



INFORME DEL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE

2016

INFORME
DEL
ESTADO
DEL MEDIO
AMBIENTE
2016

 **Ministerio del Medio Ambiente 2016**
GOBIERNO DE CHILE

MINISTRO DEL MEDIO AMBIENTE

Marcelo Mena Carrasco

SUBSECRETARIO DEL MEDIO AMBIENTE

Cristián Gutiérrez Pangui

**JEFE DIVISIÓN DE INFORMACIÓN Y
ECONOMÍA AMBIENTAL**

Rodrigo Pizarro Gariazzo

**JEFE DEPARTAMENTO DE
INFORMACIÓN AMBIENTAL**

Marcos Serrano Ulloa

COORDINACIÓN GENERAL

Marcela Ponce Villarroel

EQUIPO DE TRABAJO

Maritza Barrera
Claudia Cortés
Daniel Figueroa
Harry Lizama
Rodrigo Pizarro
Marcela Ponce
Marcelo Sánchez
María Belén Sepúlveda
Marcos Serrano
Álvaro Shee
Cristian Zúñiga

DISEÑO

Sebastián Pablo Neira
www.turistasdiseño.cl
Alejandro Armendariz Morales
Camila Díaz Riquelme

ASISTENTES DE DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Angelo Santa Cruz Henríquez y Pilar Bunster Charme

IMPRESIÓN

AMF A. MOLINA FLORES S.A.
ISBN 978-956-7204-61-8
Santiago de Chile, diciembre de 2016

“Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al Artículo 2°, letra g del DFL 83 de 1979, del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum WGS84 y es de carácter referencial”

FOTOGRAFÍAS

Cecilia Aburto
Felipe Andaur
Karina Bahamonde
Marcelo Benavente
Victoria Cárcamo
Yanko Cariceo
Rodrigo Dittborn
Francisco Donoso
María Fuentevilla
Soledad Gajardo
Jorge Gerstle
Siomara Gómez
Pamela Henríquez
Marta Hernández
Jorge Herreros
María Jiménez
Nicolás Lagos
Emilio López
Natalia Maturana
Felipe Méndez

Daniel Munizaga
Leyla Musleh
Sergio Nanjari
Leonardo Narvares
Sebastián Paublo
Valeria Pizarro
Carolina Rodríguez
Carla Santibañez
Marcos Serrano
Sebastián Soza
Miguel Stutzin
Charif Tala
Igor Valdebenito
Manuel Vallejos
Daniel Vicente
Sernatur
P. Horálek
ESO
ALMA
GMTO

INFORME DEL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE 2016



CAP01 FUERZAS MOTRICES

Responsable: María Belén Sepúlveda, Departamento de Economía Ambiental / Harry Lizama, Departamento de Información Ambiental del MMA.

CAP02 GÉNERO Y MEDIO AMBIENTE

Responsable: Alwine Woischnik. **Colaboradores:** Patricia Salvo, consultora externa / Marcela Ponce, Departamento de Información Ambiental del MMA.

CAP03 PUEBLOS ORIGINARIOS

Responsable: Marcos Serrano, Departamento de Información Ambiental del MMA. **Colaboradores:** Macarena Maturana, Patricia Salvo, Consultora externa / Victoria Cárcamo, Practicante / Maritza Barrera, Marcelo Sánchez, Departamento de Información Ambiental del MMA / Pablo Moreno, Departamento de Fondo de Protección Ambiental del MMA / Álvaro Durán, Servicio de Evaluación Ambiental / Cristian Zúñiga, Departamento de Información Ambiental del MMA.

CAP04 INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL

Responsable: Rodrigo Pizarro, División de Información y Economía Ambiental del MMA. **Colaboradores:** Oficina de Asuntos Internacionales del MMA.

CAP05 INSTRUMENTOS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL

Responsable: Marcela Ponce, Departamento de Información Ambiental del MMA. **Colaboradores:** Carlos Rungruangsakorn y Miguel Santos, Departamento de Gestión Ambiental Local del MMA / Roberto González y Daniel Vicente, Departamento de Educación Ambiental del MMA / Yovanka de Negri, Departamento de Participación Ciudadana del MMA / Pablo Moreno, Departamento de Fondo de Protección Ambiental del MMA / Cristián Tolvett, SEREMI RM del MMA / Carla Santibáñez, Servicio de Evaluación Ambiental/ Carmen Gloria Contreras, Departamento de Normas del MMA/Harry Lizama, Departamento de Información Ambiental del MMA.

CAP06 CRECIMIENTO VERDE

Responsable: Rodrigo Pizarro, División de Información y Economía Ambiental del MMA. **Colaboradores:** María Belén Sepúlveda, Departamento de Economía Ambiental del MMA.

CAP07 AIRE

Responsable: Harry Lizama, Departamento de Información Ambiental del MMA. **Colaboradores:** María José Herrera y Daniel Figueroa, Departamento de Información Ambiental del MMA/ Paulina Schultz, Departamento de Economía Ambiental del MMA/Jimena Silva, SEREMI Aysén/ Roberto Martínez, Marcelo Corral, Andrés Pica, Edith Balcarce, Macarena Larraín, Roberto Quezada, Cristián Ibarra, División de Calidad del Aire y Cambio Climático del MMA.

CAP08 CAMBIO CLIMÁTICO

Responsable: Álvaro Shee, Departamento de Información Ambiental del MMA. **Colaboradores:** Cristian Zúñiga e Ignacio Saravia, Departamento de Información Ambiental del MMA / Sophie Siemens, Maritza Jadrjevic, Gladys Santis y Fernando Farías, Departamento de Cambio Climático del MMA / Gastón Torres y Claudia Villarroel, Dirección Meteorológica de Chile.

CAP09 CAPA DE OZONO

Responsable: Álvaro Shee, Departamento de Información Ambiental del MMA. **Colaboradores:** Claudia Paratori, Unidad de Ozono, División de Calidad del Aire y Cambio Climático del MMA.

CAP10 RUIDO AMBIENTAL

Responsable: Marcela Ponce, Departamento de Información Ambiental del MMA. **Colaboradores:** Igor Valdebenito, Víctor Lobos, Departamento de Normas del MMA.

CAP11 CIELOS PARA LA OBSERVACIÓN ASTRONÓMICA

Responsable: Marcela Ponce, Departamento de Información Ambiental del MMA. **Colaboradores:** Mario Hamuy, Director de Conicyt / Manuela

Zoccali, Directora del Instituto Milenio de Astrofísica MAS / Guillermo Blanc, Departamento de Astronomía, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile / Juan Carlos Beamin, Investigador Universidad de Valparaíso, Instituto Milenio de Astrofísica MAS / Ezequiel Treister, Departamento de Astronomía Universidad de Concepción. Presidente de la Sociedad de Astronomía (SOCHIAS) / Igor Valdebenito, Departamento de Normas del MMA.

CAP12 SUELOS

Responsable: Marcela Ponce, Departamento de Información Ambiental del MMA. **Colaboradores:** Cristián Zúñiga y Claudia Cortés, Departamento de Información Ambiental del MMA

CAP13 RESIDUOS

Responsable: Marcos Serrano, Departamento de Información Ambiental del MMA. **Colaboradores:** Maritza Barrera, Luis Tapia, Marcelo Sánchez, Daniel Figueroa, Departamento de Información Ambiental del MMA y Joost Meijer, Oficina de Residuos y Riesgo Ambiental del MMA.

CAP14 INFRAESTRUCTURA VERDE URBANA

Responsable: Claudia Cortés, Departamento de Información Ambiental del MMA. **Colaboradores:** Isabel Figueroa, Oficina de Evaluación Ambiental Estratégica del MMA / Sonia Reyes, Investigadora y Académica de la Pontificia Universidad Católica de Chile / Daniel Álvarez, División de Recursos Naturales y Biodiversidad del MMA.

CAP15 BIODIVERSIDAD

Responsable: División de Recursos Naturales y Biodiversidad del MMA. **Colaboradores:** Marlene Pizarro, Consultora Externa / Jorge Herreros, Jaime Rovira, Karin Molt, Javiera Ferreira, Diego Flores, Osvaldo Malfanti, Paula Díaz y Karin Bardowicks, División de Recursos Naturales y Biodiversidad del MMA / Claudia Cortés y Marcela Ponce, Departamento de Información Ambiental del MMA / María Belén Sepúlveda, Departamento de Economía Ambiental del MMA.

CAP16 AGUA

Responsable: María Belén Sepúlveda, Departamento de Economía Ambiental del MMA y División de Recursos Naturales y Biodiversidad del MMA. **Colaboradores:** Marcos Serrano, Departamento de Información Ambiental del MMA / Paula Díaz y Karin Bardowicks, División de Recursos Naturales y Biodiversidad del MMA.

CAP17 EVENTOS NATURALES Y DESASTRES AMBIENTALES

Responsable: Marcos Serrano, Departamento de Información Ambiental del MMA. **Colaboradores:** Patricia Salvo, Consultora externa / María Belén Sepúlveda, Departamento de Economía Ambiental del MMA.

Revisores

Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
Mesas temáticas de los Comité de Información Ambiental.
División de Recursos Naturales y Biodiversidad del MMA.
División de Calidad del Aire y Cambio Climático del MMA.
División de Educación Ambiental del MMA.
Oficina de Residuos y Riesgo Ambiental del MMA.
Oficina de Evaluación Ambiental Estratégica del MMA.
Oficina de Comunicaciones y Prensa del MMA.

CONTENIDOS

PRÓLOGO		06
INTRODUCCIÓN		08
CAP01 FUERZAS MOTRICES		12
CAP02 GÉNERO Y MEDIO AMBIENTE		30
CAP03 PUEBLOS ORIGINARIOS		44
CAP04 INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL		68
CAP05 INSTRUMENTOS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL		92
CAP06 CRECIMIENTO VERDE		120
CAP07 AIRE		140
CAP08 CAMBIO CLIMÁTICO		180
CAP09 CAPA DE OZONO		226
CAP10 RUIDO AMBIENTAL		248
CAP11 CIELOS PARA LA OBSERVACIÓN ASTRONÓMICA		268
CAP12 SUELOS		294
CAP13 RESIDUOS		326
CAP14 INFRAESTRUCTURA VERDE URBANA		358
CAP15 BIODIVERSIDAD		392
CAP16 AGUA		454
CAP17 EVENTOS NATURALES Y DESASTRES AMBIENTALES		502
ANEXOS		530
ÍNDICE TABLAS, FIGURAS, MAPAS Y BOX		546

PRÓLOGO

En los últimos años, el crecimiento económico experimentado por Chile lo ha llevado a posicionarse como el país con el ingreso per cápita más alto de la región, y triplica el valor de hace tres décadas cuando se iniciaron las principales reformas económicas. Ello ha tenido un impacto directo en la vida de las personas reduciendo notablemente el porcentaje de la población que vive en condición de pobreza, entre otros beneficios. Sin embargo, el crecimiento económico también ha tenido consecuencias negativas, particularmente en el ámbito ambiental.



Los esfuerzos de conciliar crecimiento económico con la sustentabilidad ambiental han impulsado, en los últimos años, la implementación de reformas sustantivas a la institucionalidad ambiental. Desde 2010, Chile ha desplegado una nueva institucionalidad ambiental centrada en la creación de un Ministerio del Medio Ambiente, un Servicio de Evaluación Ambiental, una Superintendencia del Medio Ambiente y de los Tribunales Ambientales. Esta nueva institucionalidad ha venido a perfeccionar la capacidad del Estado para responder a los múltiples desafíos ambientales que enfrenta nuestro país.

Y hemos respondido. El Gobierno ha continuado con políticas de Estado en materia ambiental que han permitido avanzar de manera sustantiva en la gestión ambiental. Entre los avances más destacados del actual gobierno se encuentra la implementación de una Estrategia de Planes de Descontaminación que logrará reducir significativamente la contaminación atmosférica de las principales ciudades de Chile.

Junto con ello, se introdujeron por primera vez en Chile impuestos verdes, incluyendo el primer impuesto al CO₂ en Sudamérica; un Plan de Acción Climática que permite cumplir con nuestros compromisos internacionales en materia de reducción de los gases de efecto invernadero; una Estrategia Nacional de Biodiversidad; la aprobación de una Ley de Fomento al Reciclaje y de Responsabilidad Extendida al Productor, que permitirá una nueva mirada a la gestión de residuos en el país.

A esto se suma la creación del área marina protegida más grande del Pacífico Sudeste, el Parque Marino Nazca-Desventuradas; la elaboración del primer Programa para la Recuperación Ambiental y Social (PRAS) para las comunas de Quintero, Puchuncaví, Huasco y Coronel; la aprobación de un Plan Nacional de Cuentas Ambientales; y la elaboración del Programa Nacional de Consumo y Producción Sustentable, entre otras políticas y acciones importantes.

Sin embargo, aún queda mucho por hacer. En este segundo Informe del Estado del Medio Ambiente se presentan al país, de manera clara y transparente, los avances alcanzados en materia ambiental en los últimos años, pero también se explicitan los problemas ambientales que aún debemos resolver. Solo así podremos avanzar en políticas públicas ambientales que solucionen los problemas reales de los chilenos y alcanzar un desarrollo económico sustentable.

Esperamos que este nuevo informe no sólo sirva como una guía de nuestros avances y desafíos, sino también como una herramienta de difusión y educación ambiental por parte de profesores y alumnos, y que promueva una participación ciudadana responsable y efectiva.

Pablo Badenier Martínez
 Ex Ministro del Medio Ambiente (marzo 2014-marzo 2017)

PRÓLOGO

Para consolidar la protección del medio ambiente y encaminarnos hacia un crecimiento verde, es fundamental contar con la adecuada información que nos permita realizar un diagnóstico certero para elaborar las mejores políticas públicas, y darle a la ciudadanía, mejores posibilidades de participación en estos procesos.

Una verdadera democracia debe garantizar la participación informada en la toma de decisiones ambientales, porque ello no solo mejora la calidad de vida de las comunidades y de las futuras generaciones, sino que también contribuye de manera sustancial a la equidad ambiental.

Más aún, la información pública y transparente en esta materia le da una mayor legitimidad del sistema de gestión ambiental de nuestro país, ayuda a anticipar y prevenir los conflictos ambientales, y facilita una gestión más eficiente de proyectos y programas, ya sean públicos o privados, incrementando así el nivel de protección de los recursos naturales y el patrimonio ambiental.

En 2014, al iniciar este mandato, la Presidenta Michelle Bachelet nos encomendó la tarea de avanzar hacia un desarrollo sustentable con equidad ambiental, que conjugue el crecimiento económico con las demandas y la calidad de vida de las comunidades. Y en estos años hemos avanzado sustantivamente en esta tarea.

Así lo refleja este Informe del Estado del Medio Ambiente. Vemos avances significativos en la calidad del aire de las ciudades, la profundización de nuestros compromisos en acción climática, avances en materia indígena y de género relacionados con el ámbito ambiental, la creación de una Ley de Reciclaje y un significativo incremento en la protección de nuestro patrimonio natural.

Pero ciertamente aún nos queda un largo trabajo para consolidar un modelo de crecimiento verde. Sabemos que la contaminación del agua, del aire, del suelo, es aún un problema para muchas comunidades de nuestro país. Sus habitantes, cada vez con mayor frecuencia, nos exigen respuestas y soluciones a estos problemas.

La información contenida en este segundo Informe del Estado del Medio Ambiente servirá de base para avanzar hacia el desarrollo sustentable que queremos para nuestro país, con una mejor calidad de vida para sus habitantes. No solo al Ministerio del Medio Ambiente, sino a los distintos organismos del Estado. Hoy, en un escenario donde el cambio climático es el principal problema que nos afecta a nivel global, incorporar la variable ambiental en todas las políticas públicas es imprescindible para adaptarnos a este nuevo escenario.

También para el sector privado, que dispone en este documento de información relevante para incorporar en sus propios proyectos. El Estado cumple un rol fundamental en encauzar el camino hacia un crecimiento verde, pero se requiere de empresas comprometidas que ayuden a liderar este cambio. Y finalmente, como he señalado, es fundamental para la ciudadanía.

Marcelo Mena Carrasco
Ministro del Medio Ambiente



INTRODUCCIÓN

El Segundo Informe del Estado del Medio Ambiente constituye una importante herramienta para 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, se trata de una publicación que se realiza cada cuatro años, en base a información validada por los distintos servicios públicos con competencia ambiental.

Este Segundo Informe está compuesto por 17 capítulos, que además de incluir los principales componentes del medio ambiente, aborda nuevos temas en respuesta a las características y particularidades que el país tiene, así como a los desafíos que enfrenta para alcanzar la meta del desarrollo sustentable. Asimismo, se incorpora una tabla con las principales metas que el país se ha trazado y que tienen relación con objetivos ambientales a nivel internacional.

- | | |
|--|---|
| • Fuerzas Motrices | • Ruido Ambiental |
| • Género y Medio Ambiente | • Cielos para la Observación Astronómica |
| • Pueblos Originarios | • Suelos |
| • Institucionalidad Ambiental | • Residuos |
| • Instrumentos para la Gestión Ambiental | • Infraestructura Verde Urbana |
| • Crecimiento Verde | • Biodiversidad |
| • Aire | • Agua |
| • Cambio Climático | • Eventos Naturales y Desastres Ambientales |
| • Capa de Ozono | |

La información contenida en este informe corresponde a distintos servicios públicos, quienes forman parte del Comité Interinstitucional de Información Ambiental, instancia que busca coordinar los esfuerzos que el sector público realiza en materia de información ambiental.

Además del aporte realizado por distintos servicios públicos con competencia en temas ambientales, este informe contó con la colaboración de científicos, entidades académicas y la empresa privada, lo cual contribuye de manera concreta a la necesaria sinergia entre la política pública y los distintos sectores de la sociedad.

Metodología

El Segundo Informe del Estado del Medio Ambiente fue elaborado en base a la metodología GEO (Global Environmental Outlook, por sus siglas en inglés, o Perspectivas del Medio Ambiente, en español) del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Mediante esta evaluación ambiental integral se busca incorporar a distintos actores de la sociedad, a fin de generar un proceso participativo.

La metodología GEO es a la vez un proceso que analiza los cambios ambientales, sus causas, los impactos y las políticas de respuesta. En él se proporciona información para tomadores de decisión, y apoyo a la alerta temprana. Además, GEO es un proceso de comunicación que apunta a concientizar sobre temas ambientales, proporcionando opciones para la acción.

Para conocer e implementar la metodología GEO, se contó con la asesoría de la oficina del PNUMA para América Latina y el Caribe. Como parte de este proceso se realizaron capacitaciones tanto para funcionarios que forman parte del Comité Interinstitucional de Información Ambiental, como para distintos actores

de la sociedad, que fueron convocados por el Ministerio del Medio Ambiente.

Si bien el país no cuenta con información que permita abordar todos los aspectos que incluye la metodología, se trata de una aproximación que permite evidenciar las brechas de información y los aspectos que se deben fortalecer para una mejor comprensión de los problemas ambientales que el país enfrenta, sus consecuencias para la población y para la elaboración de políticas públicas que permitan resguardar la calidad del medio ambiente y la salud de la población.

Este informe está compuesto por más de 200 indicadores, los cuales han sido estructurados en base al modelo fuerza motriz-presión- estado- impacto-respuesta, a través del cual se busca mostrar las relaciones causales entre el medio ambiente y la actividad humana, que explican la situación en que se encuentran los distintos componentes del medio ambiente.

