversos proyectos para reducir y eliminar el uso de las SAO (Tabla 5). En forma complementaria, se han ejecutado iniciativas que unen la protección de la capa de ozono con la protección del clima, con enfoque en la conversión de sistemas hacia alternativas que no afecten ambos parámetros ambientales (Tabla 6).

[5]La Ley Ozono (N°20.096/2006), en su Título III, sobre medidas de difusión, prevención y protección de la población, establece la obligación de que los informes meteorológicos incluyan antecedentes sobre la radiación UV y sus fracciones, y de los riesgos asociados (artículo 18). Asimismo, instruye que los bloqueadores, anteojos y otros dispositivos o productos protectores de quemaduras solares deben contener indicaciones que señalen el factor de protección relativo a la equivalencia del tiempo de exposición a la radiación UV sin protector, indicando su efectividad ante diferentes grados de deterioro de la capa de ozono (artículo 21). Finalmente, para el caso de las playas, balnearios y piscinas, los carteles, avisos o anuncios pertinentes deben incluir la advertencia "La exposición prolongada a la radiación solar ultravioleta puede producir daños a la salud" (artículo 22).

Tabla 4. Normas aplicables a las SAO

Nombre	Año	Descripción
Decreto 719, Ministerio de Relaciones Exteriores	1990	Promulga el Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono y sus anexos I y II.
Decreto 238, Ministerio de Relaciones Exteriores	1990	Promulga Protocolo de Montreal relativo a las SAO, de 16 de septiembre de 1987.
Decreto 1536, Ministerio de Relaciones Exteriores	1991	Promulga la enmienda al Protocolo de Montreal, de 1977, relativo a las SAO.
Decreto 735, Ministerio de Relaciones Exteriores	1994	Promulga la enmienda al Protocolo de Montreal, de 1977, relativo a las SAO.
Decreto 483, Ministerio de Relaciones Exteriores	1996	Promulga las enmiendas a los anexos a, b, c y e del Protocolo de Montreal, de 1987, relativo a las SAO.
Decreto 387, Ministerio de Relaciones Exteriores	2000	Promulga la enmienda al Protocolo de Montreal, de 1987, relativo a las SAO.
Decreto 179, Ministerio de Relaciones Exteriores	2002	Promulga la enmienda del Protocolo de Montreal, de 1987, relativo a las SAO, adoptada el 3 de diciembre de 1999.
Ley 20.096/2006, Ministerio Secretaría General de la Presidencia	2006	Conocida como Ley Ozono, establece los mecanismos de control de SAO.
Resolución exenta 3577, Ministerio de Agricultura; Servicio Agrícola y Ganadero; Dirección Nacional	2006	Establece la obligación de declarar trimestralmente las cantidades de bromuro de metilo adquiridas, almacenadas, distribuidas y utilizadas, por actividad productiva específica.
Resolución 6772, Ministerio de Hacienda; Servicio Nacional de Aduanas	2007	Modifica el Capítulo III del Compendio de Normas Aduaneras, relativo a SAO.
Resolución exenta 5630 y 5638 de 2007 y resolución exenta 10109 de 2012, Servicio Nacional de Aduanas	2007 2012	Establecen el mecanismo de distribución de los volúmenes máximos de importación, el registro de importadores y exportadores de SAO y su forma de aplicación.
Resolución 1059, Instituto de Salud Pública, Ministerio de Salud	2010	Establece rotulado de inhaladores de dosis medida con CFC.
Norma Chilena 3241, Instituto Nacional de Normalización	2011	Buenas prácticas en sistemas de refrigeración y climatización.
Resolución 183 de 2012 y resolución 02 de 2013, Ministerio de Economía	2012 2013	Establece normativa técnica, que regula las características del aviso de advertencia que debe exhibir el producto controlado que deteriora la capa de ozono.
Resolución exenta 1557, Ministerio de Agricultura; Servicio Agrícola y Ganadero	2014	Establece exigencias para la autorización de plaguicidas y deroga resolución 3.670 de 1999 (bromuro de metilo).
Norma Chilena 3241 (actualiza versión 2011), Instituto Nacional de Normalización	2017	Sistemas de refrigeración y climatización. Buenas prácticas para el diseño, armado, instalación y mantención.
Norma Chilena 3301, Instituto Nacional de Normalización	2017	Sistemas de refrigeración y climatización que utilizan refrigerantes inflamables. Buenas prácticas para la instalación y mantención.
Decreto exento 514, Ministerio de Hacienda	2017	Apertura de las partidas arancelarias para la inclusión de los HFC puros y en mezclas (partidas 29.03 y 38.24, respectivamente) y de los equipos de aire acondicionado y de refrigeración que los contienen (partidas 84.15 y 84.18, respectivamente).
Resolución exenta 804, Servicio Nacional de Aduanas	2017	Incorporación de descriptores específicos asociados a HCFC y HFC, y a los productos que las contienen.
Decreto 32, Ministerio de Relaciones Exteriores	2018	Promulga la Enmienda de Kigali (Promulga la enmienda al Protocolo de Montreal, de 1987, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, adoptada el 15 de octubre de 2016).
Decreto exento 458, Ministerio de Hacienda	2019	Apertura de las partidas arancelarias para los polioles formulados con HFC (partida 39.07).
Decreto supremo 3, que deroga decreto supremo 75 de 2012, Ministerio Secretaría General de la Presidencia	2019	Reglamento que establece normas aplicables a las importaciones y exportaciones de las sustancias controladas por el Protocolo de Montreal y sus Enmiendas, los volúmenes máximos de importación y los criterios para su distribución.
Resolución exenta 822, Servicio Nacional de Aduanas	2020	Modifica el compendio de normas aduaneras e incluye a los HFC como sustancias controladas por el Protocolo de Montreal.

Tabla 5. Proyectos ejecutados por agencia implementadora internacional para reducir y eliminar uso de SOA, 2004-2020

AGENCIA	Proyecto	Año
BANCO MUNDIAL	Fortalecimiento institucional	2004-2007
	Programa de Financiamiento a la Conversión Tecnológica (Technology Conversion Financing Programme) (TECFIN I y II)	1995-1997 (TECFIN I)
PNUD	Proyecto Terminal Solventes	1997-2008 (TECFIN II)
	Proyecto Terminal Refrigeración Comercial	2005-2010
	Proyecto Terminal Espumas	2007- -2011
	Proyecto Halones	2007-2011
	Fortalecimiento institucional	2008-2011
	Preparación Plan de Gestión para la Eliminación de HCFC (HPMP). Estrategia general y componentes de refrigeración (3) y monitoreo (5)	2007-2015
	Fase I del Plan de Gestión para la Eliminación de HCFC. Componentes de Refrigeración (3) y Monitoreo (5)	2009-2010
	Preparación de Fase II del Plan de Gestión para la Eliminación de HCFC (HPMP II). Estrategia general y componentes de espumas (2) y monitoreo (5)	2011-2016
	Fase II del Plan de Gestión para la Eliminación de HCFC. Componentes (2) apoyo al sector de espumas (paneles discontinuos y spray) y (5) monitoreo	2017-2020
	Actividades habilitadoras Enmienda de Kigali (Difusión pública)	2018-2020
ENVIRONMENT CANADA	Plan Manejo de Refrigerantes, Módulo 2 (Capacitación en buenas prácticas de refrigeración (BPR), Evaluación de mallas curriculares	2015-2016
	Plan Manejo Refrigerantes, Módulo 2 (Norma en BPR, Reacondicionamientos demostrativos)	2003-2006
	Plan Manejo de Refrigerantes, Módulo 3 (Programa de Recuperación y Reciclaje)	2005-2006
	Plan Terminal de CFC	2006-2009
PNUMA	Plan Manejo de Refrigerantes, Módulo 1 (Capacitación y sistema de información en Aduanas)	2009-2013
	Plan Manejo de Refrigerantes, Módulo 4 (Campaña de sensibilización)	2006-2009
	Plan Manejo de Refrigerantes, Módulo 5 (Monitoreo)	2007-2010
	Preparación Plan de Gestión para la Eliminación de HCFC (HPMP). Componente normativo (1) y de sensibilización (4)	2003-2010
	Fase I del Plan de Gestión para la Eliminación de HCFC. Componente normativo (1) y de sensibilización (4)	2009-2010
	Preparación de Fase II del Plan de Gestión para la Eliminación de HCFC (HPMP II). Componente normativo (1) y de sensibilización (4)	2011-2016
	Proyecto Terminal de bromuro de metilo (Componente normativo)	2015-2016
	Fase II del Plan de Gestión para la Eliminación de HCFC. Componentes (1) marco regulatorio y (4) difusión	2017-2020
	Actividades habilitadoras Enmienda de Kigali (Sistema de licencias y cuotas para HFC)	2018-2020
ONUDI	Proyecto Terminal de bromuro de metilo (componente de inversión)	2010-2015
	Preparación de Fase II del Plan de Gestión para la Eliminación de HCFC (HPMP II). Componente de refrigeración (3)	2010-2014
	Encuesta nacional sobre alternativas a las SAO	2015-2016
	Fase II del Plan de Gestión para la Eliminación de HCFC. Componentes (3) apoyo al sector de refrigeración (servicios y mantención de refrigeración y climatización) y (5) monitoreo	2016-2020
	Actividades habilitadoras Enmienda de Kigali (Normativa sobre HFC)	2018-2020

Tabla 6. Proyectos ejecutados por agencia implementadora internacional para protección de capa de ozono y del clima, 2013-2020

AGENCIA	Proyecto	Año
PNUD	Encuesta sobre usos de HFC en Chile	2013
	Implementación de tecnología de CO2 transcrítico en un supermercado en Chile	2014-2016
	Implementación primer centro de regeneración de gases refrigerantes en Chile	2016-2018
	Asistencia técnica y financiera para reconvertir sector productor de espuma de poliuretano para aislación térmica	2018-2020
ONUDI	Preparación de proyecto para eliminar las SAO en el sector agroindustrial	2014-2016

Fuente: Elaboración propia



4.2 Proyectos recientes de la Unidad Ozono del Ministerio del Medio Ambiente

La Unidad Ozono del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) ejecuta diversos proyectos en las áreas que más se trabaja con SAO.

Refrigeración y climatización

Proyecto de CO2 transcrítico en supermercados

El Proyecto "Asistencia técnica y financiera para adoptar la tecnología de refrigeración con CO2 transcrítico en un supermercado en Chile", implementado por el Ministerio del Medio Ambiente, es financiado por la Coalición del Clima y el Aire Limpio (CCAC) y el Fondo Multilateral del Protocolo de Montreal, con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) como agencia implementadora internacional. La iniciativa busca facilitar la introducción del CO2 transcrítico en los sistemas de refrigeración de los supermercados del país y, de esta forma, reducir al mínimo el uso de gases refrigerantes clorados, hidroclorofluorocarbonos (HCFC) e hidrofluorocarbonos (HFC), que debilitan la capa de ozono y afectan el cambio climático. Para esto, el proyecto entrega cofinanciamiento a las empresas seleccionadas. A la fecha, tres supermercados han convertido sus sistemas de refrigeración a la tecnología de CO2 transcrítico: Jumbo Valdivia, Tottus Vitacura y Tottus Kennedy.

Certificación de técnicos

La certificación es acreditada por Chile Valora, organismo responsable de evaluar las competencias laborales de personas que lo soliciten, de acuerdo al catálogo de perfiles laborales vigente y conforme a los procedimientos y metodologías validadas por la misma entidad. El Sistema de Competencias Laborales tiene como propósito reconocer formalmente los conocimientos de los trabajadores, independiente de si tienen o no un título, grado académico o estudio en la materia, favoreciendo las oportunidades de aprendizaje continuo, el reconocimiento y valorización.

Curso e-learning

Durante 2018 y 2020 se dictó el curso en línea "Limpieza (flushing) de sistemas de refrigeración y aire acondicionado, utilizando nitrógeno, cambios de aceite y filtros de succión (antiácidos)".

Cursos BPR

Los cursos de buenas prácticas en refrigeración o BPR son gratuitos y se imparten anualmente en todo el país. Están orientados a fomentar las BPR en personas técnicas del sector refrigeración y climatización.

Regeneración de gases refrigerantes

El objetivo de la regeneración es limpiar los gases refrigerantes de la humedad, el aceite y la acidez que puedan tener, para generar un gas refrigerante nuevo, limpio y apto para ser reutilizado, cumpliendo con un exigente estándarinternacional de calidad, como es el AHRI 700.

Con el apoyo de la Unidad Ozono del MMA y el Fondo Multilateral del Protocolo de Montreal, se cofinanció la implementación de un centro piloto de regeneración de refrigerantes, Regener Chile, en Santiago. A través de la regeneración de gases refrigerantes dicho centro ayuda al país a reducir las importaciones de estos y, al mismo tiempo, responde a la necesidad del mercado nacional de disponer y hacerse cargo de la gran cantidad de residuos derivados de la industria de refrigeración y aire acondicionado.



Apoyo al sector espumas

En Chile, el principal uso del HCFC-141b corresponde al de agente soplante en la elaboración de espuma rígida de poliuretano que es usada en la fabricación de paneles de aislación térmica y en aplicaciones spray in situ, todo para aislamiento térmico. Los usos específicos son:

- Paneles continuos: en refrigeración (instalación de cuartos fríos y cámaras frigoríficas) y construcción (bodegas, galpones, etc.).
- Paneles discontinuos: en refrigeración (instalación de cuartos fríos y cámaras frigoríficas) y construcción (bodegas, galpones, etc.).
- Espuma en aerosol o spray: construcción, aislación de tanques, transporte refrigerado, etc.

El Programa de Apoyo al Sector de Espuma busca contribuir a la eliminación del uso del HCFC-141b como agente soplante en la producción de espuma rígida de poliuretano usada para aislamiento térmico, trabajando con empresas de los sectores aplicadores en spray y fabricantes de paneles. Para ello, se ejecutan proyectos para cambiar esta sustancia por otras que no dañen la capa de ozono ni tengan potencial de calentamiento global, como las siguientes:

- Hidrocarburos: principalmente pentanos (n-pentano, ciclopentano y mezclas de ciclo/iso-pentano), que pueden utilizarse en forma segura en la elaboración de paneles discontinuos.
- Hidrofluorolefinas (HFO): corresponden a un grupo emergente de agentes de soplado, con un potencial de calentamiento global considerablemente bajo (<5).

Referencias

- Beis, A. F. et al. (2018). Environmental effects of ozone depletion, UV radiation and interactions with climate change: UNEP Environmental Effects Assessment Panel, update 2017. Photochemical & Photobiological Sciences, 17(2), 127-179. DOI: https://doi.org/10.1039/c7pp90043k
- Sociedad Americana contra el Cáncer (2016). ¿Cuáles son los factores de riesgo del cáncer de piel tipo melanoma? Obtenido de http://www.cancer.org/espanol/cancer/cancerdepieltipomelanoma/resumen/resumen-sobre-el- cancer-de-piel-tipo-melanoma-causes-risk-factors
- Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer. (2016). GLOBOCAN 2012: Estimated Cancer Incidence, Mortality and Prevalence Worldwide in 2012. Obtenido de http://globocan.iarc.fr/Default.aspx
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA), (2020). Unidad Ozono. https://ozono.mma.gob.cl/
- Ministerio de Salud. (2011). Guía técnica de radiación ultravioleta de origen solar. Obtenido de http://www.repositoriodigital.minsal.cl/handle/2015/1133
- Organización de Naciones Unidas. (2019). Día Internacional de la Preservación de la Capa de Ozono, 16 de septiembre. Obtenido el 4 de febrero de 2020 de https://www.un.org/es/events/ozoneday/
- Polvani, L. M. et al. (2020). Substantial twentieth-century Arctic warming caused by ozone-depleting substances. Nature Climate Change. DOI: https://doi.org/10.1038/s41558-019-0677-4
- Organización Mundial de la Salud. (2015). Radiation: Ultraviolet (UV) radiation and skin cancer. Obtenido de http://www.who.int/uv/faq/skincancer/en/index1.html
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2010. Guía educativa Ozono: educación básica.
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. (2014). Protecting the Ozone Layer and Reducing Global Warming. Results, Case Studies and Lessons Learned from UNDP's Montreal Protocol Programme. https://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/Ozone%20and%20Climate/ProtectingOzoneLayerAndReducingGlobalWarming_English%20FINAL.pdf
- Sociedad Americana contra el Cáncer (2016). ¿Cuáles son los factores de riesgo del cáncer de piel tipo melanoma?. Disponible en: http://www.cancer.org/espanol/cancer/cancerdepieltipomelanoma/resumen/resumen-sobre-el- cancer-de-piel-tipo-melanoma-causes-risk-factors



CAPÍTULO **17**

EVENTOS EXTREMOS Y DESASTRES

EVENTOS EXTREMOS Y DESASTRES

Por su ubicación en el cinturón de fuego del Pacífico, Chile presenta constantes amenazas debido a una intensa actividad sísmica y volcánica, registrando algunos eventos de gran magnitud. Se suman eventos naturales tanto como inundaciones, que pueden incrementarse por el cambio climático, en la forma, por ejemplo, de olas de calor. El país tampoco está ajeno a desastres tecnológicos, como derrames de hidrocarburos en las costas y grandes incendios.

AMENAZAS

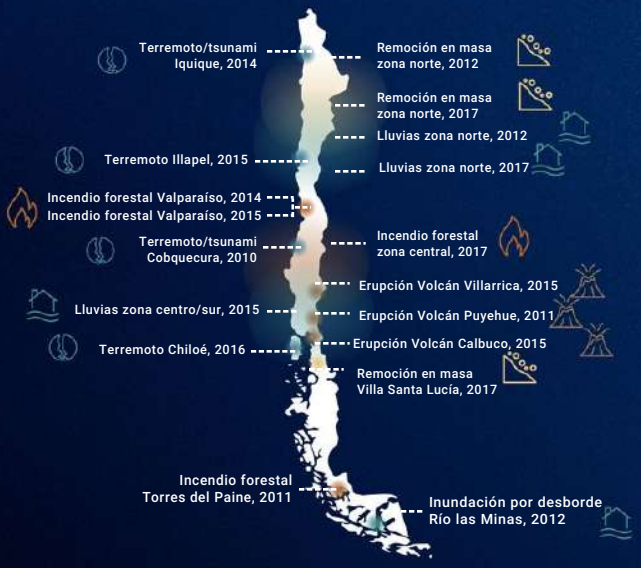
NATURALES

- Terremotos
- Eventos hidrometeorológicos
- Inundaciones
- Sequías
- Actividad volcánica
- Remoción en masa

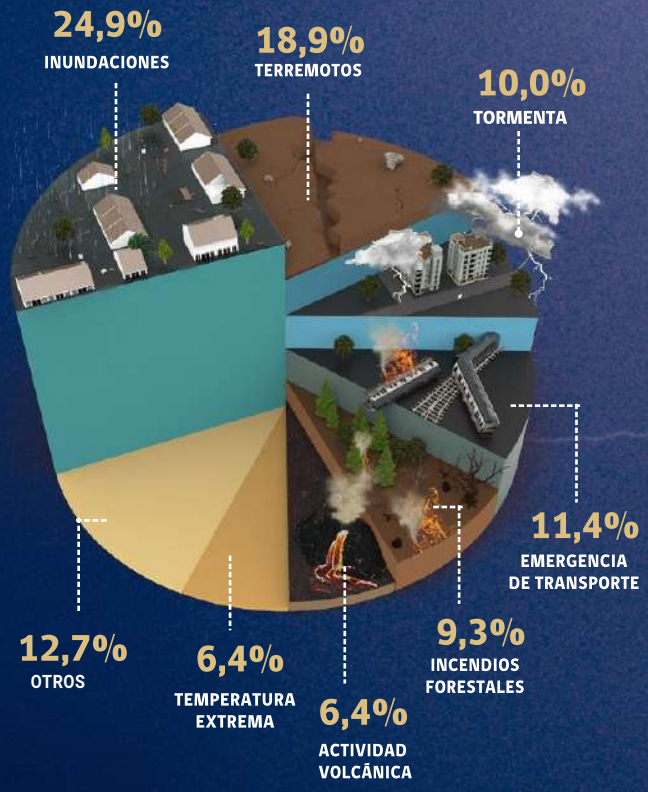
TECNOLÓGICAS

- Derrames de hidrocarburos
- Incendios forestales
- Emergencia de sustancias peligrosas

GRANDES EVENTOS DE LA ÚLTIMA DÉCADA (2009 - 2019)



OCURRENCIA EVENTOS EXTREMOS Y DESASTRES FRECUENCIA ACUMULADA (1906 - 2019)



AFECTACIÓN POR DESASTRES NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS

2017 - 2019

10.641 HERIDOS

1.662 FALLECIDOS

46.336 VIVIENDA DAÑO MENOR

5.051 VIVIENDA DAÑO MAYOR

5.082 VIVIENDA DESTRUIDA

AFECTACIÓN POR INCENDIOS

Temporada 2018 - 2019

7.219 INCENDIOS

80.064 HECTÁREAS QUEMADAS

=

1.251 Estadios Nacionales (64ha)

AFECTACIÓN POR DERRAMES DE HIDROCARBUROS

2004 - 2019

120 DERRAMES DE HIDROCARBUROS

2.572.728 LITROS DE HIDROCARBUROS AL OCÉANO

- DIÉSEL
- MEZCLAS OLEOSAS

514,5

= CAMIONES CISTERNAS DE 5.000l

IMPACTOS:

ESPECIES Y ECOSISTEMAS

CONTENIDO

Introducción
1. Antecedentes
    1.1 Marco conceptual
    1.2 Clasificación de eventos extremos y desastres
2. Presión
    2.1 Amenazas en el País
    2.2 Amenazas naturales
    2.3 Amenazas tecnológicas
3. Estado
    3.1 Vulnerabilidad ante ocurrencia de Eventos Extremos y DesastreS
4. Impacto
    4.1 Exposición y Afectación
    4.2 Impacto por amenazas naturales
5. Respuesta
    5.1 Iniciativas Nacionales
    5.2 Iniciativas internacionales
    5.3 Resiliencia
Referencias

INTRODUCCIÓN

El historial de eventos extremos y desastres en nuestro país tiene una larga trayectoria y registro, incluyendo aquellos que han alcanzado una repercusión a nivel mundial, como el sismo de Valdivia en el año 1960. Estos desastres pueden afectar las condiciones ambientales del territorio, un número importante de la población y el desarrollo de diversas actividades en el país.

A estos eventos que ocurren debido a condiciones geográficas y actividades antropogénicas, se suman los eventos extremos debido al cambio climático, cambio que tiene una repercusión e impacto a nivel global. El riesgo de desastres y cambio climático está incluido en la sostenibilidad ambiental y, por tanto, su gestión forma parte de la visión integral del desarrollo. Dentro de los enfoques de la gestión del riesgo se encuentra la "Reducción del Riesgo de Desastres (RRD)", que tiene como objetivo minimizar los impactos y riesgos en una sociedad, identificar las amenazas, vulnerabilidades y recursos para el desarrollo de acciones permanente para la prevención y atención de emergencias y/o desastres.

Por consiguiente, el desafío es estudiar los riesgos de desastres siguiendo las tendencias mundiales respecto del desarrollo sostenible, integrando instancias sectoriales, científico-técnicas, regionales y locales, generando de esta forma instancias participativas.

En este capítulo se entregan antecedentes sobre las características de nuestro país, las principales amenazas, vulnerabilidades y afectación ante la ocurrencia de estos eventos en los últimos años, así como la elaboración de estrategias, políticas, normativas y planes de acción para enfrentar los desastres a lo largo del territorio nacional.

1. Antecedentes

La última edición del Reporte Mundial de Riesgo por Desastres Naturales ubica a Chile en el puesto número 27 entre 180 países, siendo catalogado como uno de los más peligrosos del planeta. (BEH-IFHV, 2019).

La geografía nacional y el acceso a sus recursos ha conducido a que los asentamientos humanos se ubiquen en zonas de vulnerabilidad ante eventos naturales, dando muy poca importancia al riesgo de la localización frente a la rentabilidad a la hora de tomar decisiones sobre dónde instalarse (Camus, Arenas, Lagos y Romero, 2016). Esta localización en zonas de vulnerabilidad se debe a la existencia de una legislación que aún tiene como desafío aumentar el contenido preventivo, reduciéndose a una regulación eminentemente reactiva, principalmente asociada a los sistemas de alerta y funcionamiento de los diferentes organismos que actúan con posterioridad al acontecimiento potencialmente desastroso (Mehsen, 2019)

Asimismo, la posición geográfica de Chile al borde de una placa tectónica lo sitúa en un grado de exposición similar a Japón, cuyos niveles de vulnerabilidad, sin embargo, son mucho más bajos: ocupa el lugar 54 en el ranking del Reporte Mundial de Riesgo, con un índice de riesgo de 9.19, mientras que el índice nacional es de 12.45 (**Figura 1**).

Es así que, en sus más de 200 años de historia independiente, el país ha sufrido varias decenas de terremotos estimados sobre magnitud 7, siendo al menos 18 de ellos altamente destructivos (Urrutia & Lanza, 1993). Algunos han sido acompañados de grandes incendios, como el de Valparaíso en 1906, y de tsunamis, como el terremoto de 2010. De hecho, fue el epicentro del terremoto más grande registrado desde que existe la posibilidad técnica de hacerlo. El terremoto de Valdivia el año 1960 de magnitud 9,5 no sólo causó la muerte de miles de personas y enormes daños en la infraestructura, sino que incluso cambió la geografía del territorio, al desprenderse enormes masas de tierra continental.

Por todo lo anterior, es que Chile ha ido formulando políticas y estrategias basadas en la experiencia del registro histórico nacional frente a estos eventos. De esta manera, el país avanza para enfrentar cada vez en mejor forma estos eventos asociados a la naturaleza propia de su territorio y anticiparse a sus consecuencias, utilizando el máximo de sus capacidades de investigación, desarrollo e innovación (Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo [CNID], 2016). (CNID, 2016).

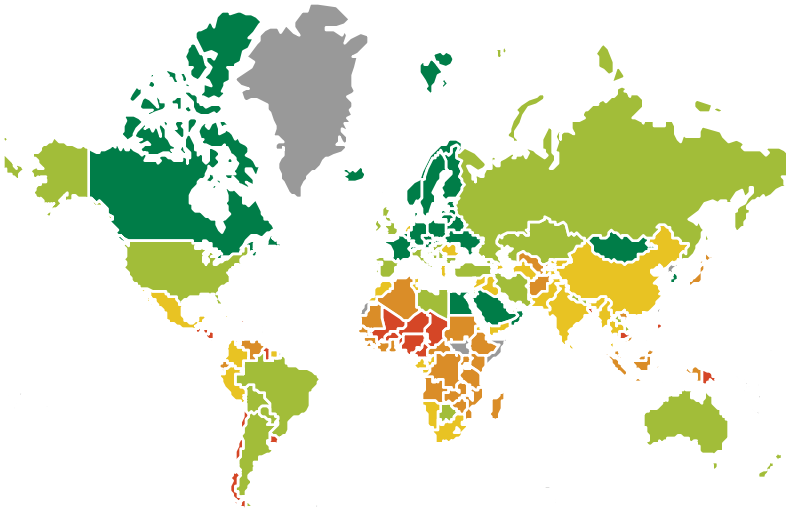


Figura 1. Índice mundial de riesgo, 2019

- Muy Alto: 10,62 - 56,71
- Alto: 7,52 - 10,61
- Medio: 5,50 - 7,51
- Bajo: 3,30 - 5,49
- Muy Bajo: 0,31 - 3,29

Fuente: Elaboración propia con datos de Institute for International Law of Peace and Armed Conflict (IFHV) of the Ruhr-University Bochum, 2019.

Download data

1.1 Marco Conceptual

La experiencia internacional y el trabajo de distintos organismos especializados han aportado a la definición de los distintos conceptos relativos a los desastres y su gestión, así como acuerdos para avanzar en la reducción de los riesgos que estos encierran.

En tal sentido, existen diversas definiciones para los conceptos los cuales son importantes establecer para efectos de este informe:



1.1 .1 Evento Extremo

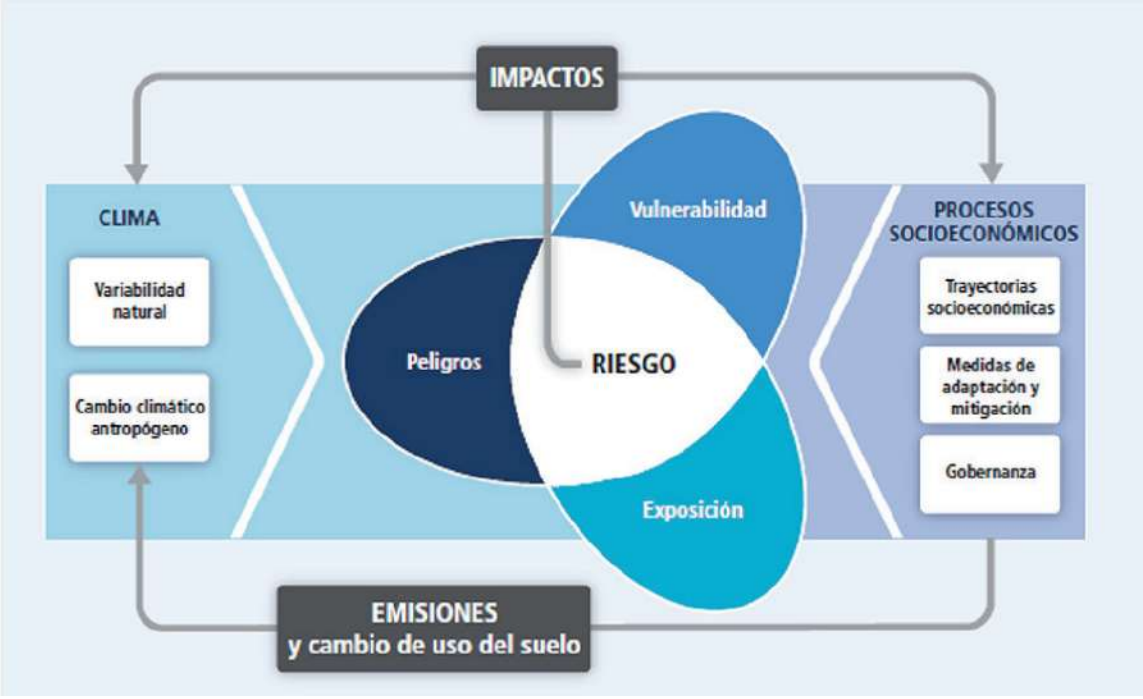
El concepto se encuentra definido por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por su sigla en inglés) para las dimensiones de eventos climáticos, por tanto, la definición para este tipo de evento de clima extremo es "un evento que es raro en un lugar y época del año en particular. Las definiciones de raro varían, pero un evento meteorológico extremo normalmente sería tan raro o más raro que el percentil 10 o 90 de una función de densidad de probabilidad estimada a partir de observaciones. Por definición, las características de lo que se llama clima extremo pueden variar de un lugar a otro en un sentido absoluto. Cuando un patrón de clima extremo persiste durante algún tiempo, como una temporada, puede ser clasificado como un evento climático extremo, especialmente si produce un promedio o total que es en sí mismo extremo; por ejemplo, sequía o lluvias intensas durante una temporada" (IPCC, 2014).

El Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por su sigla en inglés) desarrolló un modelo que da cuenta de la interacción de los factores del riesgo debido al cambio del clima, considerado como amenazas, y su relación con los otros factores de vulnerabilidad y la exposición de los sistemas humanos y naturales. Los conceptos básicos del modelo vinculan el impacto de los riesgos generados por los cambios en el sistema climático (probabilidad de ocurrencia) y los procesos socioeconómicos (adaptación y mitigación), los cuales en su conjunto e interrelación son impulsores de peligros, exposición y vulnerabilidad (Figura 2). (IPCC, 2020).

Es importante señalar, de acuerdo al modelo de la interacción de riesgo del IPCC (Figura 2), que los efectos del cambio del clima (natural y antropogénico) contribuyen al aumento de ocurrencia de amenazas (peligros), y, por tanto, al aumento del riesgo en sí a estar propensos a los desastres.

En el caso particular de Chile, las amenazas naturales asociadas al cambio de clima son una tipología de amenaza que debe enfrentar el país, así como las amenazas debido de la ubicación y características geográficas de Chile, donde cuenta con una alta actividad sísmica y volcánica, destacando sus impactos y efectos en la ocurrencia de este tipo de eventos, incluso a nivel mundial (Figura1). Adicionalmente, existen otras amenazas producto de las actividades antrópicas, como, por ejemplo, mega incendios, emergencias relacionadas con manipulación de sustancias peligrosas, entre otras, las que serán abordadas en este capítulo.

Figura 2: Modelo de interacción del riesgo de los impactos del clima con la vulnerabilidad y la exposición de los sistemas humanos y naturales vulnerabilidad y la exposición de los sistemas humanos y naturales



Fuente: The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2014.



1.1 .2 Desastre

El concepto de desastre es definido por las Naciones Unidas como "una interrupción grave del funcionamiento de una comunidad o sociedad a cualquier escala debido a eventos peligrosos que interactúan con las condiciones de exposición, vulnerabilidad y capacidad de respuesta, que provocan uno o más de los siguientes efectos: pérdidas e impactos humanos, materiales, económicos y ambientales" (UNDRR, 2020a).

Se debe destacar que esta definición señala como criterio para calificar a un evento como desastre, la capacidad local de respuesta: "El efecto puede poner a prueba o exceder la capacidad de una comunidad o sociedad para hacer frente utilizando sus propios recursos y, por lo tanto, puede requerir la asistencia de fuentes externas, que podrían incluir jurisdicciones vecinas, tanto a nivel nacional o internacional" (UNDRR, 2020a).

1.1.3 Riesgo

Eventos extremos y desastres están estrechamente ligados al concepto de riesgo, que se puede definir como el producto de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas, tales como muertes, lesiones, daños a la propiedad, pérdida de medios de vida, interrupción de actividad económica o deterioro ambiental, como resultado de interacciones entre las amenazas naturales o tecnológicas y las condiciones de vulnerabilidad (Organización de Naciones Unidades para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco], 2013).

La identificación de las variables explicativas del riesgo y su interrelación tiene importancia crítica para la gestión del riesgo, la evaluación de éste y las acciones de prevención y de mitigación adecuada.

DEFINICIONES DEL MODELO IPCC DE RIESGO

El Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2014) aporta un completo glosario, que incluye definiciones relativas a su modelo sobre riesgo.

Riesgo: potencial de consecuencias donde algo de valor está en juego y donde el resultado es incierto, reconociendo la diversidad de valores. El riesgo se representa como probabilidad de que ocurran eventos o tendencias peligrosas multiplicado por los impactos si estos eventos o tendencias ocurren.

Vulnerabilidad: condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad de una persona, una comunidad, los bienes o los sistemas afectos a amenazas.

Exposición: presencia de personas, medios de vida, servicios y recursos ambientales, infraestructura, o bienes económicos, sociales o culturales en lugares que podrían verse afectados negativamente.

Amenaza (Peligro): ocurrencia potencial de un evento o tendencia o impacto físico natural o inducido por el hombre que puede causar la pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como daños y pérdidas a la propiedad, infraestructura, medios de vida, prestación de servicios, ecosistemas y recursos ambientales. En este modelo, el término peligro generalmente se refiere a eventos físicos relacionados con el clima o tendencias o sus impactos físicos.

1.2 Clasificación de eventos extremos y desastres

Los eventos extremos y desastres se encuentran directamente relacionadas con la ocurrencia de una amenaza. Asimismo, las amenazas pueden tener dos tipos y subtipos de clasificación según su origen: natural (geológico, hidrometereológicos y biológico) o antrópico (degradación ambiental y amenazas tecnológicas).

1.2.1 Amenazas Naturales

La Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD) de Naciones Unidas define las amenazas naturales como "procesos o fenómenos naturales que tienen lugar en la biosfera y pueden resultar en un evento perjudicial y causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental. Fenómenos amenazantes pueden variar en magnitud o intensidad, frecuencia, duración, extensión, velocidad de impacto, dispersión espacial y espaciamiento temporal" (EIRD 2004).



1.2.2 Amenazas Tecnológicas

Las amenazas tecnológicas son originadas por accidentes tecnológicos o industriales, procedimientos peligrosos, fallos de infraestructura u otras actividades humanas, que pueden causar muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental. Ejemplos: contaminación industrial, actividades nucleares y radioactividad, desechos tóxicos, rotura de presas, así como accidentes de transporte, industriales o tecnológicos (explosiones, fuegos, derrames de líquidos o gases).

La clasificación de amenazas de las Naciones Unidas (Tabla 2) recoge los conceptos del Centro de Investigación sobre Epidemiología de los Desastres de la Universidad de Lovaina, cuya base de datos de eventos de emergencia (EM-DAT, 2020) contiene datos básicos esenciales sobre la ocurrencia y los efectos de más de 22 mil desastres masivos en el mundo desde 1900 a la fecha. La base de datos compila información de diversas fuentes, incluidas agencias de la ONU, organizaciones no gubernamentales, compañías de seguros, institutos de investigación y agencias de prensa.

Para que una ocurrencia se registre como desastre en esta base de datos debe cumplir al menos uno de los tres siguientes criterios (EM-DAT, 2020):

- **Muertes:** 10 o más personas muertas.
- **Afectados:** 100 o más personas afectadas/lesionadas / sin hogar.
- **Declaración/solicitud internacional:** declaración del país en estado de emergencia y/o solicitud de asistencia internacional.

Tabla 1. Clasificación de Eventos y Desastres del Centro de Investigación sobre Epidemiología de los Desastres

Grupo de Desastre	Subgrupo de Desastre	Tipo de Desastre
Natural	**Geofísico o geológico:** un peligro que se origina en tierra sólida.	-Terremoto -Movimiento de masas (seco) -Actividad volcánica
	Meteorológico: causado por condiciones climáticas y atmosféricas extremas de corta duración, de micro a meso escala, que duran de minutos a días.	-Temperatura extrema -Niebla -Tormenta
	Hidrológico: peligro causado por la ocurrencia, movimiento y distribución de agua dulce y salada superficial y subterránea.	-Inundación -Deslizamiento de tierra -Acción de ola
	Climatológico: peligro causado por procesos atmosféricos de larga duración, de meso a macroescala, que van desde la variabilidad climática intraestacional a multidecenal.	-Sequía -Estallido de lago glacial -Fuego fatuo
	Biológico: peligro causado por la exposición a organismos vivos y sus sustancias tóxicas (por ejemplo, veneno, moho) o enfermedades transmitidas por vectores que pueden portar. Algunos ejemplos son la fauna e insectos venenosos, las plantas venenosas y los mosquitos portadores de agentes causantes de enfermedades como parásitos, bacterias o virus (por ejemplo, malaria).	-Epidemia -Infestación de insectos -Accidente animal -Marea roja
	Extraterrestre: peligro causado por asteroides, meteoritos y cometas cuando pasan cerca de la Tierra, entran en su atmósfera y/o la golpean, y por cambios en las condiciones interplanetarias que afectan la magnetosfera, ionosfera y termosfera de la Tierra.	-Clima espacial
Tecnológico	**Accidente industrial**	-Derrame de sustancias químicas -Colapso -Explosión -Fuego -Fuga de gas -Envenenamiento -Radiación -Derrame de petróleo
	Accidente de transporte	-Aéreo -Carretero -Ferroviario -Acuático
	Accidente misceláneo	

Fuente: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) - EM-DAT, 2020.

2. Presión

2.1 Amenazas en el País

La Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres ha señalado (UNDRR, 2020) que un desastre se produce cuando concurren estas tres condiciones al mismo tiempo:

· Si se produce un fenómeno natural, o un fenómeno causado por el ser humano, cerca de zonas pobladas.

· Si la gente vive en lugares peligrosos, como, por ejemplo, cerca de un volcán activo, en laderas con peligro de deslizamientos o cerca de ríos que pueden desbordarse.

· Si, además, el fenómeno natural o debido a ciertas actividades humanas provoca muchos daños, particularmente en aquellos lugares donde no se ha tomado ninguna medida preventiva.

Se proyecta un aumento en la frecuencia de eventos extremos, tales como sequías e inundaciones fluviales y costeras debido al cambio climático. Todos estos cambios tendrán repercusión directa o indirecta sobre la mayor parte de las actividades productivas del país y, por supuesto, también en las personas, en el medio ambiente y en la biodiversidad. (Ministerio del Medio Ambiente de Chile, MMA 2020)



2.1.1 Desastres acontecidos en Chile según clasificación

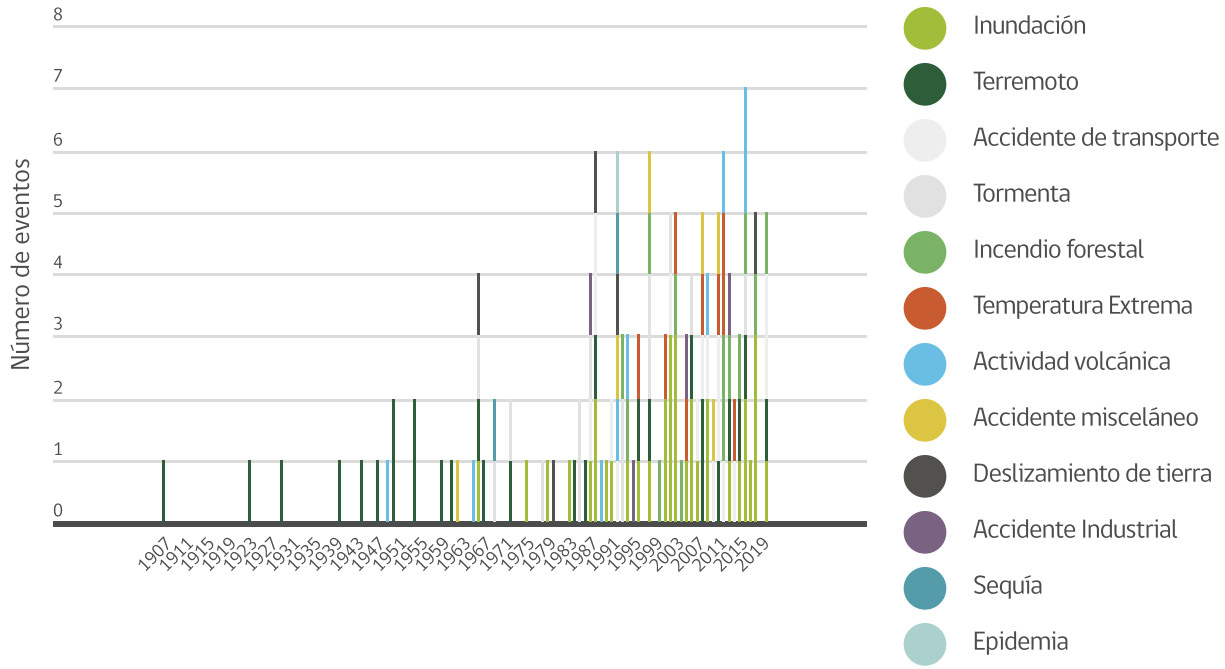
Existen registros de desastres ocurridos en Chile desde 1906. El primer evento registrado en la base de datos internacional de desastres EM-DAT es el gran terremoto de Valparaíso (8,2 Ms1) de ese año. En el periodo 1906-2019 los desastres con mayor ocurrencia en el país son las inundaciones, que representan el 25%, seguida de los terremotos (19%) y los accidentes de transporte (11%) (**Figura 3**). Esta información se basa en los registros para los cuales ha habido disponibilidad de datos. Solamente a partir del año 1990 los datos disponibles son suficientes para estimar la cantidad de desastres y los tipos.

El impacto social y económico no necesariamente se correlaciona con el número de eventos. Sequía e incendios forestales reportan una baja proporción de episodios (1,42% y 9,45% respectivamente), pero su impacto puede ser significativamente mayor a otros tipos de eventos, como se ha observado en los últimos años.

Es necesario, asimismo, tener en cuenta que los eventos se registran en esta base de datos según ciertos criterios de admisibilidad, detallados en el punto 1.1.1.3 "Clasificación de eventos y desastres". Por ejemplo, el ítem "accidente de transporte" se refiere a eventos de transporte que han resultado en una cantidad de fallecidos mayor que 10 o que requieren la intervención de recursos que superan las capacidades locales.



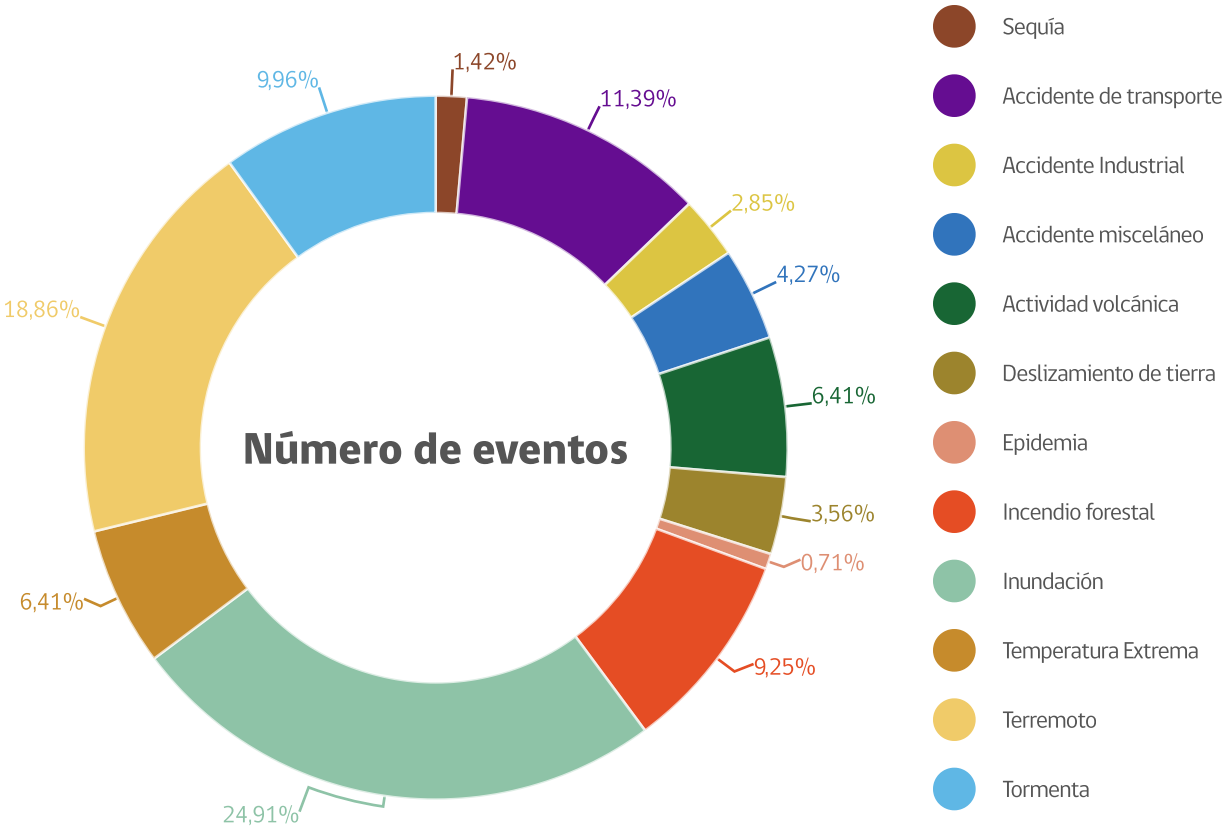
Figura 3. Tipos de desastres acontecidos en Chile, 1906-2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Centro de Investigación sobre Epidemiología de los Desastres (CRED) EM-DAT, www.emdat.be, The International Distaster Database. Datos obtenidos en agosto, 2019.

Figura 4. Tipos de desastres acontecidos en Chile, 1906-2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Centro de Investigación sobre Epidemiología de los Desastres (CRED) EM-DAT, www.emdat.be, The International Distaster Database. Datos obtenidos en agosto, 2019.

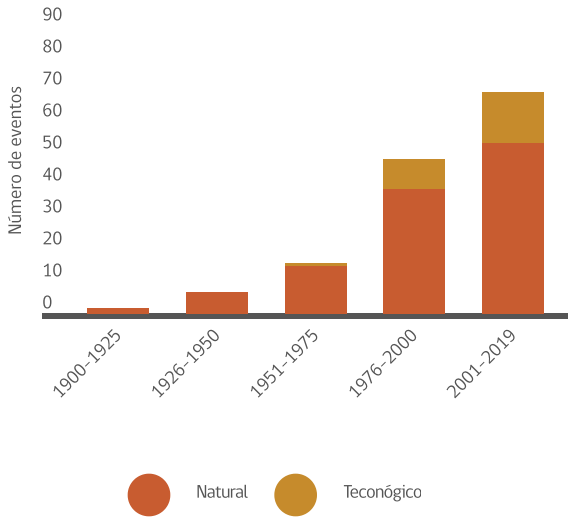
2.1.2 Origen de eventos extremos y desastres acontecidos en el país

De acuerdo al registro de EM-DAT (2020), desde 1906 a 2019 los eventos de origen natural representaron 81,79% del total nacional, siendo el 18,21% restante desastres tecnológicos.

Aunque en esta base de datos la disparidad entre cifras pueden explicarse por falta de información, sobre todo en registros anteriores a 1990, la diferencia entre los periodos 1976-2000 y 2001-2019 indica una tendencia al aumento de desastres y una mayor participación de los desastres tecnológicos en el total (**Figura 5**).

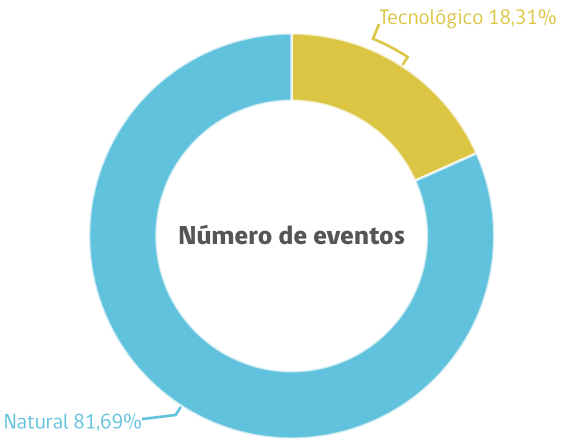


Figura 5. Origen de Eventos y Desastres acontecidos en Chile por tipo



Download data

Figura 6. Origen de Eventos y Desastres 1906-2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Centro de Investigación sobre Epidemiología de los Desastres (CRED) EM-DAT, www.emdat.be, The International Distaster Database. Datos obtenidos en agosto, 2019.

2.2 Amenazas Naturales

Las amenazas naturales son definidas por la Organización de Estados Americanos, (OEA, 2020) como "aquellos elementos del medio ambiente que son peligrosos al hombre y que están causados por fuerzas extrañas a él".
Las principales amenazas naturales en Chile son terremotos, volcanes y los eventos hidrometeorológicos.



Entre Placas y Trombas

Dos eventos naturales llamaron la atención del país en 2019 y causaron inquietud en la población por su severidad y carácter inusual. Uno fue el terremoto de Coquimbo del mes de enero y el tornado y tromba marina que azotaron Biobío a fines de mayo.

El sismo del 19 de enero en la Región de Coquimbo alcanzó 6,7 Mw -algo no tan desacostumbrado para chilenos y chilenas- y, sin embargo, fue percibido como de mucha mayor intensidad (varios recordaron el terremoto 8,4 de 2015 en la misma zona) y tuvo un poder de destrucción que provocó dos víctimas fatales, corte de caminos, interrupción de servicios básicos y centenares de edificaciones dañadas (ONEMI, 2019).

Los expertos explicaron que, en su mayoría, los movimientos telúricos en Chile se producen por el contacto entre dos placas tectónicas, Nazca y Sudamericana, mientras que el de Coquimbo fue generado por una rotura en la primera. Este último tipo de sismo ("intraplaca") es poco frecuente en el país y suele resultar muy destructivo en la superficie, pero no se asocia a tsunamis. Todas condiciones que cumplió este terremoto y sus decenas de réplicas (Centro Sismológico Nacional, Universidad de Chile, 2020)

Otro fenómeno inusitado lo vivieron los habitantes de Los Ángeles el 30 de mayo de 2019 y de Talcahuano/Concepción al día siguiente, al observar cómo grandes tornados volcaban vehículos, tumbaban árboles, volaban techos y destruían viviendas, dejando a su paso heridos e incluso cobrando la vida de una persona. El primero fue más violento -categoría EF-2 con vientos máximos entre 178 y 217 km/h-, en tanto el segundo, al formarse en el mar, fue llamado tromba marina, para luego, al ingresar a tierra, ser considerado también un tornado (Vicencio et al., 2019).

2.2.1 Registro de sismos sobre 7Ms ocurridos en Chile

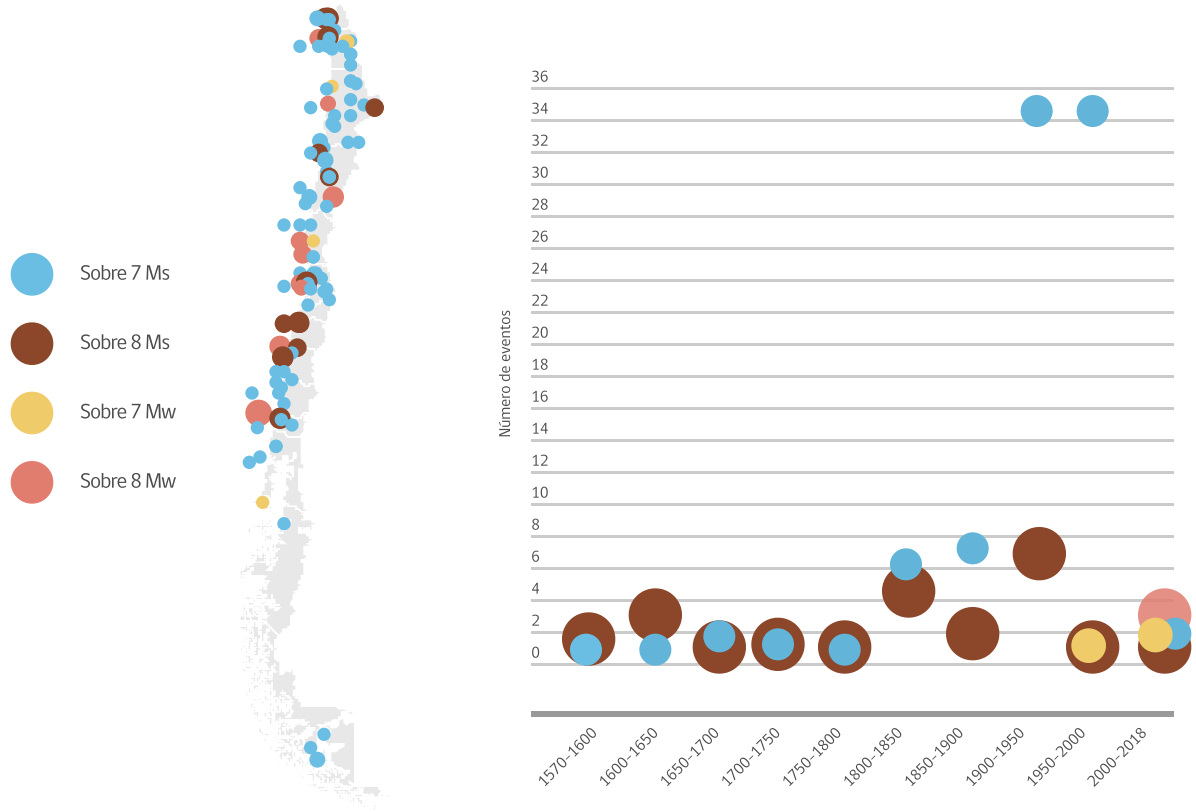
El sismo de mayor intensidad del que se tenga registro a nivel mundial corresponde al terremoto acontecido en el centro-sur del país en 1960, que afectó especialmente a la ciudad de Valdivia y alrededores, con una magnitud de 9,5 grados en la escala Richter (8.5 Ms).

Durante el año 2019 se localizaron en Chile 7.733 sismos con magnitudes entre 2.5 y 6.8, mientras que en 2018 se ubicaron 7.079. (Centro Sismológico Nacional, Universidad de Chile, 2020). Del total del año 2019, siete sismos tuvieron una magnitud 6 o superior, cinco de ellos ubicados en la zona central, desde La Serena en el norte hasta Constitución en el sur.

El sismo de mayor magnitud fue de 6.8 Mw el 1 de agosto de 2019, 47 km al oeste de Pichilemu, en la costa frente a la Región de O'Higgins, a 9 km de profundidad. Alcanzó una intensidad máxima de VI en la escala de Mercalli Modificada.

El Centro Sismológico de Chile fue creado en 1907. Con anterioridad a esa fecha, aun con capacidades tecnológicas limitadas, el país cuenta con un aceptable registro y estimación de las magnitudes de sismos en la escala Richter desde el año 1570.En intervalos de cincuenta años, se verifican del orden de dos a tres grandes terremotos cuya magnitud Ms es superior a 7 (**Figura 7**)

Figura 7. Registro de sismos sobre 7° ocurridos en Chile, 1570-2018



Fuente: Elaboración propia con datos de Centro Sismológico Nacional, Universidad de Chile, 2019.

Download data

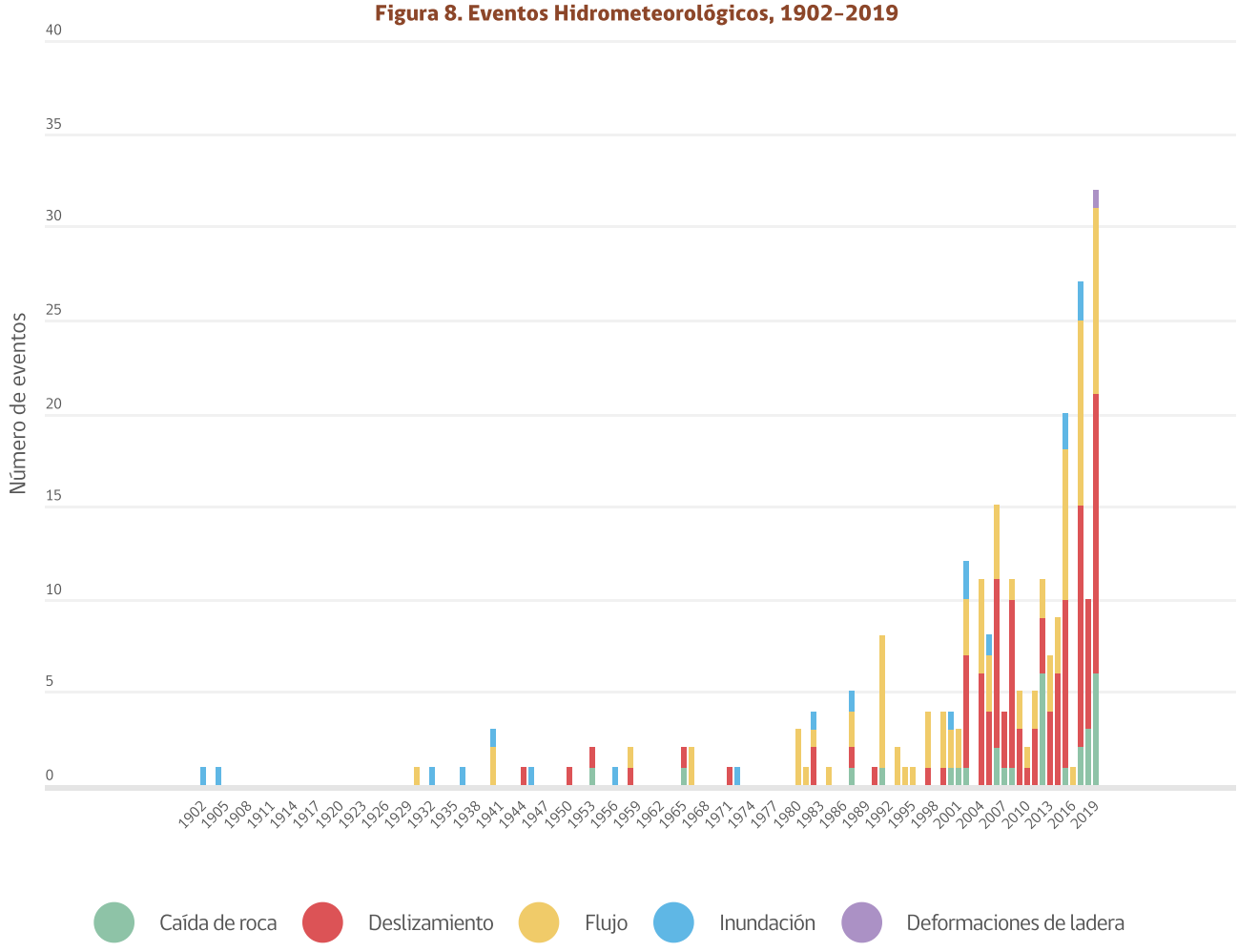
2.2.2 Eventos hidrometeorológicos

Los eventos hidrometeorológicos son causados por procesos o fenómenos naturales de origen atmosférico, hidrológico u oceanográfico, que pueden provocar la muerte o lesiones en las personas, daños materiales, interrupción de actividad social y económica o degradación ambiental (MMA, 2019).

Los eventos hidrometeorológicos se pueden manifestar como inundaciones, crecidas, aluviones, avalanchas, deslizamientos, nevazones y marejadas, entre otros.



Figura 8. Eventos Hidrometeorológicos, 1902-2019

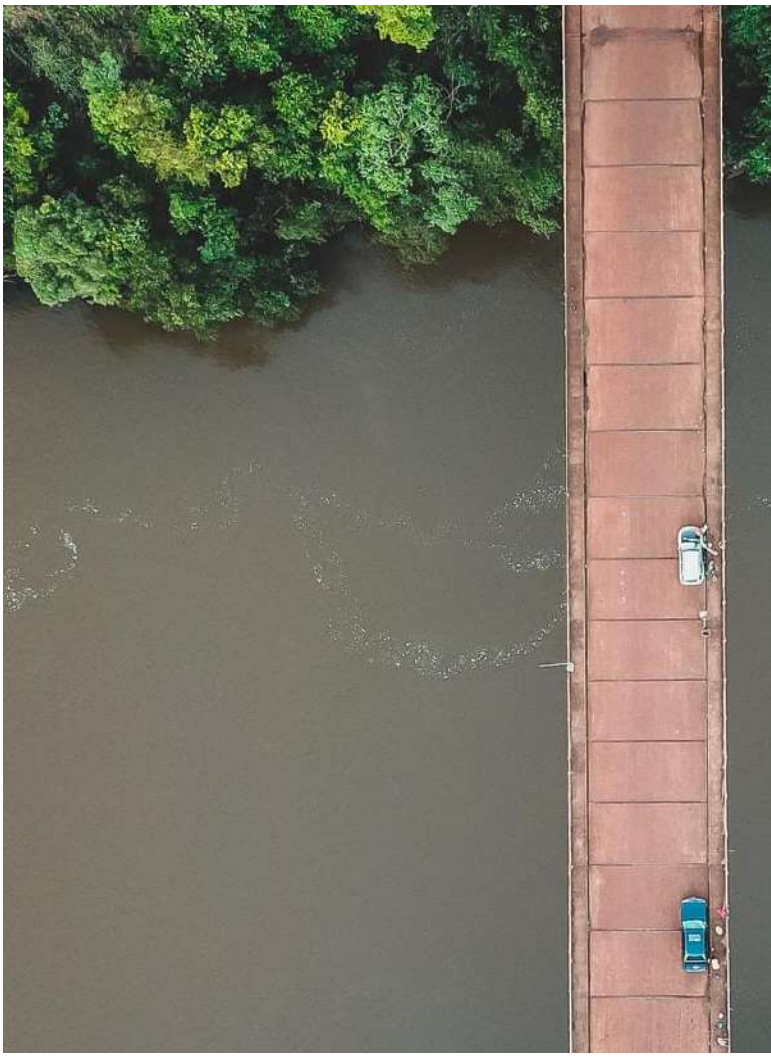


Download data

Fuente: Elaboración con datos de Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), 2020.