En este informe, se consignan indicadores referidos a:

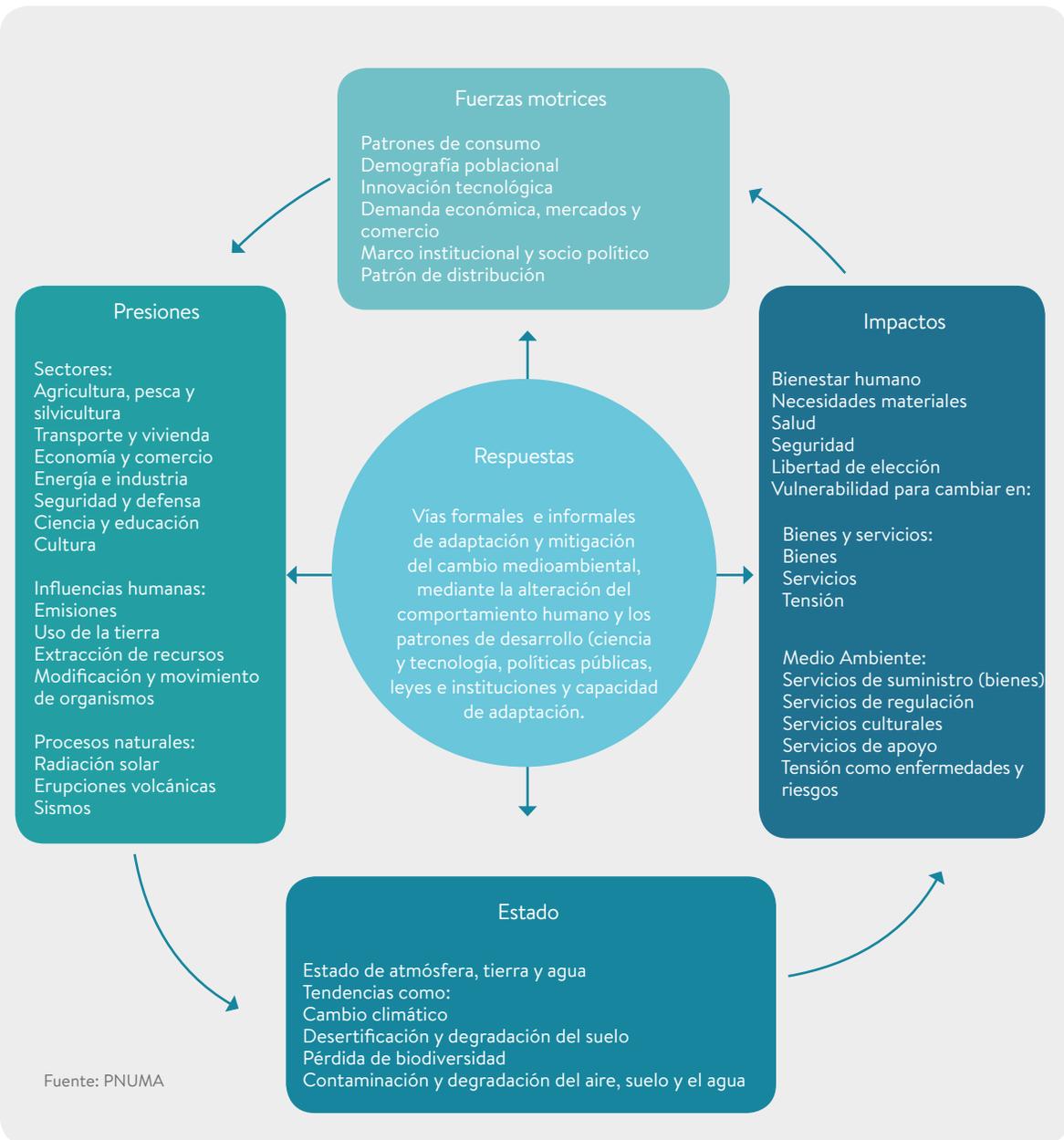
FUERZAS MOTRICES: se refieren a factores o variables indirectas que están detrás de las presiones más específicas que afectan al medio ambiente.

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.



AGRADECIMIENTOS

Este Segundo Informe del Estado del Medio Ambiente se enmarca en el proceso de las Evaluaciones Ambientales Integrales GEO 6 (Global Environmental Outlook, o Perspectivas del Medio Ambiente Mundial) que lidera el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente -(PNUMA).



El Ministerio del Medio Ambiente (MMA) agradece a la Oficina para América Latina y el Caribe del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, por la capacitación brindada al Comité Interinstitucional de Información Ambiental en la aplicación de la metodología de las Evaluaciones Ambientales Integradas y por la asistencia técnica brindada al Departamento de Información Ambiental de la División de información y Economía al Ambiental del MMA para la elaboración de este informe.

Santiago oriente | JOSÉ GERSTLE





FUERZAS MOTRICES

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	14
1 • SUPERFICIE NACIONAL	14
2 • POBLACIÓN DEL PAÍS	16
2.1 Población general	16
2.2 Población nacional por rango de edad y género	16
2.3 Población urbana/rural	16
2.4 Población migrante	21
2.5 Población flotante	23
3 • ANTECEDENTES SOCIALES Y ECONÓMICOS	24
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

INTRODUCCIÓN

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 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, a patrones migratorios y también antecedentes sociales y económicos que determinan los comportamientos de la población y su relación con los territorios que habitan.

Por su parte, la actividad productiva, así como el consumo de energía y el parque vehicular, son indicadores que muestran las presiones a los distintos componentes del medio ambiente.

1 • SUPERFICIE NACIONAL

La superficie total del país es de 2.006.066 km², los cuales se distribuyen en 15 regiones. Las regiones que presentan una mayor superficie son la Región de Magallanes y Antártica Chilena (68,9% del total nacional), la Región de Antofagasta (6,3% del total nacional) y la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo (5,4% del total nacional), las cuales en conjunto representan el 80,6% del total nacional. La región con la menor superficie es la Región Metropolitana de Santiago con 15.403 km², lo que representa un 0,77% del total nacional¹.

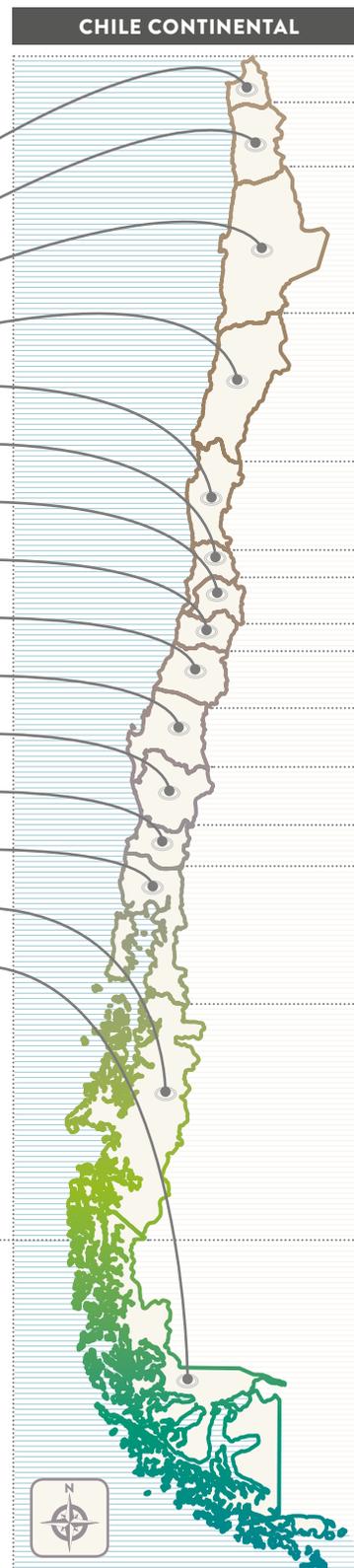
¹ Instituto Nacional de Estadísticas y Censo del año 2002.





TABLA 01

SUPERFICIE NACIONAL POR REGION (KM ²)	
REGIÓN	SUPERFICIE (KM ²)
Arica y Parinacota	16.873
Tarapacá	42.226
Antofagasta	126.049
Atacama	75.176
Coquimbo	40.580
Valparaíso	16.393
Metropolitana	15.403
O'Higgins	16.387
Maule	30.269
Bíobío	37.069
Araucanía	31.842
Los Ríos	18.430
Los Lagos	48.584
Aysén	108.494
Magallanes y Antártica Chilena	1.382.291
TOTAL	2.006.066

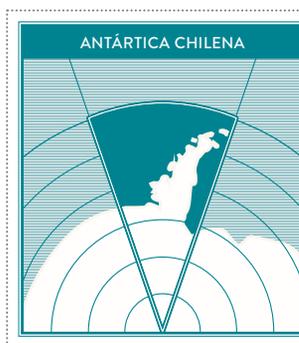


Fuente: INE, 2007.

SUPERFICIE
311 KM²



SUPERFICIE
1.250.257,6 KM²



2 • POBLACIÓN DEL PAÍS

2.1 Población general

La población total estimada para el año 2015 es de 18.006.407 habitantes, siendo la Región Metropolitana la que concentra el mayor número de ellos con aproximadamente 7.314.176 habitantes, lo que representa el 41% de la población nacional².

En la **Figura 1** se presenta la evolución de la población del país desde el año 2000 hasta el año 2015, destacando el crecimiento constante y sostenido. Este incremento, comparado con otros países de la región como Argentina, Brasil y Colombia, resulta más elevado, ya que las tasas de crecimiento de población de estos países han ido decreciendo, o se han mantenido estables durante los últimos años³.

2.2 Población nacional por rango de edad y género

Al año 2015 el 51% de la población eran mujeres y el 49% hombres. Del total, la mayor cantidad de la población se encuentra en un rango etario de entre 20 y 50 años (51%). Por su parte, la tercera edad representa el 10% de la población y está constituida principalmente por mujeres (75%). Al realizar un análisis de la población de más de 80 años, los resultados son similares, las mujeres representan el 65% de la población⁴ (INE, 2016).

En la **Figura 2** se presenta la estructura de la población nacional según rango etario y género.

2.3 Población urbana/rural

La composición urbano/rural de la población es un factor que puede influenciar significativamente en el uso de los recursos naturales y las demandas sobre servicios e infraestructura.

Durante el siglo XX la población chilena sufrió un acelerado proceso de urbanización y redistribución territorial, transformando a una sociedad de marcado carácter rural en una predominantemente urbana. Durante la década de 1930, por primera vez, la población rural dejó de crecer y la urbana aceleró su crecimiento, expandiéndose la ciudad hacia terrenos agrícolas (MINVU, 2004). Este proceso de cambio se vio reflejado en los resultados del Censo de Población del año 1940, donde las cifras oficiales registran mayor cantidad de habitantes en zonas urbanas, superando a la población rural con un 52,5% de la población versus un 47,5%.

Se trata del inicio del aceleramiento del proceso de urbanización en el país, el cual se agudizó durante las décadas del sesenta y setenta, perfilando la estructura del país en esta dirección.

De acuerdo con las cifras oficiales, actualmente del total de la población chilena un 87% vive en áreas urbanas (15.729.803 personas). Como se aprecia en la **Tabla 2**, la Región de Antofagasta presenta el mayor índice de población urbana con un 98%, seguido por la Región Metropolitana con un 97% sobre el total de su población. Por el contrario, la población nacional que actualmente vive en áreas rurales sólo representa el 13% de la población total, concentrándose principalmente en las regiones del Maule y de la Araucanía, las cuales presentan índices de ruralidad de un 32%.

² Proyecciones del INE en base a Censo 2002.

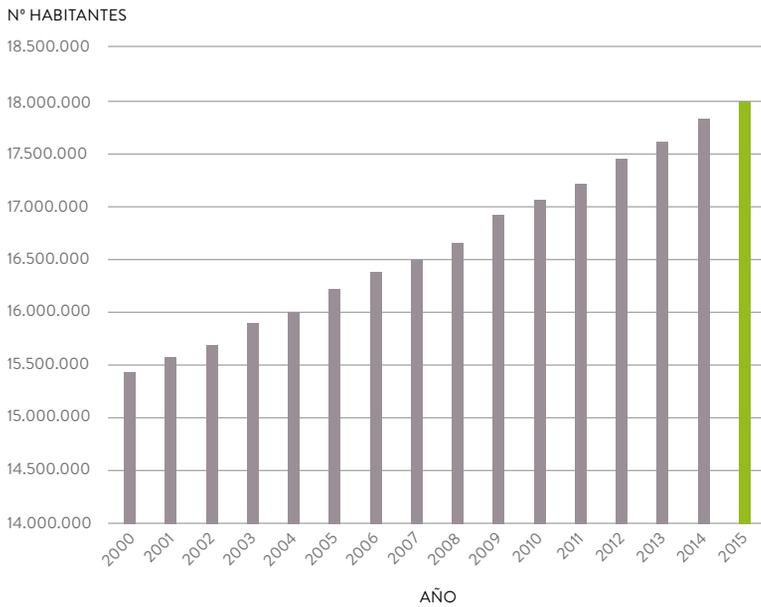
³ Según datos del Banco Mundial la tasa de crecimiento poblacional, entre el año 2011 y 2014, se ha mantenido en 1.0 para Argentina y ha disminuido de 1.0 hasta 0.9 para Brasil y Colombia. Chile se presenta con una tasa constante de 1.0.

⁴ Instituto Nacional de Estadísticas. Comunas: Actualización de población 2002-2012 y proyecciones 2013-2020.



FIGURA 01

EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN TOTAL A NIVEL PAÍS



Fuente: INE, 2016.

POBLACIÓN ESTIMADA

Para el año 2015 en Chile

18.006.407
HABITANTES

En la Región Metropolitana

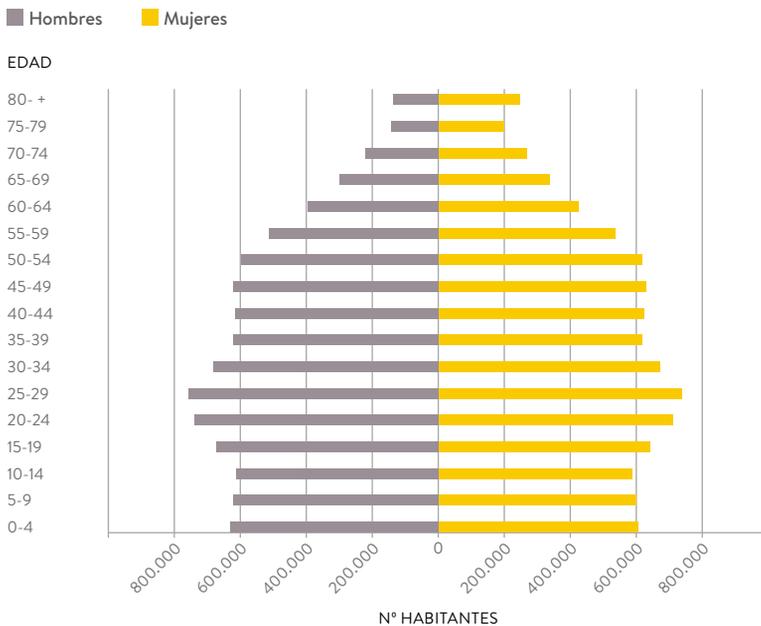
7.314.176
HABITANTES

RM 41%



FIGURA 02

POBLACIÓN NACIONAL POR RANGO DE EDAD Y GÉNERO AL AÑO 2015



Fuente: INE, 2016.

AL AÑO 2015

51% ♀
MUJERES

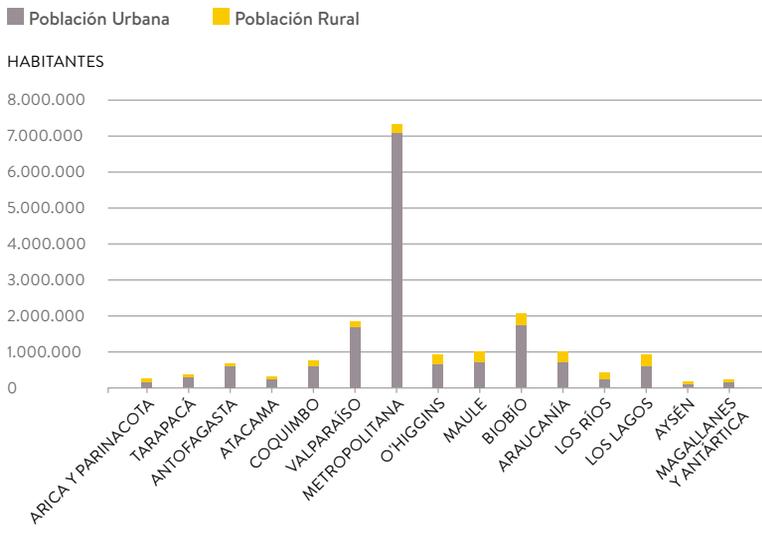
49% ♂
HOMBRES



Actividad productiva | JOSÉ GERSTLE

FIGURA 03

DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN URBANA/RURAL POR REGIÓN



Fuente: MMA, 2015 en base a datos de INE, Chile. Proyecciones y estimaciones de población por sexo y edad (1990-2020).