Se tiene registro de 254 eventos de tipo hidrometeorológico ocurridos en Chile entre los años 1902 y 2019, siendo las precipitaciones el factor desencadenante. Cabe destacar que en 2015 ocurrieron 20 eventos, entre los cuales hubo deslizamientos, caída y flujos de roca y suelo producto de las precipitaciones ocurridas en la Región de Atacama (Copiapó), zona que comúnmente no suele presentar precipitaciones. Lo mismo sucedió entre el 26 de enero y el 14 de febrero de 2019, debido al fenómeno conocido como invierno altiplánico, ocasión en que en las regiones de Arica y Parinacota y Tarapacá se vieron afectadas por precipitaciones que causaron cortes de caminos, deslizamientos de rocas y otros daños.

Se observa un aumento en la cantidad de eventos documentados para el año 2017, en comparación con los reportes anteriores, debido a que la información se ha ido completando en la medida en que el Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin) actualiza el catastro de eventos acontecidos. Asimismo, durante 2017 un sistema frontal afectó a algunas subcuencas del río Maipo, lo que generó una serie de flujos de detrito y aluviones, siendo la quebrada San José la que canalizó uno de los flujos que causó mayor impacto, con ocho personas fallecidas .



2.2.3 Ranking de peligrosidad de volcanes en Chile

En el país se cuentan unos 2 mil volcanes, de los cuales 92 son geológicamente activos. Se estima que en sus alrededores viven más de 200 mil personas que pueden verse afectadas por la actividad volcánica.

Según SERNAGEOMIN, "aproximadamente el 5% del territorio nacional está en áreas de influencia directa de los volcanes. Un 35% es susceptible de recibir caída de ceniza volcánica. Desde el siglo XVI, se han documentado más de 400 eventos volcánicos, y alrededor de 500 víctimas fatales en los últimos 200 años. Se estima que en Chile ocurre una erupción significativa cada 8-10 años" (Ramírez, 2018).

Los 14 volcanes más peligrosos de Chile son, de mayor a menor, Villarrica, Llaima, Calbuco, Nevados de Chillán, Puyehue-Cordón Caulle, Osorno, Mocho-Choshuenco, Antuco, Carrán-Los Venados, Cerro Azul-Quizapu, Chaitén, Lonquimay, Hudson y Láscar, según el ranking 2019 elaborado por Sernageomin (2020).

En la oportunidad dicho servicio determinó la existencia en el país de 92 sistemas volcánicos, clasificados en cinco categorías (Figura 9) de acuerdo a su nivel de riesgo:

Sistemas volcánicos tipo I: nivel muy alto de riesgo específico. 14 sistemas volcánicos.

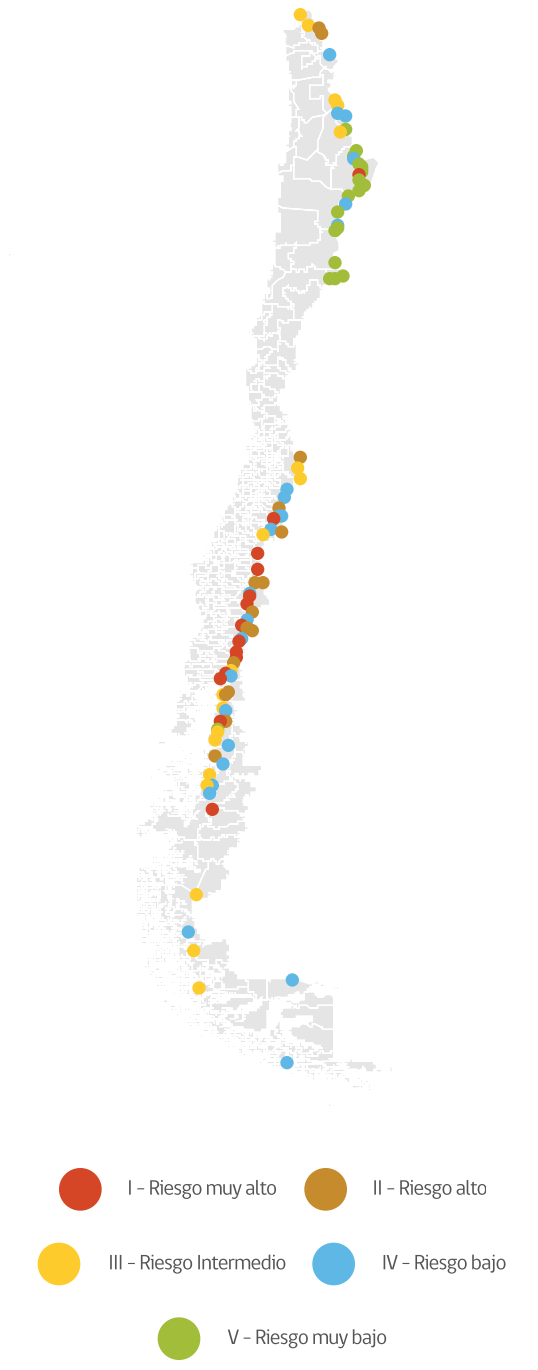
Sistemas volcánicos tipo II: nivel alto de riesgo específico. 16 sistemas volcánicos.

Sistemas volcánicos tipo III: nivel intermedio de riesgo específico. 20 sistemas volcánicos.

Sistemas volcánicos tipo IV: nivel bajo de riesgo específico. 23 sistemas volcánicos.

Sistemas volcánicos tipo V: nivel muy bajo de riesgo específico sin evidencia comprobada de actividad. 19 sistemas volcánicos.

Figura 9. Ranking de Peligrosidad de Volcanes Activos, 2019



Fuente: Elaboración con datos de Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), 2019.

2.3 Amenazas tecnológicas

Las amenazas tecnológicas de acuerdo al ISDR son "amenazas que se originan a raíz de las condiciones tecnológicas o industriales, lo que incluye accidentes, procedimientos peligrosos, fallas en la infraestructura o actividades humanas específicas que pueden ocasionar la muerte, lesiones, enfermedades u otros impactos sobre la salud, al igual que daños a la propiedad, pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales o económicos, o daños ambientales". (UNDRR, 2020a).

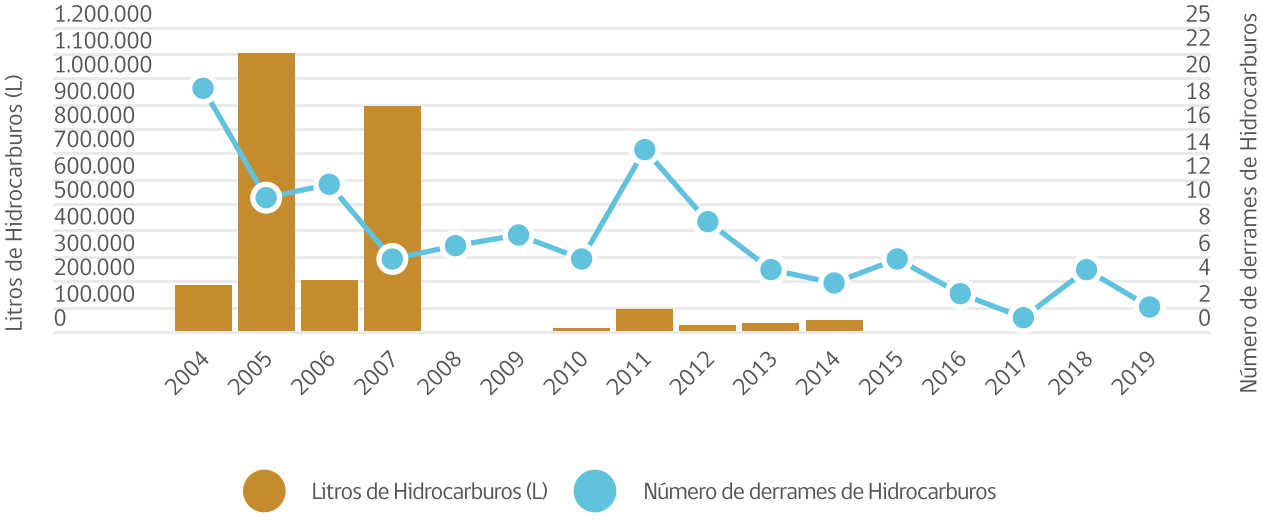
Las principales amenazas tecnológicas en Chile son los derrames de hidrocarburos en el mar, las emergencias relacionadas con sustancias peligrosas y los incendios forestales o megaincendios. El impacto de estos últimos en los suelos se traduce en erosión, pérdida de nutrientes, disminución de la materia orgánica y alteración de la vegetación.

2.3.1 Derrames de hidrocarburo

Entre 2004 y 2019 se registraron 120 eventos de derrames de hidrocarburos en las costas chilenas, lo que implicó el vertimiento de 2.572.728 litros de hidrocarburos al mar, que corresponden principalmente a diésel y mezclas oleosas Desde 2004 se observa una tendencia a la disminución del número de derrames de hidrocarburos con respecto a años anteriores, lo mismo que se aprecia en cuanto a volumen a partir de 2008 (**Figura 10**)



Figura 10. Derrames de hidrocarburos en las costas chilenas, 2004-2019



Download data

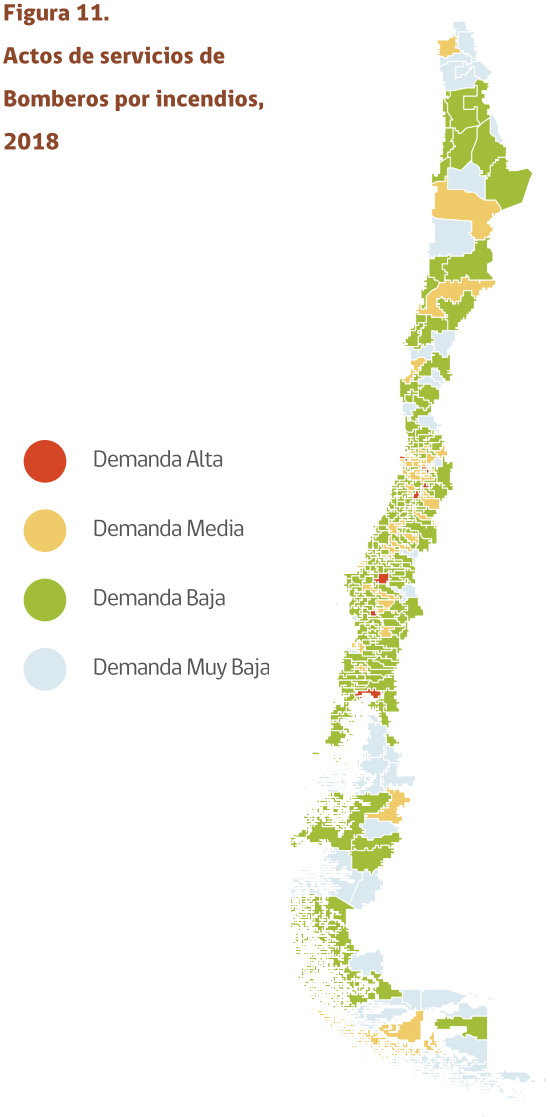
Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR), 2020.

2.3.2 Llamados relacionados con incendios

De acuerdo con información de la Junta Nacional de Bomberos de Chile, en 2018 se recibió un total de 44.188 llamados por incendios. La demanda más alta del servicio tiende a concentrarse en la región centro-sur del país, mientras que la demanda en las regiones extremas es muy baja.

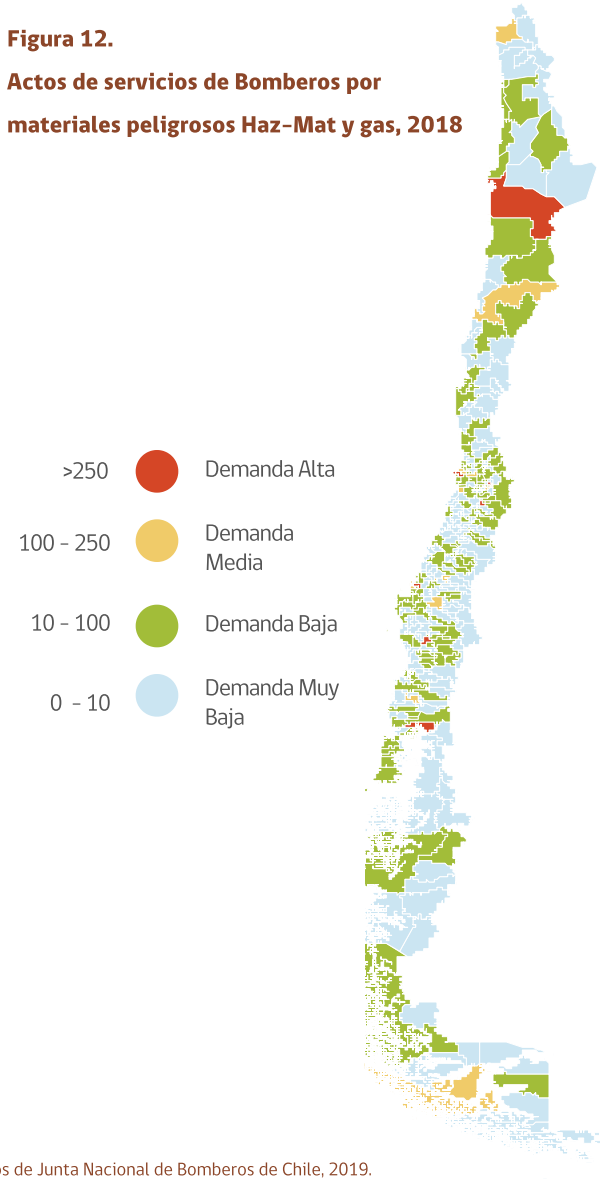
Las ciudades con mayor número de llamados son Puerto Montt (965) y Temuco (817). En la zona central, San Bernardo, Rancagua, Maipú y Valparaíso presentan el mayor número de llamados.

Figura 11.
Actos de servicios de Bomberos por incendios, 2018



Download data

Figura 12.
Actos de servicios de Bomberos por materiales peligrosos Haz-Mat y gas, 2018



Download data

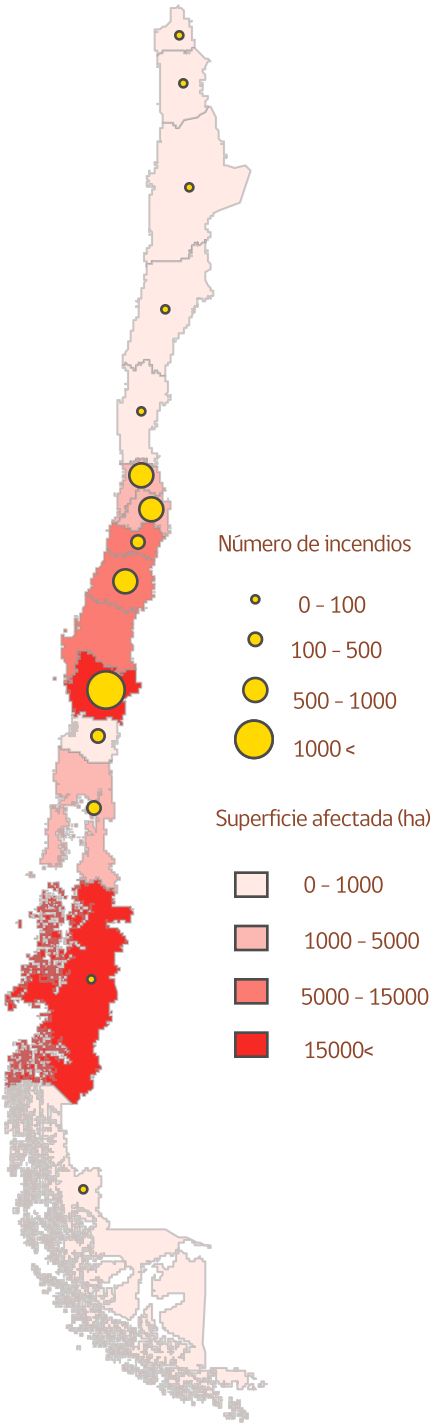
Fuente: Elaboración propia con datos de Junta Nacional de Bomberos de Chile, 2019.

2.3.3 Incendios forestales y superficie afectada

Durante la última temporada de incendios forestales 2018-2019 se registró la ocurrencia de 7.219 incendios a nivel nacional, los cuales afectaron unas 80.064 hectáreas (Figuras 13 y 14). La Araucanía fue la región más afectada, al concentrar 35% de la superficie total quemada del país (Corporación Nacional Forestal [Conaf], 2020). (CONAF, 2020)



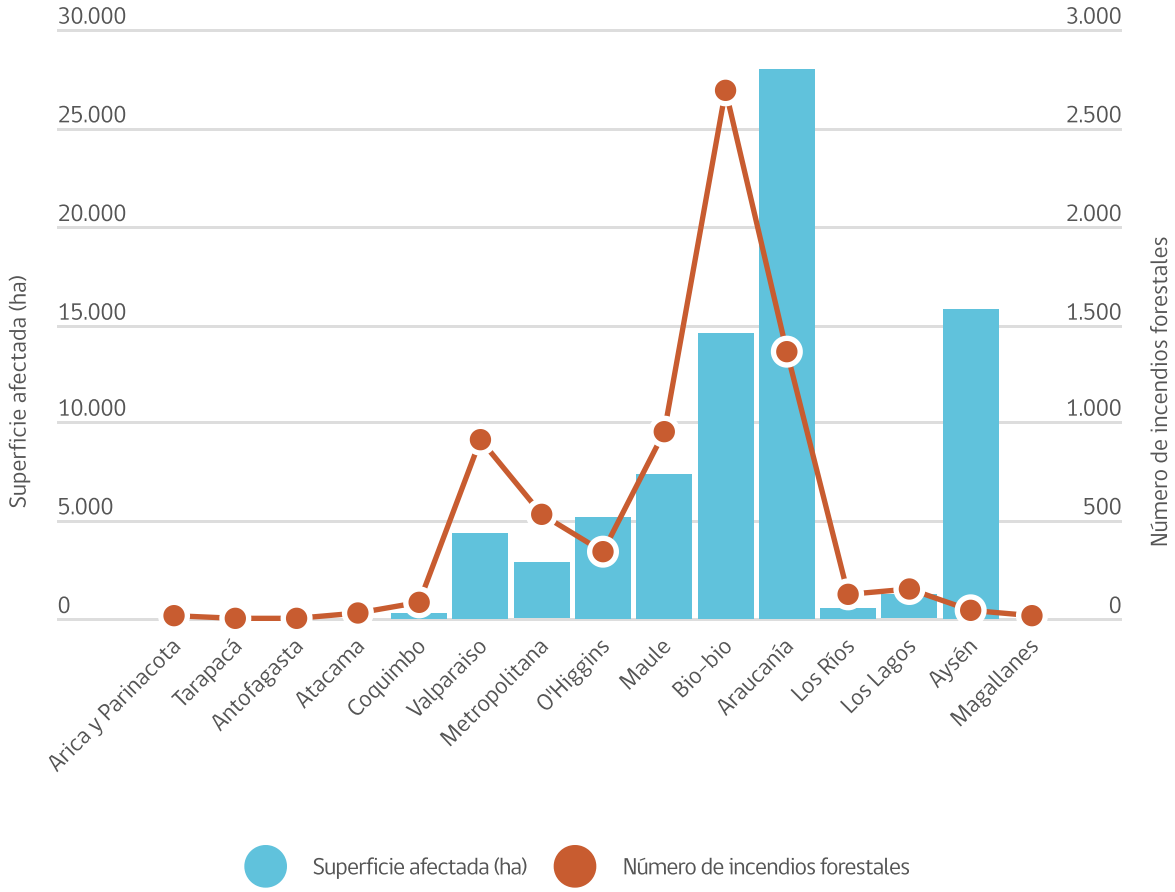
Figura 13. Incendios y superficie afectada, 2018-2019



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Corporación Nacional Forestal (CONAF), 2019.

Figura 14. Cantidad de Incendios y superficie afectada por región, 2018-2019



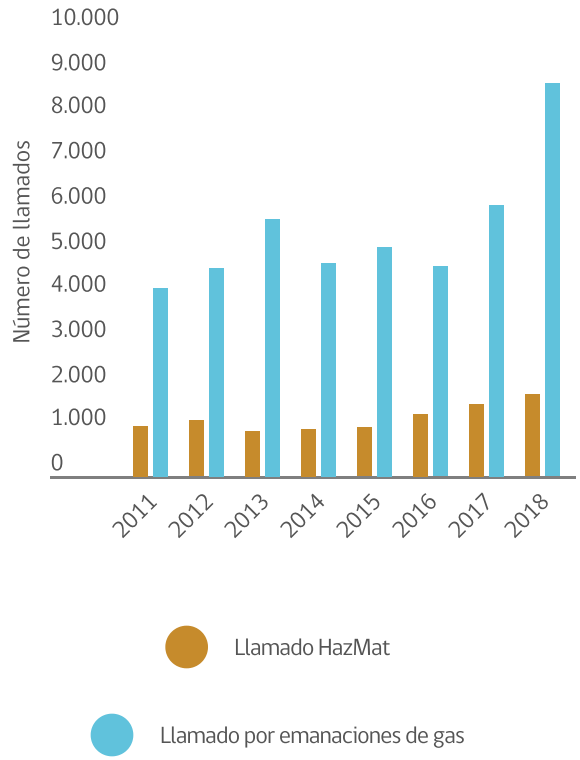
Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Corporación Nacional Forestal (CONAF), 2019.

2.3.4 Llamados relacionados con sustancias peligrosas

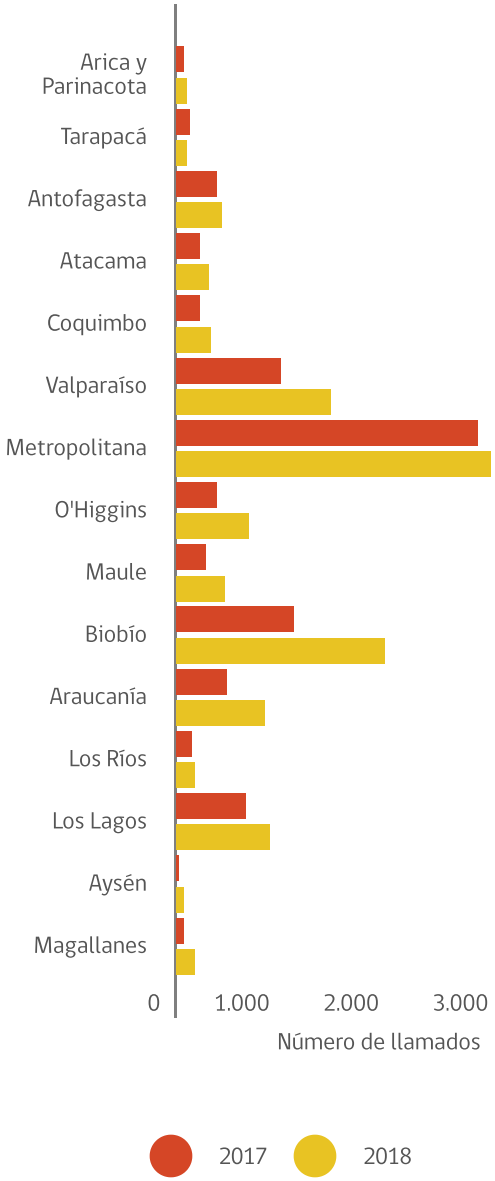
Según datos de Bomberos de Chile, en el país ocurren en promedio 1.300 emergencias relacionadas con materiales peligrosos al año. En estas emergencias interviene el equipo de expertos Hazmat (Hazardous Materials Training). Durante 2018 hubo más de 10.654 llamados entre las categorías de materiales peligrosos y de fuga de gas, principalmente en Santiago y Concepción.

Figura 15. Emergencias con materiales peligrosos a nivel nacional, 2011-2018



Download data

Figura 16. Emergencias con materiales peligrosos a nivel regional, 2017 y 2018



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Junta Nacional de Bomberos de Chile, 2019.

3. Estado

3.1 Vulnerabilidad ante ocurrencia de Eventos Extremos y Desastres

En el Reporte Mundial de Riesgo por Desastres Naturales 2019 Chile aparece con un valor de 36.29 en el subíndice de vulnerabilidad, valor que se clasifica como "bajo", mientras que en el subíndice de exposición obtiene un valor "muy alto". Esto se explica porque el cálculo de vulnerabilidad incluye tanto factores relativos a las amenazas naturales hacia personas o sistemas, donde Chile está altamente expuesto, como también la capacidad de las personas o los sistemas para hacer frente y adaptarse a los impactos negativos de los peligros naturales (BEH-IFHV, 2019).



Chile es un país con alta vulnerabilidad al cambio climático, entre cuyos principales impactos ha sido la disminución en la disponibilidad de recursos hídricos como consecuencia de la reducción en precipitación, el aumento de la temperatura, el derretimiento acelerado de la criósfera. A su vez, existen impactos asociados a otras amenazas de origen climático, como los aluviones, marejadas, incendios y olas de calor, entre otros. Muchos de estos impactos se han estado manifestando recientemente, con la sequía que ha afectado la zona central del país como uno de los efectos más severos del cambio climático en Chile. Se espera que estas amenazas sigan aumentando y afecten de forma diferenciada a la población, la infraestructura y los sistemas naturales en función de la intensidad de la amenaza, los distintos niveles de exposición, las capacidades de adaptación y los niveles de vulnerabilidad y resiliencia de los afectados (Rojas M., 2019).

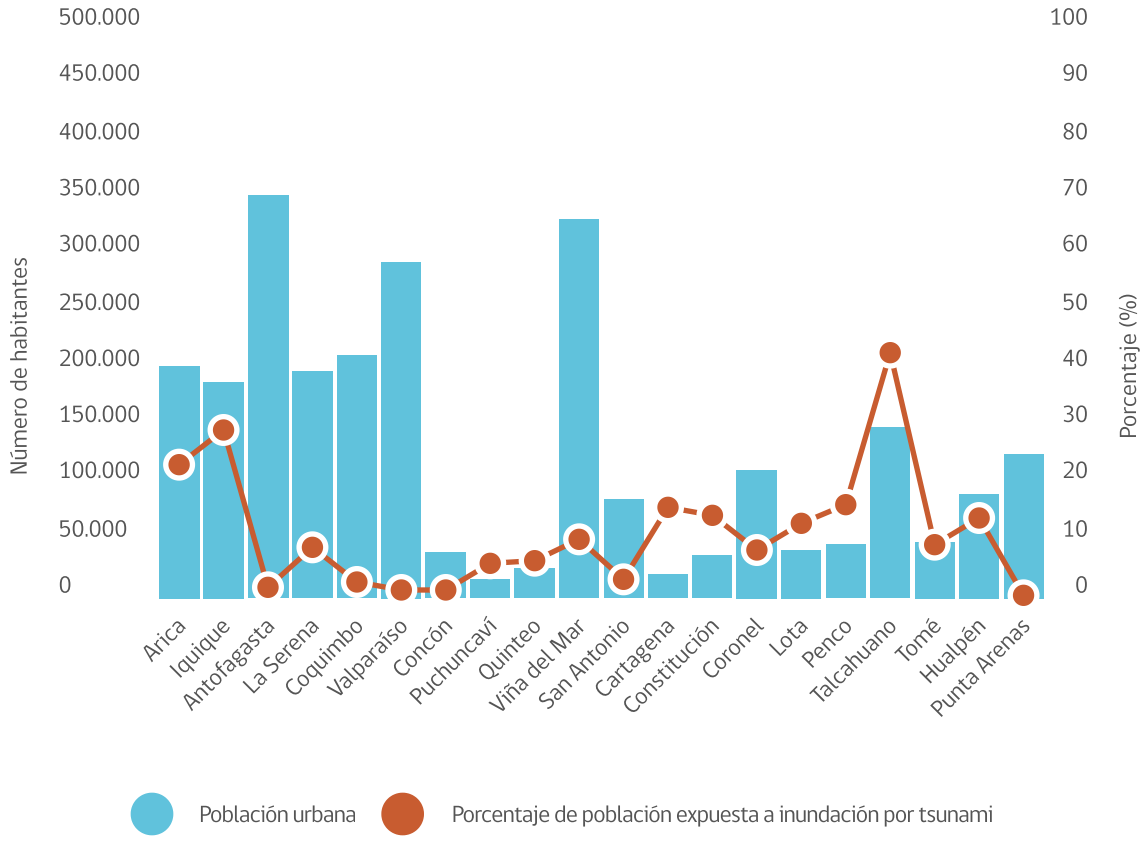
3.1.1 Vulnerabilidad ante amenazas naturales

La vulnerabilidad de Chile frente a las amenazas naturales tiene distintos grados según el tipo de evento de que se trate. Si bien los terremotos presentan un mayor grado de ocurrencia que otros desastres, las normas de construcción antisísmica disminuyen la probabilidad de daño a las personas.

En el caso de las erupciones volcánicas, tsunamis e incendios forestales, el nivel de vulnerabilidad depende de la situación geográfica y de la localización de los asentamientos humanos.

En el caso de los tsunamis, el Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano (Siedu) realizó una estimación del porcentaje de población expuesta a inundación por estos eventos, que toma en consideración tanto el riesgo como la planificación y gestión del territorio, en base a las cartas de inundación por tsunami elaboradas por el SHOA y la población levantada por el Censo 2017 de INE (**Figura 17**). De las 25 comunas costeras consideradas en el sistema, cinco no tienen información disponible para levantar este indicador. De las 20 restantes, en nueve comunas más del 10% de la población urbana se encuentra expuesta a esta amenaza (SIEDU, 2020).

Figura 17. Población Expuesta a inundación por tsunami, 2017



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano(SIEDU), 2020,

En cuanto a la vulnerabilidad ante erupciones volcánicas, según datos entregados por el Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin, 2020), al 2019 existen 58 comunas (17% del total de comunas del país) en zonas de riesgo por procesos eruptivos, las que se concentran principalmente en la zona sur; un tercio de estas, 19 comunas, presenta riesgo alto y muy alto a esta exposición.

De los volcanes activos, 25 de ellos se encuentran en 14 áreas pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (Sernageomin, 2020).



Figura 18. Comunas expuestas a procesos eruptivos, 2019

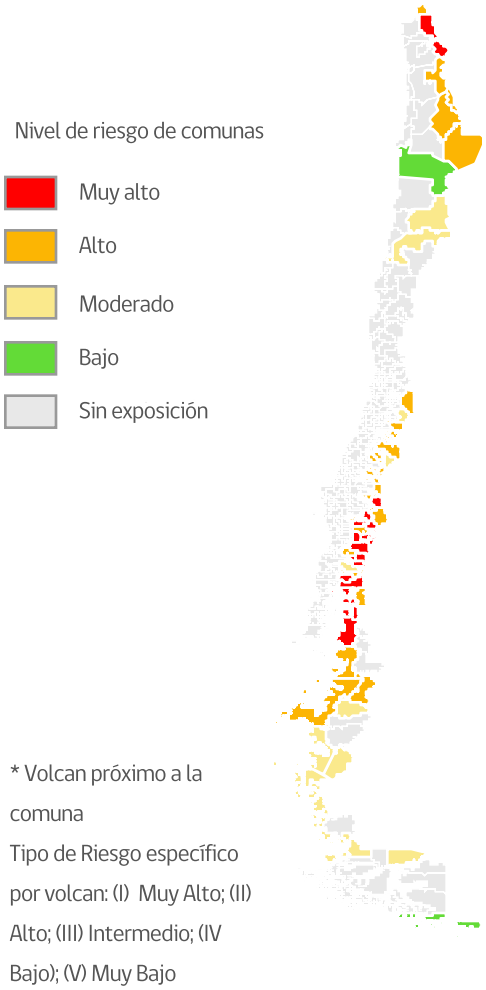
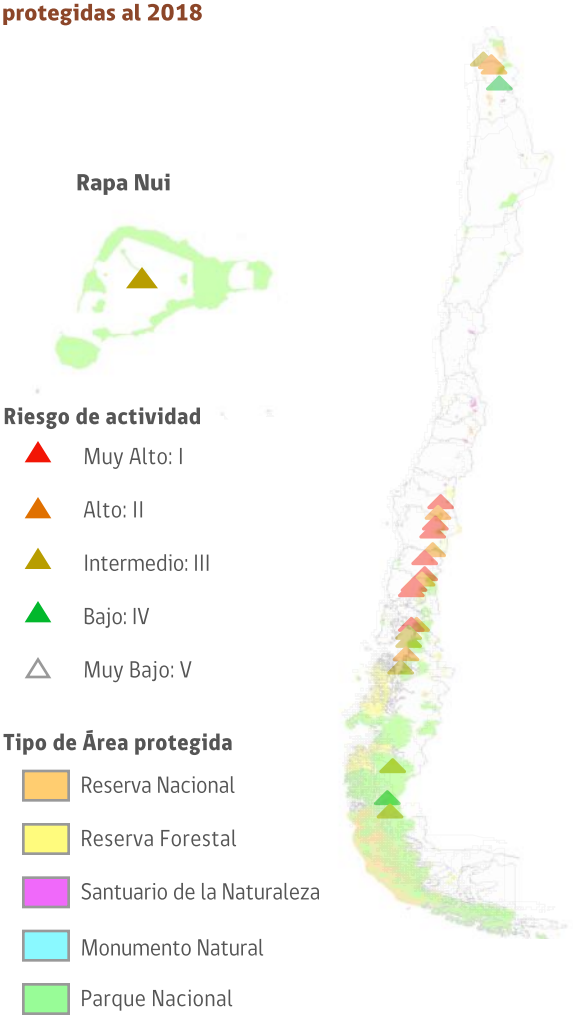


Figura 19. Volcanes activos situados en áreas protegidas al 2018



Fuente: Elaboración con datos de Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), 2019.

3.1.2 Vulnerabilidad ante amenazas tecnológicas

Respecto de la vulnerabilidad frente a los incendios forestales, de acuerdo con investigadores del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, "en Chile, las zonas donde conviven poblaciones humanas y ecosistemas vegetales son las que tienen mayor riesgo de incendio. Estas áreas, denominadas de interfaz urbano-rural, comprenden cerca de un 5% del territorio nacional, pero concentran alrededor del 80% de la población y, aproximadamente, el 60% de los incendios que ocurren en el país. Estas zonas se deben considerar explícitamente al momento de establecer estrategias de prevención, manejo y diseño de paisajes menos riesgoso" (González et al., 2020). Para establecer el grado de vulnerabilidad se tomó en consideración la probabilidad de que un incendio se inicie, la distancia a ciudades, la cobertura del suelo (tipos de vegetación) y la densidad de casas.



4. Impacto

4.1 Exposición y Afectación

Los eventos extremos y desastres tienen generalmente un impacto negativo en términos humanos y materiales. En Chile, terremotos y aluviones son las amenazas naturales con mayores impactos en pérdida de vidas humanas.

Frente a estas inevitables amenazas de origen natural, disminuir los impactos requiere tanto de planes de anticipación a las probables catástrofes, así como de una planificación para que el país se recupere de sus efectos.

Los principales sismos ocurridos en Chile entre los años 2014 y 2018 provocaron 21 fallecidos. El sismo del 25 de diciembre de 2016 que afectó a las regiones de Los Lagos y Aysén, obligó, además, a la evacuación de 20.554 personas (Instituto Nacional de estadísticas [INE], 2019

En cuanto a aluviones, cinco son los que han ocasionado mayores pérdidas materiales y de vidas humanas, según registros de SERNAGEOMIN; tres de ellos ocurridos en Santiago (años 1980, 1987 y 1993), uno en Antofagasta (1991) y uno en Atacama (2015). Desde el año 1900, los aluviones han provocado un total cercano a mil muertos y desaparecidos (CNID, 2016).

Cabe consignar que en 2020, el país ha sufrido, además, los efectos de la pandemia global COVID-19, que afecta a las personas no solamente en términos de salud, sino que también tiene consecuencias en los planos social, psicológico, económico y educacional.).



PANDEMIA COVID-19 Y OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

La pandemia del COVID-19, enfermedad causada por el virus SARS-CoV-2, ha tenido impactos dramáticos en la población humana durante el año 2020. En Chile, hasta el 3 de noviembre se contaban 514.202 casos de COVID-19. De estos, 490.820 se han recuperado, 8.776 se encuentran activos y se reportan 1.009 casos diarios.

A esa fecha 14.319 personas habían fallecido, lo que implica una tasa de letalidad de 3,3% casos confirmados de COVID -19 a nivel país. En la Región Metropolitana, la tasa de mortalidad alcanzaba 3,8% (MINSAL, 2020).

Al 30 de octubre de 2020 se encontraban 1.736 pacientes hospitalizados en cuidados intensivos, 1.141 pacientes en ventilación mecánica invasiva. La ocupación de unidades de cuidados intensivos alcanzaba 77%, mientras que la ocupación de ventiladores mecánicos disponibles era de 44% (Sociedad Chilena de Medicina Intensiva, 2020).

Los equipos de salud han sido exigidos al máximo, en los hospitales se han debido reconvertir unidades y capacitar personal en los procedimientos requeridos por la pandemia.

"La enfermedad del coronavirus (COVID-19) está atacando a las sociedades en su núcleo", señala Naciones Unidas, expresando que "si hubiéramos estado invirtiendo -en Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)- tendríamos una mejor base para resistir las crisis" (UNSDG, 2020)
Asimismo, el organismo considera que los países estarán en una mejor posición para recuperarse de la devastación humana y económica causada por el COVID-19 al acelerar sus esfuerzos para lograr los ODS (Naciones Unidas - SDG, 2020).

Las influencias entre el COVID-19 y los ODS se verifican en las dos direcciones. Por una parte, los cambios en la actividad social y económica que impone la pandemia tienen impacto en los indicadores ODS (Tabla 3). Por otra, mientras más cercano esté el logro de los Objetivos, mejor preparado se estará para recuperarse de la devastación.

Tabla 2. Impacto del COVID-19 en los ODS

Objetivo	Impacto en los ODS
OBJETIVO 1: Fin de la pobreza	Pérdida de ingresos que como consecuencia podría llevar a los segmentos vulnerables de la sociedad y las familias a caer bajo la línea de pobreza.
OBJETIVO 2: Hambre cero	La producción y distribución de alimentos podrían verse interrumpidas.
OBJETIVO 3: Buena salud y bienestar	Efecto devastador sobre los resultados de salud.
OBJETIVO 4: Educación de calidad	Escuela cerrada para muchos; el aprendizaje remoto es menos efectivo y no accesible para algunos.
OBJETIVO 5: Igualdad de género	Riesgo de los beneficios económicos para las mujeres y mayores niveles de violencia contra la mujer. Las mujeres representan la mayoría de los trabajadores de la salud y del cuidado social que están más expuestos al COVID-19.
OBJETIVO 6: Agua potable y saneamiento	Las interrupciones del suministro y el acceso inadecuado al agua potable dificultan contar con instalaciones limpias para lavarse las manos, una de las medidas de prevención más importantes de COVID-19.
OBJETIVO 7: Energía limpia y asequible	La escasez de suministro y personal provoca la interrupción del acceso a la electricidad, lo que debilita aún más la capacidad y la respuesta del sistema de salud.
OBJETIVO 8: Trabajo decente y crecimiento económico	Actividades económicas suspendidas, menores ingresos, reducción de jornada laboral, desempleo para ciertas ocupaciones.
OBJETIVO 11: Ciudades y comunidades sostenibles	Quienes viven en barrios marginales podrían enfrentan un mayor riesgo de exposición al COVID-19 debido a la alta densidad de población y las malas condiciones de saneamiento.
OBJETIVO 13: Acción climática	Reducción del compromiso con la acción climática, pero menos huella ambiental debido a una menor producción y transporte.
OBJETIVO 16: Instituciones sólidas para la paz y la justicia	Los conflictos impiden medidas efectivas para combatir el COVID-19; quienes viven en áreas de conflicto corren mayor riesgo de sufrir pérdidas devastadoras por la enfermedad.
OBJETIVO 17: Alianzas para lograr el Objetivo	Agravar la reacción contra la globalización, pero también destacar la importancia de la cooperación internacional en salud pública.

Fuente: Adaptado de Grupo de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible, 2020.

4.2 Impacto por amenazas naturales

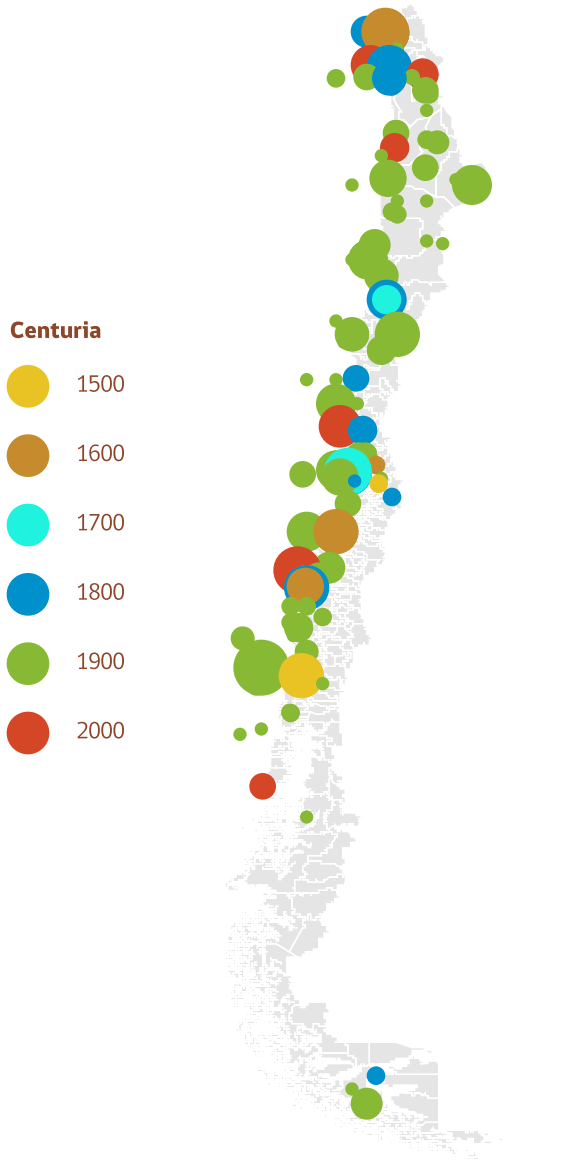
4.2.1 Ranking de los diez sismos de mayor intensidad ocurridos en Chile y sus impactos

Los diez sismos de mayor intensidad en Chile han tenido enormes impactos en términos de personas afectadas, tanto fallecidas, heridas y damnificadas. Se ha destruido un importante número de viviendas e incluso se han producido cambios significativos en la geografía del país. Es lo que ocurrió con el terremoto de Valdivia de 1960, que generó el hundimiento de extensas áreas en los alrededores de esta ciudad las cuales quedaron inutilizadas, y provocó un alzamiento generalizado de la Península de Arauco estimado en dos metros (Sernageomin, 2010).

El terremoto y tsunami del 27 de febrero de 2010, por su parte, de magnitud Mw 8,8 -el quinto más intenso de la historia desde que existen registros- y epicentro en la Región del Maule, produjo pérdidas que ese año el Gobierno estimó en cerca de US$ 30.000 millones, equivalentes a 17% del Producto Interno Bruto (PIB).

"La estimación de daños al 11 de marzo de 2010 señalaba más de 500 muertos y desaparecidos, 800 mil damnificados y 1,2 millones de personas con algún grado de afectación. El balance indica 200 mil viviendas destruidas o con graves daños, 2.750 escuelas inhabilitadas, 1 millón de niños sin clases y 35 hospitales inutilizables. A ello se suma una gran destrucción de edificios públicos; obras del patrimonio cultural; obras de infraestructura vial, portuaria, aeronáutica, religiosa, deportiva, de irrigación, de energía y de telecomunicaciones; instalaciones de las Fuerzas Armadas y de Orden y Seguridad, e instalaciones de centenares de empresas públicas y privadas, estas últimas vinculadas, principalmente, a la pesca, madera y celulosa" (Sernageomin, 2010).

Figura 20. Registro de terremotos en Chile 1500-2018



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Centro Sismológico Nacional, Universidad de Chile, 2019.

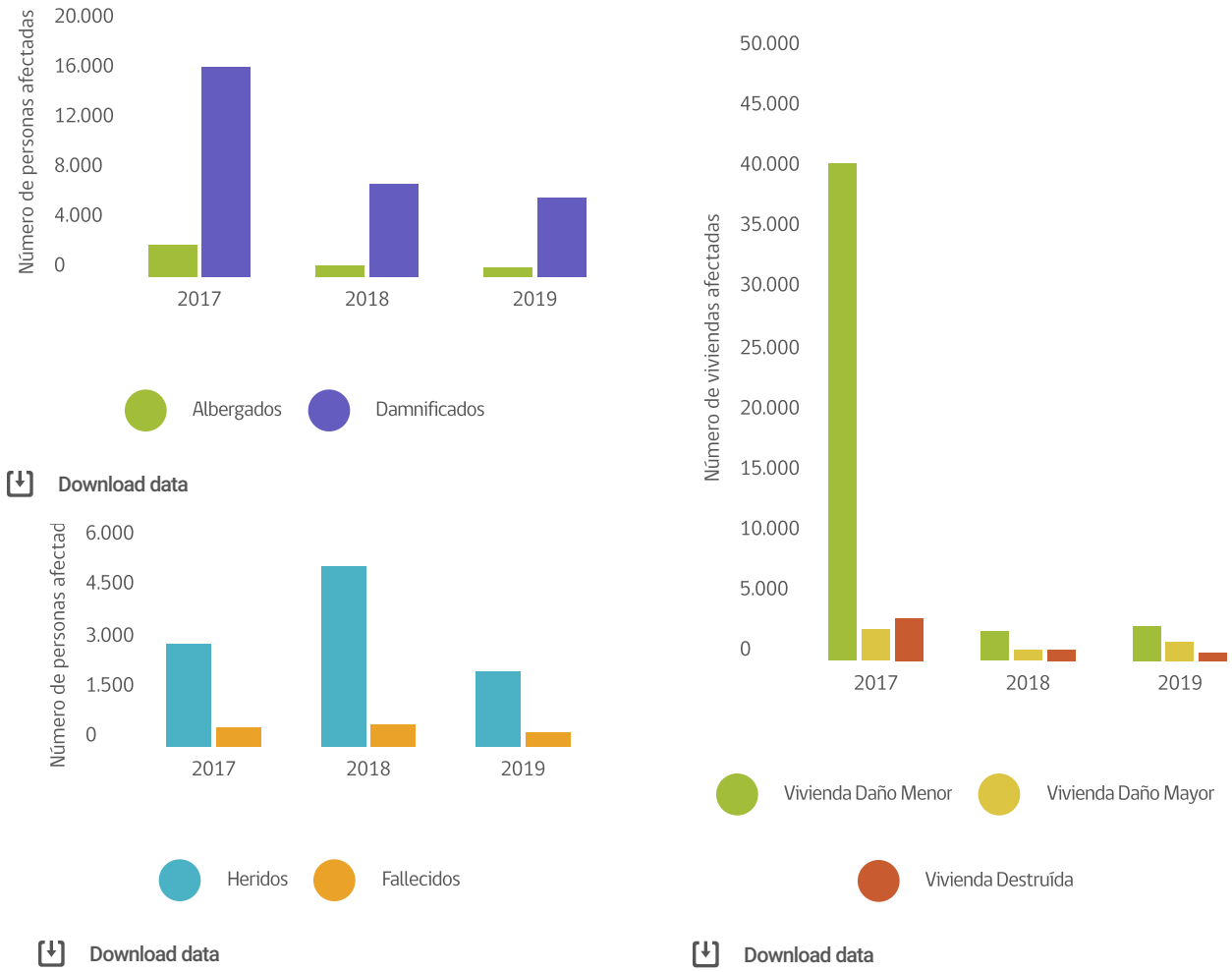
4.2.2 Cantidad de personas y viviendas afectadas por desastres naturales

Los desastres naturales que mayor impacto han tenido en Chile son precipitaciones, nevadas, sistemas frontales, aluviones.

El año 2015 registra el mayor número de damnificados y fallecidos, producto de las altas precipitaciones de ese año. En 2018 no hubo fallecidos debido a este tipo de eventos, pero sí alrededor de 350 damnificados en un solo evento en el mes de mayo a raíz de un sistema frontal que afectó a la comuna de Tomé, Región del Biobío (ONEMI, 2019).



Figura 21. Personas y viviendas afectadas por eventos y desastres naturales y antropogénicos 2017-2019



Fuente: Elaboración propia con datos de Ofinica Nacional de Emergencia (ONEMI), 2020.

5. Respuesta

Las amenazas, tanto naturales como tecnológicas, a que está expuesto el país y la consecuente gran vulnerabilidad que lo caracteriza, requiere dar respuestas estratégicas que permitan estar preparados previamente a los eventos y contar con una rápida capacidad de recuperación una vez ocurridos.



Chile ha avanzado en un marco institucional para la gestión del riesgo de desastres y ha suscrito tratados y acuerdos internacionales para la consecución de tal objetivo. Entre estos últimos Unesco (2013) destaca:

-Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030

-Marco de Acción de Hyogo 2005-2015

-Red Interamericana de Mitigación de Desastres (RIMD)

-Sistema de Alerta de Tsunamis del Pacífico (PTWS)

-Plan de Acción de Hospitales Seguros

-Declaración de Panamá sobre la Reducción del Riesgo de Desastres en el Sector Educativo de América Latina y el Caribe

5.1 Iniciativas Nacionales

A nivel nacional, la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública (ONEMI) es el organismo técnico del Estado, creado en 1974, a cargo de "planificar y coordinar los recursos públicos y privados destinados a la prevención y atención de emergencias y desastres de origen natural o provocados por la acción humana, proporcionando a los ministerios, intendencias, gobernaciones, municipios y organismos de protección civil de nivel nacional, regional, provincial y comunal, modelos y planes de gestión permanente para la prevención y manejo de emergencias, desastres y catástrofes" (ONEMI, 2020).

El Centro de Alerta Temprana (CAT), dependiente de la ONEMI, "opera desde 2000 con la función principal de vigilar permanente y sistemáticamente los escenarios de riesgo a nivel país, los siete días de la semana y las 24 horas del día, para recabar y difundir la información disponible que pudiera generar una situación de emergencia o desastre. Su objetivo fundamental consiste en poseer un sistema de alerta a través del cual se vayan constituyendo, según grados de prioridad, los mecanismos funcionales existentes para enfrentar y coordinar la respuesta a situaciones de emergencia y desastres. El proceso se desarrolla en base a información proveniente de organismos técnicos que oficialmente asesoran a ONEMI (el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, SHOA; SERNAGEOMIN; el Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur, OVDAS, el Instituto Sismológico de la Universidad de Chile, Dirección Meteorológica de Chile, entre otros). A partir de esta información se analiza la situación, previniendo escenarios posibles que pudieran ser provocados por la ocurrencia de un determinado fenómeno", señala Unesco (2013) en su estudio sobre análisis de riesgos de desastres en el país.





El organismo internacional recopila, asimismo, las leyes, normas y ordenanzas con que cuenta Chile para la reducción de riesgos de desastres:

-Ley y Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, decretos supremos 458 y 47.

-Norma Chilena para el diseño sísmico de edificios (NCh433 46 del año 1996).

-Código de Aguas (DFL 1122/1981).

-Ley 19.525/1997 del Ministerio de Obras Públicas.

-Ley 19.300 de Bases del Medio Ambiente.

- Ley 20.417, que reformó la ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente.

-Ley Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional (ley 19.175).

-Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades (ley 18.695).

-Ley 20.444 que Crea el Fondo Nacional de la Reconstrucción y Establece Mecanismos de Incentivo a las Donaciones en caso de Catástrofe.

-Ley 20.444 que Crea el Fondo Nacional de la Reconstrucción y Establece Mecanismos de Incentivo a las Donaciones en caso de Catástrofe.

5.2 Iniciativas Internacionales

5.2.1 Marco SENDAI

El Marco de SENDAI para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 es el instrumento sucesor del Marco de Acción de Hyogo 2005-2015: Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres (MAH) y es el resultado de una serie de consultas con diversos grupos interesados que dieron inicio en marzo de 2012, así como de las negociaciones intergubernamentales realizadas entre julio de 2014 y marzo de 2015.

Fue adoptado por los estados miembros de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en marzo de 2015, en la Tercera Conferencia Mundial sobre Reducción del Riesgo de Desastres celebrada en Sendai, Japón, y respaldado por la Asamblea General del organismo en junio de ese año.

La Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR, por su sigla en inglés) es la encargada de apoyar la implementación, el seguimiento y la revisión de este acuerdo internacional.



PRIORIDADES Y METAS DEL MARCO DE SENDAI

Sobre la base del Marco de Acción de Hyogo, el Marco de Sendai tiene como objetivo lograr al año 2030 "la reducción sustancial del riesgo de desastres y de las pérdidas ocasionadas por los desastres, tanto en vidas, medios de subsistencia y salud como en bienes económicos, físicos, sociales, culturales y ambientales de las personas, las empresas, las comunidades y los países" (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres [UNDRR], 2015).

Establece cuatro prioridades de acción específicas:

1. Comprender el riesgo de desastres.

2. Fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionar dicho riesgo.

3. Invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia.

4. Mejorar la preparación para desastres a fin de dar una respuesta eficaz y "reconstruir mejor" en los ámbitos de recuperación, rehabilitación y reconstrucción.

Para respaldar la evaluación del progreso mundial en la consecución del objetivo del Marco de Sendai, se acordaron siete metas mundiales:

1. Reducir sustancialmente la mortalidad mundial por desastres para 2030, con la finalidad de reducir el promedio por cada 100.000 habitantes de mortalidad mundial entre 2020-2030 en comparación con 2005-2015.

2. Reducir sustancialmente el número de personas afectadas en todo el mundo para 2030, con el objetivo de reducir la cifra media mundial por 100.000 habitantes entre 2020-2030 en comparación con 2005-2015.

3. Reducir las pérdidas económicas directas por desastres en relación con el producto interno bruto mundial para 2030.

4. Reducir sustancialmente los daños causados por desastres a la infraestructura crítica y la interrupción de los servicios básicos, entre ellos las instalaciones sanitarias y educativas, incluso mediante el desarrollo de su resiliencia para 2030.

5. Aumentar sustancialmente el número de países con estrategias nacionales y locales de reducción del riesgo de desastres para 2020.

6. Mejorar sustancialmente la cooperación internacional con los países en desarrollo mediante un apoyo adecuado y sostenible para complementar sus acciones nacionales para la implementación del marco para 2030.

7. Aumentar sustancialmente la disponibilidad y el acceso a los sistemas de alerta temprana multirriesgos, la información y las evaluaciones del riesgo de desastres para las personas para 2030.

El Marco de Sendai y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) están interrelacionados tanto conceptualmente como en la práctica. Sus sinergias se reconocen en un informe publicado por la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, (CMNUCC, 2017), donde se pide vincular los sistemas de recopilación de datos y presentación de informes para los ODS, el Marco de Sendai y la adaptación al cambio climático como un medio para avanzar en el desarrollo resiliente al clima.

Los ODS que son complementarios con las labores de monitoreo del Marco de Sendai se presentan en la Tabla 1.

Tabla 3. Indicadores de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) complementarios con el Marco de Sendai

Objetivo 1. Poner fin a la pobreza en todas sus formas y en todo el mundo.	
1.5.1	Número de personas muertas, desaparecidas y afectadas directamente atribuido a desastres por cada 100.000 habitantes.
1.5.2	Pérdidas económicas directas atribuidas a los desastres en relación con el producto interno bruto (PIB) mundial.
1.5.3	Efecto devastador sobre los resultados de salud. 1.5.3 Número de países que adoptan y aplican estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030.
1.5.4	Proporción de gobiernos locales que adoptan y aplican estrategias locales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con las estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres.
Objetivo 11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.	
11.5.1	Número de personas muertas, desaparecidas y afectadas directamente atribuido a desastres por cada 100.000 personas.
11.5.2	Pérdidas económicas directas en relación con el PIB mundial, daños en la infraestructura esencial y número de interrupciones de los servicios básicos atribuidos a desastres.
11.b.1	Número de países que adoptan y aplican estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030.
11.b.2	Proporción de gobiernos locales que adoptan y aplican estrategias locales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con las estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres.
Objetivo 13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.	
13.1.1	Número de personas muertas, desaparecidas y afectadas directamente atribuido a desastres por cada 100.000 personas.
13.1.2	Número de países que adoptan y aplican estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030.
13.1.3	Proporción de gobiernos locales que adoptan y aplican estrategias locales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con las estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres.

Fuente: Oficina de las Naciones Unidas para Reducción de Riesgo de Desastres (UNDRR), 2020

5.2.2 Avance y reporte de indicadores ODS-SENDAI

En cumplimiento de los acuerdos internacionales, Chile estima y reporta los indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS). El 2°Informe Nacional Voluntario (2019) señala que, para el ODS 13 "Adoptar medidas urgentes para combatir la crisis climática y sus efectos", se plantearon cinco metas y además "se definieron siete indicadores con el objetivo de monitorear el cumplimiento de dichas metas, los que actualmente se encuentran elaborados en su totalidad.

Dentro de este conjunto de indicadores, tres de ellos se refieren a las acciones y medidas que ha tomado el país en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres (13.1.1, 13.1.2 y 13.1.3)" (Informe Nacional Voluntario Chile 2019, 2019). El reporte sobre dichos indicadores se entrega a continuación.

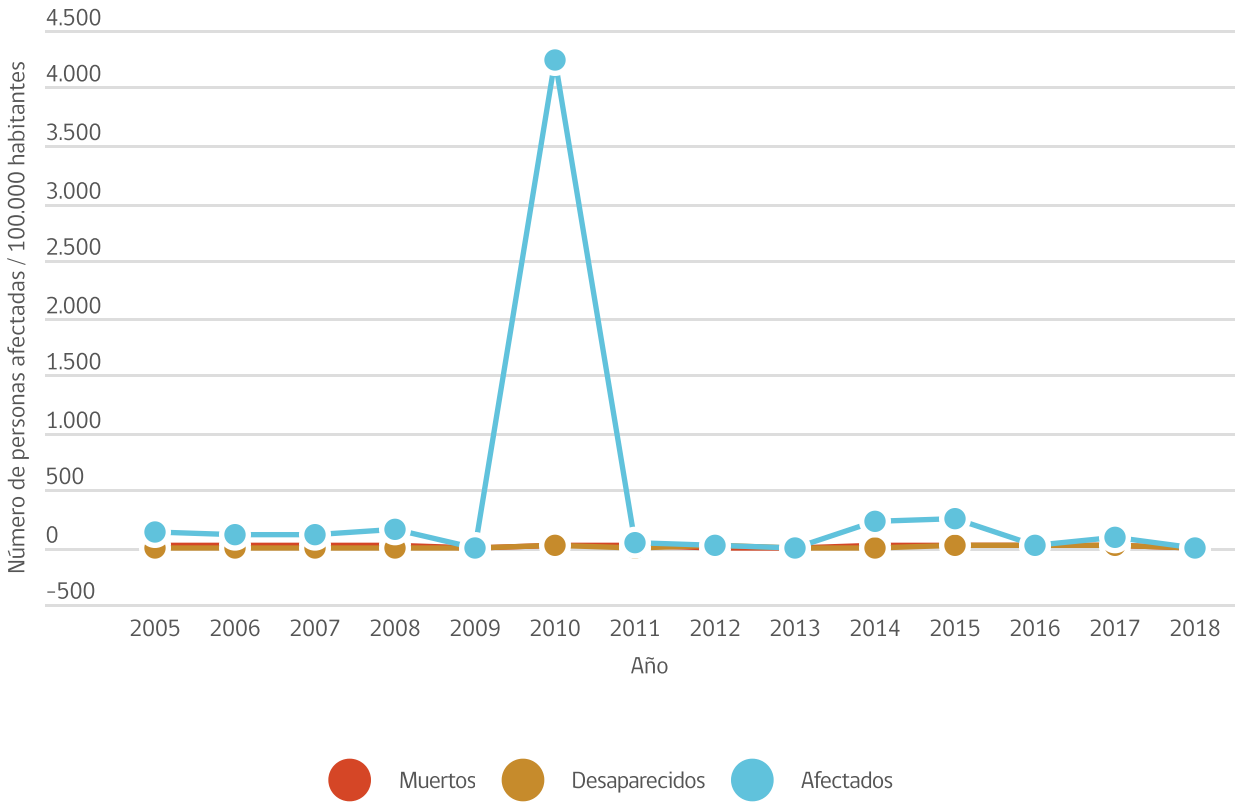


5.2.3 Número de personas muertas, desaparecidas y afectadas directamente atribuido a desastres por cada 100.000 personas (Indicador 13.1.1)

Este indicador, que posee una metodología definida por Naciones Unidas, es elaborado a nivel nacional con información generada por la Oficina Nacional de Emergencia (ONEMI). Dicha información es publicada en la Plataforma Nacional para la Reducción de Desastres, que incluye un sistema de monitoreo para determinar el grado de afectación sobre la población que ocasionan los desastres ocurridos en el país.

Entre los años 2005 y 2018 Chile registra, por cada 100.000 habitantes, un promedio anual de 0,3 muertes y 379 personas afectadas por desastres, siendo el terremoto y tsunami del año 2010 el evento con mayores consecuencias (**Figura 22**). El promedio de afectados en ese periodo, exceptuando el año 2010, es de 82,4 personas por cada 100.000 habitantes.

Figura 22. ODS 13.1.1 Número de personas muertas desaparecidas y afectadas directamente atribuido a desastres por cada 100.000 personas



Fuente: Elaboración propia con datos de Oficina Nacional de Emergencia (ONEMI), 2019

5.2.4 Número de países que adoptan y aplican estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con el Marco de Sendai (Indicador 13.1.2)

En diciembre de 1999, la Asamblea General de la Organización de Naciones Unidas (ONU) adoptó la Estrategia Internacional para la Reducción de Riesgos de Desastres (EIRD) y creó la Oficina para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR por su sigla en inglés) como la secretaría encargada de velar por su aplicación. La EIRD busca promover una cultura de prevención frente a los desastres y su visión es "que todas las comunidades tengan la capacidad de hacer frente a los efectos de las amenazas naturales, tecnológicas y ambientales, para reducir el riesgo en los aspectos vulnerables del tejido social y económico de las sociedades modernas, a fin de pasar de la protección contra las amenazas a la gestión del riesgo" (Naciones Unidas, 2015).