TABLA 02

POBLACIÓN URBANA/RURAL DE CHILE POR REGIÓN					
REGIÓN	TOTAL	URBANA	%	RURAL	%
Arica y Parinacota	239.126	223.630	93,52	15.496	6,48
Tarapacá	336.769	322.133	95,65	14.636	4,35
Antofagasta	622.640	609.380	97,87	13.260	2,13
Atacama	312.486	287.448	91,99	25.038	8,01
Coquimbo	771.085	622.218	80,69	148.867	19,31
Valparaíso	1.825.757	1.675.701	91,78	150.056	8,22
Metropolitana	7.314.176	7.092.988	96,98	221.188	3,02
O'Higgins	918.751	659.675	71,80	259.076	28,20
Maule	1.042.989	708.228	67,90	334.761	32,10
Bíobío	2.114.286	1.744.051	82,49	370.235	17,51
Araucanía	989.798	676.429	68,34	313.369	31,66
Los Ríos	404.432	278.957	68,98	125.475	31,02
Los Lagos	841.123	587.646	69,86	253.477	30,14
Aysén	108.328	88.518	81,71	19.810	18,29
Magallanes y Antártica Chilena	164.661	152.801	92,80	11.860	7,20
TOTAL	18.006.407	15.729.803	87,36	2.276.604	12,64

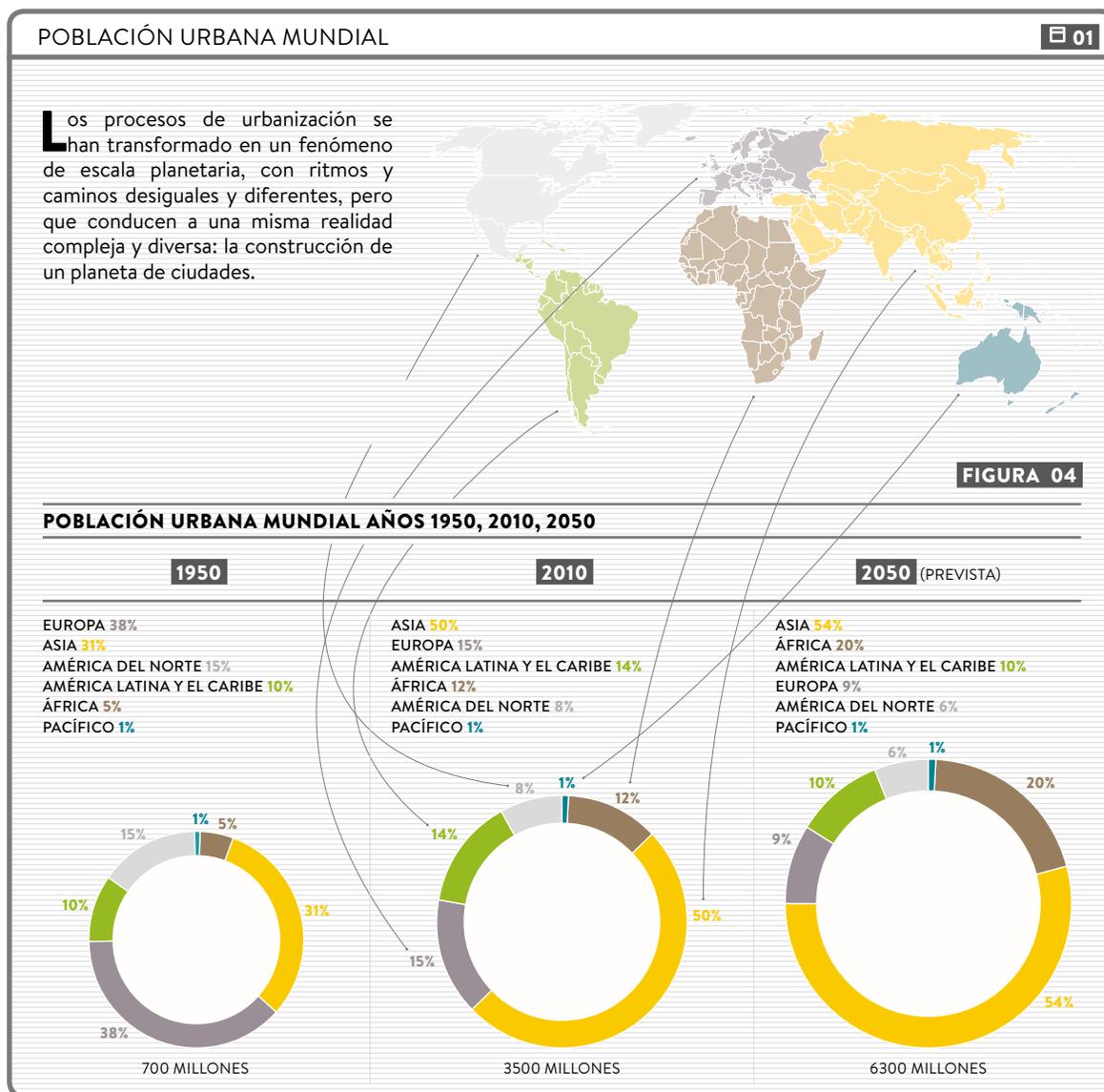
Fuente: INE, 2016.



Ciudad | VICTORIA CÁRCAMO

La tasa de urbanización de nuestro país (87%) es alta en relación a la tasa mundial (51%). Sin embargo, es comparable a la que presentan otros países de América Latina y el Caribe (79%) y países miembros de la OCDE (77%) (MINVU, 2013).

La concentración de la población en asentamientos urbanos puede facilitar el desarrollo económico y social, así como ofrecer oportunidades para mitigar los efectos negativos del consumo y de la producción en el medio ambiente. Sin embargo, el crecimiento urbano acelerado, y no planificado, amenaza al desarrollo sostenible cuando la infraestructura necesaria no se desarrolla adecuadamente, o cuando las políticas no se enfocan en la protección del medio ambiente y aseguran que los beneficios de vivir en la ciudad se distribuyan de forma equitativa.



Fuente: UNICEF, 2012.



2.4 Población migrante

Uno de los fenómenos demográficos que el país ha experimentado de manera creciente, ha sido el aumento de la población inmigrante. Para el año 2014 se estimó que dicha población alcanzó el 2,3% respecto de la población total (Figura 5).

En los últimos 15 años los permisos de residencia definitiva para extranjeros se han quintuplicado. Estos nuevos residentes provienen principalmente de países de América del Sur como Perú, Argentina, Colombia y Bolivia (Figura 6).

La población de migrantes se caracteriza por una presencia mayoritaria de mujeres, cerca del 53% (Ministerio del Interior y Seguridad Pública, 2016), y con una fuerte concentración en la Región Metropolitana y las regiones del norte (Figura 7). No obstante, la inserción laboral ha sido precaria, estando 1 de cada 4 migrantes en situación de pobreza y un 24% de ellos en condiciones de hacinamiento (Ministerio de Desarrollo Social, 2013).

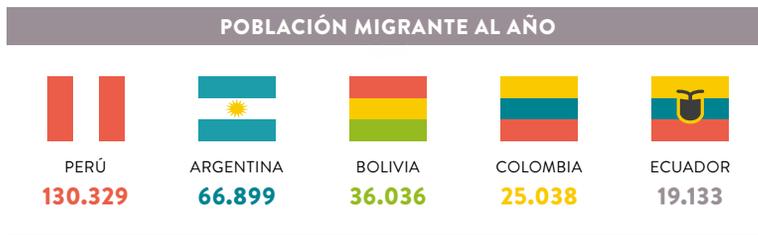
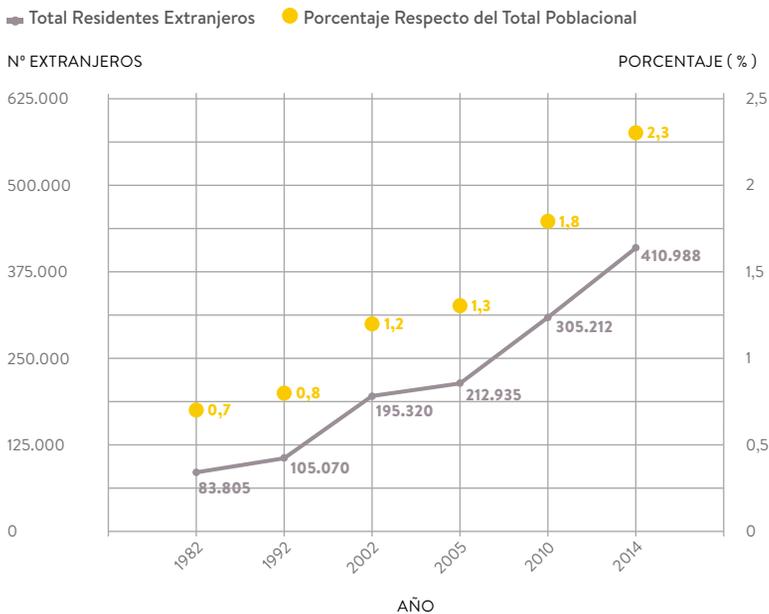


FIGURA 05

ESTIMACIÓN DE RESIDENTES EXTRANJEROS EN CHILE, 1982-2014



Fuente: Ministerio del Interior y Seguridad Pública, 2016.

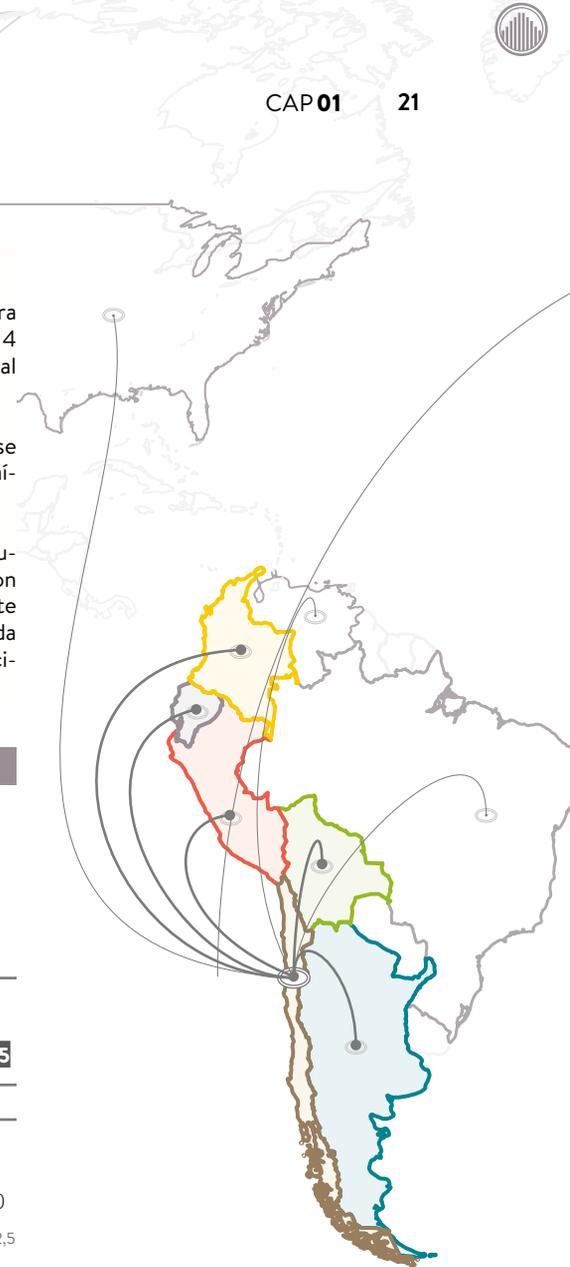
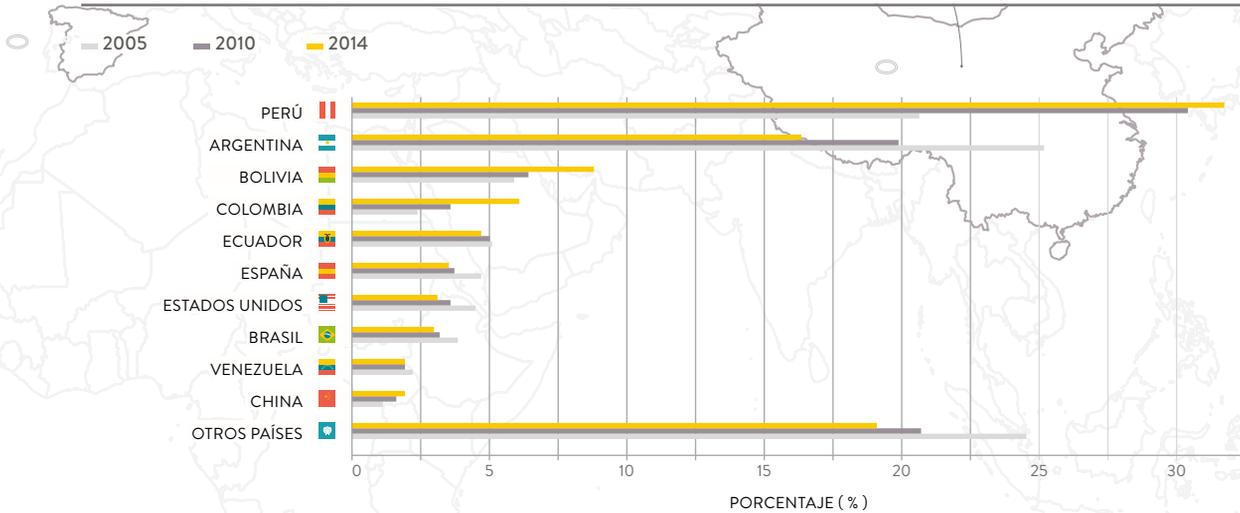


FIGURA 06

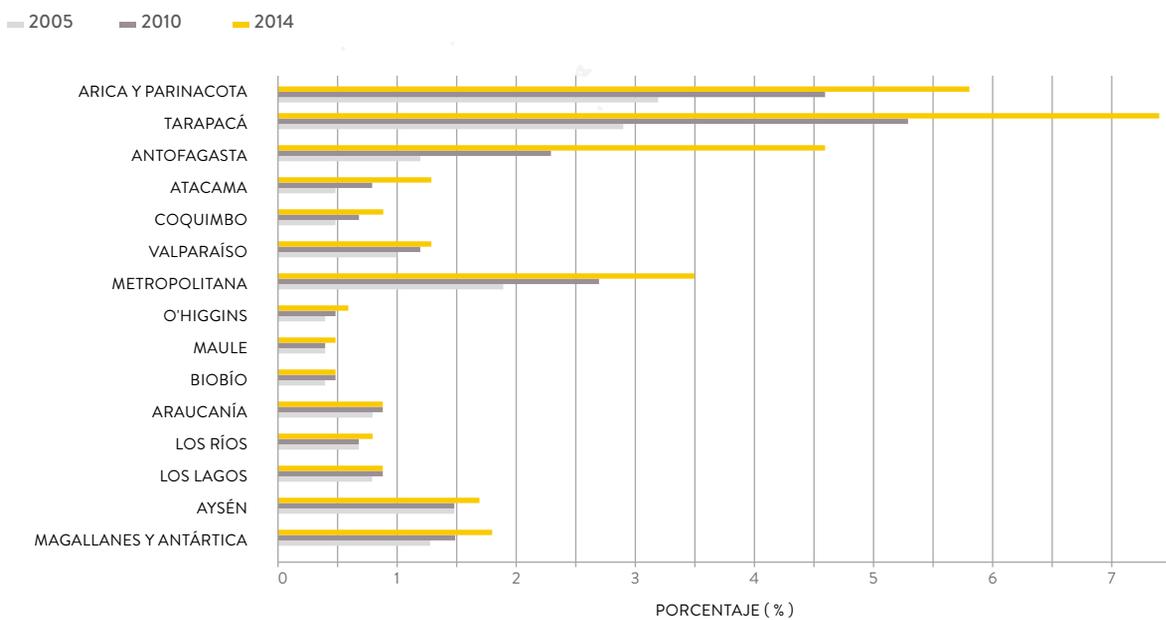
MIGRACIÓN EN CHILE: LAS 10 COMUNIDADES DE MIGRANTES CON MAYOR MAGNITUD, 2005-2014



Fuente: Ministerio del Interior y Seguridad Publica, 2016.

FIGURA 07

MIGRACIÓN EN CHILE: PORCENTAJE INTERNO DE MIGRANTES SEGÚN REGIÓN, 2005-2014



Fuente: Ministerio del Interior y Seguridad Publica, 2016.



2.5 Población flotante

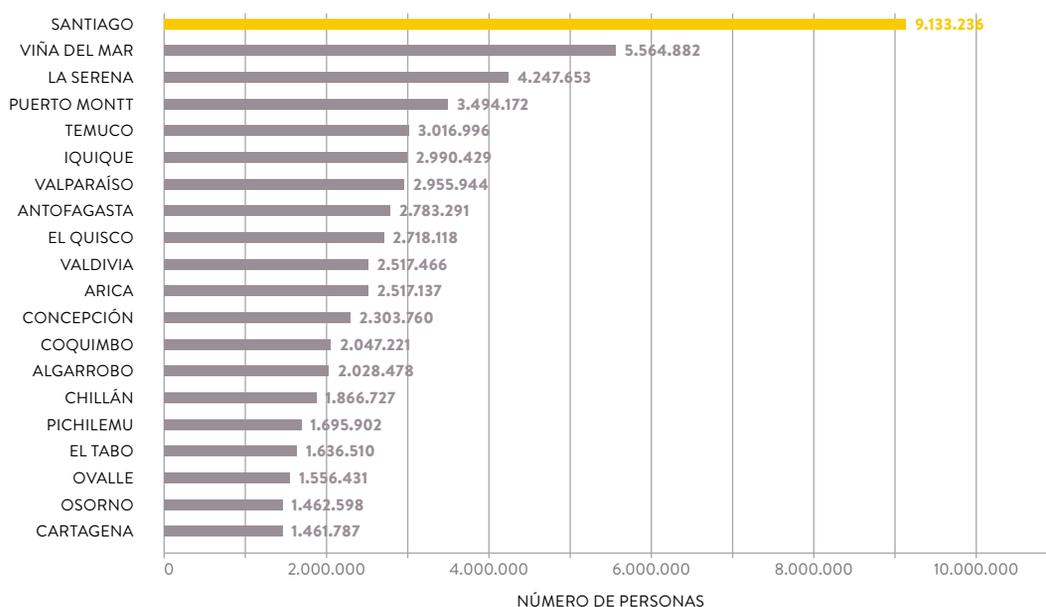
El crecimiento repentino de la población en una determinada época del año, la llamada población flotante, puede tener consecuencias negativas sobre el medio ambiente. Por este motivo es relevante conocer la cantidad de personas que frecuentan una ciudad o comuna sin ser residentes, y en qué período del año lo hacen. La población flotante se determina a partir de la suma de las personas que no siendo residentes habituales se encuentran en una ciudad, ya sea alojando en un establecimiento turístico, casa de familiares, residencia, casa o departamento arrendado, o simplemente estando por el día en la ciudad.

Las ciudades con mayor población flotante se denominan comunas turísticas. Esta clasificación es desarrollada por el Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR), y se utiliza como uno de los criterios en la distribución del Fondo Común Municipal (FCM), lo que corresponde a la principal fuente de financiamiento de los municipios.

La comuna con mayor población flotante en el país es Santiago. Otras ciudades con alta población flotante, por lo general, corresponden a las comunas costeras, las cuales concentran su mayor cantidad de población en la época de verano.

FIGURA 08

VEINTE COMUNAS CON MAYOR POBLACIÓN FLOTANTE TURÍSTICA, AÑO 2013



Fuente: Servicio Nacional de Turismo, 2013.

3 • ANTECEDENTES SOCIALES Y ECONÓMICOS

El ingreso promedio mensual autónomo en el hogar, para 2015, a nivel nacional, es de CLP \$832.072, siendo la Región Metropolitana, con CLP \$1.063.00, la región con mayor ingreso promedio, y la Región de La Araucanía, con CLP \$551.000, la región con menor ingreso⁶.

A pesar del crecimiento sostenido de los ingresos, el nivel de pobreza es alto. En el año 2015 el 19,1% de la población vive bajo la línea de pobreza⁷. Para realizar este cálculo se utilizó una nueva metodología que no solo considera el ingreso en los hogares, como se venía haciendo, sino que se incluyen otros factores como la educación, trabajo, seguridad social y vivienda. Esto es lo que se conoce como pobreza multidimensional⁸. Asimismo, al agregar una nueva dimensión, que incluye el entorno y las redes, el porcentaje de población en situación de pobreza llega al 20,9%.

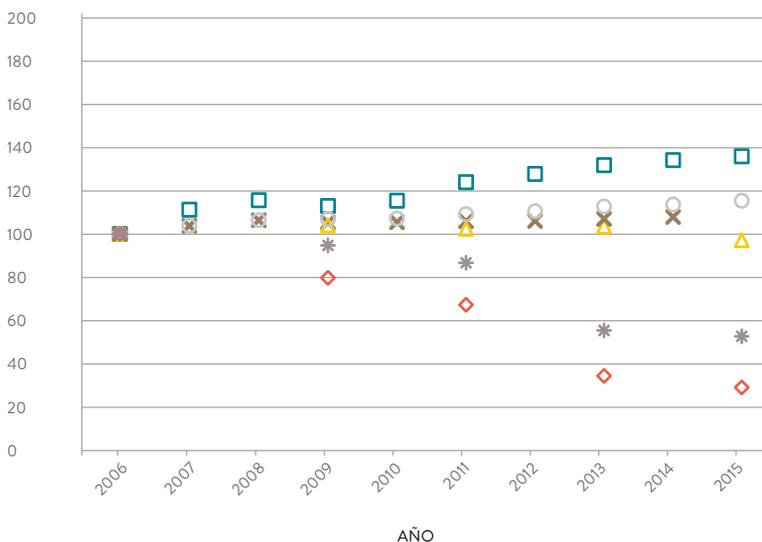
Por otra parte, el Producto Interno Bruto (PIB) del país ha experimentado un crecimiento sostenido (**Figura 9**). En 2015 el PIB per cápita alcanzó US\$22.197 ppp dólares anual⁹. La actividad económica que más aporta a nivel nacional es la de servicios financieros y empresariales con alrededor del 19%, pero existen zonas donde predominan otras actividades, como es el caso de la zona norte, donde prevalece la minería. En la Región de Antofagasta es donde se concentra la mayor actividad minera del país, representando un 61% de su PIB.

FIGURA 09

COMPARACIONES DE LAS VARIACIONES DEL PIB, POBREZA, GINI E IDH

■ PIB ▲ GINI ✕ IDH * Pobreza ◆ Pobreza Extrema ○ Población

ÍNDICE 2006=100



Fuente: **PIB**: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, datos al año 2015; **IDH**: Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), disponible al año 2014; **GINI**: Informes CASEN, a 2015; **Pobreza Extrema**: Informes CASEN, 2015; **Pobreza**: Informes CASEN, al año 2015; **INE**: Proyecciones de Población, Censo 2002.

⁶ Ministerio de Desarrollo Social (CASEN) 2015. Evolución y distribución del ingreso de los hogares 2006-2015.

⁷ Ibid.

⁸ Ibid.

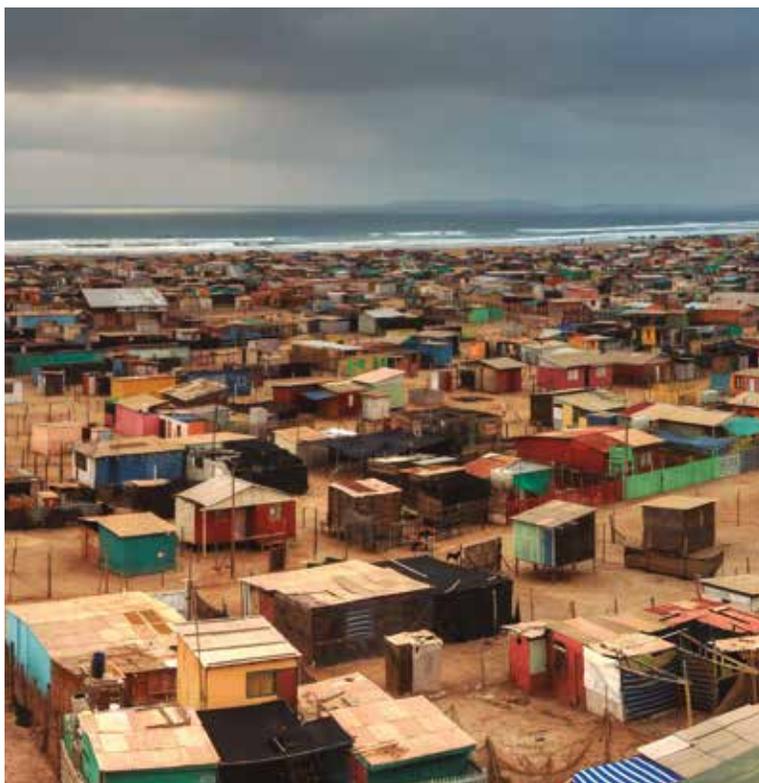
⁹ PIB per cápita corregido por paridad de poder de compra (ppp). Datos disponibles en OECD. Stat. <http://stats.oecd.org>

Pese a ello, el crecimiento del país no se ha traducido en un mejoramiento en la distribución de la riqueza. Chile presenta altas y persistentes tasas de desigualdad. Sin embargo, de acuerdo con los resultados de la Encuesta CASEN 2015, en relación al coeficiente de Gini ¹⁰, se aprecia una disminución "moderada y estadísticamente significativa de la desigualdad en la distribución del ingreso autónomo —generado por los hogares—, como monetario —ingreso autónomo más subsidios entregados por el Estado— "(Ministerio de Desarrollo Social, 2015) ¹¹.

Por otra parte, si consideramos otros indicadores como el Índice de Desarrollo Humano de 2015 (IDH), desarrollado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Chile alcanza un índice de 0,832, siendo uno de los puntajes más altos de América Latina. Se observa también que existe una mejoría continua en el índice. Si bien éste es un buen indicador para medir el desarrollo humano, si se considera en la variable desigualdad el puntaje desciende a 0,672, lo que vuelve a mostrar que la desigualdad es una de las principales problemáticas para el desarrollo del país.

¹⁰ El coeficiente de Gini es una medida de concentración de ingresos entre los individuos de una región, en un determinado período. Toma valores entre 0 y 1, donde 0 indica que todos los individuos tienen el mismo ingreso y 1 indica que sólo un individuo tiene todo el ingreso. El índice de Gini es el coeficiente de Gini expresado en porcentaje, y es igual al coeficiente de Gini multiplicado por 100.

¹¹ Ministerio de Desarrollo Social. Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN). Evolución y distribución del ingreso de los hogares 2006-2015.



ÍDH

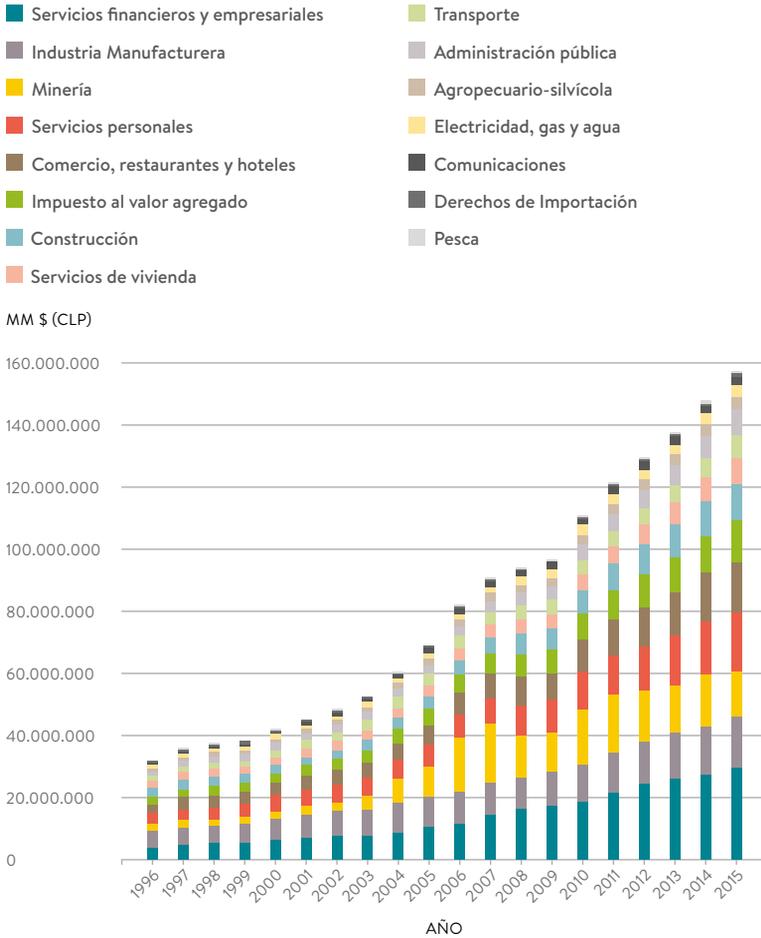
El Índice de Desarrollo Humano es un indicador social estadístico elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el cual está compuesto por la integración de 3 parámetros principales:

- (i) vida larga y saludable,**
- (ii) educación**
- (iii) nivel de vida digno**

Estos parámetros son medidos con información sobre esperanza de vida al nacer, tasa de alfabetización, años de educación obligatoria para educación, tasa bruta de educación, combinada en educación primaria, secundaria y superior, y el PIB per cápita de cada uno de los países en los cuales se aplicará el índice (MMA, 2011).

FIGURA 10

PRODUCTO INTERNO BRUTO POR CLASE DE ACTIVIDAD ECONÓMICA series empalmadas, referencia 2008 (millones de pesos)



Fuente: MMA, en base a datos del INE, 1998-2015.

La actividad productiva que representa el mayor porcentaje del PIB es el sector de servicios financieros y empresariales, con un 19% (liderazgo que se ha mantenido desde 2005), seguido por la industria manufacturera, con un 11% y luego por la minería, con un 9%. Tal como se aprecia en la Figura 10.

PORCENTAJE DEL PIB

Servicios Financieros y Empresariales

19%

Industria Manufacturera

11%

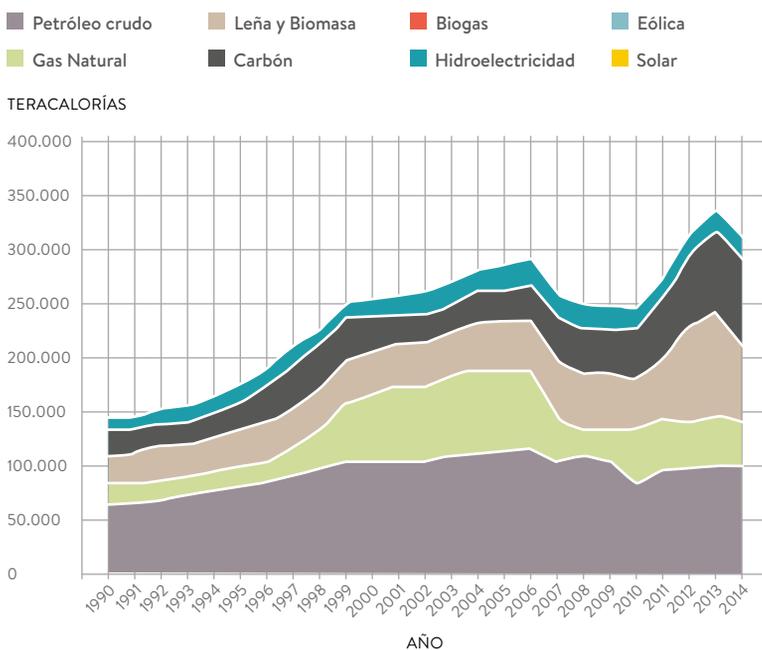
Minería

9%



FIGURA 11

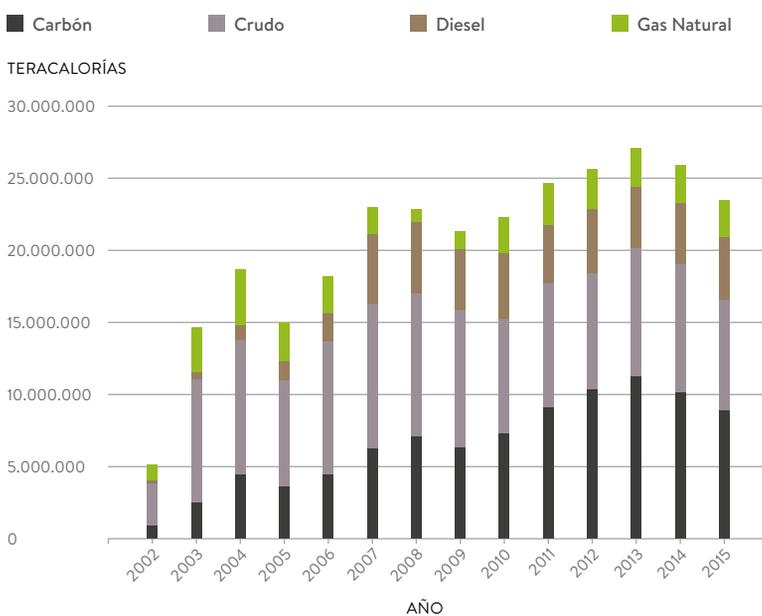
EVOLUCIÓN DEL CONSUMO BRUTO DE ENERGÍA PRIMARIA



Fuente: Balance Energético. Balance Nacional de Energía. <http://energiaabierta.cne.cl>

FIGURA 12

IMPORTACIONES DE HIDROCARBUROS



Fuente: Balance Energético. Balance Nacional de Energía. <http://energiaabierta.cne.cl>

En materia de consumo de energía primaria, en 2014 se registró un 6% menos de consumo que en 2013. Tal como ha sido la tendencia histórica, el petróleo crudo encabeza la lista de energéticos primarios de mayor consumo, seguido por el carbón y la leña y biomasa. Aproximadamente el 95% del petróleo que se consume es importado (Ministerio de Energía, s/f).

Si bien los energéticos renovables tienen una participación bastante minoritaria en el consumo bruto, es importante destacar el crecimiento constante que viene experimentando la energía eólica, la cual pasó de las 477 teracalorías en 2013 a 1.230 en 2014, lo que implicó un incremento del 157%.

HIDROCARBUROS

95%

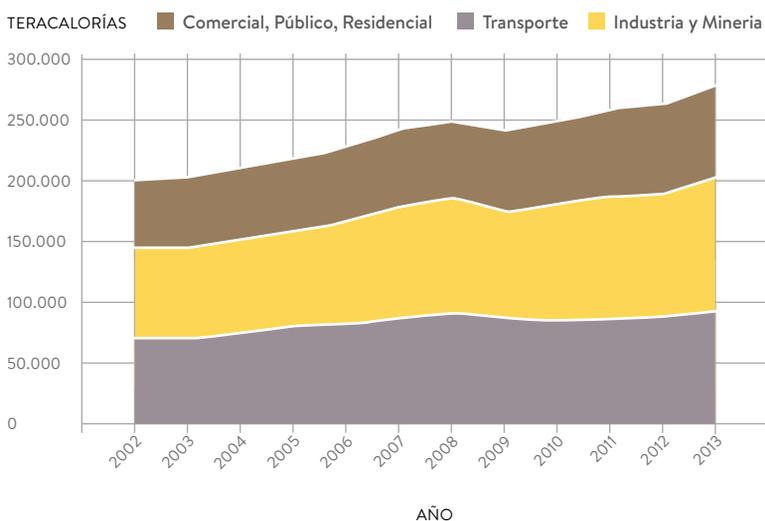
del petróleo que se consume es importado.

38%

de las importaciones del año 2015 fueron de carbón.

FIGURA 13

VARIACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO ENTRE 2002 Y 2013

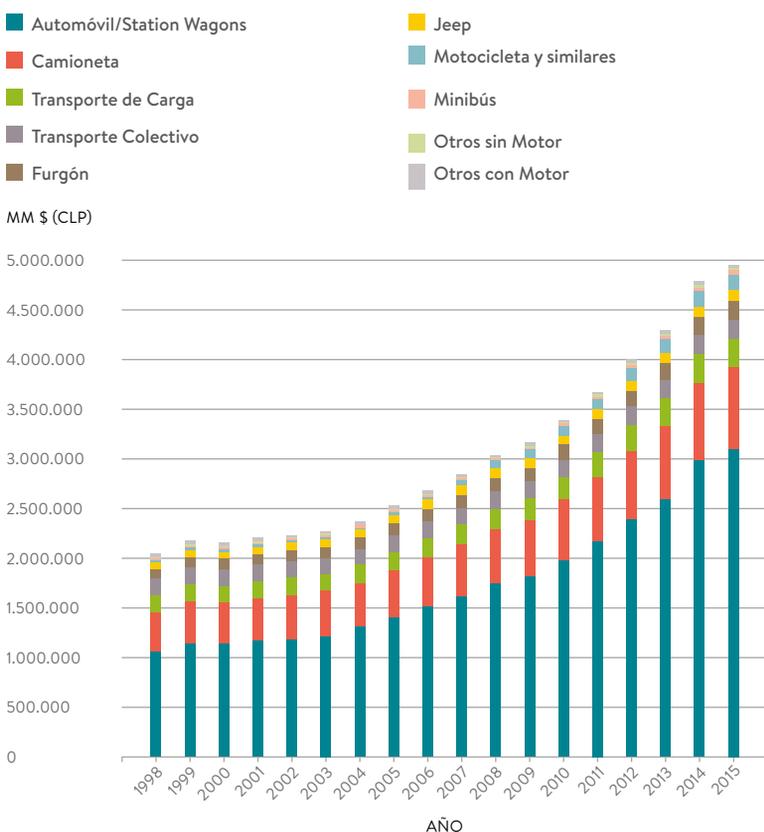


Fuente: Balance Energético. Balance Nacional de Energía.

<http://energiaabierta.cne.cl>

FIGURA 14

EVOLUCIÓN DE PARQUE DE VEHICULAR



Fuente: MMA, en base a datos INE 1998-2015

Al analizar los datos por sector productivo, en 2013 se puede apreciar que el mayor consumo energético lo concentra la industria y la minería (39%), seguido del transporte (34%), y en tercer lugar el consumo comercial, público y residencial (27%).

Por su parte, el parque vehicular muestra un crecimiento sostenido, del orden del 4% respecto a 2014. La categoría automóviles y station wagons representa alrededor del 60% del parque a nivel nacional.

PARQUE VEHICULAR

Total del parque vehicular nacional al año 2015

4.751.130

UNIDADES

Automóvil/Station Wagons

61,4%



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Banco Mundial, (2016). Datos crecimiento de la población. Obtenido del sitio web de:

<http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.GROW>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), (2014). Panorama Social de América Latina. Obtenido del sitio web: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37626/S1420729_es.pdf?sequence=6

Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2016 Demográficas y Vitales. Productos Estadísticos. Actualización población 2002-2012 y proyecciones 2013-2020. Comunas: Población estimada al 30 de junio por sexo y edad simple 2002-2020. Base de datos. Obtenido del sitio web de: http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/familias/demograficas_vitales.php

Instituto Nacional de Estadísticas (INE), (2007). Nuevas Regiones de Chile. Obtenido del sitio web de: http://www.ine.cl/filenews/files/2007/octubre/pdf/nuevas_regiones.pdf

Ministerio de Desarrollo Social, (2013). Encuesta de Caracterización Socioeconómica- CASEN. Inmigrantes. Síntesis de resultados. Obtenido del sitio web de: <http://www.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/btca/txtcompleto/midesocial/casen2013-inmigrantes.pdf>

Ministerio de Desarrollo Social, (2015). Encuesta de Caracterización Socioeconómica- CASEN. Resultados. Obtenido del sitio web de: <http://www.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/>

Ministerio de Interior y Seguridad Pública (2016). Migración en Chile 2005-2014. Obtenido del sitio web de: <http://www.extranjeria.gob.cl/media/2016/02/Anuario-Estad%C3%ADstico-Nacional-Migraci%C3%B3n-en-Chile-2005-2014.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente (MMA), (2011). Informe del Estado del Medio Ambiente. Obtenido del sitio web de: <http://www.mma.gob.cl/1304/w3-article-52016.html>
Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), (2004). Chile, Un siglo de políticas en Vivienda y Barrio. Obtenido del sitio web de: http://www.minvu.cl/opensite_20070411164518.aspx

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), (2013). Hacia una nueva política urbana para Chile. Elementos de Diagnóstico. Obtenido del sitio web de: <http://cndu.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/L3-Elementos-de-diagn%C3%B3stico.pdf>

Ortiz, J. y Morales, S. (2002). Impacto socioespacial de

las migraciones intraurbanas en entidades de centro y de nuevas periferias del Gran Santiago. EURE (Santiago). 2002, vol.28, n.85 [Versión electrónica]. Obtenido del sitio web de: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612002008500009

Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR), (2013). Seminario de Turismo Municipal. Población Flotante 2013. Obtenido del sitio web de: <http://www.academia.subdere.gov.cl/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=256>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), (2015). Todos juntos: ¿Por qué reducir la desigualdad nos beneficia? Obtenido el 21 de mayo de 2015 del sitio web de: <http://www.oecd.org/chile/OECD2015-In-It-Together-Highlights-Chile.pdf>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), (2015). OECD. Stat. Obtenido del sitio web de: http://stats.oecd.org/Index.aspx?DatasetCode=SNA_TABLE1

Fondo para la Infancia de las Naciones Unidas (UNICEF), (2012). Estado Mundial de la Infancia. Niñas y niños en un mundo urbano. Obtenido del sitio web de: http://www.unicef.org/spanish/sowc2012/pdfs/SOWC-2012-Main-Report-LoRes-PDF_SP_01052012.pdf

Tejedora, Achao | KARINA BAHAMONDE





GÉNERO Y MEDIO AMBIENTE

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	32
1 • ANTECEDENTES	32
2 • ACUERDOS DE LAS NACIONES UNIDAS RELATIVOS A LOS VÍNCULOS ENTRE GÉNERO Y MEDIO AMBIENTE, DESARROLLO SOSTENIBLE Y ECONOMÍA VERDE	34
3 • AVANCES Y DESAFÍOS ORIENTADOS A LA IGUALDAD DE GÉNERO EN CHILE	36
4 • GÉNERO Y MEDIO AMBIENTE EN CHILE - UNA APROXIMACIÓN	39
5 • ALGUNAS INICIATIVAS QUE FOMENTAN EL VÍNCULO ENTRE GÉNERO Y MEDIO AMBIENTE	40
5.1 Impulso al emprendimiento femenino	40
5.2 Fondo de Protección Ambiental (FPA)	42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

INTRODUCCIÓN

¿Por qué hablar de género y medio ambiente? ¿Por qué el medio ambiente debe mirarse desde la perspectiva o el enfoque de género? Para responder es imprescindible remitirse al concepto género, el cual hace alusión al componente social, cultural, político, a roles aprendidos, definidos y valorados en una sociedad. En este sentido, hace referencia a la diferencia, a la desigualdad que a lo largo de la historia, en distintos ámbitos, ha existido entre hombres y mujeres.