En este contexto, el país ha hecho esfuerzos por reducir el riesgo de desastres a través de una serie de proyectos e iniciativas (UNESCO, 2013), lo que ha significado contar con mayor información científica y técnica en relación a las amenazas presentes. No obstante, debido al crecimiento de la población y el cambio climático, es probable que aumente la incidencia de amenazas, lo que demandará esfuerzos adicionales (ibíd).

Por otra parte, durante la Segunda Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres que se celebró en Kobe, Hyogo, Japón, del 18 al 22 de enero de 2005 se aprobó el Marco de Acción de Hyogo 2005-2015. Es el instrumento más importante para la implementación de la reducción del riesgo de desastres que adoptaron los Estados miembros de las Naciones Unidas.

Su objetivo general es aumentar la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres al lograr, para el año 2015, una reducción considerable de las pérdidas que ocasionan los desastres, tanto en términos de vidas humanas como en cuanto a los bienes sociales, económicos y ambientales de las comunidades y los países.

Chile ratificó el Marco de Acción de Hyogo (2005-2015) que compromete a los países firmantes a realizar acciones para reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de las naciones y comunidades y tuvo un rol preponderante en la gestación y ratificación del Marco de Acción de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres (2015-2030), que da continuidad y profundiza el trabajo realizado con el Marco de Acción de Hyogo.

El 2° Informe Voluntario (Informe Nacional Voluntario Chile 2019, 2019)indica que Chile sí cumple, ya que posee la siguiente política y plan:

- Política Nacional para Gestión de Riesgo de Desastres, aprobada mediante decreto supremo 1.512 (2016).
- Plan Estratégico Nacional

ODS 13.1.2: Número de países que adoptan y aplican estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030

El país sí cumple, ya que posee la siguiente política y plan:

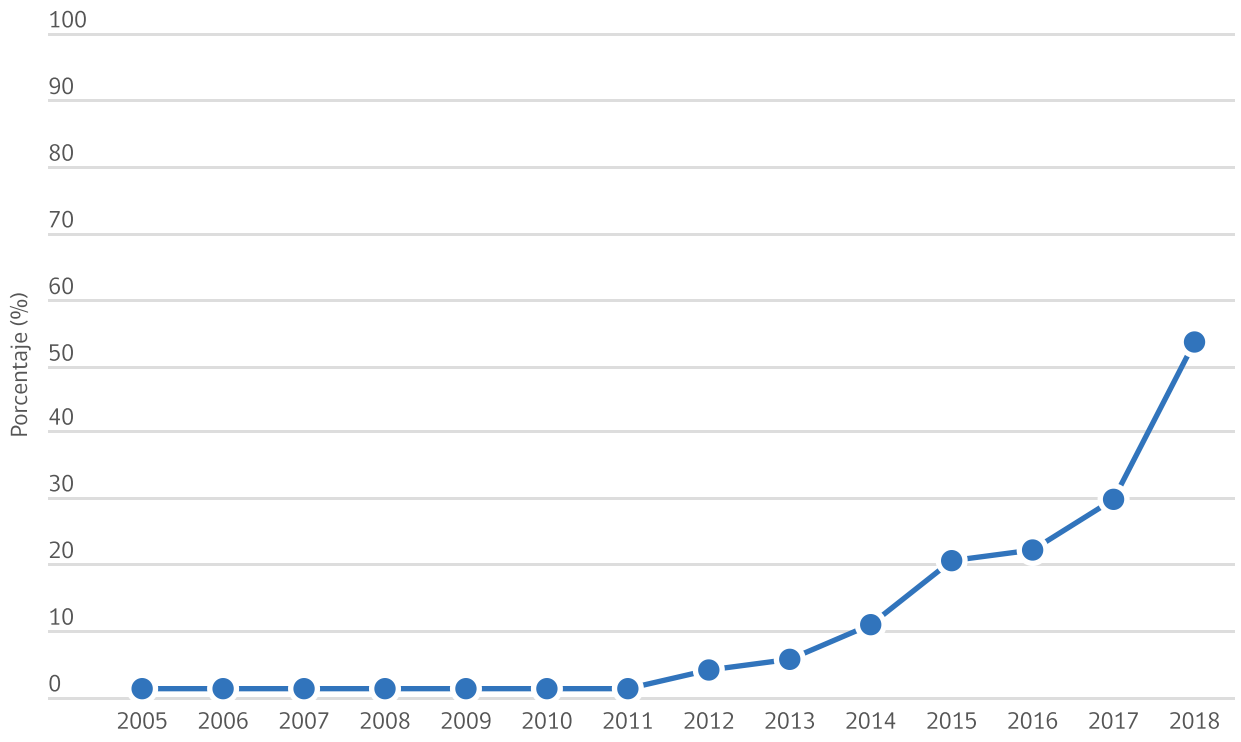
- Política Nacional para Gestión de Riesgo de Desastres, aprobada mediante el Decreto Supremo N° 1.512 (2016).
- Plan Estratégico Nacional para la Gestión de Riesgo de Desastres, aprobado por el Decreto Exento N°3.453 (2016).

De acuerdo a lo establecido en el Decreto Supremo N° 1512/ONEMI, "para el caso específico del Estado de Chile, el factor gatillante que genera la necesidad de formular una Política Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres consiste en que el territorio chileno en su extensión latitudinal se ve expuesto a una gran cantidad de amenazas de origen natural y antrópicas, y a todas aquellas derivadas del cambio climático, las que se han manifestado a lo largo de los años, desencadenando situaciones de emergencia y dejando al descubierto la alta vulnerabilidad que aún presentan el país y sus habitantes".

5.2.5 Porción de gobiernos locales que adoptan y aplican estrategias locales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con las estrategias nacionales (Indicador 13.1.3)

En Chile la mínima división considerada para efectos de gobierno local está representa por los municipios que corresponden a 345, pero son 346 comunas, pues la municipalidad de Cabo de Hornos administra la agrupación de comunas de Cabo de Hornos y Antártica. Desde el 2005 hasta el año 2018 el número de estrategias locales a nivel comunal ha experimentado un aumento sostenido pasando de 4 a 192 este último año lo que se representa un 53% de los municipios a nivel nacional. Dentro de las estrategias locales de reducción del riesgo de desastres destacan principalmente los Planes Comunales de Protección Civil y Emergencias, Planes de Emergencia Comunal y Manuales de Procedimiento de Emergencia.

Figura 23. ODS 13.1.3 Proporción de gobiernos locales que adoptan y aplican estrategias locales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con las estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres, 2005-2018



Fuente: Elaboración propia con datos de Ofinica Nacional de Emergencia (ONEMI), 2019.

5.3 Resiliencia

Los eventos extremos y desastres pueden destruir vidas y anular años de desarrollo en pocas horas o incluso segundos. Las poblaciones de todo el mundo están cada vez más expuestas a amenazas naturales (sequías, inundaciones, huracanes, terremotos, epidemias, etc.), a crisis provocadas por el hombre (socioeconómicas, conmociones, conflictos, etc. y a crisis prolongadas (situaciones prolongadas y complejas de emergencia en las que se juntan dos o más aspectos de las crisis mencionadas anteriormente). La FAO define la resiliencia como: "La capacidad de prevenir desastres y crisis, así como de preverlos, amortiguarlos, tenerlos en cuenta o recuperarse de ellos a tiempo y de forma eficiente y sostenible, incluida la protección, el restablecimiento y la mejora de los sistemas de vida frente a las amenazas que afectan a la agricultura, la nutrición, la seguridad alimentaria y la inocuidad de los alimentos." (FAO, s.f.)

En otras palabras, resiliencia es la capacidad de las personas, las comunidades o sistemas que hacen frente a catástrofes o crisis a preservarse de los daños y recuperarse rápidamente, es decir lo opuesto al concepto de vulnerabilidad.

Por tanto, se trata de mejorar la capacidad de las familias, las comunidades y las instituciones para proteger a las personas y los medios de vida mediante medidas que eviten (prevención) o limiten (mitigación y preparación) los efectos negativos de los peligros y prevenirlos de manera fiable y oportuna.

Es este concepto el desafío tanto a nivel internacional como nacional para los próximos años en materias de respuesta, planes de prevención, planificación del territorio, y desarrollo de ciudades sustentables con un enfoque en la gestión de la reducción del riesgo de desastres ante ocurrencia eventos extremos y desastres..



Referencias

- BEH-IFHV. (2019). The WorldRiskReport 2019. (Welthungerhilfe, Ed.) Recuperado el junio de 2020, de https://www.welthungerhilfe.org/news/publications/detail/worldriskreport-2019/
- Camus, P., Arenas, F., & Lagos, M. (2016). Visión histórica de la respuesta a las amenazas naturales en Chile y oportunidades de gestión del riesgo de desastre. Revista Geogr. Norte Gd(no.64). Obtenido de http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022016000200002
- Centro Sismológico Nacional, Universidad de Chile. (2020). Prensa. Recuperado el septiembre de 2020, de https://www.csn.uchile.cl/7-733-sismos-se-localizaron-en-chile-durante-2019/
- CMNUCC. (2017). Opportunities and options for integrating climate change adaptation with the Sustainable Development Goals and the Sendai Framework. Obtenido de Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, CMNUCC: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/techpaper_adaptation.pdf
- CNID. (2016). Hacia un chile resiliente frente a desastres: una oportunidad. Recuperado en septiembre de 2020, de Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo: www.cnid.cl/wp-content/uploads/2016/12/INFORME-DESASTRES-NATURALES.pdf
- CONAF. (2020). Incendios Forestales en Chile Estadísticas históricas. Recuperado el septiembre de 2020, de Corporación Nacional Forestal: https://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/estadisticas-historicas/
- CR2. (2020). INFORME A LAS NACIONES Incendios en Chile: causas, impactos y resiliencia. Recuperado el septiembre de 2020, de Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia: http://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2020/01/Informe-CR2-IncendiosforestalesenChile.pdf
- EM-DAT. (2020). Emergency Events Database (EM-DAT). Recuperado el agosto de 2020, de Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED): https://www.emdat.be/guidelines
- FAO. (s.f.). Resilencia. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y la Agricultura: http://www.fao.org/emergencies/como-trabajamos/resiliencia/es/

- González, M., Sapiains, R., Gómez-González, S., & Garreaud, R. (2020). Incendios forestales en Chile: causas, impactos y resiliencia. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Universidad de Chile, Universidad de Concepción y Universidad Austral de Chile.

- INE. (2019). Medio Ambiente Informe Anual 2019. Recuperado el septiembre de 2020, de Instituto Nacional de Estadísticas: https://www.ine.cl/docs/default-source/variables-basicas-ambientales/publicaciones-y-anuarios/informe-anual-de-medio-ambiente/informe-anual-de-medio-ambiente-2019.pdf?sfvrsn=32224137_2

- Informe Nacional Voluntario Chile. (2019). Recuperado el septiembre de 2020, de CONSEJO NACIONAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA AGENDA 2030 DE DESARROLLO SOSTENIBLE: http://www.chileagenda2030.gob.cl/storage/docs/Informe_Nacional_Voluntario_CHILE_2019.pdf

- IPCC. (2014). Annex II: Glossary. (K. S. Mach, Editor) Obtenido de In: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-AnnexII_FINAL.pdf

- IPCC. (2020). The Intergovernmental Panel on Climate Change. Recuperado el agosto de 2020, de https://www.ipcc.ch/

- IRDR. (2014). Integrated Research on Disaster Risk. (B. I. Risk., Ed.) Obtenido de Peril Classification and Hazard Glossary (IRDR DATA Publication No. 1): http://www.irdrinternational.org/wp-content/uploads/2014/04/IRDR_DATA-Project-Report-No.-1.pdf

- IRDR DATA. (2014). Peril Classification and Hazard Glossary (IRDR DATA Publication No. 1). (B. I. Risk., Ed.) Recuperado el agosto de 2020, de Integrated Research on Disaster Risk.: http://www.irdrinternational.org/2014/03/28/irdr-peril-classification-and-hazard-glossary/

- Mehsen, Y. (2019). De la Gestión de Riesgos en el Marco del Desarrollo Sostenible. Thomson Reuters.

- MINSAL. (30 de octubre de 2020). INFORME EPIDEMIOLÕGICO 64 ENFERMEDAD POR SARS-CoV-2 (COVID-19). Obtenido de Minsiterio de Salud: https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2020/10/Informe-Epidemiologico-64.pdf

- MMA. (2019). Eventos Naturales y Desastres Ambientales - Quinto Reporte del Estado del Medio Ambiente. Obtenido de Ministerio del Medio Ambiente : https://sinia.mma.gob.cl/estado-del-medio-ambiente/eventos-naturales-y-desastres-ambientales-2/

- MMA. (2019). Quinto Reporte del Estado del Medio Ambiente. Recuperado el septiembre de 2020, de Ministerio del Medio Ambiente: https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/10/13.eventos-naturales-y-desastres-ambientales-rema-2018-vo.pdf

- MMA. (2020). Vulnerabilidad y adaptación. Recuperado el septiembre de 2020, de Ministerio del Medio Ambiente: https://mma.gob.cl/cambio-climatico/vulnerabilidad-y-adaptacion/

- Naciones Unidas - SDG. (2020). UN: SDGs still offer best option to reduce worst impacts of COVID-19 and to recover better. Recuperado el septiembre de 2020, de https://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2020/06/recovery/

- Naciones Unidas. (2004). Vivir con el riesgo. Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres. Recuperado el septiembre de 2020, de https://www.preventionweb.net/globalplatform/2007/first-session/docs/Background_docs/LwR-spa-volumen-2.pdf

- Naciones Unidas. (2015). Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. Obtenido de http://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf

- OEA. (2020). ¿Qué son las amenazas naturales? Recuperado el septiembre de 2020, de Organizacion de Estados Americanos: https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea57s/ch005.htm

- ONEMI. (juilo de 2016). Política Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. Recuperado el septiembre de 2020, de Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública: http://repositoriodigitalonemi.cl/web/bitstream/handle/2012/1710/POLITICA_NAC_2016_ESP.pdf?sequence=6

- ONEMI. (25 de enero de 2019). Monitoreo por sismo de mayor intensidad entre las regiones de Atacama y O'Higgins. Recuperado el octubre de 2020, de Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública: https://www.onemi.gov.cl/informate/monitoreo-por-sismo-de-mayor-intensidad-entre-las-regiones-de-atacama-y-ohiggins/

- ONEMI. (2019). Monitoreo por sistema frontal en las regiones de Ñuble, Biobío y La Araucanía. Recuperado el octubre de 2020, de Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública: https://www.onemi.gov.cl/alerta/monitoreo-por-sistema-frontal-4/

- ONEMI. (2020). Presentación Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública. Recuperado el octubre de 2020, de https://www.onemi.gov.cl/presentacion/

- Ramírez, P. (2018). Remociones en masa: El estado del arte en Chile. Recuperado el septiembre de 2020, de Unidad de Peligros Geológicos y Ordenamiento Territorial (UPGOT) Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN): https://www.onemi.gov.cl/wp-content/uploads/2018/08/Seminario-Presentaci%C3%B3n-SERNAGEOMIN.pdf

- Rojas M., P. A.-B. (2019). Evidencia científica y cambio climático en Chile: Resúmen ejecutivo para tomadores de decisiones. Santiago: Comité científico COP 25. Obtenido de Rojas M., P. Aldunce, L. Farías, H. González, P.A. Marquet, J.

- SERNAGEOMIN. (2010). Efectos Geológicos del Sismo del 27 de Febrero 2010: Evaluación Preliminar y Propuesta de Actividades Futuras. Recuperado el septiembre de 2020, de Servicio Nacional de Geología y Minería: http://www.sismo24.cl/500sismos/600pdf/300infoSernag_2010.pdf

- SERNAGEOMIN. (2020). Sernageomin da a conocer nuevo ranking de volcanes. Recuperado el septiembre de 2020, de Servicio Nacional de Geología y Minería: https://www.sernageomin.cl/sernageomin-da-a-conocer-nuevo-ranking-de-volcanes/

- SIEDU. (2020). Porcentaje de población expuesta a inundación por tsunami. Recuperado el septiembre de 2020, de Instituto Nacional de Estadísticas: http://siedu.ine.cl/porcentaje_EA_48.html

- Sociedad Chilena de Medicina Intensiva. (30 de octubre de 2020). Encuesta nacional sobre ocupación de unidades criticas durante contingencia COVID19. Recuperado el septiembre de 2020, de medicina-intensiva.cl: https://medicina-intensiva.cl/site/covid/img/noticias/informe_30OCT2020.pdf

- UN Sustainable Development Group. (March de 2020). SHARED RESPONSIBILITY, GLOBAL SOLIDARITY: Responding to the socio-economic impacts of COVID-19. Recuperado el agosto de 2020, de https://unsdg.un.org/sites/default/files/2020-03/SG-Report-Socio-Economic-Impact-of-Covid19.pdf

- UNDRR. (2015). Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. Recuperado el Agosto de 2020, de United Nations Office for Disaster Risk Reduction: https://www.preventionweb.net/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf

- UNDRR. (2020). The Sendai Framework and the SDGs. Recuperado el septiembre de 2020, de United Nations for Disaster Risk Reduction: https://www.undrr.org/implementing-sendai-framework/sf-and-sdgs

- UNDRR. (2020a). terminology/disaster. Obtenido de https://www.undrr.org/terminology/disaster

- UNDRR. (2020b). Los Fenómenos naturales y los desastres. Recuperado el septiembre de 2020, de Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres,: https://www.eird.org/fulltext/ABCDesastres/teoria/desastres.htm

- UNESCO. (2013). Análisis de riesgos de desastres en Chile. VII Plan de acción DIPECHO en Sudamérica 2011-2012. (l. C. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Editor) Recuperado el agosto de 2020, de http://www.dipecholac.net/docs/files/193-chile-analisis-de-riesgos-de-desastres-enchile-2012.pdf

- UNFCCC. (2018). Report on the expert meeting on national adaptation goals/indicators and their relationship with the Sustainable Development Goals and the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction. Recuperado el Septiembre de 2020, de https://unfccc.int/sites/default/files/resource/ac14_indicators.pdf

- UNSDG. (marzo de 2020). SHARED RESPONSIBILITY, GLOBAL SOLIDARITY: Responding to the socio-economic impacts of COVID-19. Recuperado el octubre de 2020, de Grupo de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible: https://unsdg.un.org/sites/default/files/2020-03/SG-Report-Socio-Economic-Impact-of-Covid19.pdf

- UNU-EHS. (2019). WorldRiskReport. Recuperado el septiembre de 2020, de http://weltrisikobericht.de/english/#group

- Urrutia, R., & Lanza, C. (1993). Catástrofes en Chile, 1541-1992. Editorial. Santiago: La Noria.

- Vicencio, J., Reyes, A. Sánchez, S., Padilla, R., Crespo, J. y Campos, D. (2019). Informe especial Tornados en la Región del Biobío. Dirección Meteorológica de Chile. Recuperado el 12 de enero de 2020 de http://archivos.meteochile.gob.cl/portaldmc/meteochile/documentos/DMC-InfoEspecial_TornadosBiobio_v5black.pdf?fbclid=IwAR2b5IprEla8cMWzF8mTCmiHvtCkXLsbZoLAxGHTXIFU65FbegUfMmo9wWY

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
1. Fuerzas Motrices	Distribución de la población urbana/rural por región, 2019	FM		x					
1. Fuerzas Motrices	Evolución de la poblacion total a nivel pais, 2005 - 2019	FM	x						
1. Fuerzas Motrices	Poblacion nacional por rango de edad y género al año 2019	FM	x						
1. Fuerzas Motrices	Composición de población inmigrante, 2019	FM	x						
1. Fuerzas Motrices	Variaciones del PIB, pobreza, GINI e IDH, 2006-2018	FM	x						
1. Fuerzas Motrices	Ingreso monetario promedio del hogar por decil de ingreso autónomo per cápita del hogar, 2017	FM	x						
1. Fuerzas Motrices	Pobreza multidimensional y pobreza por Ingreso, 2017	FM			x				
1. Fuerzas Motrices	Evolución campamentos en Chile, 1986 - 2019	FM	x						
1. Fuerzas Motrices	ODS 7.1.1: Proporción de la población con acceso a la electricidad, 1996-2017	FM	x			x			
1. Fuerzas Motrices	Producto Interno Bruto (PIB) por actividad económica, 1996-2018	FM	x						
1. Fuerzas Motrices	Turistas extranjeros, 2008 - 2019	FM	x						
1. Fuerzas Motrices	Parque vehicular, 1998 - 2018	FM	x						
1. Fuerzas Motrices	Oferta total de energía primaria, 2010 - 2018	FM	x						
1. Fuerzas Motrices	Consumo energético, 2018	FM	x					x	
1. Fuerzas Motrices	Tipos de energia consumida por sector económico, 2018	FM	x						
1. Fuerzas Motrices	ODS 7.2.1 Participación de las energías renovables en el consumo final total, 2010-2018	FM	x			x			
1. Fuerzas Motrices	ODS 7.3.1 Intensidad energética medida en términos de energía primaria por PIB, 2010-2018 (serie 2015 actualización OCDE del PIB)	FM	x			x			

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
1. Fuerzas Motrices	Consumo Interno de Materiales en términos absolutos, 2010-2018	FM	x			x			
1. Fuerzas Motrices	Consumo Interno de Materiales por PIB y Consumo interno de Materiales per cápita, 2010-2018	FM	x			x			
1. Fuerzas Motrices	Huella de material en términos absolutos, 2010-2018	FM	x			x			
1. Fuerzas Motrices	Huella de material por PIB y huella material per cápita, 2010-2018	FM	x			x			
1. Fuerzas Motrices	Precio FOB por tonelada RME de cada uno de los principales productos de exportación, 2011 - 2018	FM	x						
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Indicadores de Empleos Verdes	R	x						x
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Inversión esperada en proyecto aprobados por rubro, según año de ingreso del proyecto en el SEIA, 1993-2019	R	x						
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Número de proyectos ingresados y total de proyectos aprobados, según año de ingreso del proyecto en el SEIA, 1994-2019	R							
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Instrumentos ingresados a Evaluación Ambiental Estratégica, a nivel regional, al 2019	R		x					x
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Establecimientos educacionales con certificación ambiental, periodo 2011-2019	R	x					x	x
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Proporción de establecimientos educacionales con certificación ambiental al 2019 según región	R		x				x	x

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDICADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Número de establecimientos certificados y presupuesto del Departamento de Educación, 2010 - 2019	R	x						x
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Número de inscritos según curso e-learning de la Academia de Formación Ambiental Adriana Hoffmann, 2019	R	x						x
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Proyectos con Fondo de Protección Ambiental (FPA) y monto otorgado, 2009-2019	R	x						x
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Monto por proyectos adjudicados del Fondo de Protección Ambiental según tipo de financiamiento y por región, 2019	R		x					x
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Número de proyectos adjudicados del Fondo de Protección Ambiental según tipo de financiamiento y por región, 2019	R		x					x
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Municipios certificados ambientalmente, 2019	R			x				x
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Municipios certificados ambientalmente, 2009-2019	R	x						x
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Proporción de municipios que participan en el Sistema de Certificación Ambiental por región, al 2019	R		x					x
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Procesos de consulta ciudadana implementados, 2011-2019	R	x						x
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Acceso a la información ambiental, 2011-2018	R	x						x
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Establecimientos afectos al pago de impuestos verdes según rubro, 2017-2019	R	x						x

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDICADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Establecimientos afectos al pago de impuestos verdes según rubro, 2019	R		x					x
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Recaudación de impuestos verdes sobre fuentes móviles y fijas, 2015-2019, valor real a marzo 2020	R	x				x	x	x
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Monto de subsidios a acondicionamiento térmico regular 2008 - 2019	R	x					x	
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Monto de inversión en colectores solares, 2011 - 2019	R	x					x	
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Acuerdos de Producción Limpia, 1999-2018 acumulado	R	x						
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Procedimientos sancionatorios realizados por la SMA, 2013 - 2019	R	x						
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Multas efectuadas por la SMA según categoría, 2020	R	x						
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Empresas con certificación ambiental ISO 14.001, 1999-2019	R	x						
3. Género y medio Ambiente	Distancia promedio de Chile a Metas por Objetivo, en comparación a promedio de la OCDE	E	x						
3. Género y medio Ambiente	Índice SIGI, 2019	E	x						
3. Género y medio Ambiente	Índice SIGI (Social Institutions and Gender Index) en países de la OCDE, 2019	E	x						
3. Género y medio Ambiente	Índice GDI en países de Latinoamérica, 2018	E	x						
3. Género y medio Ambiente	Índice GII en países de Latinoamérica, 2018	E	x						

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
3. Género y medio Ambiente	Brechas de género en desmedro de la mujer en las autoridades máximas de Secretarías de Estado, 1990 - 2020	E	x						
3. Género y medio Ambiente	Distribución porcentual y brecha entre representantes electas y electos en el senado, según sexo y año electoral, 1989 - 2017	E	x						
3. Género y medio Ambiente	Distribución porcentual y brecha entre ministros y ministras de la Corte Suprema de Justicia, según sexo y año, 1990 - 2020	E	x						
3. Género y medio Ambiente	Incidencia de la pobreza por ingresos en los hogares por sexo del jefe/a, 2006 - 2017	E	x						
3. Género y medio Ambiente	Porcentaje de mujeres como jefas de hogar (1990 - 2017)	E	x						
3. Género y medio Ambiente	Tasa de participación laboral por sexo, 1990 - 2017	E	x						
3. Género y medio Ambiente	Participación de hombres y mujeres por ramas de la actividad económica, 2017	E	x						
3. Género y medio Ambiente	Tenencia de la tierra en las explotaciones monoprediales por Valor Bruto de producción en UF, según jefe de explotación, 2007	E	x						
3. Género y medio Ambiente	Derechos de agua	E	x						
3. Género y medio Ambiente	Personas encargadas de establecimientos con responsabilidades ambientales	E	x						x
3. Género y medio Ambiente	Representantes legales de establecimientos con responsabilidades ambientales	E	x						x
3. Género y medio Ambiente	Población por rangos de edad expuesta a contaminación del aire en zonas con planes de descontaminación.	E	x						x

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
3. Género y medio Ambiente	Recambio de calefactores en hogares de jefatura femenina y masculina, regiones de Maule y Los Ríos, 2016-2018	E		x					x
3. Género y medio Ambiente	Total de recicladores de base certificados según sexo, 2017 - 2020 acumulado	E	x						x
3. Género y medio Ambiente	Participación de hombres y mujeres, en los cursos de modalidad e-learning del MMA, hechos en 2019	E	x						x
3. Género y medio Ambiente	Consultas realizadas a la OIRS del MMA entre 2016-2019.	E	x						x
3. Género y medio Ambiente	Participación de hombres y mujeres como representante legal en el FPA entre 2016-2019	E	x						x
3. Género y medio Ambiente	Participación de hombres y mujeres como coordinador de proyecto en el FPA entre 2016-2019	E	x						x
4. Pueblos Indígenas	Población que se considera perteneciente a un pueblo indígena u originario según pueblo, 2017	E			x				
4. Pueblos Indígenas	Porcentaje de la población que se consideró pertenenciente a un pueblo indígena u originario, según región de empadronamiento, 2017	E		x					

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
3. Género y medio Ambiente	Participación de hombres y mujeres como coordinador de proyecto en el FPA entre 2016-2019	E	x						x
4. Pueblos Indígenas	Población que se considera perteneciente a un pueblo indígena u originario según pueblo, 2017	E			x				
4. Pueblos Indígenas	Porcentaje de la población que se consideró pertenenciente a un pueblo indígena u originario, según región de empadronamiento, 2017	E		x					
4. Pueblos Indígenas	Número de comunidades indígenas constituidas en Chile, por región, 2019	E		x					
4. Pueblos Indígenas	Superficie compartida entre las Áreas de Desarrollo Indígena (ADI) y el SNASPE, 2019	R		x					x
4. Pueblos Indígenas	Proyectos con proceso de consulta indígena en el Servicio de Evaluación Ambiental, 2008 -2019	R	x						
4. Pueblos Indígenas	Proyectos con proceso de consulta indígena en el Servicio de Evaluación Ambiental, por región, 2008-2019	R		x					
4. Pueblos Indígenas	Recursos del Fondo de Protección Ambiental (FPA) asignados a la gestión ambiental indígena a nivel nacional, 2017-2019.	R	x						x
4. Pueblos Indígenas	Financiamiento del Fondo de Protección Ambiental a la gestión ambiental indígena, por región 2019	R		x					x
4. Pueblos Indígenas	Recursos destinados a asesoría e inversión mediante el Programa de Desarrollo Territorial Indígena (PDTI) a nivel nacional, 2015-2018	R	x						

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
5. Aguas Continentales	Balance hídrico nacional: oferta y demanda de agua por región 1985-2015.	E		x			x	x	
5. Aguas Continentales	Principales variables consideradas en Balance hídrico a nivel cuenca	E			x				
5. Aguas Continentales	Evotranspiración anual promedio	E			x				
5. Aguas Continentales	Escorrentía media anual	E			x				
5. Aguas Continentales	Variación de caudales de ríos, 2019	E			x				
5. Aguas Continentales	Lagos y lagunas con mayor espejo de agua	E			x				
5. Aguas Continentales	Evolución del nivel de agua en principales lagos y lagunas	E			x				
5. Aguas Continentales	Número y Superficie de glaciares por región	E		x					
5. Aguas Continentales	Mapa que representa la superficie de humedales por comuna	E			x				
5. Aguas Continentales	Volúmenes de agua embalsada, 2019	E			x				
5. Aguas Continentales	Niveles de pozos de aguas subterráneas	E			x				
5. Aguas Continentales	Calidad de agua estaciones de monitoreo en cuencas monitoreadas por DGA	E	x						
5. Aguas Continentales	Estaciones de monitoreo con buena calidad de aguas 2015 - 2018	E	x						

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
5. Aguas Continentales	Estado trófico de estuarios según concentración de clorofila	E			x				x
5. Aguas Continentales	Nivel trófico en ecosistemas dulceacuícolas lenticos	E			x				x
5. Aguas Continentales	Nivel trófico en ecosistemas dulce acuícolas lóticos	E			x				x
5. Aguas Continentales	Concentraciones de Nitrógeno total en humedales costeros	E			x				x
5. Aguas Continentales	Concentraciones de Fósforo total en humedales costeros	E			x				x
5. Aguas Continentales	Calidad de agua subterránea en pozos de Agua Potable Rural entre la IV y VII región, periodo 2015-2018.	E			x				
5. Aguas Continentales	Calidad de agua subterránea en puntos de captación de empresas sanitarias, periodo 2016-2019	E			x				
5. Aguas Continentales	Extracción de agua dulce para suministro de agua potable en países OECD 2019	E	x						
5. Aguas Continentales	Coberturas de Agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas en áreas concesionadas, 1965-2018	E	x				x	x	
5. Aguas Continentales	Evolución anual de producción, consumo y pérdida de agua 1998-2018	E	x						