En este capítulo se muestra la relevancia que la igualdad de género tiene actualmente para lograr un desarrollo sostenible, así como los avances que Chile tiene en esta materia.

1 • ANTECEDENTES

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.

El enfoque de género no se refiere a adjudicar a las mujeres una relación especial con el medio ambiente¹ o una responsabilidad mayor, sino que por el contrario busca rescatar el rol de género, de estas pautas sociales, de las desigualdades y las consecuencias que ello tiene en la relación con el medio ambiente, así como en la construcción del desarrollo sostenible. Temas como el acceso, el uso y la propiedad de los recursos, por ejemplo, son relevantes y tienen consecuencias en materia ambiental, especialmente en la población más pobre. En este sentido, la perspectiva de género en el desarrollo sostenible implica el desarrollo de políticas estructurales, que permitan igualar la posición de las mujeres para lograr el desarrollo de sus capacidades, así como de participar en espacios de poder y decisión.

En la actualidad, la igualdad de género ya no es una lucha de un grupo reducido, por el contrario es un tema considerado estratégico para la sociedad. Tal como señala el Banco Mundial (2012), la igualdad de género es necesaria porque es un objetivo y un instrumento para el desarrollo.

De acuerdo con ONU-Mujeres, la entidad de las Naciones Unidas para la Igualdad de Género y el Empoderamiento de las Mujeres, “el mandato respecto a la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres está acordado universalmente por los Estados Miembros y engloba todos los ámbitos de la paz, el desarrollo y los derechos humanos. Los mandatos sobre la igualdad de género toman como base la Carta de las Naciones Unidas, la cual, de manera inequívoca, reafirmó la igualdad de derechos de mujeres y hombres”.

Con el objetivo de impulsar la aplicación de dicho mandato e ir avanzando en la “incorporación de una perspectiva de género” en las sociedades, ONU-Mujeres hace referencia a la Cuarta Conferencia Mundial sobre la Mujer (1995), en la cual esta incorporación fue declarada “como un enfoque fundamental y estratégico para alcanzar los compromisos en igualdad de género”. A raíz de lo convenido en esta Conferencia, el Consejo Económico y Social (ECOSOC) de las Naciones Unidas definió en 1997 que la incorporación de una perspectiva de género es “el proceso de evaluación de las consecuencias para las mujeres y los hombres de cualquier actividad planificada, inclusive las leyes, políticas o programas, en todos los sectores y a todos los niveles”.

IGUALDAD DE GÉNERO

La perspectiva de género en el desarrollo sostenible implica el desarrollo de políticas estructurales, que permitan igualar **la posición de las mujeres para lograr el desarrollo de sus capacidades, así como de participar en espacios de poder y decisión.**

“La búsqueda de la igualdad de género es un elemento central de una visión de la sostenibilidad en la cual **cada miembro de la sociedad respeta a los demás y desempeña un papel que le permite aprovechar su potencial al máximo**”.

¹ La corriente llamada *ecofeminismo* que se desarrolló en los años 70' y 80' planteaba que las mujeres tenían una relación especial con el medio ambiente.



Si bien en materia de medio ambiente no existen mediciones globales que permitan evaluar los impactos de la desigualdad de género, existe un índice que realiza el Foro Económico Mundial que mide la brecha de género en base a cuatro pilares: las oportunidades económicas, la salud, la educación y el empoderamiento político. De acuerdo al Informe 2015, la brecha de género respecto a 2006, cuando comenzó a medirse, aún no se cierra y pese a los avances, temas como el escenario económico y el ámbito político muestran los más lentos progresos. En el caso de las oportunidades económicas se estima que la brecha tardaría unos 113 años en cerrarse.

01

IGUALDAD DE GÉNERO

La igualdad de género implica que todos los seres humanos, tanto hombres como mujeres, tienen la libertad para desarrollar sus habilidades personales y para hacer elecciones sin estar limitados por estereotipos, roles de género rígidos, o prejuicios. Comprende la igualdad de derechos, responsabilidades y oportunidades de mujeres y hombres, niñas y niños, para lo cual deben considerarse los intereses, aspiraciones y necesidades específicas de las mujeres y de los hombres, siendo valoradas y favorecidas de la misma manera (ONU Mujeres).

La igualdad de género, como meta, en muchas ocasiones requiere de políticas basadas en la discriminación positiva hacia las mujeres. Tal como afirma Cristina Maoño² (s/f) “debido a las desigualdades existentes entre ambos, dar un trato igualitario a mujeres y hombres no es suficiente para lograr metas igualitarias; más bien al contrario, un tratamiento igual en un contexto de desigualdad puede contribuir a perpetuar la falta de igualdad original”.



² Cristina Maoño, ha participado en la elaboración de varios conceptos relativos al género, las mujeres y las agencias de desarrollo.

2 • ACUERDOS DE LAS NACIONES UNIDAS RELATIVOS A LOS VÍNCULOS ENTRE GÉNERO Y MEDIO AMBIENTE, DESARROLLO SOSTENIBLE Y ECONOMÍA VERDE

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, celebrada en Estocolmo (Suecia) en 1972, que estuvo enfocada en el deterioro del medio ambiente y la contaminación fronteriza, no hizo mención específica a la mujer. Sin embargo, se puede deducir que el término “hombre” cubría tanto a los hombres como a las mujeres. La Declaración de Principios expresa que “... el hombre tiene el derecho fundamental a la libertad, la igualdad y el disfrute de condiciones de vida adecuadas en un medio de calidad tal que le permita llevar una vida digna y gozar de bienestar, y tiene la solemne obligación de proteger y mejorar el medio para las generaciones presentes y futuras”.

Veinte años más tarde, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), más conocida como la “Cumbre para la Tierra”, celebrada en Río de Janeiro (Brasil) en 1992, puso el énfasis en las actividades socio-económicas humanas y su impacto negativo en el medio ambiente, así como también la incidencia del medio ambiente en las actividades socio-económicas. En cuanto al vínculo entre mujeres y medio ambiente, el Principio 20 (de un total de 27) señala que: “las mujeres desempeñan un papel fundamental en la ordenación del medio ambiente y en el desarrollo. Es por tanto, imprescindible contar con su plena participación para lograr el desarrollo sostenible”.

Posteriormente, la Declaración de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible, adoptada en 2002 en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, subraya de manera más enfática el carácter transversal de la participación de la mujer en todos los ámbitos del desarrollo. La declaración, titulada “Desde nuestro origen hasta el futuro”, expresa en el punto 20: “... nos comprometemos a asegurar que la potenciación y emancipación de la mujer y la igualdad de género se integren en todas las actividades que abarca el Programa 21, los Objetivos de Desarrollo del Milenio y el Plan de Aplicación de las Decisiones de la Cumbre”.

Por su parte, el documento “El futuro que queremos”, fruto de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, celebrada en Río de Janeiro en 2012 (Río+20), señala brevemente la importancia de las mujeres en el contexto de la economía verde y dedica un capítulo específico al desafío que dice relación con “La igualdad entre los géneros y el empoderamiento de las mujeres”. Los estados firmantes del documento reconocen los avances lo-



grados, sin embargo, destacan asimismo que el potencial de las mujeres para contribuir al desarrollo sostenible no ha sido aprovechado plenamente, entre otras razones, por “la persistencia de las desigualdades sociales, económicas y políticas”.

Cabe destacar que por una parte, han sido las conferencias de las Naciones Unidas sobre el desarrollo sostenible las que destacaron la importancia de la participación activa de las mujeres en el camino hacia el desarrollo sostenible. Por otra parte, las conferencias de las Naciones Unidas orientadas al fomento de la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres, incorporaron el medio ambiente como un ámbito de especial preocupación. Así quedó de manifiesto en la Cuarta Conferencia Mundial sobre la Mujer, celebrada en 1995 en Beijing, China, en la cual fueron adoptadas la Declaración y la Plataforma de Acción. Dicha plataforma contiene amplios compromisos relativos a “12 esferas de especial preocupación”, entre las cuales se encuentra “La mujer y el medio ambiente”. Los tres objetivos estratégicos, acompañados de una serie de medidas a implementarse, son los siguientes:

- ▶ **Objetivo estratégico K.1.:** Lograr la participación activa de la mujer en la adopción de decisiones relativas al medio ambiente en todos los niveles.
- ▶ **Objetivo estratégico K.2.:** Integrar las preocupaciones y perspectivas de género en las políticas y programas en favor del desarrollo sostenible.
- ▶ **Objetivo estratégico K.3.:** Fortalecer o establecer mecanismos a nivel regional, nacional e internacional para evaluar los efectos de las políticas de desarrollo y medio ambiente en la mujer.

En el contexto de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, la cual contempla 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), ONU-Mujeres expresa que “alcanzar el máximo potencial humano y el desarrollo sostenible no será posible si la mitad de la población mundial sigue sin poder acceder al ejercicio pleno de sus derechos humanos y sus oportunidades”, añadiendo que “la agenda incluye un objetivo transformador e independiente sobre la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres y niñas, además de metas sensibles al género en otros 11 objetivos” (ONU-Mujeres, 2015).

Pero al mismo tiempo, la firma y ratificación de los acuerdos de las Naciones Unidas relativos a género y medio ambiente, desarrollo sostenible y economía verde, adoptados en el transcurso de las dos últimas décadas, carecen de indicadores que permitan supervisar la implementación de los compromisos a nivel de cada país. Como señala la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), los gobiernos se reúnen para establecer mandatos internacionales con el objetivo de que la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres sean una temática clave en la toma de decisiones ambientales y el desarrollo sostenible. Sin embargo, la falta de mecanismos para monitorear y medir los avances de los gobiernos ha contribuido a la escasa o inexistente implementación de estos acuerdos internacionales. Con la intención de subsanar la ausencia de indicadores, la UICN está desarrollando (con el apoyo del gobierno de Suiza) un proyecto orientado a la elaboración de indicadores específicos para “Medio Ambiente y Género”.

Por otra parte, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) está desarrollando, en el marco del *Global Environment Outlook* GEO, indicadores desagregados por sexo para 12 temáticas ambientales, tales como eficiencia de recursos, consumo y producción sustentables, energía, biodiversidad, cambio climático y economía verde, incluyendo el empleo decente (UNEP).

3 • AVANCES Y DESAFÍOS ORIENTADOS A LA IGUALDAD DE GÉNERO EN CHILE

Con el retorno a la democracia en 1990, la temática de la igualdad de género fue instalada como un asunto de política pública. De hecho, en enero de 1991 fue creado el Servicio Nacional de la Mujer (SERNAM), cuya misión fue definida como “promover en la sociedad la igualdad, autonomía, equidad, no discriminación y una vida libre de violencia para las mujeres en toda su diversidad, y la implementación de políticas, planes y programas que transversalicen la equidad de género en el Estado”.

La institucionalidad en esta materia ha sido reforzada recientemente, con la creación del Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género (Ley 20.820), el cual reemplaza al actual SERNAM. Para la Presidenta Michelle Bachelet —quien fue la primera mujer en Chile en ocupar la Presidencia de la República—, la igualdad de género es un tema transversal integral, mirada reforzada por su labor ejercida como directora de ONU-Mujeres (2010-2014).

Entre los planes, programas, reformas legales e iniciativas que han sido implementadas desde los años 90, con el objeto de disminuir las brechas de desigualdad del país, figuran los Planes de Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres, la Agenda de Género del Gobierno, el Programa Mujer y Trabajo, el Programa Mujeres Jefas de Hogar, la ley que tipificó el femicidio, la reforma del sistema electoral que garantiza que mujeres y hombres tengan como mínimo el 40% y como máximo el 60% en la lista de las candidaturas al Parlamento. Por otra parte, el Consejo de Ministros y Ministras por la Igualdad de Género institucionalizó la labor de los encargados de género en cada uno de los ministerios, servicios, seremis y empresas públicas.

En 2000 Chile suscribió la Declaración del Milenio, que incluía entre sus objetivos promover la igualdad entre los géneros y la autonomía de la mujer; de acuerdo con el cuarto informe del país (2014), Chile cumplió la meta del acceso paritario a todos los niveles de educación. Así mismo el informe consigna que en el primer trimestre de 2014 se alcanzó una tasa de 48,5% de participación laboral femenina, que si bien se considera un progreso para el país, es inferior al 52% del promedio en América Latina.

En cuanto a la participación en el Parlamento, de un total de 158 escaños sólo 25 cargos son ocupados por mujeres, 19 en la Cámara de Diputados (120 escaños) y 6 en el Senado (38 escaños). De esta manera, la representación parlamentaria llega sólo al 15,8%, en circunstancias que la meta era de un 40%. De acuerdo con el informe, este porcentaje evidencia la desigualdad de género existente en el país, donde el 50,5% de la población está constituida por mujeres.

A pesar de los esfuerzos realizados y avances logrados hasta ahora, aún se presentan grandes desafíos. De acuerdo con *The Global Gender Gap Report*, del Foro Económico Mundial, que mide la brecha entre hombres y mujeres en cuanto a oportunidades económicas, educación, salud y representación política, a Chile le queda mucho camino por recorrer, y más aún, los logros alcanzados no han podido ser mantenidos. En 2012 Chile ocupó el lugar 87 en el ranking de este índice, retrocediendo al lugar 91 en 2013. En 2014, se produjo un llamativo avance, logrando la posición 66 entre un total de 142 países. Sin embargo, en 2015 retrocedió nuevamente quedando en el lugar 73 entre 145 países.

Por su parte, el Observatorio de Igualdad de Género de América Latina y el Caribe (OIG) de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) trabaja desde 2009 con indicadores de las tres dimensiones de la autonomía de las mujeres: autonomía económica, autonomía física y autonomía en la toma de decisiones. Estas tres dimensiones permiten monitorear y analizar la situación en cuanto a la igualdad de género (CEPAL, 2012).

MINISTERIO DE LA MUJER Y EQUIDAD DE GÉNERO

La institucionalidad en esta materia ha sido reforzada recientemente, con la creación del Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género (Ley 20.820), el cual reemplaza al actual SERNAM.

A pesar de los esfuerzos realizados y avances logrados hasta ahora, aún se presentan grandes desafíos. De acuerdo con *The Global Gender Gap Report*, del Foro Económico Mundial, que mide la brecha entre hombres y mujeres en cuanto a oportunidades económicas, educación, salud y representación política, a Chile le queda aún camino por recorrer.

Autonomía económica

Según los resultados de la Encuesta Casen, en el tema de Género 2013, en relación a la situación de pobreza por ingresos según sexo, las mujeres pobres superan a los hombres pobres: un 15% versus un 13,7%. Asimismo, el porcentaje de personas que viven en pobreza extrema por ingresos es más alto en el caso de las mujeres (4,8%) que en el de los hombres (4,2%). Por otra parte, la jefatura femenina del hogar (hogares conformados por mujeres solas con hijos e hijas a cargo), se situó en el 37,9% en 2013. En tanto, los hogares en situación de pobreza multidimensional (incluye educación, salud, trabajo y seguridad social, y vivienda), en el caso de la mujer como jefa de hogar el porcentaje alcanzó el 16,4%, mientras que para el hombre como jefe de hogar se situó en el 15,8%.

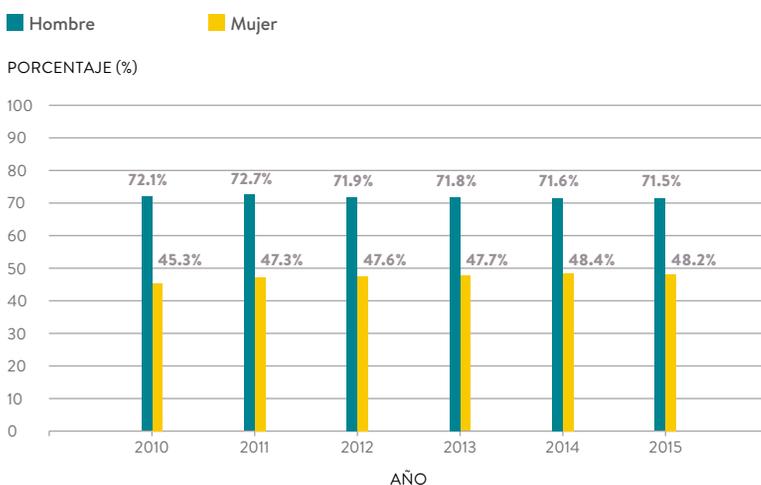
Otro aspecto de la escasa autonomía económica es la baja participación de las mujeres en el mercado laboral, que perjudica a las mujeres a nivel individual y también resulta negativa en términos de crecimiento y competitividad del país. En el marco de la OCDE, datos de 2009 reflejaban que el 47% de mujeres en Chile tenían un empleo, mientras la media de la OCDE se situaba en el 62% (INE, enero 2015, p.14).

La **Figura 1** muestra que la baja tasa de participación laboral femenina ha experimentado una mejora desde el 2010, pero sigue existiendo una gran brecha entre hombres y mujeres. En concreto, en 2014 la tasa de mujeres se situó en el 48,4%, mientras la tasa de hombres alcanzó el 71,6%, por lo cual la brecha es de un 23,2%.

La brecha salarial entre hombres y mujeres se situó en un 26,6% en promedio (Encuesta Casen de Género 2013). Los resultados de la Nueva Encuesta Suplementaria de Ingresos (NESI) del INE señala que el ingreso de las mujeres aumentó de \$354.681 en promedio en 2013 a \$382.253 en 2014, mientras que el ingreso laboral medio de los hombres creció de \$531.034 en 2013 a \$543.996 en 2014.