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
5. Aguas Continentales	Cumplimientos de requerimientos de agua potable	E	x				x		
5. Aguas Continentales	Número de APR, arranques y beneficiarios a nivel nacional	E		x				x	
5. Aguas Continentales	Demanda consuntiva de agua por sector económico 2015	P	x				x		
5. Aguas Continentales	Nivel de estrés hídrico por sector económico y zona del país, 2018	P		x		x			
5. Aguas Continentales	Cantidad de derechos de agua por cuenca, 2016 y 2020	P			x				
5. Aguas Continentales	Caudal otorgado en derechos de agua superficiales por cuenca y tipo.	P			x				
5. Aguas Continentales	Caudal otorgado en derechos de agua subterráneos por cuenca y tipo.	P			x				
5. Aguas Continentales	Emisiones de contaminantes en aguas superficiales por actividad económica, 2018	P	x						x
5. Aguas Continentales	Emisiones de contaminantes en aguas subterráneas por actividad económica, 2018.	P	x						x
5. Aguas Continentales	Plantas desaladoras existentes a nivel nacional	R			x				
5. Aguas Continentales	Recursos gestionados para abastecimiento de agua	R		x					

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
5. Aguas Continentales	Decretos de escasez hídrica vigentes a noviembre de 2020 (mapa)	R			x			x	
5. Aguas Continentales	Decretos de escasez hídrica vigentes a noviembre de 2020 (tabla)	R			x			x	
5. Aguas Continentales	Áreas de restricción y zonas de prohibición a nivel nacional	R			x				
5. Aguas Continentales	Declaraciones de agotamiento de aguas superficiales	R		x					
6. Océanos	Nivel medio del mar en estaciones de monitoreo seleccionadas, 1950-2019	E		x					
6. Océanos	pH medio anual del mar en estaciones marítimas representativas, 2013-2017.	E			x				
6. Océanos	Índice de calidad de aguas costeras, 2017	E			x				
6. Océanos	Floraciones de Algas Nocivas (FAN) por especie y zona, 2016-2019	E			x				
6. Océanos	Mapa de estaciones de monitoreo de marea roja, 2019	E			x				
6. Océanos	Poblaciones de peces que están dentro de niveles biológicamente sostenibles, 2014-2019	E	x			x			

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
6. Océanos	Índice de salud de los Océaanos America Latina, 2019	E	x						
6. Océanos	Puntaje de Chile en Índice de Salud de los Océanos, 2019	E	x						
6. Océanos	Registro de varamientos de especies, 2009 -2019	E	x						
6. Océanos	Promedio mensual de los ejemplares varados por año, 2009 – 2019	E	x						
6. Océanos	Avistamientos de individuos de especie por mes, 2019	E	x						
6. Océanos	Mapa de localización de avistamiento de cetáceos por fecha, 2019	E			x				
6. Océanos	Desembarque pesquero total (desembarque y acuicultura) por especie, 2013–2019	P	x						
6. Océanos	Desembarque pesquero total por sector, 2013 – 2019	P	x						
6. Océanos	Desembarque pesquero total por región, 2019	P		x					
6. Océanos	Esfuerzo pesquero artesanal, pescadores inscritos por región, 2012-2017	P		x					
6. Océanos	Esfuerzo pesquero artesanal, embarcaciones inscritas por región, 2012-2017	P		x					

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
6. Océanos	Esfuerzo pesquero artesanal, embarcaciones inscritas por región, 2012-2017	P		x					
6. Océanos	Cosecha en centros de cultivo acuícola por región, 2018	P		x					
6. Océanos	Extensión de concesiones de acuicultura por región, hectáreas, abril 2020	P		x					
6. Océanos	Evolución de concesiones acuícolas 2009–2018	P	x						
6. Océanos	15 comunas con mayor superficie de concesiones de acuicultura otorgadas, abril 2020	P			x				
6. Océanos	Infraestructura portuaria principal, 2018	P			x				
6. Océanos	Infraestructura Costera, 2018	P			x				
6. Océanos	Volumen de aguas vertidas al mar, 2013-2019	P	x						
6. Océanos	Proporción de aguas vertidas al mar por sector económico, 2013-2019	P	x						
6. Océanos	Mapa de volumen de aguas vertidas al mar por ducto y sector económico, 2013-2019	P			x				
6. Océanos	ODS 14.2.1 Proporción de zona económica exclusiva gestionada mediante enfoques basados en los ecosistemas, 1985-2019	R	x			x			x

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
6. Océanos	Mapa de áreas protegidas marinas oficiales, 2019	R			x				x
6. Océanos	Proporción de áreas marinas en las ecorregiones marinas, 2019	R			x			x	x
6. Océanos	Espacios costero-marinos de pueblos originarios (ECMPO) decretadas, 2019	R			x				x
6. Océanos	Número y superficie de solicitudes de ECMPOs por región al 2019	R		x					x
6. Océanos	Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB) por región, 2020	R		x					
6. Océanos	Número y superficie de solicitudes de ECMPOs por región al 2019	R		x					x
6. Océanos	Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB) por región, 2020	R		x					
6. Océanos	15 comunas con mayor superficie AMERB, 2020	R			x				
6. Océanos	Cuotas de captura pesquera por especie, 2016-2019	R	x						
6. Océanos	Cuotas de captura pesquera total de recursos, 2016-2019	R	x						
6. Océanos	Número de incautaciones pesqueras por tipo de recurso por mes, 2018	R	x						

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
6. Océanos	Número de incautaciones pesqueras por tipo de recurso y localidad, 2018	R			x				
6. Océanos	Masa de incautaciones pesqueras por tipo de recurso y localidad, 2018	R			x				
6. Océanos	ODS 14.6.1 Progresos realizados por los países en el grado de aplicación de instrumentos internacionales cuyo objetivo es combatir la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada	R	x			x			x
6. Océanos	ODS 14.b.1 Marco jurídico, reglamentario, normativo o institucional que reconozca y proteja los derechos de acceso para la pesca en pequeña escala.	R	x			x			x
7. Biodiversidad	Superficie y estado de conservación de los ecosistemas terrestres	E	x						
7. Biodiversidad	Estado de conservación de los ecosistemas de Chile	E		x					
7. Biodiversidad	Número de ecosistemas por región y categoría de conservación	E		x					
7. Biodiversidad	Estimación del número de servicios ecosistémicos por ecosistema	E			x				
7. Biodiversidad	Bosque nativo según tipos forestales	E			x		x	x	

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
7. Biodiversidad	Bosque nativo según tipos forestales y estado de conservación, por región	E		x			x	x	
7. Biodiversidad	ODS 15.4.2. Índice de cobertura verde de las montañas a nivel nacional	E	x			x			
7. Biodiversidad	Estrado trófico de humedales costeros en el año 2019 según indicadores biológicos	E			x				x
7. Biodiversidad	Número de humedales altoandinos y superficie de vegetación degradada , 1986-2019	E		x					
7. Biodiversidad	Número total de especies descritas por grupo biológico y porcentaje respecto al total de especies descritas para Chile	E	x				x		x
7. Biodiversidad	Número de especies clasificadas según proceso del RCE	E	x				x	x	x
7. Biodiversidad	Número de especies amenazadas (CR, EN,VU) por región	E		x					x
7. Biodiversidad	Número total de especies descritas y clasificadas según estado de conservación, 2019	E	x						x
7. Biodiversidad	Número de especies según categoría de conservación utilizadas en la ODS 15.5.1	E	x						x
7. Biodiversidad	ODS 15.5.1 Índice de la Lista Roja, 2019	E	x			x			x

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	PROPIO
			Nacional	Regional	Local			
7. Biodiversidad	Número de especies de la flora nativa según uso	E	x					
7. Biodiversidad	Número de especies nativas con información genética en GenBank	E	x					
7. Biodiversidad	ODS 15.1.1 Superficie forestal como proporción de la superficie total del país, 2000-2019	P	x			x		
7. Biodiversidad	Kilómetros lineales acumulados de caminos y carreteras pavimentadas en áreas no urbanas, 1981-2018	P		x				
7. Biodiversidad	Variación en el consumo industrial de madera nativa, 1990-2018	P	x					
7. Biodiversidad	Variación del consumo de leña de madera nativa, 2011-2019	P		x				
7. Biodiversidad	Variación de la corta no autorizada de bosque nativo , 2013-2019	P	x					
7. Biodiversidad	Número de especies exóticas asilvestradas/naturalizadas en Chile por grupo biológico	P	x					
7. Biodiversidad	Número de especies exóticas asilvestradas por región	P		x				
7. Biodiversidad	Algunas de las principales especies exóticas asilvestradas	P	x					
7. Biodiversidad	Pérdida histórica de los ecosistemas boscosos actualmente amenazados	I			x			
7. Biodiversidad	Superficie remante y pérdida historica de los ecosistemas boscosos actualmente amenazados	I	x					
7. Biodiversidad	Superficie de bosque nativo afectado por incendios de las temporadas entre 1984 a 2019	I	x					
7. Biodiversidad	Superficie de áreas protegidas afectada por incendios forestales, 2016-2019	I	x					

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
7. Biodiversidad	Valoración económica del impacto de Especies Exóticas Invasoras en Chile	I	x						
7. Biodiversidad	Valor económico mínimo de impacto de las EEI a la biodiversidad	I	x						
7. Biodiversidad	Valoración económica del impacto económico del castor	I	x						
7. Biodiversidad	Número de nuevas política y medidas elaboradas por la institucionalidad pública que han integrado los valores de la biodiversidad	R	x						x
7. Biodiversidad	Número de ordenanzas municipales relacionadas con biodiversidad y sus SSEE	R	x						x
7. Biodiversidad	Presupuesto anual asignado a áreas protegidas por CONAF y porcentaje respecto del presupuesto anual de CONAF	R	x						
7. Biodiversidad	Fondos concursables nacionales para proyectos de biodiversidad	R	x						x
7. Biodiversidad	Donación internacional al Estado para proyectos sobre Biodiversidad	R	x						
7. Biodiversidad	Fondos donados a varios países en los que se incluye Chile	R	x						
7. Biodiversidad	ODS 15.2.1 Subindicador 2, Stock de biomasa sobre el suelo en áreas forestales	R	x			x			

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
7. Biodiversidad	ODS 15.2.1. Subindicador 3, Proporción de áreas forestales dentro de áreas protegidas legalmente establecidas.	R		x		x			x
7. Biodiversidad	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	R		x		x			x
7. Biodiversidad	Subindicador 5. Área forestal bajo un esquema de certificación de manejo forestal verificado independientemente	R	x			x			
7. Biodiversidad	Acciones de gestión en humedales 2019	R		x					x
7. Biodiversidad	Áreas protegidas oficiales terrestres	R			x			x	x
7. Biodiversidad	Variación de la superficie acumulada protegida y proporción del territorio nacional protegido, 1912-2019	R	x					x	x
7. Biodiversidad	Proporción de las ecorregiones terrestres protegidas, 2019	R	x						x
7. Biodiversidad	Áreas de interés para la conservación de la biodiversidad	R			x				x
7. Biodiversidad	Proporción de áreas protegidas con plan de manejo vigente, 2000-2019	R	x						x
7. Biodiversidad	Distribución de las iniciativas de restauración ecológica, 2017-2019	R			x				x
7. Biodiversidad	Proporción de las ecorregiones terrestres protegidas, 2019	R	x						x

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
7. Biodiversidad	Áreas de interés para la conservación de la biodiversidad	R			x				x
7. Biodiversidad	Proporción de áreas protegidas con plan de manejo vigente, 2000-2019	R	x						x
7. Biodiversidad	Distribución de las iniciativas de restauración ecológica, 2017-2019	R			x				x
7. Biodiversidad	Iniciativas de restauración ecológica acumuladas 2017-2019, monto total invertido y hectáreas totales	R	x						x
7. Biodiversidad	Recursos genéticos nativos INIA al 2019	R	x						
7. Biodiversidad	Recursos genéticos forestales nativos	R	x						
7. Biodiversidad	Número de viveros y especies nativas disponibles por región al 2019	R		x					
7. Biodiversidad	Distribución de viveros con especies nativas disponibles al 2019	R			x				
7. Biodiversidad	ODS 15.6.1: Número de países que han adoptado marcos legislativos, administrativos y normativos para asegurar una distribución justa y equitativa de los beneficios	R	x			x			x
8. Tierras	Porcentaje de superficies de uso de suelos, según tipo de uso de suelo y región, 2018	P		x			x	x	

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
8. Tierras	Superficies de uso de suelos según tipo de uso de suelo y región, 2018	P		x					
8. Tierras	Principales áreas urbanas consolidadas de capitales regionales y sus conurbaciones, 2017	P			x				
8. Tierras	Porcentaje de crecimiento bruto de las capitales regionales, 2002-2017	P			x				
8. Tierras	Crecimiento bruto de las capitales regionales, 2002-2017	P			x				
8. Tierras	Expansión urbana Gran Santiago, 2002-2006-2011-2017	P			x				
8. Tierras	Expansión urbana Gran Santiago, 2002-2006-2011-2017	P			x				
8. Tierras	Expansión urbana Gran Valparaíso, 2002 - 2006 - 2011 - 2017	P			x				
8. Tierras	Expansión urbana Gran Valparaíso, 2002 - 2006 - 2011 - 2017	P			x				
8. Tierras	Expansión urbana Gran Concepción, 2002 - 2006 - 2011 - 2017	P			x				
8. Tierras	Expansión urbana Gran Concepción, 2002 - 2006 - 2011 - 2017	P			x				
8. Tierras	Expansión urbana Puerto Montt - Puerto Varas, 2002 - 2006 - 2011 - 2017	P			x				
8. Tierras	Expansión urbana Puerto Montt - Puerto Varas, 2002 - 2006 - 2011 - 2017	P			x				

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
8. Tierras	Uso de suelo reemplazado por la expansión urbana 2017 según catastro de uso de suelo de CONAF al 2018	P		x				x	
8. Tierras	Número de denuncias por extracción de áridos recepcionadas por la Superintendencia del Medio Ambiente, 2013 - 2019	P	x						
8. Tierras	Número de denuncias por extracción de áridos recepcionadas por la Superintendencia del Medio Ambiente, por región, acumulado entre 2013 - 2019	P		x					
8. Tierras	Estimación de superficie sembrada a nivel nacional para años agrícolas, 2012 - 2020	P	x						
8. Tierras	Distribución de superficie sembrada a nivel regional para años agrícolas, 2012 - 2020	P		x					
8. Tierras	Estimación de superficie sembrada a nivel regional para el año agrícola, 2018/2019	P		x					
8. Tierras	Uso de agrícola de fertilizantes según nutriente, 2002 - 2017	P	x						
8. Tierras	Consumo de fertilizantes, kilogramos de fertilizantes por hectárea de tierra cultivable, 2002-2016	P	x						
8. Tierras	Consumo de fertilizantes, por % de producción, 2002-2016	P	x						
8. Tierras	Número de plaguicidas agrícolas autorizados por el Servicio Agrícola Ganadero según tipo, 2014 - 2018	P	x						

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
8. Tierras	Estado de los depósitos de relave por región, 2020	P		x					
8. Tierras	Toneladas de relaves por superficie comunal (t/km2), 2020	P			x				
8. Tierras	Riesgo de desertificación, 2016	E	x					x	
8. Tierras	Riesgo de desertificación en Chile	E			x			x	
8. Tierras	ODS 15.3.1: Proporción de tierras degradadas en comparación con la superficie nacional	E		x		x			
8. Tierras	Superficie de erosión actual según grado de erosión y por región, 2010	E		x					
8. Tierras	Superficie de erosión potencial según grado de erosión y por región, 2010	E		x					
8. Tierras	Proporción de sitios con potencial presencia de contaminantes por actividad económica, 2019	E	x						x
8. Tierras	Sitios con potencial presencia de contaminantes por tipo de actividad productiva a nivel regional, 2019	E		x					x
8. Tierras	Sitios con potencial presencia de contaminantes según fase de gestión a nivel regional, 2019	E		x					x

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPI
			Nacional	Regional	Local				
9. Infraestructura Verde Urbana	Número de plantas entregadas por el programa de arborización de CONAF, 2010-2019	R	x						
9. Infraestructura Verde Urbana	Número de plantas entregadas por el programa de arborización de CONAF, según orígen, 2019	R		x					
9. Infraestructura Verde Urbana	Infografía Datos Fundación Mi Parque	R	x						
9. Infraestructura Verde Urbana	Superficie regional del Inventario Nacional de Humedales Asociados a Áreas Urbanas	R		x					
9. Infraestructura Verde Urbana	Estado de la infraestructura verde urbana en las capitales regionales y sus conurbaciones según superficie de parques y plazas por habitantes (m2/hab), 2017	E			x			x	
9. Infraestructura Verde Urbana	Estado de la infraestructura verde urbana en las capitales regionales y sus conurbaciones según superficie de parques y plazas (km2), población (hab) e ingresos propios permanentes municipales (M$), 2017	E			x				
9. Infraestructura Verde Urbana	Resultados Encuesta de Percepción de Calidad de Vida Urbana (ECVU)	E	x						
9. Infraestructura Verde Urbana	Accesibilidad: Proporción de ciclovías en parques o cerca de parques (100m)	I			x				
10. Residuos	Generación de residuos, según orígen a nivel nacional , 2015 - 2018	P	x				x		x
10. Residuos	Generación de Residuos Municipales a Nivel Regional Estimado (En base a lo reportado en SINADER), 2018	P		x					x
10. Residuos	20 Comunas con la mayor generación de Residuos Municipales por tipo de tratamiento (Eliminación/Valorización), 2018	P			x				x

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
10. Residuos	Comunas con la mayor tasa Per Cápita de Residuos Municipales, 2018	P			x				x
10. Residuos	Generación de Residuos Industriales no peligrosos por región, 2018	P		x					x
10. Residuos	Generación de residuos industriales no peligrosos según Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), 2018	P	x						x
10. Residuos	Generación de Lodos de Plantas de Aguas Servidas a nivel regional, 2018	P		x				x	x
10. Residuos	Generación por año de Residuos Peligrosos, 2006-2018	P	x						x
10. Residuos	Origen y destino de los residuos peligrosos a nivel regional, 2018	P		x					x
10. Residuos	Generación de residuos peligrosos según Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), 2018	P	x						x
10. Residuos	Generación estimada de residuos de la construcción y demolición por la edificación, por región, 2001-2019	P	x						x
10. Residuos	Comparación de estimación total nacional de RCD generados por edificación vs. declaración en RETC (SINADER + SIDREP), 2015-2018	P	x						x
10. Residuos	Disposición final de residuos 2015-2018	P	x						x

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
10. Residuos	Porcentaje por tipo de Disposición Final de Lodos Generados por Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas, 2018	P	x						x
10. Residuos	Tratamiento de Disposición de Residuos Sólidos Municipales por tipo, 2018	P	x				x		x
10. Residuos	Mapa de sitios de disposición final respecto al índice de pobreza.	P			x				x
10. Residuos	Basurales informales Región Metropolitana	P			x				
10. Residuos	Basurales Informales vs Pobreza	P			x				
10. Residuos	Proporción de residuos sólidos municipales recolectados regularmente y con disposición final adecuada a nivel nacional (2015-2018) y por región (2018)	I		x		x			x
10. Residuos	Proporción de residuos sólidos municipales recolectados regularmente y con disposición final adecuada, por región, 2018	I				x			x
10. Residuos	Valorización final de Residuos, 2018	R	x						x
10. Residuos	Tasa nacional de valorización final, 2015-2018	R	x						x
10. Residuos	Valorización final de residuos no peligrosos (expresado en participación porcentual) , 2018	R	x					x	x

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
10. Residuos	Destino final de residuos a nivel regional, 2018	R		x					x
10. Residuos	Composición de los Residuos Sólidos Municipales Valorizados, 2018	R	x						x
10. Residuos	12 Comunas sobre 50 mil habitantes con mayor cantidad de residuos enviados a valorizados, 2018	R			x				x
10. Residuos	Porcentaje de valorización sobre el total de residuos municipales, 2018	R			x				x
11. Contaminación Lumínica	Mapa de Contaminación Lumínica Zona Centro, 2019	E			x				
11. Contaminación Lumínica	Estadística de contaminación lumínica presente en área de Observatorios Ópticos / Infrarrojos	E			x				
11. Contaminación Lumínica	Mapa de Contaminación Lumínica y presencia de observatorios ópticos, 2019	E			x				x
11. Contaminación Lumínica	Mapa de Contaminación Lumínica en áreas protegidas, 2019	E			x				x
11. Contaminación Lumínica	Contaminación lumínica presente en Áreas Protegidas, 2019	E			x				x
11. Contaminación Lumínica	Migración de la Oceanodroma markhami: Golondrina de Mar Negra v/s Contaminación Lumínica	E							x
11. Contaminación Lumínica	Certificaciones otorgadas según tipo de tecnología de luminarias, 2015-2018	E	x						

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
11. Contaminación Lumínica	Mapa de Contaminación Lumínica Zona Centro, 2019	E			x				
11. Contaminación Lumínica	Estadística de contaminación lumínica presente en área de Observatorios Ópticos / Infrarrojos	E			x				
11. Contaminación Lumínica	Mapa de Contaminación Lumínica y presencia de observatorios ópticos, 2019	E			x				x
11. Contaminación Lumínica	Mapa de Contaminación Lumínica en áreas protegidas, 2019	E			x				x
11. Contaminación Lumínica	Contaminación lumínica presente en Áreas Protegidas, 2019	E			x				x
11. Contaminación Lumínica	Migración de la Oceanodroma markhami: Golondrina de Mar Negra v/s Contaminación Lumínica	E							x
11. Contaminación Lumínica	Certificaciones otorgadas según tipo de tecnología de luminarias, 2015-2018	E	x						
11. Contaminación Lumínica	Luminarias nuevas en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo, según tecnología, 2014-2018	E		x					
11. Contaminación Lumínica	Recambio y luminarias nuevas en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo, según tecnología, 2014-2018	E		x					
12. Ruido Ambiental	Denuncias por ruido recepcionadas por la Superintendencia del Medio Ambiente, 2013-2019	E	x						

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
12. Ruido Ambiental	Denuncias por ruido recepcionadas por la Superintendencia del Medio Ambiente, 2013-2019	E	x						
12. Ruido Ambiental	Denuncias por ruido recepcionadas por la Superintendencia del Medio Ambiente, por región, acumuladas en el periodo 2013 -2019	E		x					
12. Ruido Ambiental	Denuncias por ruido recepcionadas por la Superintendencia del Medio Ambiente, según actividades económicas, 2013-2019	E	x						
12. Ruido Ambiental	Denuncias por ruido recepcionadas por la Superintendencia del Medio Ambiente, según actividades económicas y región, 2019	E		x					
12. Ruido Ambiental	Número de denuncias asociadas al D.S N°38, 2019	E	x						
12. Ruido Ambiental	Porcentaje de personas potencialmente expuestas a niveles de ruido diurno inaceptables, por comuna	x				x			
12. Ruido Ambiental	Porcentaje de personas potencialmente expuestas a niveles de ruido nocturno inaceptables, por comuna	x				x			
12. Ruido Ambiental	Número de buses certificados, por tipo, período 2003-2018 y 2018-2019	x							
12. Ruido Ambiental	Número de personas expuestas a niveles de ruido sobre recomendación OCDE en tramo concesionado de Ruta 5, por región.	x							
12. Ruido Ambiental	Mapa de ruido diurno de Ruta 5, comuna de Talca, promedio anual 2017-2018		x				x		

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
12. Ruido Ambiental	Mapa de ruido diurno de Ruta 5, comuna de Talca, proyección a 2022			x				x	
12. Ruido Ambiental	Mapa de ruido nocturno de Ruta 5, comuna de Talca, proyección a 2022			x				x	
12. Ruido Ambiental	Proyectos eólicos en el SEIA, sin y con evaluación en el marco del convenio MMA-Ministerio de Energía, 2019	x						x	
13. Olores	Denuncias por olor según actividad económica , 2013-2019	E	x						
13. Olores	Denuncias por olor según actividad económica y región, 2013-2019	E		x					
13. Olores	Denuncias por olor según actividad económica acumuladas en el periodo 2013-2019	E	x						
13. Olores	Localización de las 5 actividades priorizadas que generan olores, 2019	R			x				x
14. Calidad del Aire	Composición de las emisiones al aire de MP2,5 NOx y SO2 según tipo de fuente, 2018	P	x						x
14. Calidad del Aire	Emisiones al aire de MP2,5 NOx y SO2 por región y según tipo de fuente, 2018	P		x			x		x
14. Calidad del Aire	Emisiones per cápita al aire de MP2,5 NOx y SO2 por región y según tipo de fuente, 2018	P		x					x

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
14. Calidad del Aire	Emisiones de SO2y As generadas por fundiciones, reguladas por el D.S 28/2013 del MMA, por región, 2016 - 2018	P		x					x
14. Calidad del Aire	Emisiones de SO2y As generadas por fundiciones, reguladas por el D.S 28/2013 del MMA, según fundición, 2016 - 2018	P			x				x
14. Calidad del Aire	Emisiones de SO2, NOx y MP generadas por yermoeléctricas, reguladas por el D.S 13/2011 del MMA, por región, 2015 - 2018	P		x					x
14. Calidad del Aire	Promedio trianual de concentraciones de material particulado fino (MP2,5) en estaciones de monitoreo del país, 2014 - 2019	E			x				x
14. Calidad del Aire	Percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado fino (MP2,5) en estaciones de monitoreo del país, 2017 - 2019	E			x				x
14. Calidad del Aire	Evolución de las concentraciones máximas diarias de material particulado fino (MP2,5), según estación de monitoreo 2014-2019	E			x				x
14. Calidad del Aire	Promedio trianual de concentraciones de material particulado grueso (MP10) en estaciones de monitoreo del país, 2014 - 2019	E			x		x		x
14. Calidad del Aire	Percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado grueso (MP10) en estaciones de monitoreo del país, 2019 - 2017	E			x				x

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
14. Calidad del Aire	Evolución de las concentraciones máximas diarias de material particulado fino (MP2,5), según estación de monitoreo, 2014 - 2019	E			x				x
14. Calidad del Aire	Evolución trianual del Percentil 99 de las concentraciones de ozono (O3) en estaciones de monitoreo de la Región Metropolitana, 2014-2019	E			x		x		x
14. Calidad del Aire	Evolución trianual del Percentil 99 de las concentraciones máximas diarias de 8 horas de monóxido de carbono (CO) en estaciones de monitoreo de la Región Metropolitana, 2014-2019	E			x				x
14. Calidad del Aire	Evolución trianual del Percentil 99 de las concentraciones máximas diarias horarias (1 hora) a de monóxido de carbono (CO) en estaciones de monitoreo de la Región Metropolitana, 2014-2019	E			x				x
14. Calidad del Aire	Evolución trianual del promedio anual (cuatro semestres) de las concentraciones a de dióxido de nitrógeno (NO2) en estaciones de monitoreo de la Región Metropolitana, 2014-2019	E			x				x
14. Calidad del Aire	Evolución trianual del percentil 99 de las máximas concentraciones diarias horarias (1 hora) de dióxido de nitrógeno (NO2) en estaciones de monitoreo de la Región Metropolitana, 2014-2019	E			x				x
14. Calidad del Aire	Evolución trianual del promedio anual (cuatro semestres) de las concentraciones a de dióxido de azufre (SO2) en estaciones de monitoreo de la Región Metropolitana, 2014-2019	E			x				x

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
14. Calidad del Aire	Evolución trianual del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas de dióxido de azufre (SO2) en estaciones de monitoreo de la Región Metropolitana, 2014-2019	E			x				x
14. Calidad del Aire	Evolución trianual del percentil 98,5 de las concentraciones diarias de dióxido de azufre (SO2) en estaciones de monitoreo de la Región Metropolitana, 2014-2019	E			x				x
14. Calidad del Aire	Superación norma trianual (%) de contaminantes atmosféricos, 2014 - 2019	E			x				x
14. Calidad del Aire	Promedo trianual de las concentraciones de SO2 en las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví, 2013 - 2019	E			x				x
14. Calidad del Aire	Número de eventos críticos constatados en las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví por SO2 , 2013 - 2019	E			x				x
14. Calidad del Aire	Detección satelital de Nox en la tropósfera - Región Metropolitana	E			x				
14. Calidad del Aire	Detección satelital de SO2 en la tropósfera - Región Metropolitana	E			x				
14. Calidad del Aire	Emisiones de contaminantes locales gravadas por impuestos verdes 2017 -2019	R	x		x				
14. Calidad del Aire	Emisiones de contaminantes locales gravadas por impuestos verdes según contaminante y sector 2017 -2019	R	x						

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
14. Calidad del Aire	Emisiones estimadas de contaminantes locales gravadas por impuestos verdes por región, 2019	R		x					
14. Calidad del Aire	Red Pública de estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire del Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA)	R			x				
14. Calidad del Aire	Percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado fino (MP2,5), ponderadas por población, en zonas con plan de prevención y/o descontaminación atmosférica, 2015-2018	R	x						x
14. Calidad del Aire	Población expuesta a concentraciones de material particulado fino en zonas latentes o saturadas por MP2,5 , 2015 - 2019	R			x				x
14. Calidad del Aire	Episodios críticos constatados por MP10, 2014 - 2018	R	x						x
14. Calidad del Aire	Episodios críticos constatados por MP2,5, 2014 - 2018	R	x						x
14. Calidad del Aire	Episodios críticos constatados por MP10 en el país, 2014 - 2019	R			x				x
14. Calidad del Aire	Episodios críticos constatados por MP2,5 en el país, 2014 - 2019	R			x				x
14. Calidad del Aire	Episodios críticos constatados por MP10 en la ciudad de Coyhaique, 2014 - 2019	R			x				x
14. Calidad del Aire	Episodios críticos constatados por MP2,5 en la ciudad de coyhaique, 2014 - 2019	R			x				x

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
14. Calidad del Aire	Episodios críticos constatados por MP10 en la Región Metropolitana, 2014 - 2019	R			x				x
14. Calidad del Aire	Episodios críticos constatados por MP2,5 en la Región Metropolitana, 2014 - 2019	R			x				x
14. Calidad del Aire	Evolución tecnológica el Programa de Recambio de Calefactores 2015 - 2019	R	x						x
15. Cambio Climático	Anomalías de temperatura mínimina y máxima a nivel nacional, 1961 - 2019	E	x						
15. Cambio Climático	Anomalías de la temperatura mínima y máxima, por zonas, 1961-2019	E		x					
15. Cambio Climático	Olas de calor a nivel nacional y por zona, por temporada, 1980 - 2019	E		x					
15. Cambio Climático	Noches cálidas a nivel nacional y por zonas, temporadas 1961 - 2019	E		x					
15. Cambio Climático	Heladas a nivel nacional y por zonas, 1961-2019	E		x					
15. Cambio Climático	Temperatura superficial promedio del mar en estaciones de monitoreo seleccionadas, 1945-2019	E			x				
15. Cambio Climático	Isoterma cero en lugares seleccionados del país, 1973-2019	E			x				
15. Cambio Climático	Anomalías estandarizadas de precipitaciones, a nivel nacional, 1961-2019	E	x						
15. Cambio Climático	Anomalías estandarizadas de precipitaciones,según zona del país, 1961-2019	E		x					

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
15. Cambio Climático	Precipitación extrema según zona del país, 1961-2019	E		x					
15. Cambio Climático	Índice de sequía (índice de precipitación estandarizado de 12 meses), 1972-2019	I		x					
15. Cambio Climático	Marejadas a nivel nacional, 2011-2019	I	x						
15. Cambio Climático	Emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) por tipo de gas, 1990 - 2018	P	x				x		x
15. Cambio Climático	Emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) por sector IPCC, 1990 - 2018	P	x				x	x	x
15. Cambio Climático	Índice de intensidad de emisiones GEI, Producto Interno Bruto (PIB) y población, 1990-2018	P	x				x		x
15. Cambio Climático	Emisión de CO2 (del consumo de combustible) por unidad de valor agregado, de la economía total, 1990-2018	P	x			x			x
15. Cambio Climático	Emisión estimada y gravada por impuestos verdes a fuentes fijas, por emisión de CO2 2017 – 2019	R	x						
15. Cambio Climático	Emisión estimada y gravada por impuestos verdes a fuentes fijas de CO2, por fuente y por región, 2019	R		x					