FIGURA 01

TASA DE PARTICIPACIÓN



Fuente: INE. Encuesta Nacional de Empleo, 2010-2015.

Otra mención merece el trabajo no remunerado de las mujeres que prácticamente les impide tener acceso a las prestaciones sociales. En este contexto se señala que muchos estudios “se centran en el trabajo para el mercado dejando de lado una gran cantidad de actividades dirigidas al bienestar personal, familiar y social”, lo que implica tener “una visión parcial del trabajo” que no toma en consideración la gran diversidad de formas de trabajo, mercantiles y no mercantiles” (Aguirre, R. y Ferrari, F., 2014).

Autonomía física

La autonomía física engloba principalmente la violencia contra las mujeres, los derechos sexuales y reproductivos, la mortalidad materna y el embarazo de adolescentes.

Según datos del Observatorio de Igualdad de Género para América Latina y el Caribe (OIG), en 2013 y 2014 la muerte de mujeres causada por su pareja o expareja alcanzó 40 víctimas. Cabe señalar que la Ley 20.480 que tipificó en 2010 el femicidio (modificando la Ley de Violencia Intrafamiliar), reconoce solamente el asesinato de una mujer que tenía un vínculo afectivo con el asesino, es decir, no agregan otros asesinatos por razones de género, por lo cual el número de víctimas resulta aún más alto.

Respecto a los derechos sexuales y reproductivos, actualmente está en discusión la despenalización del aborto terapéutico en tres causales: violación, inviabilidad del feto y riesgo de muerte para la madre. La mortalidad materna ha descendido significativamente y la tasa de nacidos de jóvenes de entre 15 y 19 años fue de 46,3 por cada mil mujeres en 2013, siendo la tasa más alta en los sectores vulnerables de la sociedad chilena.

Autonomía en la toma de decisiones

La autonomía en la toma de decisiones se refiere a la cantidad de mujeres en cargos de poder que refleja, en general, una baja participación.

Como se mencionó con anterioridad, Michelle Bachelet ha sido la primera mujer en ocupar la Presidencia de la República. Este hecho, más la paridad de su primer gabinete, ha sido calificado como “hito histórico”.

En cuanto al Parlamento, sólo el 15,8% de los legisladores son mujeres (25 de 158). Las mujeres alcaldesas alcanzan el 12,2% frente al 87,8% de alcaldes hombres, y las mujeres concejales llegan al 24,8% versus el 75,2% de concejales hombres. Respecto a la participación de la mujer en el máximo tribunal de justicia, la Corte Suprema, los datos muestran un 25% (CEPAL, 2012).

Un panorama similar se observa en la gran empresa privada en Chile, la cual “está marcada por una fuerte subrepresentación de la mujer en cargos gerenciales y de alta dirección”. Los datos al respecto señalan que Chile tiene una participación femenina en altos cargos directivos de un 24%, por debajo del promedio de América Latina con una tasa de un 28% (Pizarro, O. y Guerra, M.).

TOMA DE DECISIONES

La autonomía en la toma de decisiones se refiere a la cantidad de mujeres en cargos de poder que refleja, en general, una baja participación.

En cuanto al Parlamento

15,8%

MUJERES (25 DE 158)



4 • GÉNERO Y MEDIO AMBIENTE EN CHILE - UNA APROXIMACIÓN

En Chile no se ha generado un debate sobre la incorporación de una perspectiva de género en temáticas concretas relacionadas con el medio ambiente, tales como transporte, reciclaje, compras sustentables, alimentación, vestimentas, etc.

Por otra parte, el medio ambiente tampoco ha sido considerado en las políticas públicas orientadas a la igualdad de género, como se puede observar en las principales áreas de preocupación del Servicio Nacional de la Mujer (SERNAM). En general, los programas, planes, estrategias relacionadas con la sustentabilidad, de la cual el medio ambiente es solamente uno de sus tres pilares, no han incorporado el aspecto de género. Así consta, por ejemplo, en la Estrategia Nacional de Crecimiento Verde, en el Programa Nacional de Consumo y Producción Sustentables, en el Plan Nacional de Turismo Sustentable, y en la Estrategia de Construcción Sustentable.

La actualización prevista de la Estrategia Nacional de Crecimiento Verde, como así también la elaboración e implementación de metas e indicadores nacionales en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), significarán una buena oportunidad para considerar mecanismos e instrumentos que permitirían avanzar hacia una mayor equidad entre mujeres y hombres en el contexto del desarrollo sostenible, tomando en cuenta criterios ambientales y sociales.

El Objetivo 5 de los ODS se refiere a “lograr la igualdad de género y la autonomía de todas las mujeres y niñas”. Considerando los 17 ODS, aproximadamente 10 tienen una relación directa con el medio ambiente, tales como la agricultura sostenible, la gestión sostenible del agua y saneamiento, la energía asequible y sostenible; el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, y relacionado con el mismo, el empleo decente para todos; la industrialización inclusiva y sostenible, las ciudades sostenibles, los patrones de consumo y producción sostenibles, el cambio climático, el uso sostenible de los océanos y recursos marinos, el uso sostenible de los ecosistemas terrestres.

Todas estas temáticas permiten incorporar la perspectiva de género, la participación activa de la mujer en la adopción de decisiones, y en el desarrollo de políticas y programas a favor del desarrollo sostenible.

Un tema de especial preocupación en Chile es la falta de “equidad ambiental” en el país, la cual dice relación con que los sectores socio-económicamente vulnerables son los que más están expuestos a la contaminación (atmosférica, vertederos, entre otros), o en los que escasean las áreas verdes, por ejemplo. Como muestran los datos, señalados en el punto tres, hay más mujeres que hombres en situación de pobreza y en situación de extrema pobreza. Por lo tanto, se puede deducir que hay más mujeres que hombres afectadas por una insuficiente equidad ambiental, lo cual influye negativamente en su salud y calidad de vida.

📌 Equidad ambiental

“La desigualdad también se expresa en el medio ambiente. El deterioro ambiental y la contaminación afectan con mayor severidad la calidad de vida de la población más vulnerable. Tenemos el deber de cambiar esta realidad. La sustentabilidad exige no sólo equilibrar crecimiento económico y protección ambiental, sino también, hacerlo con equidad social. Este será el eje de nuestra gestión: lograr mayor equidad ambiental.”

Fuente: Chile de todos.
Programa de Gobierno, Michelle Bachelet 2014-2018, p. 126

5 • ALGUNAS INICIATIVAS QUE FOMENTAN EL VÍNCULO ENTRE GÉNERO Y MEDIO AMBIENTE

Si bien el país debe avanzar en el desarrollo e implementación del vínculo entre género y medio ambiente y, más específicamente, respecto al desarrollo sostenible, existen algunas iniciativas públicas que contribuyen a promover este nexo.

5.1 Impulso al emprendimiento femenino

Para mejorar el acceso y la permanencia de las mujeres en el mercado laboral, el gobierno ha creado varios programas enfocados al fomento del emprendimiento femenino. Si bien los recursos económicos, la capacitación y la asistencia técnica de los programas están orientados a una amplia gama de oficios y actividades en general, algunos de ellos están directamente relacionados con el medio ambiente.

El programa “Más Capaz Mujer Emprendedora”, ejecutado por el Servicio Nacional de Capacitación y Empleo (SENCE) tiene varios convenios con otras instituciones públicas como, por ejemplo, con el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) que fomenta el emprendimiento femenino en el sector pesquero artesanal.

Como resultado de una alianza entre el SERNAM, SERNATUR y BancoEstado se generó el “Concurso Mujer Empresaria Turística” que pone el foco en la sustentabilidad, entendiendo con este concepto “aquellas actividades que hacen uso óptimo de los recursos naturales, respetan la autenticidad sociocultural de las comunidades anfitrionas y aseguran un desarrollo económico viable en el largo plazo” (SERNATUR, 2015).

Por su parte, mediante un convenio firmado entre el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), dependiente del Ministerio de Agricultura, y la Fundación para la Promoción y el Desarrollo de la Mujer (PRODEMU) existe un programa de formación y capacitación para mujeres campesinas. El programa, que dura tres años, considera el fomento productivo de actividades silvoagropecuarias, agroindustriales, turismo rural o artesanía con enfoque de sustentabilidad ambiental.

Existen otros programas del gobierno orientados particularmente al fomento del emprendimiento femenino, sin embargo, el medio ambiente y el desarrollo sostenible no figuran entre los objetivos específicos, un eje que sí podría ser incorporado explícitamente en el futuro.

Así, por ejemplo, a través del programa “Crece Mujer Emprendedora” de BancoEstado, el gobierno busca fomentar el emprendimiento femenino con el objetivo de aumentar la participación laboral de las mujeres y, paralelamente, aportar a la economía.

El Servicio de Cooperación Técnica (SERCOTEC) fomenta mediante el fondo concursable Capital Abeja exclusivamente proyectos de emprendedoras y micro y pequeñas empresarias de todo el país. La Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) ofrece en el marco del programa Start-Up Chile, uno dirigido a mujeres, ya que entre los criterios para que un start-up sea seleccionado es que el proyecto debe ser liderado por una mujer.

GÉNERO Y MEDIO AMBIENTE EN EL ARCHIPIÉLAGO JUAN FERNÁNDEZ

La Corporación de Defensoría de Derechos Humanos de Niños, Niñas y Adolescentes, con base en Género y Familia, con el apoyo del Proyecto GEF MMA/PNUD “Fortalecimiento de los Marcos Nacionales para la Gobernabilidad de las Especies Invasoras: Proyecto Piloto en el Archipiélago de Juan Fernández”, desarrollan un proyecto denominado “Aplicación de Educación Ambiental con enfoque en Género en Isla Robinson Crusoe: Conservación de Especies Endémicas y Control de Especies Invasoras en el marco del Proyecto GEF/MMA/PNUD EEI AJF”.

El proyecto trata de “aplicar una educación ambiental integral enfocada primeramente en la comunidad de mujeres, que permita mejorar sus competencias comunitarias sobre el manejo medioambiental, potenciando el cuidado, desarrollo y el respeto hacia ellas como sujetos relevantes, para luego, transferirlo al entorno natural. Se busca que la comunidad sea parte del educar, generando una relación de aprendizaje dinámico que se traduzca en actividades de manejo de Especies Exóticas Invasoras.

En primer término, se centró en las personas y en conocer sus circunstancias psico-sociales, para luego avanzar en los temas medio ambientales. Así, entre febrero y abril de 2014, en la isla Alejandro Selkirk, la corporación realizó una primera iniciativa cuyo objetivo general fue “mejorar las competencias comunitarias de las mujeres y niños sobre el manejo medioambiental potenciando el cuidado, desarrollo y el respeto al entorno natural de Alejandro Selkirk”. El objetivo principal estaba puesto en la educación ambiental de mujeres y niños respecto a las plantas endémicas y las plantas exóticas invasoras, y la importancia de erradicar a estas últimas.

A través del aprendizaje y sensibilización de niños y madres, el propósito fue que transmitiesen lo aprendido a la familia y la comunidad en su conjunto. Las familias habitan la isla Alejandro Selkirk solamente en época estival para obtener sustento económico a través de la pesca de langostas, y vuelven después a la isla Robinson Crusoe.

En cuanto al rol de la mujer en Juan Fernández, la corporación señala que “la participación femenina ha sido precaria, lo que ha retrasado procesos de desarrollo personal y de organización de las mismas, pues su incorporación ha sido tardía”.

Los resultados de este proyecto serán de utilidad para el diseño y desarrollo de otras iniciativas enfocadas en género y medio ambiente.

5.2 Fondo de Protección Ambiental (FPA)

El Fondo de Protección Ambiental (FPA), administrado por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), es el primer y único fondo concursable de carácter ambiental con que cuenta el Estado de Chile.

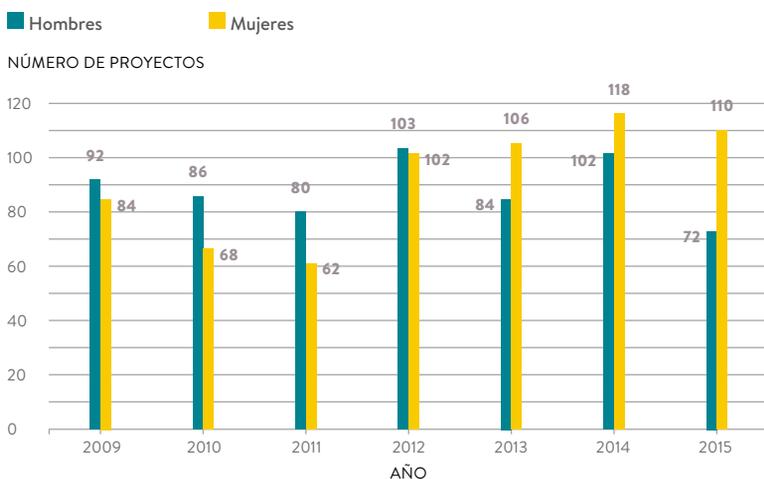
Al FPA pueden postular un amplio espectro de organizaciones comunitarias, ONGs, organizaciones de mujeres, clubes deportivos, fundaciones, comunidades agrícolas, asociaciones indígenas, etc. Según datos del FPA, en los últimos años aumentó el interés de las mujeres por coordinar proyectos relacionados con el medio ambiente y el desarrollo sostenible.

Como se puede observar en el siguiente gráfico, entre 2009 y 2012 los jefes de proyecto fueron mayoritariamente hombres, mientras entre 2013 y 2015 la mayoría de los proyectos fueron encabezados por mujeres. Llama la atención el año 2015, con 110 proyectos FPA liderados por mujeres frente a 72 proyectos ejecutados por hombres.

En cuanto a la distribución de las líneas temáticas de los proyectos coordinados por mujeres entre 2009 y 2015, el 63% correspondió a temas asociados al cambio climático (que contiene proyectos de residuos y educación ambiental), un 19% con biodiversidad y 18% respecto a eficiencia energética.

FIGURA 02

COORDINACIÓN DE PROYECTOS EJECUTADOS POR GÉNERO (2009 -2015)



Fuente: Elaboración propia en base al FPA del MMA, 2015.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, R. y Ferrari, F. (2014). *Las encuestas sobre uso del tiempo y trabajo no remunerado en América Latina y el Caribe. Caminos recorridos y desafíos hacia el futuro*. Publicado por CEPAL, Serie Asuntos de Género
- Banco Mundial (2011). "Igualdad de género y desarrollo. Washington, DC. Disponible en: <http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2012/Resources/7778105-1299699968583/7786210-1315936231894/Overview-Spanish.pdf>
- Begum, J. s/f. La mujer, el medio ambiente y el desarrollo sostenible: estableciendo los vínculos. Disponible en: <http://www.unep.org/PDF/Women/Spanish/ChapterTwo.pdf>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Observatorio de Igualdad de Género de América Latina y el Caribe (OIG). Disponible en: www.cepal.org/oig/WS/getCountryProfile.asp?language=spanish&country=CHL
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2012). *Construyendo autonomía. Compromisos e indicadores de género*. Coordinadoras: Batthyány, K. y Montaña, S., Santiago, Chile
- Corporación de Defensoría de Derechos Humanos de Niños, Niñas y Adolescentes (2015). *Aplicación de Educación Ambiental con enfoque en Género en Isla Robinson Crusoe: Conservación de Especies Endémicas y Control de Especies Invasoras en el marco del Proyecto GEF/MMA/PNUD EEI AJF*. Santiago, Chile
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE), *Encuesta Nacional de Empleo, 2010-2014*
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2015). *Mujeres en Chile y Mercado del Trabajo. Participación laboral femenina y brechas salariales*. Santiago, Chile
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2013). *The Environment and Gender Index (EGI) 2013 Pilot*. Washington, D.C.
- Maoño, C. (S/F.). *Mujeres y medio ambiente*. Diccionario de Acción Humanitaria y Cooperación al Desarrollo. Universidad del País Vasco, España. Disponible en: <http://www.dicc.hegoa.ehu.es/listar/mostrar/150>
- Ministerio de Desarrollo Social. *Encuesta Casen 2013*, Santiago, Chile
- Ministerio del Medio Ambiente, 2015. *Fondo de Protección Ambiental*, Santiago, Chile
- ONU-Mujeres (n.d.), *Incorporación de la perspectiva de género*, Disponible en: www.unwomen.org/es/how-we-work/un-system-coordination/gender-mainstreaming
- ONU-Mujeres, 2015. *La Plataforma de Acción de Beijing: inspiración entonces y ahora*, Disponible en: <http://beijing20.unwomen.org/es/about>
- ONU-Mujeres, 2015. *Una histórica agenda para el Desarrollo Sostenible que coloca a las mujeres y niñas en el centro*. Disponible en: www.unwomen.org/es/digital-library/multimedia/2015/12/timeline-year-in-review
- Pizarro, O. y Guerra, M., 2010. *Rol de la mujer en la gran empresa*. Centro de Estudios Empresariales de la Mujer (CEEM)
- Programa de Gobierno. Michelle Bachelet 2014-2018. Santiago, Chile
- Rico, M. 1998. Género, medio ambiente y sustentabilidad del desarrollo. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Disponible en <http://www.cepal.org/es/publicaciones/5867-genero-medio-ambiente-y-sustentabilidad-del-desarrollo>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP), *GGEO Indicators working draft*. Disponible en: www.unep.org/community/file/download/5565/ggeo-indicators-study-report-final-27-aug
- Informe de la brecha global de género del Fondo Económico Mundial (comparación de varios años). Disponible en <http://reports.weforum.org/global-gender-gap-report-2010-info/>

Soria Mamani en Enquelga | NICOLAS LAGOS





PUEBLOS ORIGINARIOS

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	46
1 • ANTECEDENTES	46
1.1 Pueblos indígenas y medio ambiente	46
2 • CARACTERIZACIÓN DEMOGRÁFICA	51
3 • ÁREAS DE DESARROLLO INDÍGENA (ADIS) Y SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS DEL ESTADO (SNASPE)	53
4 • PRESIONES	58
4.1 Actividades productivas	58
5 • RESPUESTAS	59
5.1 Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental	60
6 • INICIATIVAS DEL ESTADO	61
6.1 Concurso Protección Ambiental Indígena	61
6.2 Emprendimientos	63
6.3 Programa de Desarrollo Territorial Indígena (PDTI)	63
6.4 Otorgamiento de tierras	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

INTRODUCCIÓN

Este capítulo aborda la temática indígena, poniendo énfasis en la relación de los pueblos originarios reconocidos por el Estado de Chile, con el medio ambiente y el territorio. Se trata de un primer esfuerzo por abordar esta temática en un Informe del Estado del Medio Ambiente, en base a los criterios y recomendaciones de los informes GEO del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA.

1 • ANTECEDENTES

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 reconoce como principales etnias indígenas de Chile a la Mapuche, Aimara, Rapa Nui o Pascuenses, las comunidades Atacameñas, Quechuas, Collas y Diaguita del norte del país, las comunidades Kawashkar o Alacalufe y Yámana o Yagán de los canales australes. 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.

1.1 Pueblos Indígenas y Medio Ambiente

La relación entre pueblos indígenas y medio ambiente constituye más que una relación dialéctica, interdependiente e inseparable, no se puede concebir la existencia del uno sin el otro. Desde la Organización de los Estados Americanos (OEA), observan que los pueblos indígenas que han sobrevivido continúan rigiéndose por tradiciones y costumbres compatibles con el ecosistema que los rodea. Actualmente, quienes pertenecen a estos pueblos viven tanto en zonas urbanas como en áreas rurales remotas, manteniendo formas de vida tradicionales.

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.



Atardecer en el Desierto de Atacama | LEYLA MUSLEH



TABLA 01

PUEBLOS INDÍGENAS Y MEDIO AMBIENTE

AYMARAS

Región **Arica y Parinacota / Tarapacá ***



Para los aymara la naturaleza es sagrada y el hombre forma parte integral de ella. El territorio habitado por este pueblo conserva una multiplicidad de espacios: *altiplano*, *costa* y *precordillera*, lo cual origina una heterogénea organización económica, social y política. En el altiplano se desarrolló la ganadería de camélidos con llamas y alpacas, incorporándose posteriormente corderos en la puna. También existe, aunque a pequeña escala, la agricultura de altura y la horticultura en chacras, sobre terrazas de quebradas y oasis, sembrándose especies para el autoconsumo como quínoa y papa. La cosmovisión aymara se encuentra articulada sobre tres elementos biogeográficos, estrechamente relacionados con el entorno ecológico. *Alajpacha* —cuyo símbolo es el sol—, representa lo intangible y la energía. *Akapacha* representa la Tierra, el lugar mediador, del intercambio, el medio que habitamos. *Manqhapacha*, el agua, es el generador de vida, representado por las quebradas.

El pueblo aymara ha debido enfrentar la pérdida de sus aguas ancestrales en virtud del Código de Aguas (DFL N° 1.222). Antecedentes de la Fundación de Comunicaciones, Capacitación y Cultura del Agro (FUCOA) del Ministerio de Agricultura, revelan que en 1981 esta situación repercutió en el desarrollo de sus actividades agrícolas provocando impactos ecológicos y acentuando la migración de sus habitantes.

QUECHUAS

Región **Tarapacá / Antofagasta ***



Se ha identificado que comunidades quechuas presentan diferencias culturales dependiendo de su ubicación, la que determina en gran medida su nivel de integración económico y social. Existen dos —principales— que habitan en la provincia del Loa: la Comunidad Quechua de Ollagüe, ubicada en las cuencas de los Salares de Carcote y Ascotán, y la Comunidad Quechua Estación San Pedro, que ocupó la cuenca del río San Pedro o Inacaliri, lugar que debieron abandonar debido a la extracción de las aguas para la minería. La constitución de Comunidades Indígenas Quechuas, en la comuna de Pozo Almonte, ha sido en torno a la agricultura en las quebradas. La Comunidad Quechua de Ollagüe ha desarrollado preferentemente la ganadería, agricultura, así como la recolección.

Las comunidades quechuas de la Región de Tarapacá se caracterizan por el desarrollo de la agricultura en los fondos de quebradas de la precordillera, como Quipisca y Miñi Miñe, y de oasis en Mamiña. La conexión de este pueblo con la naturaleza, se observa además en sus deidades. Las más antiguas son los mallkus y t'all, espíritu masculino y femenino de los cerros sagrados. También ocupa un lugar fundamental la Pachamama, que personifica la tierra divinizada. Por último está el Amaru, serpiente que simboliza los cursos de agua.

ATACAMEÑOS

Región **Antofagasta***



Para los atacameños la naturaleza beneficia o castiga a una persona, e incluso a una comunidad completa, si no se la ha tratado con respeto. Sus principales representaciones se desarrollan en torno al pago a los cerros, a la Pachamama, y en los ritos a las aguas. Cada comunidad atacameña posee uno o más cerros tutelares, macho (Mallku) y hembra (T'alla). Los cerros también toman importancia en la reproducción del ganado de las comunidades atacameñas, las cuales se encuentran agrupadas en pequeños pueblos y en *ayllus*, que corresponde a la antigua organización socio territorial con poblamiento parcelario, en terrenos agrícolas y regados. En los territorios de cada comunidad existen sitios para la recolección de abonos y turbas para la agricultura, leña, fibras vegetales, hierbas medicinales y también para tinturas (MOP, 2012 p24). Además, se extraen materiales de construcción y minerales como sal, yeso, sapolio, ónix, liparita, loza, piedra pome, piedra roja, greda para cerámica y cosmética. Actualmente las principales actividades económicas son el pastoreo, la agricultura, la minería, y el turismo. La Laguna Chaxa, en el Salar de Atacama, es dirigida en forma conjunta por la comunidad atacameña de Toconao y la Corporación Nacional Forestal.

* La ubicación de cada pueblo originario es referencial.

COLLASRegión **Atacama***

La cultura material y espiritual del pueblo Colla responde al modo de vida y cosmovisión andina, siendo la Madre Tierra o Pachamama una de las principales divinidades a la que se le efectúan los rituales de pago y fertilidad. Una forma es mediante los *apachetas* (montículos de piedra), especie de altares que simbolizan su conexión con la naturaleza. Los collas poseen un sistema de poblamiento disperso, que ocupa las aguadas y vegas de los fondos de valles y quebradas. El resto del territorio se ocupa en el pastoreo estacional, a través del asentamiento de *majadas* o puestos ganaderos. La principal actividad económica de este pueblo es la ganadería, caracterizada por la trashumancia y el nomadismo como eje articulador. Además, practican la agricultura, principalmente el cultivo de alfalfa y la minería a pequeña escala.

DIAGUITASRegión **Atacama***

Se trata de un pueblo que debido al contacto con otras poblaciones, desarrolló complejas técnicas de regadío para la agricultura y domesticó el ganado de llamas y alpacas. Destacan las comunidades que habitan más cerca de la cordillera, en Alto del Carmen. Algunas divinidades de los diaguitas también están relacionadas con los poderes de la naturaleza: la Pachamama es la madre de la tierra, el Llastay es el dios de las manadas de llamas, vicuñas, guanacos y cóndores, quien protege la fauna local. El Inti es el dios del sol, Mayumama la diosa del agua y la Mamquilla —que representa la luna—, es la diosa protectora de las épocas de cosechas.

De acuerdo con la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI), el etnónimo diaguita en la actualidad es reivindicado y utilizado como identidad étnica por numerosas familias indígenas de Copiapó y Huasco y por otras localidades de los valles de Elqui y Limarí. Para autoidentificarse y adscribir a su condición de pueblo originario, estas personas se basan en su historia familiar y local, en sus apellidos y linajes, y en el territorio que han ocupado históricamente.

RAPA NUIRegión **Valparaíso***

Los Rapa Nui o Pascuenses se encuentran asentados en la Isla de Pascua o Rapa Nui —como la denominan sus habitantes— cuyo significado es “isla grande”, la cual conforma el lugar habitado más aislado del planeta. Esta sociedad ha experimentado profundas transformaciones relacionadas a la sobreexplotación del medioambiente. Actualmente, alianzas público-privadas han permitido menguar el conflicto de acumulación de residuos que, a su vez, ha significado un peligro para la anidación del mosquito *Aedes Aegypti*, transmisor del Dengue.

Los antepasados de los rapanui veneraban al dios *Make Make*. Se decía que *Make Make* era superior a otras deidades, que era el creador de todas las cosas y encarnaba la fuerza fecundadora de la naturaleza.

En 1966 se creó el Parque Nacional de Turismo “Isla de Pascua”, con cerca de 7.000 hectáreas (aproximadamente el 42% de la isla). En 1972 el parque pasó a manos de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), siendo incorporado al sistema nacional de áreas silvestres protegidas. En 1995, la isla fue declarada Patrimonio de la Humanidad por Unesco, ratificando su carácter de “fenómeno cultural único en el mundo”. Actualmente el desarrollo del turismo es la base de la economía de varias familias rapanui.

En los últimos años ha quedado en evidencia la necesidad de aunar voluntades para conseguir el uso y manejo adecuado de los recursos naturales y culturales de la isla, considerando el tamaño y capacidad de carga que presenta. Asimismo, existen iniciativas público-privadas para la recuperación ecológica de la isla, como el proyecto de reintroducción del *toromiro*.

* La ubicación de cada pueblo originario es referencial.



MAPUCHES

Región **Biobío / Araucanía / Los Ríos / Los Lagos***



La cosmovisión mapuche es de gran riqueza. Existen cuatro grandes dioses que representan los cuatro elementos: la *Kuze* —anciana— representa la tierra y tiene la facultad de dar vida a la gente; se la representa unida al *Fucha* —anciano—, que representa el agua y tiene la facultad de administrar a las personas. Por otro lado están *Úlcha* —la joven—, que representa el aire y tiene la facultad de dar vida a la tierra; y *Weche* —el joven—, que representa el fuego y tiene la facultad de administrar la tierra.

Un ritual de gran importancia es el *nguillatún*, que se realiza como rogativa para el clima, la siembra y en materia espiritual. Se lleva a cabo en un sitio especial, *nguillatue*. El pueblo mapuche posee una religiosidad arraigada en las fuerzas de la naturaleza, las plantas son infaltables en cada rito, como el Canelo, el Pehuén o Araucaria, y el Laurel o Tihue. Hierbateros y *meicas* ayudan a curar enfermedades de menor gravedad con raíces, cortezas, plantas y hierbas medicinales a las cuales llaman *lawen*. En los últimos años la medicina intercultural ha sido incluida en los planes del Ministerio de Salud.

El espacio territorial mapuche habitado, el Nagmapu, no solo es el lugar o hábitat de hombres, animales y plantas, también lo es de seres espirituales y su geografía alcanza dimensiones sagradas, especialmente en torno a las aguas. La gran mayoría de las comunidades ocupan sus tierras y territorios en actividades agrícolas y ganaderas de auto subsistencia. En los terrenos con mayor superficie, existe explotación del bosque para energía, construcción, venta de madera y para la recolección de semillas o hierbas, además del ramoneo con animales. En el caso de los mapuches Lafquenches, mantienen la misma economía agro-ganadera, y algunas comunidades de la costa se dedican a la pesca y recolección de orilla. En Chiloé, la pesca y recolección de orilla es una actividad ancestral de las comunidades huilliches. En la actualidad, la mayoría de la población mapuche vive en los principales centros urbanos del país. Las principales iniciativas consensuadas entre Estado y organizaciones mapuches se han desarrollado en el ámbito cultural. Por otro lado, se ha fomentado el turismo, realizado por algunas familias, para lo cual han contado con recursos del Estado.

KAWÉSQAR

Región **Magallanes***



El legado histórico de este pueblo, consiste en el particular conocimiento de la naturaleza y los sistemas de navegación. Su noción de territorio no ha tenido relación con la tierra, sino con el mar y la libre navegación. Hoy, la principal fuente de trabajo de los kawésqar y sus descendientes son la confección de artesanía, la pesca artesanal y la recolección de mariscos. La prohibición de captura y extracción de especies como el huemul, el lobo fino de dos pelos y el Ciprés de Las Guaitecas, ha limitado sus actividades, a pesar de que se les han otorgado permisos especiales. La riqueza de la flora y fauna, los infinitos fiordos y glaciares y la importancia etnohistórica, llevaron a que gran parte del antiguo territorio kawésqar fuera declarado reserva natural.

YÁMANA O YAGÁN

Región **Magallanes***



Los yámana creían en un Ser Supremo, creador de todo lo que existe. Según el antropólogo Martín Gusinde, dependiendo de las circunstancias, existieron distintos nombres para referirse a este ser omnipotente, pero *Watauineiwa* fue el más común. Tuvieron también una cosmogonía poblada de espíritus menores, que personificaban las fuerzas de la naturaleza, los animales y otros fenómenos del medio ambiente. Los yámana o yagán se organizaban en núcleos familiares, sin que existiera una persona con mayor autoridad que otra y basaban su alimentación en lo que podían obtener del mar. En tiempos pasados, existieron cinco unidades territoriales y marinas de asentamiento de borde mar, conocidas con los nombres de *Wakimaala*, ubicado en el Canal Beagle desde Yendegaia hasta Puerto Róbal, incluyendo la Isla Ambarino, el Canal Murria e Isla Hoste. Se suma *Utamaala*, al este de Puerto Williams y la Isla Gable hasta las islas Picton, Nueva y Lenox. Además, figura *Inalumaala*, en el Canal Beagle, desde la punta Divide hasta el Brecknock; *Yeskumaala*, ubicado en el archipiélago del Cabo de Hornos; y *Ilalumaala*, desde Bahía Cook hasta el falso Cabo de Hornos.

En 2005 Cabo de Hornos fue nominado Reserva de la Biósfera, abarcando un terreno de 4.884.274 hectáreas que comprende áreas marinas y terrestres. La reserva es de gran atractivo turístico a nivel nacional e internacional, y abarca la totalidad del territorio yagán. En 2006 la comuna de Cabo de Hornos fue declarada Área de Desarrollo Indígena (ADI)³.

³ Las ADI son “...espacios territoriales en que los organismos de la administración del Estado focalizarán su acción en beneficio del desarrollo armónico de los indígenas y sus comunidades” (Artículo 26. Ley N° 19.253). * La ubicación de cada pueblo originario es referencial.

TABLA 02

DISTRIBUCIÓN REFERENCIAL DE PUEBLOS INDÍGENAS			
PUEBLO INDÍGENA	REGIÓN	PROVINCIA	COMUNA
Aymara	Arica y Parinacota	Arica, Parinacota	Camarones, Putre, General Lagos
	Tarapacá	Iquique	Camiña, Colchane, Huara, Pica, Pozo Almonte
Quechua	Tarapacá	Iquique	Pozo Almonte
	Antofagasta	El Loa	Ollagüe, Calama
Atacameño	Antofagasta	El Loa	Calama, San Pedro de Atacama
Colla	Atacama	Copiapó	Copiapó, Tierra Amarilla
Diaguita	Atacama	Huasco	Alto del Carmen
Rapa Nui	Valparaíso	Isla de Pascua	Isla de Pascua
Mapuche	Biobío	Biobío	Alto Biobío, Santa Bárbara
	Biobío	Arauco	Cañete, Contulmo, Los Álamos, Tirúa
	Araucanía	Malleco	Angol, Collipulli, Curacautín, Ercilla, Lonquimay, Los Sauces, Lumaco, Purén, Renaico, Traiguén, Victoria.
		Cautín	Carahue, Cunco, Curarrehue, Freire, Galvarino, Gorbea, Lautaro, Loncoche, Melipeuco, Nueva Imperial, Padre Las Casas, Perquenco, Pitrufquén, Pucón, Puerto Saavedra, Temuco, Teodoro Schmidt, Toltén, Vilcún, Villarrica
	Los Ríos	Valdivia, Ranco	Lanco, Mafil, Mariquina, Panguipulli, Valdivia, Futrono, La Unión, Lago Ranco, Río Bueno
	Los Lagos	Osorno	Osorno, Puerto Octay, San Juan de La Costa, San Pablo, Río Negro, Purranque y Puyehue
Chiloé		Ancud, Quemchi, Castro, Chonchi, Quellón, Dalcahue y Queilén	
Kawésqar	Magallanes	Última Esperanza	Puerto Natales
Yámana	Magallanes	Magallanes y Antártica Chilena	Punta Arenas, Puerto Williams

Fuente: CONADI



2 • CARACTERIZACIÓN DEMOGRÁFICA

La población indígena llega a **692.191 personas**, lo que representa el **4,6% del total de la población chilena** (INE, Censo 2002). A nivel nacional se mantiene su **distribución histórica**, pero existe una marcada presencia del pueblo mapuche a lo largo de todo el territorio, concentrándose en las regiones del centro y sur del país (Figura 1).

La **población mapuche** representa el **87,3% del total de indígenas**, le sigue el pueblo atacameño con un 24% y el pueblo aymara con un 7% (Censo 2002).



Iquique, Huayca | MMA

CENSO 2002

4,6%

del total de la población chilena
corresponde a población indígena

Equivalente a

692.191

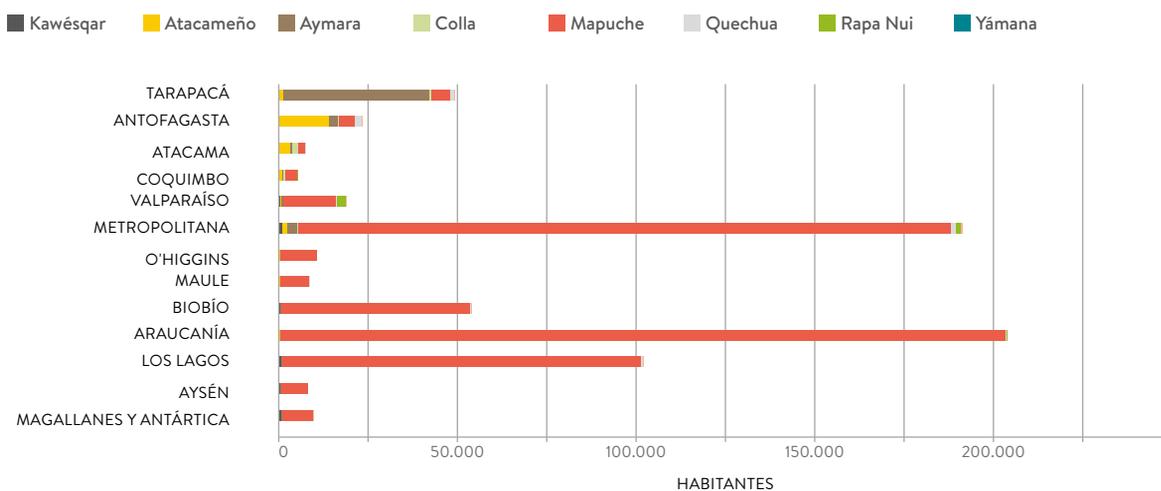
HABITANTES

Del total de población indígenas,
el pueblo mapuche representa el

87,3%

FIGURA 01

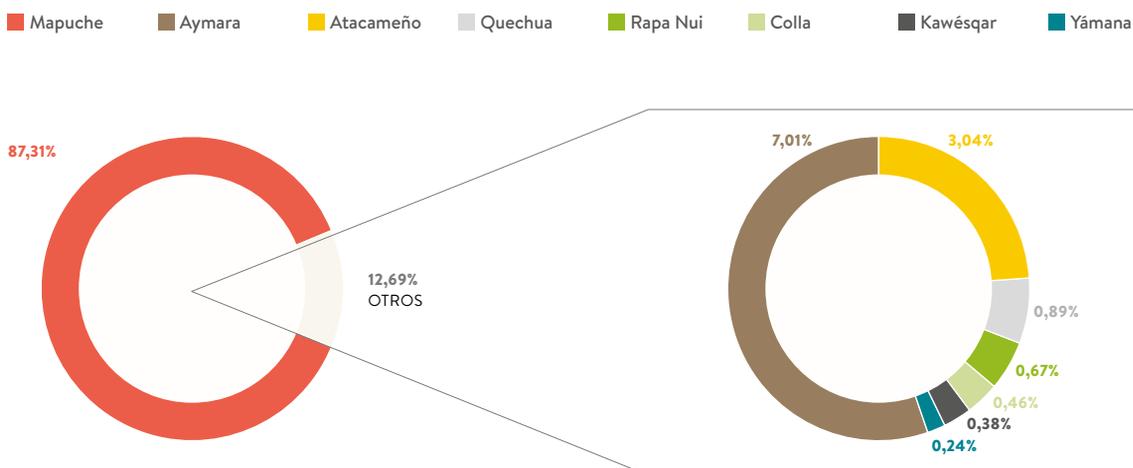
DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN INDÍGENA SEGÚN REGIÓN Y ETNIA^{4 5}



Fuente: INE, Censo 2002.