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
16. Capa de Ozono	Agujero de Ozono Antártico, 1979, 1989, 1999, 2009, 2019	E			x				
16. Capa de Ozono	Superficie máxima y mínimo espesor del Agujero de Ozono Antártico (AOA), 1980-2019	E			x				
16. Capa de Ozono	Columna de ozono en ciudades y lugares seleccionados del país (unidades Dobson), 1978-1987 Y 2019	E			x				
16. Capa de Ozono	Índice UV-B máximo en ciudades y lugares del país, 2000-2019	E			x				
16. Capa de Ozono	Columna de ozono (UD) y radiación ultravioleta (índice UV) en Punta Arenas, 2019	E			x				
16. Capa de Ozono	Tasa de mortalidad por melanomas malignos de la piel a nivel nacional, 1997-2019	E	x						
16. Capa de Ozono	Tasa de mortalidad por melanomas malignos de la piel a nivel regional (número por cada 100 mil hab), 2016-2019	E		x					
16. Capa de Ozono	Consumo nacional total de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAO), 1989-2018	P	x					x	x
17. Eventos Extremos y Desastres	índice Munial de Riesgo, 2019		x						
17. Eventos Extremos y Desastres	Tipos de desastres acontecidos en Chile, 1906-2019	P	x					x	
17. Eventos Extremos y Desastres	Tipos de desastres acontecidos en Chile, 1906-2019	P	x					x	

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
17. Eventos Extremos y Desastres	Origen de Eventos y Desastres acontecidos en Chile por tipo	P	x						
17. Eventos Extremos y Desastres	Origen de Eventos y Desastres 1906-2019	P	x						
17. Eventos Extremos y Desastres	Registro de sismos sobre 7° ocurridos en Chile, 1570-2018	P			x				
17. Eventos Extremos y Desastres	Eventos Hidrometeorológicos, 1902-2019	P	x						
17. Eventos Extremos y Desastres	Ranking de Peligrosidad de Volcanes Activos, 2019	P			x				
17. Eventos Extremos y Desastres	Derrames de hidrocarburos en las costas chilenas, 2004-2019	P	x						
17. Eventos Extremos y Desastres	Actos de servicios de Bomberos por incendios, 2018	P			x				
17. Eventos Extremos y Desastres	Actos de servicios de Bomberos por materiales peligrosos Haz-Mat y gas, 2018	P			x				
17. Eventos Extremos y Desastres	Incendios y superficie afectada, 2018-2019	P		x					
17. Eventos Extremos y Desastres	Cantidad de Incendios y superficie afectada por región, 2018-2019	P		x					
17. Eventos Extremos y Desastres	Emergencias con materiales peligrosos a nivel nacional, 2011-2018	P	x						
17. Eventos Extremos y Desastres	Emergencias con materiales peligrosos a nivel regional, 2017 y 2018	P		x					
17. Eventos Extremos y Desastres	Población Expuesta a inundación por tsunami, 2017	E			x				

Listado de indicadores IEMA 2020

CAPÍTULO	INDÍCADOR	FMPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS	OCDE	ILAC	PROPIO
			Nacional	Regional	Local				
17. Eventos Extremos y Desastres	Comunas expuestas a procesos eruptivos, 2019	E			x				
17. Eventos Extremos y Desastres	Volcanes activos situados en áreas protegidas al 2018	E			x				
17. Eventos Extremos y Desastres	Registro de terremotos en Chile 1500-2018	I			x				
17. Eventos Extremos y Desastres	Personas y viviendas afectadas por eventos y desastres naturales y antropogénicos 2017-2019	I	x						
17. Eventos Extremos y Desastres	ODS 13.1.1 Número de personas muertas desaparecidas y afectadas directamente atribuido a desastres por cada 100.000 personas	R	x			x			
17. Eventos Extremos y Desastres	ODS 13.1.2. Número de países que adoptan y aplican estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con el Marco de Sendai	R	x			x			
17. Eventos Extremos y Desastres	ODS 13.1.3 Proporción de gobiernos locales que adoptan y aplican estrategias locales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con las estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres, 2005-2018	R				x			

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
1. Fuerzas Motrices	Distribución de la población urbana/rural por región, 2019	Figura
1. Fuerzas Motrices	Evolución de la poblacion total a nivel pais, 2005 - 2019	Figura
1. Fuerzas Motrices	Poblacion nacional por rango de edad y género al año 2019	Figura
1. Fuerzas Motrices	Composición de la población mundial proyectada, 2020 - 2100	Figura
1. Fuerzas Motrices	Proyección de la población de Chile y el Mundo	Figura
1. Fuerzas Motrices	Composición de población inmigrante, 2019	Figura
1. Fuerzas Motrices	Variaciones del PIB, pobreza, GINI e IDH, 2006-2018	Figura
1. Fuerzas Motrices	Ingreso monetario promedio del hogar por decil de ingreso autónomo per cápita del hogar, 2017	Figura
1. Fuerzas Motrices	Evolución campamentos en Chile, 1986 - 2019	Figura
1. Fuerzas Motrices	ODS 7.1.1: Proporción de la población con acceso a la electricidad, 1996-2017	Figura
1. Fuerzas Motrices	Producto Interno Bruto (PIB) por actividad económica, 1996-2018	Figura
1. Fuerzas Motrices	Turistas extranjeros, 2008 - 2019	Figura
1. Fuerzas Motrices	Parque vehicular, 1998 - 2018	Figura
1. Fuerzas Motrices	Oferta total de energía primaria, 2010 - 2018	Figura
1. Fuerzas Motrices	Consumo energético, 2018	Figura
1. Fuerzas Motrices	Tipos de energia consumida por sector económico, 2018	Figura
1. Fuerzas Motrices	ODS 7.2.1 Participación de las energías renovables en el consumo final total, 2010-2018	Figura
1. Fuerzas Motrices	ODS 7.3.1 Intensidad energética medida en términos de energía primaria por PIB, 2010-2018 (serie 2015 actualización OCDE del PIB)	Figura
1. Fuerzas Motrices	Consumo Interno de Materiales en términos absolutos, 2010-2018	Figura
1. Fuerzas Motrices	Consumo Interno de Materiales por PIB y Consumo interno de Materiales per cápita, 2010-2018	Figura
1. Fuerzas Motrices	Huella de material en términos absolutos, 2010-2018	Figura
1. Fuerzas Motrices	Huella de material por PIB y huella material per cápita, 2010-2018	Figura
1. Fuerzas Motrices	Precio FOB por tonelada RME de cada uno de los principales productos de exportación, 2011 - 2018	Figura
1. Fuerzas Motrices	Fases del Programa de Recuperación Ambiental y Social (PRAS	Figura
1. Fuerzas Motrices	Pobreza multidimensional y pobreza por Ingreso, 2017	Figura

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
1. Fuerzas Motrices	¿Como evolocionará la población de Chile y el Mundo?	Recuadro
1. Fuerzas Motrices	Migración Interna en Chile	Recuadro
1. Fuerzas Motrices	Variables del indicador Variaciones del PIB, pobreza, GINI e IDH, 2006-2018	Recuadro
1. Fuerzas Motrices	El caso de Puerto Río Tranquilo	Recuadro
1. Fuerzas Motrices	Pobreza Energética	Recuadro
1. Fuerzas Motrices	Definición de variables indicadores consumo de materiales	Recuadro
1. Fuerzas Motrices	Definición de variables indicadores huella de materiales	Recuadro
1. Fuerzas Motrices	Inmigrantes al 2019	Tabla
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Objetivos de Desarrollo Sostenible	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Esquema estructura del Concejo Nacional	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Etapas implementación Agenda 2030	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Desafíos del programa Estado Verde para 2025	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Indicadores de Empleos Verdes	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Inversión esperada en proyecto aprobados por rubro, según año de ingreso del proyecto en el SEIA, 1993-2019	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Número de proyectos ingresados y total de proyectos aprobados, según año de ingreso del proyecto en el SEIA, 1994-2019	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Instrumentos ingresados a Evaluación Ambiental Estratégica, a nivel regional, al 2019	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Establecimientos educacionales con certificación ambiental, periodo 2011-2019	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Proporción de establecimientos educacionales con certificación ambiental al 2019 según región	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Número de establecimientos certificados y presupuesto del Departamento de Educación, 2010 - 2019	Figura

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Proporción de establecimientos educacionales con certificación ambiental al 2019 según región	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Número de establecimientos certificados y presupuesto del Departamento de Educación, 2010 - 2019	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Número de inscritos según curso e-learning de la Academia de Formación Ambiental Adriana Hoffmann, 2019	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Proyectos con Fondo de Protección Ambiental (FPA) y monto otorgado, 2009-2019	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Monto por proyectos adjudicados del Fondo de Protección Ambiental según tipo de financiamiento y por región, 2019	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Número de proyectos adjudicados del Fondo de Protección Ambiental según tipo de financiamiento y por región, 2019	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Municipios certificados ambientalmente, 2009-2019	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Proporción de municipios que participan en el Sistema de Certificación Ambiental por región, al 2019	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Procesos de consulta ciudadana implementados, 2011-2019	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Acceso a la información ambiental, 2011-2018	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Establecimientos afectos al pago de impuestos verdes según rubro, 2017-2019	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Establecimientos afectos al pago de impuestos verdes según rubro, 2019	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Recaudación de impuestos verdes sobre fuentes móviles y fijas, 2015-2019, valor real a marzo 2020	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Monto de subsidios a acondicionamiento térmico regular 2008 - 2019	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Monto de inversión en colectores solares, 2011 - 2019	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Acuerdos de Producción Limpia, 1999-2018 acumulado	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Procedimientos sancionatorios realizados por la SMA, 2013 - 2019	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Multas efectuadas por la SMA según categoría, 2020	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Empresas con certificación ambiental ISO 14.001, 1999-2019	Figura

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Municipios certificados ambientalmente, 2019	Figura
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Empleos Verdes en Chile: Un desafío emergente en el marco de la implementación de la Agenda 2030	Recuadro
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Democracia Ambiental	Recuadro
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Estrategia SMA 2019-2023: Un nuevo modelo de cumplimiento y seguimiento ambiental	Recuadro
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Algunas instituciones públicas con competencias ambientales	Tabla
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Tipos de Instrumentos de Gestión Ambiental	Tabla
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Normas de calidad, normas de emisión, y Planes de Prevención y Descontaminación Atmosférica publicados en el Diario Oficial	Tabla
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Procesos de Consulta Indígena desarrollados por el MMA en el periodo 2016-2019	Tabla
2. Institucionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable	Inteligencia Ambiental: Líneas de acción	Tabla
3. Género y medio Ambiente	Distancia promedio de Chile a Metas por Objetivo, en comparación a promedio de la OCDE	Figura
3. Género y medio Ambiente	Índice SIGI, 2019	Figura
3. Género y medio Ambiente	Índice GDI en países de Latinoamérica, 2018	Figura
3. Género y medio Ambiente	Índice GII en países de Latinoamérica, 2018	Figura
3. Género y medio Ambiente	Brechas de género en desmedro de la mujer en las autoridades máximas de Secretarías de Estado, 1990 - 2020	Figura
3. Género y medio Ambiente	Distribución porcentual y brecha entre representantes electas y electos en el senado, según sexo y año electoral, 1989 - 2017	Figura
3. Género y medio Ambiente	Distribución porcentual y brecha entre ministros y ministras de la Corte Suprema de Justicia, según sexo y año, 1990 - 2020	Figura
3. Género y medio Ambiente	Incidencia de la pobreza por ingresos en los hogares por sexo del jefe/a, 2006 - 2017	Figura
3. Género y medio Ambiente	Porcentaje de mujeres como jefas de hogar (1990 - 2017)	Figura
3. Género y medio Ambiente	Tasa de participación laboral por sexo, 1990 - 2017	Figura

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
3. Género y medio Ambiente	Participación de hombres y mujeres por ramas de la actividad económica, 2017	Figura
3. Género y medio Ambiente	Tenencia de la tierra en las explotaciones monoprediales por Valor Bruto de producción en UF, según jefe de explotación, 2007	Figura
3. Género y medio Ambiente	Derechos de agua	Figura
3. Género y medio Ambiente	Personas encargadas de establecimientos con responsabilidades ambientales	Figura
3. Género y medio Ambiente	Representantes legales de establecimientos con responsabilidades ambientales	Figura
3. Género y medio Ambiente	Población por rangos de edad expuesta a contaminación del aire en zonas con planes de descontaminación.	Figura
3. Género y medio Ambiente	Recambio de calefactores en hogares de jefatura femenina y masculina, regiones de Maule y Los Ríos, 2016-2018	Figura
3. Género y medio Ambiente	Total de recicladores de base certificados según sexo, 2017 - 2020 acumulado	Figura
3. Género y medio Ambiente	Consultas realizadas a la OIRS del MMA entre 2016-2019.	Figura
3. Género y medio Ambiente	Participación de hombres y mujeres como representante legal en el FPA entre 2016-2019	Figura
3. Género y medio Ambiente	Participación de hombres y mujeres como coordinador de proyecto en el FPA entre 2016-2019	Figura
3. Género y medio Ambiente	Índice SIGI en distintos países OCDE y no OCDE, 2019	Figura
3. Género y medio Ambiente	La humanidad está conformada por partes iguales de mujeres y hombres	Recuadro
3. Género y medio Ambiente	División del trabajo por género y roles	Recuadro
3. Género y medio Ambiente	¿Qué es el CEDAW?	Recuadro
3. Género y medio Ambiente	Conferencia de Beijing	Recuadro
3. Género y medio Ambiente	Género y América Latina	Recuadro
3. Género y medio Ambiente	Ejemplo: Discriminación en la familia	Recuadro
3. Género y medio Ambiente	Cita PNUD	Recuadro

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
3. Género y medio Ambiente	Global Gender and Environmental Oulook	Recuadro
3. Género y medio Ambiente	Gender and environmental statistics exploring available data and developing new evidence	Recuadro
3. Género y medio Ambiente	Mesa de Género y Cambio Climático	Recuadro
3. Género y medio Ambiente	Presiones y Respuestas	Recuadro
3. Género y medio Ambiente	Participación de hombres y mujeres, en los cursos de modalidad e-learning del MMA, hechos en 2019	Tabla
3. Género y medio Ambiente	Leyes que benefician a las mujeres	Tabla
3. Género y medio Ambiente	Instituciones y Programas para la Mujer	Tabla
4. Pueblos Indígenas	Población que se considera perteneciente a un pueblo indígena u originario según pueblo, 2017	Figura
4. Pueblos Indígenas	Porcentaje de la población que se consideró pertenenciente a un pueblo indígena u originario, según región de empadronamiento, 2017	Figura
4. Pueblos Indígenas	Superficie compartida entre las Áreas de Desarrollo Indígena (ADI) y el SNASPE, 2019	Figura
4. Pueblos Indígenas	Proyectos con proceso de consulta indígena en el Servicio de Evaluación Ambiental, 2008 -2019	Figura
4. Pueblos Indígenas	Proyectos con proceso de consulta indígena en el Servicio de Evaluación Ambiental, por región, 2008-2019	Figura
4. Pueblos Indígenas	Recursos del Fondo de Protección Ambiental (FPA) asignados a la gestión ambiental indígena a nivel nacional, 2017-2019.	Figura
4. Pueblos Indígenas	Financiamiento del Fondo de Protección Ambiental a la gestión ambiental indígena, por región 2019	Figura
4. Pueblos Indígenas	Recursos destinados a asesoría e inversión mediante el Programa de Desarrollo Territorial Indígena (PDTI) a nivel nacional, 2015-2018	Figura
4. Pueblos Indígenas	Recursos destinados a asesoría e inversión mediante el Programa de Desarrollo Territorial Indígena (PDTI), por región, 2015-2018	Figura
4. Pueblos Indígenas	Número de personas beneficiarias del Programa de Desarrollo Territorial Indígena (PDTI) a nivel nacional, 2015-2018	Figura
4. Pueblos Indígenas	Número de personas beneficiarias del Programa de Desarrollo Territorial Indígena (PDTI) por región, 2015-2018	Figura
4. Pueblos Indígenas	Distribución referencial de los pueblos indígenas en el territorio nacional.	Figura
4. Pueblos Indígenas	Patrimonio cultural inmaterial amenazado	Recuadro

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
4. Pueblos Indígenas	Carga demográfica en Isla de Pascua	Recuadro
4. Pueblos Indígenas	Consulta indígena sobre leyes y normas ambientales	Recuadro
4. Pueblos Indígenas	Número de comunidades indígenas constituidas en Chile, por región, 2019	Tabla
4. Pueblos Indígenas	Procesos de consulta indígena implementados por el Ministerio del Medio Ambiente, 2016-2019.	Tabla
5. Aguas Continentales	Principales variables consideradas en Balance hídrico a nivel cuenca	Figura
5. Aguas Continentales	Evotranspiración anual promedio	Figura
5. Aguas Continentales	Escorrentía media anual	Figura
5. Aguas Continentales	Variación de caudales de ríos, 2019	Figura
5. Aguas Continentales	Evolución del nivel de agua en principales lagos y lagunas	Figura
5. Aguas Continentales	Volúmenes de agua embalsada, 2019	Figura
5. Aguas Continentales	Variación de espejo de agua Lago Peñuelas, 1985 y 2019	
5. Aguas Continentales	Variación de espejo de agua Laguna Aculeo, 1985 y 2019	
5. Aguas Continentales	Niveles de pozos de aguas subterráneas	Figura
5. Aguas Continentales	Estado trófico de estuarios según concentración de clorofila	Figura
5. Aguas Continentales	Nivel trófico en ecosistemas dulceacuícolas lenticos	Figura
5. Aguas Continentales	Nivel trófico en ecosistemas dulce acuícolas lóticos	Figura
5. Aguas Continentales	Concentraciones de Nitrógeno total en humedales costeros	Figura
5. Aguas Continentales	Concentraciones de Fósforo total en humedales costeros	Figura
5. Aguas Continentales	Extracción de agua dulce para suministro de agua potable en países OECD 2019	Figura
5. Aguas Continentales	Coberturas de Agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas en áreas concesionadas, 1965-2018	Figura
5. Aguas Continentales	Evolución anual de producción, consumo y pérdida de agua 1998-2018	Figura
5. Aguas Continentales	Demanda consuntiva de agua por sector económico 2015	Figura
5. Aguas Continentales	Nivel de estrés hídrico por sector económico y zona del país, 2018	Figura
5. Aguas Continentales	Cantidad de derechos de agua por cuenca, 2016 y 2020	Figura
5. Aguas Continentales	Caudal otorgado en derechos de agua superficiales por cuenca y tipo.	Figura
5. Aguas Continentales	Caudal otorgado en derechos de agua subterráneos por cuenca y tipo.	Figura

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
5. Aguas Continentales	Emisiones de contaminantes en aguas superficiales por actividad económica, 2018	Figura
5. Aguas Continentales	Emisiones de contaminantes en aguas subterráneas por actividad económica, 2018.	Figura
5. Aguas Continentales	Recursos gestionados para abastecimiento de agua	Figura
5. Aguas Continentales	Variación de espejo de agua 1985 y 2019	Figura
5. Aguas Continentales	Mapa que representa la superficie de humedales por comuna	Figura
5. Aguas Continentales	Calidad de agua estaciones de monitoreo en cuencas monitoreadas por DGA	Figura
5. Aguas Continentales	Calidad de agua subterránea en pozos de Agua Potable Rural entre la IV y VII región, periodo 2015-2018.	Figura
5. Aguas Continentales	Calidad de agua subterránea en puntos de captación de empresas sanitarias, periodo 2016-2019	Figura
5. Aguas Continentales	Número de APR, arranques y beneficiarios a nivel nacional	Figura
5. Aguas Continentales	Plantas desaladoras existentes a nivel nacional	Figura
5. Aguas Continentales	Decretos de escasez hídrica vigentes a noviembre de 2020	Figura
5. Aguas Continentales	Áreas de restricción y zonas de prohibición a nivel nacional	Figura
5. Aguas Continentales	Ecuación de Balance Hídrico	Recuadro
5. Aguas Continentales	Balance hídrico nacional: oferta y demanda de agua por región 1985-2015.	Tabla
5. Aguas Continentales	Lagos y lagunas con mayor espejo de agua	Tabla
5. Aguas Continentales	Número y Superficie de glaciares por región	Tabla
5. Aguas Continentales	Estaciones de monitoreo con buena calidad de aguas 2015 - 2018	Tabla
5. Aguas Continentales	Categorías del Índice de Calidad de Aguas subterráneas	Tabla
5. Aguas Continentales	Parámetros de referencia para el cálculo del índice de Calidad de Aguas	Tabla
5. Aguas Continentales	Cumplimientos de requerimientos de agua potable	Tabla
5. Aguas Continentales	Decretos de escasez hídrica vigentes a noviembre de 2020	Tabla
5. Aguas Continentales	Declaraciones de agotamiento de aguas superficiales	Tabla
6. Océanos	Distribución de ecorregiones marinas de Chile, superficie (km2), 2016	Figura
6. Océanos	Clasificación y distribución de ecosistemas según ecorregión, porcentaje de superficie, 2016.	Figura
6. Océanos	Nivel medio del mar en estaciones de monitoreo seleccionadas, 1950-2019	Figura
6. Océanos	pH medio anual del mar en estaciones marítimas representativas, 2013-2017.	Figura

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
6. Océanos	Floraciones de Algas Nocivas (FAN) por especie y zona, 2016-2019	Figura
6. Océanos	Proporción de poblaciones de peces que están dentro de niveles biológicamente sostenibles, 2014-2019	Figura
6. Océanos	Índice de salud de los Océaanos America Latina, 2019	Figura
6. Océanos	Registro de varamientos de especies, 2009 -2019	Figura
6. Océanos	Promedio mensual de los ejemplares varados por año, 2009 - 2019	Figura
6. Océanos	Avistamientos de individuos de especie por mes, 2019	Figura
6. Océanos	Desembarque pesquero total (desembarque y acuicultura) por especie, 2013-2019	Figura
6. Océanos	Desembarque pesquero total por sector, 2013 - 2019	Figura
6. Océanos	Desembarque pesquero total por región, 2019	Figura
6. Océanos	Esfuerzo pesquero artesanal, pescadores inscritos por región, 2012-2017	Figura
6. Océanos	Esfuerzo pesquero artesanal, embarcaciones inscritas por región, 2012-2017	Figura
6. Océanos	Cosecha en centros de cultivo acuícola por región, 2018	Figura
6. Océanos	Extensión de concesiones de acuicultura por región, hectáreas, abril 2020	Figura
6. Océanos	Evolución de concesiones acuícolas 2009-2018	Figura
6. Océanos	15 comunas con mayor superficie de concesiones de acuicultura otorgadas, abril 2020	Figura
6. Océanos	Infraestructura portuaria principal, 2018	Figura
6. Océanos	Volumen de aguas vertidas al mar, 2013-2019	Figura
6. Océanos	Proporción de aguas vertidas al mar por sector económico, 2013-2019	Figura
6. Océanos	ODS 14.2.1 Proporción de zona económica exclusiva gestionada mediante enfoques basados en los ecosistemas, 1985-2019	Figura
6. Océanos	Proporción de áreas marinas en las ecorregiones marinas, 2019	Figura
6. Océanos	Número y superficie de solicitudes de ECMPOs por región al 2019	Figura
6. Océanos	Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB) por región, 2020	Figura
6. Océanos	15 comunas con mayor superficie AMERB, 2020	Figura
6. Océanos	Cuotas de captura pesquera por especie, 2016-2019	Figura
6. Océanos	Cuotas de captura pesquera total de recursos, 2016-2019	Figura

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
6. Océanos	Número de incautaciones pesqueras por tipo de recurso por mes, 2018	Figura
6. Océanos	Número de incautaciones pesqueras por tipo de recurso y localidad, 2018	Figura
6. Océanos	Masa de incautaciones pesqueras por tipo de recurso y localidad, 2018	Figura
6. Océanos	ODS 14.b.1 Marco jurídico, reglamentario, normativo o institucional que reconozca y proteja los derechos de acceso para la pesca en pequeña escala.	Figura
6. Océanos	Mapa de ecorregiones marinas de Chile, 2016.	Figura
6. Océanos	Índice de calidad de aguas costeras, 2017	Figura
6. Océanos	Mapa de estaciones de monitoreo de marea roja, 2019	Figura
6. Océanos	Mapa de localización de avistamiento de cetáceos por fecha, 2019	Figura
6. Océanos	Infraestructura Costera, 2018	Figura
6. Océanos	Mapa de volumen de aguas vertidas al mar por ducto y sector económico, 2013-2019	Figura
6. Océanos	Mapa de áreas protegidas marinas oficiales, 2019	Figura
6. Océanos	Espacios costero-marinos de pueblos originarios (ECMPO) decretadas, 2019	Figura
6. Océanos	Descarte y Pesca Incidental	Recuadro
6. Océanos	Profundidad por zonas marinas	Tabla
6. Océanos	Escala de abundancia relativa del programa de monitoreo de marea roja	Tabla
6. Océanos	Poblaciones de peces que están dentro de niveles biológicamente sostenibles, 2014-2019	Tabla
6. Océanos	Puntaje de Chile en Índice de Salud de los Océanos, 2019	Tabla
6. Océanos	ODS 14.6.1 Progresos realizados por los países en el grado de aplicación de instrumentos internacionales cuyo objetivo es combatir la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada	Tabla
7. Biodiversidad	Número de ecosistemas por región y categoría de conservación	Figura
7. Biodiversidad	Bosque nativo según tipos forestales y estado de conservación, por región	Figura
7. Biodiversidad	ODS 15.4.2. Índice de cobertura verde de las montañas a nivel nacional	Figura
7. Biodiversidad	Número total de especies descritas y clasificadas según estado de conservación, 2019	Figura
7. Biodiversidad	Número de especies según categoría de conservación utilizadas en la ODS 15.5.1	Figura
7. Biodiversidad	ODS 15.5.1 Índice de la Lista Roja, 2019	Figura

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
7. Biodiversidad	Número de especies de la flora nativa según uso	Figura
7. Biodiversidad	Número de especies nativas con información genética en GenBank	Figura
7. Biodiversidad	ODS 15.1.1 Superficie forestal como proporción de la superficie total del país, 2000-2019	Figura
7. Biodiversidad	Kilómetros lineales acumulados de caminos y carreteras pavimentadas en áreas no urbanas, 1981-2018	Figura
7. Biodiversidad	Variación en el consumo industrial de madera nativa, 1990-2018	Figura
7. Biodiversidad	Variación del consumo de leña de madera nativa, 2011-2019	Figura
7. Biodiversidad	Variación de la corta no autorizada de bosque nativo , 2013-2019	Figura
7. Biodiversidad	Número de especies exóticas asilvestradas/naturalizadas en Chile por grupo biológico	Figura
7. Biodiversidad	Algunas de las principales especies exóticas asilvestradas	Figura
7. Biodiversidad	Superficie de áreas protegidas afectada por incendios forestales, 2016-2019	Figura
7. Biodiversidad	Valoración económica del impacto de Especies Exóticas Invasoras en Chile	Figura
7. Biodiversidad	Valor económico mínimo de impacto de las EEI a la biodiversidad	Figura
7. Biodiversidad	Valoración económica del impacto económico del castor	Figura
7. Biodiversidad	Número de nuevas política y medidas elaboradas por la institucionalidad pública que han integrado los valores de la biodiversidad	Figura
7. Biodiversidad	Número de ordenanzas municipales relacionadas con biodiversidad y sus SSEE	Figura
7. Biodiversidad	Presupuesto anual asignado a áreas protegidas por CONAF y porcentaje respecto del presupuesto anual de CONAF	Figura
7. Biodiversidad	Fondos concursables nacionales para proyectos de biodiversidad	Figura
7. Biodiversidad	Donación internacional al Estado para proyectos sobre Biodiversidad	Figura
7. Biodiversidad	Fondos donados a varios países en los que se incluye Chile	Figura
7. Biodiversidad	ODS 15.2.1 Subindicador 2, Stock de biomasa sobre el suelo en áreas forestales	Figura
7. Biodiversidad	ODS 15.2.1. Subindicador 3, Proporción de áreas forestales dentro de áreas protegidas legalmente establecidas.	Figura

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
7. Biodiversidad	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	Figura
7. Biodiversidad	Subindicador 5. Área forestal bajo un esquema de certificación de manejo forestal verificado independientemente	Figura
7. Biodiversidad	Acciones de gestión en humedales 2019	Figura
7. Biodiversidad	Variación de la superficie acumulada protegida y proporción del territorio nacional protegido, 1912-2019	Figura
7. Biodiversidad	Proporción de las ecorregiones terrestres protegidas, 2019	Figura
7. Biodiversidad	Proporción de áreas protegidas con plan de manejo vigente, 2000-2019	Figura
7. Biodiversidad	Iniciativas de restauración ecológica acumuladas 2017-2019, monto total invertido y hectáreas totales	Figura
7. Biodiversidad	Recursos genéticos nativos INIA al 2019	Figura
7. Biodiversidad	Número de viveros y especies nativas disponibles por región al 2019	Figura
7. Biodiversidad	Ecorregiones terrestres	Figura
7. Biodiversidad	Estado de conservación de los ecosistemas de Chile	Figura
7. Biodiversidad	Estimación del número de servicios ecosistémicos por ecosistema	Figura
7. Biodiversidad	Bosque nativo según tipos forestales	Figura
7. Biodiversidad	Clases de montaña	Figura
7. Biodiversidad	Ecosistemas acuáticos	Figura
7. Biodiversidad	Estrado trófico de humedales costeros en el año 2019 según indicadores biológicos	Figura
7. Biodiversidad	Número de humedales altoandinos y superficie de vegetación degradada , 1986-2019	Figura
7. Biodiversidad	Número de especies amenazadas (CR, EN,VU) por región	Figura
7. Biodiversidad	Número de especies exóticas asilvestradas por región	Figura
7. Biodiversidad	Pérdida histórica de los ecosistemas boscosos actualmente amenazados	Figura
7. Biodiversidad	Infraestructura ecológica actual de la región del Maule	Figura
7. Biodiversidad	Propuesta de Infraestructura ecológica para la región del Maule	Figura
7. Biodiversidad	Áreas protegidas oficiales terrestres	Figura
7. Biodiversidad	Áreas de interés para la conservación de la biodiversidad	Figura

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
7. Biodiversidad	Distribución de las iniciativas de restauración ecológica, 2017-2019	Figura
7. Biodiversidad	Distribución de viveros con especies nativas disponibles al 2019	Figura
7. Biodiversidad	Deficinión RAMSAR de ecosistemas acuáticos	Recuadro
7. Biodiversidad	Integrantes del COCEI	Recuadro
7. Biodiversidad	Superficie y estado de conservación de los ecosistemas terrestres	Tabla
7. Biodiversidad	Número total de especies descritas por grupo biológico y porcentaje respecto al total de especies descritas para Chile	Tabla
7. Biodiversidad	Número de especies clasificadas según proceso del RCE	Tabla
7. Biodiversidad	Superficie remante y pérdida historica de los ecosistemas boscosos actualmente amenezados	Tabla
7. Biodiversidad	Superficie de bosque nativo afectado por incendios de las temporadas entre 1984 a 2019	Tabla
7. Biodiversidad	Recursos genéticos forestales nativos	Tabla
7. Biodiversidad	ODS 15.6.1: Número de países que han adoptado marcos legislativos, administrativos y normativos para asegurar una distribución justa y equitativa de los beneficios	Tabla
8. Tierras	Porcentaje de superficies de uso de suelos, según tipo de uso de suelo y región, 2018	Figura
8. Tierras	Superficies de uso de suelos según tipo de uso de suelo y región, 2018	Figura
8. Tierras	Principales áreas urbanas consolidadas de capitales regionales y sus conurbaciones, 2017	Figura
8. Tierras	Porcentaje de crecimiento bruto de las capitales regionales, 2002-2017	Figura
8. Tierras	Crecimiento bruto de las capitales regionales, 2002-2017	Figura
8. Tierras	Expansión urbana Gran Santiago, 2002-2006-2011-2017	Figura
8. Tierras	Expansión urbana Gran Valparaíso, 2002 - 2006 - 2011 - 2017	Figura
8. Tierras	Expansión urbana Gran Concepción, 2002 - 2006 - 2011 - 2017	Figura
8. Tierras	Expansión urbana Puerto Montt - Puerto Varas, 2002 - 2006 - 2011 - 2017	Figura
8. Tierras	Uso de suelo reemplazado por la expansión urbana 2017 según catastro de uso de suelo de CONAF al 2018	Figura
8. Tierras	Número de denuncias por extracción de áridos recepcionadas por la Superintendencia del Medio Ambiente, 2013 - 2019	Figura
8. Tierras	Número de denuncias por extracción de áridos recepcionadas por la Superintendencia del Medio Ambiente, por región, acumulado entre 2013 - 2019	Figura

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
9. Infraestructura Verde Urbana	Estado de la infraestructura verde urbana en las capitales regionales y sus conurbaciones según superficie de parques y plazas por habitantes (m2/hab), 2017	Figura
9. Infraestructura Verde Urbana	Estado de la infraestructura verde urbana en las capitales regionales y sus conurbaciones según superficie de parques y plazas (km2), población (hab) e ingresos propios permanentes municipales (M$), 2017	Figura
9. Infraestructura Verde Urbana	Resultados Encuesta de Percepción de Calidad de Vida Urbana (ECVU)	Figura
9. Infraestructura Verde Urbana	Provisión de servicios ecosistémicos culturales en el Parque Lineal Canal San Carlos, Peñalolén	Figura
9. Infraestructura Verde Urbana	Superficie regional del Inventario Nacional de Humedales Asociados a Áreas Urbanas	Figura
9. Infraestructura Verde Urbana	Parques y plazas de las ciudades de Antofagasta, La Serena-Coquimbo, Punta Arenas y Valdivia	Figura
9. Infraestructura Verde Urbana	Infraestructura verde urbana de la ciudad de La Serena	Figura
9. Infraestructura Verde Urbana	Parque Cerro San Cristóbal	Figura
9. Infraestructura Verde Urbana	Parques y plazas de la comuna de cerrillos y sus comunas colindantes	Figura
9. Infraestructura Verde Urbana	Interpolación IDW de la densidad de todas las especies de plantas al interior de la ciudad de Santiago	Figura
9. Infraestructura Verde Urbana	Áreas favorables para la riqueza de fauna vertebrada	Figura
9. Infraestructura Verde Urbana	Ondas y puntos de calor registrados en Santiago de Chile, 2010-2016	Figura
9. Infraestructura Verde Urbana	Accesibilidad: Proporción de ciclovías en parques o cerca de parques (100m)	Figura
9. Infraestructura Verde Urbana	Parque Lineal San Carlos, comuna de Peñalolén	Figura
9. Infraestructura Verde Urbana	Número de plantas entregadas por el programa de arborización de CONAF, 2010-2019	Figura
9. Infraestructura Verde Urbana	Número de plantas entregadas por el programa de arborización de CONAF, según orígen, 2019	Figura
9. Infraestructura Verde Urbana	Componentes de la Infraestructura Gris y Potenciales Componentes de la Infraestructura Verde	Recuadro
9. Infraestructura Verde Urbana	Parque Metropolitano de Santiago (PARQUEMET)	Recuadro
9. Infraestructura Verde Urbana	Programa de Conservación de Parques Urbanos	Recuadro
9. Infraestructura Verde Urbana	Programa arborización CONAF	Recuadro
9. Infraestructura Verde Urbana	Importancia del Parque Metropolitano	Recuadro
9. Infraestructura Verde Urbana	Parque Portal Bicentenario de Cerrillos	Recuadro

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
9. Infraestructura Verde Urbana	Superficie de parques administradas por el SERVIU, bajo el Programa de Conservación de Parques Urbanos del Ministerio de Vivienda y Urbanismo	Tabla
9. Infraestructura Verde Urbana	Superficie de Parques administrada por el Parque Metropolitano de Santiago (PMS), según el Programa de Conservación de Parques Urbanos del Ministerio de Vivienda y Urbanismo	Tabla
9. Infraestructura Verde Urbana	Modelo de trabajo Fundación Mi Parque	Tabla
9. Infraestructura Verde Urbana	Clasificación Servicios Ecosistémicos	Tabla
10. Residuos	Generación de residuos, según orígen a nivel nacional , 2015 - 2018	Figura
10. Residuos	Generación de Residuos Municipales a Nivel Regional Estimado (En base lo reprotado en SINADER), 2018	Figura
10. Residuos	20 Comunas con la mayor generación de Residuos Municipales por tipo de tratamiento (Eliminación/Valorización), 2018	Figura
10. Residuos	Comunas con la mayor tasa Per Cápita de Residuos Municipales, 2018	Figura
10. Residuos	Generación de Residuos Industriales no peligrosos por región, 2018	Figura
10. Residuos	Generación de residuos industriales no peligrosos según Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), 2018	Figura
10. Residuos	Generación de Lodos de Plantas de Aguas Servidas a nivel regional, 2018	Figura
10. Residuos	Generación por año de Residuos Peligrosos, 2006- 2018	Figura
10. Residuos	Origen y destino de los residuos peligrosos a nivel regional, 2018	Figura
10. Residuos	Generación de residuos peligrosos según Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), 2018	Figura
10. Residuos	Generación estimada de residuos de la construcción y demolición por la edificación, por región, 2001-2019	Figura
10. Residuos	Comparación de estimación total nacional de RCD generados por edificación vs. declaración en RETC (SINADER + SIDREP), 2015-2018	Figura
10. Residuos	Disposición final de residuos 2015-2018	Figura
10. Residuos	Porcentaje por tipo de Disposición Final de Lodos Generados por Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas, 2018	Figura
10. Residuos	Tratamiento de Disposición de Residuos Sólidos Municipales por tipo, 2018	Figura
10. Residuos	Proporción de residuos sólidos municipales recolectados regularmente y con disposición final adecuada, por región, 2018	Figura
10. Residuos	Valorización final de Residuos, 2018	Figura

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
10. Residuos	Tasa nacional de valorización final, 2015-2018	Figura
10. Residuos	Valorización final de residuos no peligrosos (expresado en participación porcentual) , 2018	Figura
10. Residuos	Destino final de residuos a nivel regional, 2018	Figura
10. Residuos	Composición de los Residuos Sólidos Municipales Valorizados, 2018	Figura
10. Residuos	12 Comunas sobre 50 mil habitantes con mayor cantidad de residuos enviados a valorizados, 2018	Figura
10. Residuos	Porcentaje de valorización sobre el total de residuos municipales, 2018	Figura
10. Residuos	Mapa de sitios de disposición final respecto al índice de pobreza.	Figura
10. Residuos	Basurales Informales Región Metropolitana	Figura
10. Residuos	Basurales Informales vs Pobreza	Figura
10. Residuos	Clasificación de los residuos	Recuadro
10. Residuos	Vectores producto de basurales ilegales	Recuadro
10. Residuos	Vivienda y basurales	Recuadro
10. Residuos	Cenizas de termoeléctricas	recuadro
10. Residuos	Palabras Ministra Schmidt sobre economía circular	recuadro
10. Residuos	Leyes y Decretos Asociados a la Gestión de Residuos Sólidos	Tabla
10. Residuos	Principales Convenios, Protocolos y Tratados Ambientales Internacionales relevantes para el problema de Residuos	Tabla
11. Contaminación Lumínica	Tipos de luz intrusiva	Figura
11. Contaminación Lumínica	Comparación del campo visual disminuido por el encandilamiento de una luminaria que pretende brindar seguridad	Figura
11. Contaminación Lumínica	Dispersión de la luz	Figura
11. Contaminación Lumínica	Espectro de emisión de luminarias LED de diferentes temperaturas de color	Figura
11. Contaminación Lumínica	Tucson, Arizona skyline y montañas de Santa Catalina en la noche	Figura
11. Contaminación Lumínica	Vía Láctea sobre el Observatorio Paranal	Figura
11. Contaminación Lumínica	Indice Bortle y la calidad del cielo	Figura
11. Contaminación Lumínica	Golondrina de Mar Negra, Oceanodroma markhami	Figura

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
11. Contaminación Lumínica	espectro visible, expresado en longitudes de onda en nanómetros	Figura
11. Contaminación Lumínica	Interpretación de las constelaciones andinas con la yakana al centro, junto con los otros animales	Figura
11. Contaminación Lumínica	Fotografía de la vía láctea acompañada por las Nubes de Magallanes en su parte inferior	Figura
11. Contaminación Lumínica	Estadística de contaminación lumínica presente en área de Observatorios Ópticos / Infrarrojos	Figura
11. Contaminación Lumínica	Contaminación lumínica presente en Áreas Protegidas, 2019	Figura
11. Contaminación Lumínica	Golondrina de Mar Negra	Figura
11. Contaminación Lumínica	Certificaciones otorgadas según tipo de tecnología de luminarias, 2015-2018	Figura
11. Contaminación Lumínica	Luminarias nuevas en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo, según tecnología, 2014-2018	Figura
11. Contaminación Lumínica	Recambio y luminarias nuevas en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo, según tecnología, 2014-2018	Figura
11. Contaminación Lumínica	Proyectores de Área utilizados como alumbrado deportivo para la iluminación de canchas en la región de Coquimbo, donde actualmente aplica la norma lumínica	Figura
11. Contaminación Lumínica	Estrategia Luminica del MMA	Figura
11. Contaminación Lumínica	Campaña por el Día Internacional de la Luz 2020	Figura
11. Contaminación Lumínica	Volcán Villarrica en el límite de las regiones de Araucanía y Los Ríos	Figura
11. Contaminación Lumínica	Fardelas de Juan Fernández muertas producto del impacto de los sistemas de alumbrado de la isla	Figura
11. Contaminación Lumínica	Observatorio La Silla, ubicado en el límite de las regiones de Atacama y Coquimbo	Figura
11. Contaminación Lumínica	Atlas de la Contaminación Lumínica	Figura
11. Contaminación Lumínica	Mapa de Contaminación Lumínica Zona Centro, 2019	Figura
11. Contaminación Lumínica	Mapa de Contaminación Lumínica y presencia de observatorios ópticos, 2019	Figura
11. Contaminación Lumínica	Mapa de Contaminación Lumínica en áreas protegidas, 2019	Figura
11. Contaminación Lumínica	Migración de la Oceanodroma markhami: Golondrina de Mar Negra v/s Contaminación Lumínica	Figura
11. Contaminación Lumínica	La mala iluminación y sus efectos en la seguridad ciudadana	Recuadro
11. Contaminación Lumínica	El LED, una revolución tecnológica en desarrollo	Recuadro
11. Contaminación Lumínica	Reducen brillo del cielo con nuevas luminarias	Recuadro

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
11. Contaminación Lumínica	Indice Bortle y la calidad del cielo	Recuadro
11. Contaminación Lumínica	Efectos de los alumbrados de exteriores en la Fauna	Recuadro
11. Contaminación Lumínica	El Rio Mayu y el Mito de la Yakana	Recuadro
11. Contaminación Lumínica	Relación cielo-brillo	Tabla
11. Contaminación Lumínica	Observatorios presentes en Chile	Tabla
12. Ruido Ambiental	Denuncias por ruido recepcionadas por la Superintendencia del Medio Ambiente, 2013-2019	Figura
12. Ruido Ambiental	Denuncias por ruido recepcionadas por la Superintendencia del Medio Ambiente, por región, acumuladas en el periodo 2013 -2019	Figura
12. Ruido Ambiental	Denuncias por ruido recepcionadas por la Superintendencia del Medio Ambiente, según actividades económicas, 2013-2019	Figura
12. Ruido Ambiental	Denuncias por ruido recepcionadas por la Superintendencia del Medio Ambiente, según actividades económicas y región, 2019	Figura
12. Ruido Ambiental	Número de denuncias asociadas al D.S N°38, 2019	Figura
12. Ruido Ambiental	Niveles obtenidos de la Red de Monitoreo de Ruido Ambiental del Gran Santiago, por estación y horario, noviembre 2018-noviembre 2019	Figura
12. Ruido Ambiental	Porcentaje de personas potencialmente expuestas a niveles de ruido diurno inaceptables, por comuna	Figura
12. Ruido Ambiental	Porcentaje de personas potencialmente expuestas a niveles de ruido nocturno inaceptables, por comuna	Figura
12. Ruido Ambiental	Puntos de medición y niveles de ruido en concierto Iron Maiden, 2019	Figura
12. Ruido Ambiental	Proyectos eólicos en el SEIA, sin y con evaluación en el marco del convenio MMA-Ministerio de Energía, 2019	Figura
12. Ruido Ambiental	Niveles obtenidos por estación de la Red de Monitoreo de Ruido Ambiental del Gran Santiago	Figura
12. Ruido Ambiental	Nueva red ampliada	Figura
12. Ruido Ambiental	Mapa de ruido diurno de Ruta 5, comuna de Talca, promedio anual 2017-2018	Figura
12. Ruido Ambiental	Mapa de ruido nocturno de Ruta 5, comuna de Talca, promedio anual 2017-2018	Figura
12. Ruido Ambiental	Mapa de ruido diurno de Ruta 5, comuna de Talca, proyección a 2022	Figura
12. Ruido Ambiental	Mapa de ruido nocturno de Ruta 5, comuna de Talca, proyección a 2022	Figura
12. Ruido Ambiental	Mapas de Ruido elaborados por el Ministerio del Medio Ambiente	Recuadro
12. Ruido Ambiental	Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano (SIEDU)	Recuadro
12. Ruido Ambiental	Buses Eléctricos	Recuadro

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
12. Ruido Ambiental	Red de Monitoreo de Ruido Ambiental del Gran Santiago, Ministerio del Medio Ambiente (MMA)	Tabla
12. Ruido Ambiental	Número de buses certificados, por tipo, período 2003-2018 y 2018-2019	Tabla
12. Ruido Ambiental	Número de personas expuestas a niveles de ruido sobre recomendación OCDE en tramo concesionado de Ruta 5, por región.	Tabla
12. Ruido Ambiental	Número de establecimientos educacionales y matrículas potencialmente afectados por ruido superior al estándar de Ruta 5, por región,	Tabla
12. Ruido Ambiental	Número de establecimientos de salud potencialmente afectados por ruido diurno y nocturno superior al estándar de Ruta 5, por región.	Tabla
12. Ruido Ambiental	Estimación de años de vida ajustados por calidad (QALY) en zonas de interés de la Ruta 5, en UF por año.	Tabla
12. Ruido Ambiental	recintos analizados desde el año 2017	Tabla
12. Ruido Ambiental	Estado de proyectos eólicos, en número y MW, 2019	Tabla
13. Olores	Número de establecimientos potencialmente generadores de olor por actividad, 201	Figura
13. Olores	Denuncias por olor según actividad económica , 2013-2019	Figura
13. Olores	Denuncias por olor según actividad económica y región, 2013-2019	Figura
13. Olores	Denuncias por olor según actividad económica acumuladas en el periodo 2013-2019	Figura
13. Olores	Sectores priorizados	Figura
13. Olores	Localización de las 5 actividades priorizadas que generan olores, 2019	Figura
13. Olores	Olores y su efecto en la población	Recuadro
13. Olores	Normas técnicas chilenas homologadas en el marco de la Estrategia de Gestión de Olores	Tabla
14. Calidad del Aire	Composición de las emisiones al aire de MP2,5 NOx y SO2 según tipo de fuente, 2018	Figura
14. Calidad del Aire	Emisiones al aire de MP2,5 NOx y SO2 por región y según tipo de fuente, 2018	Figura
14. Calidad del Aire	Emisiones per cápita al aire de MP2,5 NOx y SO2 por región y según tipo de fuente, 2018	Figura
14. Calidad del Aire	Emisiones de SO2y As generadas por fundiciones, reguladas por el D.S 28/2013 del MMA, por región, 2016 - 2018	Figura
14. Calidad del Aire	Emisiones de SO2y As generadas por fundiciones, reguladas por el D.S 28/2013 del MMA, según fundición, 2016 - 2018	Figura
14. Calidad del Aire	Emisiones de SO2, NOx y MP generadas por yermoeléctricas, reguladas por el D.S 13/2011 del MMA, por región, 2015 - 2018	Figura

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
14. Calidad del Aire	Promedio trianual de concentraciones de material particulado fino (MP2,5) en estaciones de monitoreo del país, 2014 - 2019	Figura
14. Calidad del Aire	Percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado fino (MP2,5) en estaciones de monitoreo del país, 2017 - 2019	Figura
14. Calidad del Aire	Evolución de las concentraciones máximas diarias de material particulado fino (MP2,5), según estación de monitoreo 2014-2019	Figura
14. Calidad del Aire	Promedio trianual de concentraciones de material particulado grueso (MP10) en estaciones de monitoreo del país, 2014 - 2019	Figura
14. Calidad del Aire	Percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado grueso (MP10) en estaciones de monitoreo del país, 2019 - 2017	Figura
14. Calidad del Aire	Evolución de las concentraciones máximas diarias de material particulado fino (MP10), según estación de monitoreo, 2014 - 2019	Figura
14. Calidad del Aire	Evolución trianual del Percentil 99 de las concentraciones de ozono (O3) en estaciones de monitoreo de la Región Metropolitana, 2014-2019	Figura
14. Calidad del Aire	Evolución trianual del Percentil 99 de las concentraciones máximas diarias de 8 horas de monóxido de carbono (CO) en estaciones de monitoreo de la Región Metropolitana, 2014-2019	Figura
14. Calidad del Aire	Evolución trianual del Percentil 99 de las concentraciones máximas diarias horarias (1 hora) a de monóxido de carbono (CO) en estaciones de monitoreo de la Región Metropolitana, 2014-2019	Figura
14. Calidad del Aire	Evolución trianual del promedio anual (cuatro semestres) de las concentraciones a de dióxido de nitrógeno (NO2) en estaciones de monitoreo de la Región Metropolitana, 2014-2019	Figura
14. Calidad del Aire	Evolución trianual del percentil 99 de las máximas concentraciones diarias horarias (1 hora) de dióxido de nitrógeno (NO2) en estaciones de monitoreo de la Región Metropolitana, 2014-2019	Figura
14. Calidad del Aire	Evolución trianual del promedio anual (cuatro semestres) de las concentraciones a de dióxido de azufre (SO2) en estaciones de monitoreo de la Región Metropolitana, 2014-2019	Figura
14. Calidad del Aire	Evolución trianual del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas de dióxido de azufre (SO2) en estaciones de monitoreo de la Región Metropolitana, 2014-2019	Figura
14. Calidad del Aire	Evolución trianual del percentil 98,5 de las concentraciones diarias de dióxido de azufre (SO2) en estaciones de monitoreo de la Región Metropolitana, 2014-2019	Figura
14. Calidad del Aire	Superación norma trianual (%) de contaminantes atmosféricos, 2014 - 2019	Figura
14. Calidad del Aire	Promedo trianual de las concentraciones de SO2 en las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví, 2013 - 2019	Figura

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
14. Calidad del Aire	Número de eventos críticos constatados en las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví por SO2 , 2013 - 2019	Figura
14. Calidad del Aire	Emisiones de contaminantes locales gravadas por impuestos verdes 2017 -2019	Figura
14. Calidad del Aire	Emisiones de contaminantes locales gravadas por impuestos verdes según contaminante y sector 2017 -2019	Figura
14. Calidad del Aire	Emisiones estimadas de contaminantes locales gravadas por impuestos verdes por región, 2019	Figura
14. Calidad del Aire	Percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado fino (MP2,5), ponderadas por población, en zonas con plan de prevención y/o descontaminación atmosférica, 2015-2018	Figura
14. Calidad del Aire	Población expuesta a concentraciones de material particulado fino en zonas latentes o saturadas por MP2,5 , 2015 - 2019	Figura
14. Calidad del Aire	Episodios críticos constatados por MP10, 2014 - 2018	Figura
14. Calidad del Aire	Episodios críticos constatados por MP2,5, 2014 - 2018	Figura
14. Calidad del Aire	Episodios críticos constatados por MP10 en el país, 2014 - 2019	Figura
14. Calidad del Aire	Episodios críticos constatados por MP2,5 en el país, 2014 - 2019	Figura
14. Calidad del Aire	Episodios críticos constatados por MP10 en la ciudad de Coyhaique, 2014 - 2019	Figura
14. Calidad del Aire	Episodios críticos constatados por MP2,5 en la ciudad de coyhaique, 2014 - 2019	Figura
14. Calidad del Aire	Episodios críticos constatados por MP10 en la Región Metropolitana, 2014 - 2019	Figura
14. Calidad del Aire	Episodios críticos constatados por MP2,5 en la Región Metropolitana, 2014 - 2019	Figura
14. Calidad del Aire	Evolución tecnológica el Programa de Recambio de Calefactores 2015 - 2019	Figura
14. Calidad del Aire	Detección satelital de Nox en la tropósfera - Región Metropolitana	Figura
14. Calidad del Aire	Detección satelital de SO2 en la tropósfera - Región Metropolitana	Figura
14. Calidad del Aire	Red Pública de estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire del Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA)	Figura
14. Calidad del Aire	Episodios críticos en Concon, Quintero Y puchuncaví	Recuadro
14. Calidad del Aire	Calidad del aire y pandemia	Recuadro
14. Calidad del Aire	Cuando el aire oscurece al sol	Recuadro
14. Calidad del Aire	Impactos generados por MP, O3, SO2, CO y NO23	Tabla

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
14. Calidad del Aire	Impactos generados por MP, O3, SO2, CO y NO23	Tabla
14. Calidad del Aire	Normas de emisión por fuentes y contaminantes	Tabla
14. Calidad del Aire	Normas de emisión primarias y secundarias asociadas a la calidad del aire	Tabla
14. Calidad del Aire	Planes Prevención y/o de descontaminación	Tabla
14. Calidad del Aire	Rangos de emergencia ambiental para MP10 y MP2,5	Tabla
14. Calidad del Aire	Descripción y emisión promedio de equipos	Tabla
15. Cambio Climático	Anomalías de temperatura mínima y máxima a nivel nacional del país, 1961 - 2019	Figura
15. Cambio Climático	Anomalías de la temperatura mínima y máxima, por zonas, 1961-2019	Figura
15. Cambio Climático	Olas de calor a nivel nacional y por zona, por temporada, 1980 - 2019	Figura
15. Cambio Climático	Noches cálidas a nivel nacional y por zonas, temporadas 1961 - 2019	Figura
15. Cambio Climático	Heladas a nivel nacional y por zonas, 1961-2019	Figura
15. Cambio Climático	Temperatura superficial promedio del mar en estaciones de monitoreo seleccionadas, 1945-2019	Figura
15. Cambio Climático	Isoterma cero en lugares seleccionados del país, 1973-2019	Figura
15. Cambio Climático	Anomalías estandarizadas de precipitaciones, a nivel nacional, 1961-2019	Figura
15. Cambio Climático	Anomalías estandarizadas de precipitaciones,según zona del país, 1961-2019	Figura
15. Cambio Climático	Precipitación extrema según zona del país, 1961-2019	Figura
15. Cambio Climático	Índice de sequía (índice de precipitación estandarizado de 12 meses), 1972-2019	Figura
15. Cambio Climático	Marejadas a nivel nacional, 2011-2019	Figura
15. Cambio Climático	Emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) por tipo de gas, 1990 - 2018	Figura
15. Cambio Climático	Emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) por sector IPCC, 1990 - 2018	Figura
15. Cambio Climático	Índice de intensidad de emisiones GEI, Producto Interno Bruto (PIB) y población, 1990-2018	Figura
15. Cambio Climático	Emisión de CO2 (del consumo de combustible) por unidad de valor agregado, de la economía total, 1990-2018	Figura
15. Cambio Climático	Etapas del Proyecto de Ley	Figura

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
15. Cambio Climático	Emisión estimada y gravada por impuestos verdes a fuentes fijas, por emisión de CO2 2017 - 2019	Figura
15. Cambio Climático	Emisión estimada y gravada por impuestos verdes a fuentes fijas de CO2, por fuente y por región, 2019	Figura
15. Cambio Climático	Resumen de hechos climáticos relvantes y récords, 2019	Figura
15. Cambio Climático	Temperatura mínima del mes más frío por comuna: línea base y escenario 2050	Figura
15. Cambio Climático	Temperatura máxima del mes más cálido por comuna: línea base y escenario 2050	Figura
15. Cambio Climático	Precipitación anual máxima por comuna: línea base y escenario 2050	Figura
15. Cambio Climático	Precipitación anual mínima por comuna: línea base y escenario 2050	Figura
15. Cambio Climático	Índice de riego por cambio climático de flora y fauna según precipitación y temperaturas, por comunas	Figura
15. Cambio Climático	Cambio Climático: Vulnerabilidad de Costas de Chile	Figura
15. Cambio Climático	Estado de erosión, estabilidad o acreción de Playas	Figura
15. Cambio Climático	Gases de Efecto Invernadero (GEI)	Recuadro
15. Cambio Climático	Definiciones	Recuadro
16. Capa de Ozono	Agujero de Ozono Antártico, 1979, 1989, 1999, 2009, 2019	Figura
16. Capa de Ozono	Superficie máxima y mínimo espesor del Agujero de Ozono Antártico (AOA), 1980-2019	Figura
16. Capa de Ozono	Índice UV-B máximo en ciudades y lugares del país, 2000-2019	Figura
16. Capa de Ozono	Columna de ozono (UD) y radiación ultravioleta (índice UV) en Punta Arenas, 2019	Figura
16. Capa de Ozono	Tasa de mortalidad por melanomas malignos de la piel a nivel nacional, 1997-2019	Figura
16. Capa de Ozono	Tasa de mortalidad por melanomas malignos de la piel a nivel regional (número por cada 100 mil hab), 2016-2019	Figura
16. Capa de Ozono	Consumo nacional total de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAO), 1989-2018	Figura
16. Capa de Ozono	Tipos de radiación UV y factores que determinan la intensidad	Recuadro

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
16. Capa de Ozono	Radiación UV y Salud: Cancer a la piel	Recuadro
16. Capa de Ozono	Convenio de Viena	Recuadro
16. Capa de Ozono	Efectos en el Cambio Climático	Recuadro
16. Capa de Ozono	¿Qué es el CO2 transcrítico?	Recuadro
16. Capa de Ozono	Columna de ozono en ciudades y lugares seleccionados del país (unidades Dobson), 1978-1987 Y 2019	Tabla
16. Capa de Ozono	Normas aplicables a las SAO	Tabla
16. Capa de Ozono	Proyectos ejecutados por la Agencia Implementadora Internacional para reducir y eliminar el uso de SAO, 2004-2020	Tabla
16. Capa de Ozono	Proyectos ejecutados desde 2013 a la fecha por la Agencia Implementadora Internacional	Tabla
17. Eventos Extremos y Desastres	Modelo de interacción del riesgo de los impactos del clima con la vulnerabilidad y la exposición de los sistemas humanos y naturales vulnerabilidad y la exposición de los sistemas humanos y naturales	Figura
17. Eventos Extremos y Desastres	Tipos de desastres acontecidos en Chile, 1906-2019	Figura
17. Eventos Extremos y Desastres	Tipos de desastres acontecidos en Chile, 1906-2019	Figura
17. Eventos Extremos y Desastres	Origen de Eventos y Desastres acontecidos en Chile por tipo	Figura
17. Eventos Extremos y Desastres	Origen de Eventos y Desastres 1906-2019	Figura
17. Eventos Extremos y Desastres	Eventos Hidrometeorológicos, 1902-2019	Figura
17. Eventos Extremos y Desastres	Derrames de hidrocarburos en las costas chilenas, 2004-2019	Figura
17. Eventos Extremos y Desastres	Cantidad de Incendios y superficie afectada por región, 2018-2019	Figura
17. Eventos Extremos y Desastres	Emergencias con materiales peligrosos a nivel nacional, 2011-2018	Figura
17. Eventos Extremos y Desastres	Emergencias con materiales peligrosos a nivel regional, 2017 y 2018	Figura
17. Eventos Extremos y Desastres	Población Expuesta a inundación por tsunami, 2017	Figura
17. Eventos Extremos y Desastres	Personas y viviendas afectadas por eventos y desastres naturales y antropogénicos 2017-2019	Figura

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
17. Eventos Extremos y Desastres	ODS 13.1.1 Número de personas muertas desaparecidas y afectadas directamente atribuido a desastres por cada 100.000 personas	Figura
17. Eventos Extremos y Desastres	ODS 13.1.3 Proporción de gobiernos locales que adoptan y aplican estrategias locales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con las estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres, 2005-2018	Figura
17. Eventos Extremos y Desastres	índice Munial de Riesgo, 2019	Figura
17. Eventos Extremos y Desastres	Registro de sismos sobre 7° ocurridos en Chile, 1570-2018	Figura
17. Eventos Extremos y Desastres	Ranking de Peligrosidad de Volcanes Activos, 2019	Figura
17. Eventos Extremos y Desastres	Actos de servicios de Bomberos por incendios, 2018	Figura
17. Eventos Extremos y Desastres	Actos de servicios de Bomberos por materiales peligrosos Haz-Mat y gas, 2018	Figura
17. Eventos Extremos y Desastres	Incendios y superficie afectada, 2018-2019	Figura
17. Eventos Extremos y Desastres	Comunas expuestas a procesos eruptivos, 2019	Figura
17. Eventos Extremos y Desastres	Volcanes activos situados en áreas protegidas al 2018	Figura
17. Eventos Extremos y Desastres	Registro de terremotos en Chile 1500-2018	Figura
17. Eventos Extremos y Desastres	Definiciones del Modelo IPCC de riesgo	Recuadro
17. Eventos Extremos y Desastres	Proyección de Eventos y Desastres por el MMA	Recuadro
17. Eventos Extremos y Desastres	Entre Placas y Trombas	Recuadro
17. Eventos Extremos y Desastres	Vulnerabilidad y Adaptación	Recuadro
17. Eventos Extremos y Desastres	Pandemia COVID-19 y Objertivos de Desarrollo Sostenible	Recuadro
17. Eventos Extremos y Desastres	Prioridades y metas del Marco de SENDAI	Recuadro
17. Eventos Extremos y Desastres	Clasificación de eventos y desastres del Centro de Investigación Sobre Epidemiología de los desastres	Tabla
17. Eventos Extremos y Desastres	Impacto del COVID-19 en los ODS	Tabla

Listado de figuras, tablas y recuadros

Search

CAPÍTULO	NOMBRE DE LA INFORMACIÓN	TIPO
17. Eventos Extremos y Desastres	Impacto del COVID-19 en los ODS	Tabla
17. Eventos Extremos y Desastres	Indicadores de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) complementarios con el Marco de Sendai	Tabla
17. Eventos Extremos y Desastres	ODS 13.1.2. Número de países que adoptan y aplican estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con el Marco de Sendai	Tabla


Ministerio del
Medio
Ambiente
Gobierno de Chile