FIGURA 02

GRÁFICO PORCENTUAL DE DISTRIBUCIÓN INDÍGENA⁶



Fuente: INE, Censo 2002.

⁴ Es importante considerar que para el Censo 2012, Chile contaba con trece regiones administrativas. Es por este motivo que en esta figura no aparecen la Región de Arica y Parinacota y la Región de Los Ríos.

⁵ El gráfico fue construido a partir de la información disponible para los ocho pueblos indígenas considerados en el Censo 2002. En este Censo no fue considerado el pueblo Diaguita.

⁶ El gráfico fue construido a partir de la información disponible para los ocho pueblos indígenas considerados en el Censo 2002. En este Censo no fue considerado el pueblo Diaguita.



3 • ÁREAS DE DESARROLLO INDÍGENA (ADI) Y SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS DEL ESTADO (SNASPE)

Las Áreas de Desarrollo Indígena (ADI) son creadas mediante Decreto Supremo expedido por el Ministerio de Desarrollo Social, en virtud de lo dispuesto en el artículo 26 de la Ley N°19.253. De acuerdo a esta normativa, las ADI son definidas como “*espacios territoriales determinados en los cuales los órganos de la Administración del Estado deben focalizar su acción para el mejoramiento de la calidad de vida de las personas de origen indígena que habitan en dichos territorios*”.

La Ley N°19.253 establece que “El Ministerio de Planificación y Cooperación (ahora Ministerio de Desarrollo Social), a propuesta de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI), podrá establecer Áreas de Desarrollo Indígena, que serán espacios territoriales en que los organismos de la administración del Estado focalizarán su acción en beneficio del desarrollo armónico de los indígenas y sus comunidades”.

Para su establecimiento deberán concurrir los siguientes criterios:

- a) Espacios territoriales en que han vivido ancestralmente las etnias indígenas.
- b) Alta densidad de población indígena.
- c) Existencia de tierras de comunidades o individuos indígenas.
- d) *Homogeneidad ecológica*.
- e) *Dependencia de recursos naturales* para el equilibrio de estos territorios, tales como manejo de cuencas, ríos, riberas, flora y fauna.

Una parte importante de los territorios habitados por pueblos indígenas se encuentran dentro de los límites del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE). De la superficie total del SNASPE, aproximadamente de 14,5 millones de hectáreas (19% del territorio continental de Chile), el 10% de dicho territorio se encuentra habitado por pueblos indígenas.

Estas áreas de valor ambiental proporcionan servicios ecosistémicos que permiten el desarrollo local (provisión de agua, pastos para el ganado, atractivos turísticos, valores culturales), constituyen hábitats relevantes para la biodiversidad (refugio, alimentación, reproducción) y funcionan como corredores biológicos de primera importancia para la migración altitudinal y regional de especies, principalmente de aves.

A continuación se puede apreciar la superficie compartida entre el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado y las Áreas de Desarrollo Indígenas (**Mapa 1**).

ADI / SNASPE

Las **ADI** son definidas como “espacios territoriales determinados en los cuales los órganos de la administración del Estado deben focalizar su acción para el **mejoramiento de la calidad de vida de las personas de origen indígena que habitan en dichos territorios**”.

De la superficie total del **SNASPE**, de aproximadamente 14,5 millones de hectáreas (19% del territorio continental de Chile), **el 10% se encuentra habitado por pueblos indígenas**.

TABLA 03

SUPERFICIE COMPARTIDA ENTRE LAS ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS Y LAS ÁREAS DE DESARROLLO INDÍGENA			
PUEBLO INDÍGENA	REGIÓN	ADI	SNASPE
Aymara	Arica - Parinacota	Alto andino	Parque Nacional Lauca Reserva Nacional Las Vícuñas Monumento Natural Salar de Surire
	Tarapacá	Jiwasa Oraje	Parque Nacional Volcán Isluga
Quechua	Tarapacá	Jiwasa Oraje	Parque Nacional Volcán Isluga
	Antofagasta	Alto el Loa	-
Atacameño	Antofagasta	Alto el Loa	-
		Atacama La Grande	Reserva Nacional Los Flamencos
Colla	Atacama	-	-
Diaguita	Atacama	-	-
Rapa Nui	Valparaíso	Te Pito o Te Henua	Parque Nacional Rapa Nui
Mapuche (Pehuenche)	BíoBío	Alto Bio Bio	Reserva Nacional Ralco
	Mulchen	Alto Bio Bio	Reserva Nacional Ralco
Mapuche (Lafquemche)	BíoBío	Lleu Lleu	-
Mapuche	Araucanía	Puel Nahuelbuta (Purén, Lumaco, Traiguén, Los sauces)	-
		Puel Nahuelbuta (Galvarino y Chol Chol)	-
		Lago Budi (Pto Saavedra y Teodoro Schmidt)	-
		Ercilla	-
Mapuche (Huilliche)	Los Ríos	-	-
	Los Lagos	-	-
Kawésqar	Magallanes	-	-
Yámana	Magallanes	Cabo de Hornos (Trámite)	Parque Nacional Alberto D' Agostini Parque Nacional Yendegaia Parque Nacional Cabo de Hornos

Fuente: CONADI, CONAF (SNASPE)

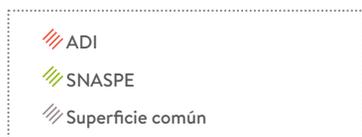
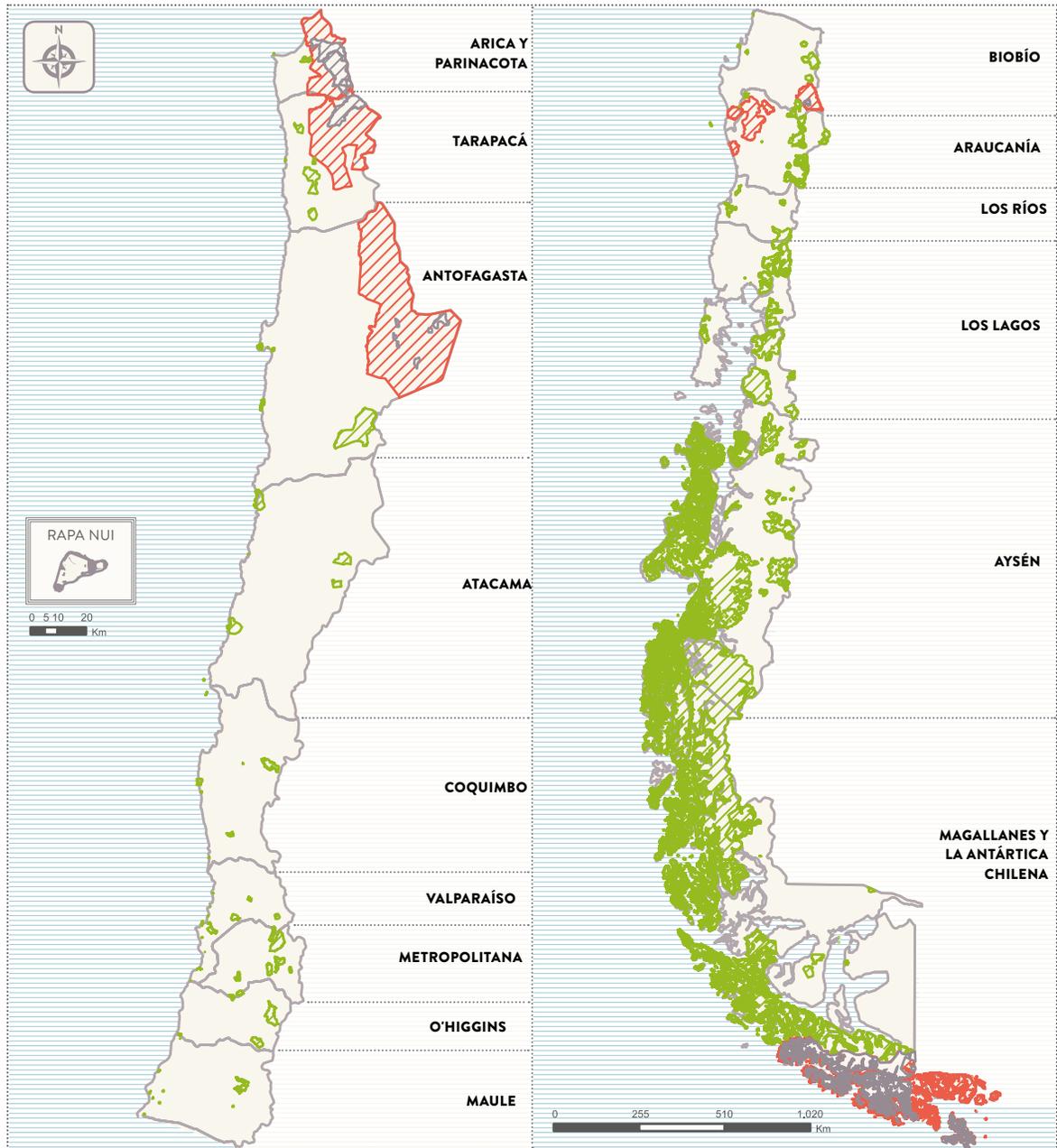
* CONAF considera como parte del SNASPE los Parques Nacionales, Reservas Nacionales y Monumentos naturales.

El Artículo 35 de la Ley N°19.253 establece que “En la administración de las áreas silvestres protegidas, ubicadas en las áreas de desarrollo indígena, se considerará la participación de las comunidades ahí existentes”. Un ejemplo es la Reserva Nacional Los Flamencos ubicada en la Región de Antofagasta, en cuya administración participan comunidades indígenas atacameñas a través de un modelo de asociatividad que permite, entre otros, la implementación de proyectos de ecoturismo (Donoso, 2015).



MAPA 01

SUPERFICIE COMPARTIDA ENTRE LAS ADI Y EL SNASPE



Fuente: CONADI

DETALLE	HECTÁREAS
ADI	9.491.560
SNASPE	14.743.953
Superficie común	1.432.712,07

4 • PRESIONES

Para los pueblos indígenas la “tierra, el territorio y los recursos naturales revisten gran importancia” (...) mantienen una relación especial con la naturaleza con un fuerte componente espiritual. Las comunidades indígenas, principalmente en zonas rurales, al depender de sus recursos naturales y ecosistemas para su supervivencia y bienestar, tienen un conocimiento profundo de sus medios ecológicos y recursos naturales y han adoptado métodos y técnicas complejas para gestionar su hábitat en forma sostenible (Donoso, 2015).

Lo anterior se vuelve aún más relevante si se considera que parte importante de los territorios habitados de manera tradicional por población indígena coinciden con espacios ricos en recursos naturales y, por ello, propicios para la extracción de estos recursos. Por lo tanto es esencial que la tendencia a incrementar la inversión en sectores como energía y minería considere las futuras demandas de los recursos naturales, las fuentes disponibles y las estrategias de uso eficiente en el marco de la sustentabilidad del territorio (CED, 2011).

4.1 Actividades productivas

Uno de los instrumentos que tiene la gestión ambiental para prevenir o atenuar los impactos ambientales de las actividades que se realizan en el país es el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), administrado por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA).

El artículo 85 del Reglamento del SEIA señala que "sin perjuicio de lo establecido en el artículo 83 de este reglamento, en el caso de que el proyecto o actividad genere o presente alguno de los efectos, características o circunstancias indicados en los artículos 7, 8 y 10 de este reglamento, en la medida que se afecte directamente a uno o más grupos humanos pertenecientes a pueblos indígenas el servicio (Servicio de Evaluación Ambiental) deberá, de conformidad al inciso segundo del Artículo 4 de la Ley, diseñar y desarrollar un proceso de consulta de buena fe, que contemple mecanismos apropiados según las características socioculturales propias de cada pueblo y a través de sus instituciones representativas, de modo que puedan participar de manera informada y tengan la posibilidad de influir durante el proceso de evaluación ambiental. De igual manera, el servicio establecerá los mecanismos para que estos grupos participen durante el proceso de evaluación de las aclaraciones, rectificaciones y/o ampliaciones de que pudiese ser objeto el Estudio de Impacto Ambiental".

Desde 2013 a la fecha de elaboración de este informe, se han iniciado 29 procesos de consulta indígena. De éstos, 14 se encuentran cerrados, 14 en curso y 1 desistido por el titular. En la **Figura 3** se detallan las consultas indígenas, por región y sector productivo.

TERRITORIO INDÍGENA

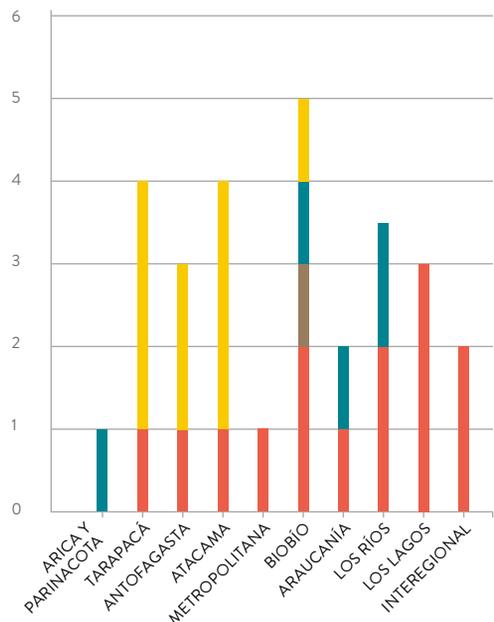
Es esencial que la tendencia a incrementar la inversión en sectores como energía y minería considere las futuras demandas de los recursos naturales, las fuentes disponibles y las estrategias de uso eficiente en el marco de la sustentabilidad del territorio (CED, 2011).

FIGURA 03

PROYECTOS CON PROCESO DE CONSULTA INDÍGENA

- Energía
- Forestal
- Infraestructura Hidráulica
- Minería

NÚMERO DE PROYECTOS



Fuente: SEA, 2015.



GEOPARQUE KÜTRALKURA⁷, LA CONEXIÓN ENTRE LA NATURALEZA Y LA SOCIEDAD⁸

Un geoparque corresponde a un territorio que comprende un conjunto de sitios cuyas características naturales, ambientales, ecológicas y culturales son representativas de su historia geológica. Estos lugares tienen alto interés científico, educativo, paisajístico, cultural o recreativo y pueden ser utilizados de manera estratégica para el beneficio de las comunidades que habitan en estos territorios, principalmente a través del geoturismo.

Los geoparques buscan resaltar la conexión que existe entre la naturaleza y la sociedad, impulsando actividades turísticas y educativas que incorporen la geodiversidad, la biodiversidad y la cultura local. A nivel internacional, existe la llamada Red Mundial de Geoparques, impulsada por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), que promueven el establecimiento de geoparques.

En Chile, específicamente en la Región de La Araucanía, existe un proyecto piloto impulsado por el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), llamado Geoparque Kütralkura que aspira a establecerse como el primero de su tipo en Chile. Su principal objetivo es apoyar el desarrollo sustentable de las comunidades que lo integran, fomentando una convivencia armónica con el medio ambiente.

Kütralkura se extiende por cerca de 8.100 km² en la zona sur de la Cordillera de los Andes y comprende las comunas de Melipeuco, Curacautín, Lonquimay y Vilcún. Incluye seis áreas protegidas, cinco volcanes, y una gran geodiversidad, con diversos tipos de paisajes y una historia geológica que abarca los últimos 250 millones de años. En su centro se ubica el Parque Nacional Conguillío y el volcán Llaima, que es uno de los más activos de Chile y Sudamérica. Además, el Geoparque Kütralkura integra la zona norte de la Reserva de Biosfera Araucarias, la cual cuenta con una gran biodiversidad reconocida a nivel mundial. Entre sus habitantes se encuentran numerosas comunidades Mapuches-Pehuenches. (Schilling et al, 2013 pp 13-14).



⁷ Kütralkura: vocablo mapuche que significa "Piedra de fuego"

⁸ Toda la información sobre este geoparque fue extraída de la Guía Geoturística de SERNAGEOMIN.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA GEOPARQUE KÜTRALKURA



LUGARES DESTACADOS



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Shilling et al, 2013.



5 • RESPUESTAS

Marco normativo

A 22 años de la entrada en vigencia de la Ley 19.253 o Ley Indígena, se cumple un nuevo hito en el camino que ha recorrido el país en las últimas décadas para avanzar en el reconocimiento de los pueblos originarios. Efectivamente, en 2016, se envió el proyecto de ley que crea el Ministerio de Pueblos Indígenas, el Consejo Nacional y los Consejos de Pueblos Indígenas, iniciativas que fueron consultadas a representantes de los nueve pueblos indígenas reconocidos por el Estado⁹.

A continuación se detallan los principales aspectos de la normativa vigente en Chile:

LEY N°19.253 O "LEY INDÍGENA"

Esta ley, publicada en 1993, establece normas sobre protección, fomento y desarrollo de los pueblos indígenas, fundamentadas en el reconocimiento a la diversidad cultural y étnica, el reconocimiento jurídico de las comunidades, el fomento a la participación, la discriminación positiva, la protección y ampliación de las tierras indígenas, la focalización de recursos del Estado para el desarrollo, la creación del Fondo de Tierras y Aguas Indígenas, la conciliación y arbitraje, el reconocimiento, respeto y protección de las culturas indígenas, el desarrollo de un sistema de educación intercultural bilingüe, mecanismos de autoidentificación de indígenas urbanos y migrantes, y el reconocimiento a las particularidades de los pueblos indígenas.

La Ley Indígena, en otras materias, creó la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI), organismo encargado de promover, coordinar y ejecutar la acción del Estado a favor del desarrollo integral de las personas y comunidades indígenas en los ámbitos económico, social y cultural, así como de impulsar su participación en la vida nacional. Resultan de importancia las normas referidas a las tierras, comunidades y asociaciones indígenas.

LEY N°19.300

Sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente de 1994 (modificada por la Ley N°20.417 de 2010) establece que "los órganos del Estado, en el ejercicio de sus competencias ambientales y, en la aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, deberán propender por la adecuada conservación, desarrollo y fortalecimiento de la identidad, idiomas, instituciones y tradiciones sociales y culturales de los pueblos, comunidades y personas indígenas, de conformidad a lo señalado en la ley y en los convenios internacionales ratificados por Chile y que se encuentren vigentes"¹⁰.

LEY N°20.249

Sobre Espacio Costero Marino de los Pueblos Originarios o "Ley Lafquenche" de 2008. Esta ley crea el denominado "Espacio Costero Marino de los Pueblos Originarios", estableciendo por esta vía un mecanismo para que las comunidades indígenas que han habitado históricamente el borde costero y que acrediten el ejercicio de un uso consuetudinario sobre dicho borde, puedan acceder al uso de un espacio marino delimitado cuya administración será entregada de preferencia a una asociación de comunidades.

⁹ Boletín N° 10.525-06 del Senado y N° 10526-06 de la Cámara de Diputados, el Congreso Nacional dio cuenta del ingreso de los Proyectos de Ley para crear el Ministerio y los Consejos de Pueblos respectivamente, firmados el 11 de enero 2016 por la Presidenta Michelle Bachelet.

¹⁰ Inciso segundo Artículo 4.

Por otro lado, Chile ha suscrito declaraciones y convenios internacionales, entre los que se encuentran:

DECLARACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS

Sobre los derechos de los pueblos indígenas (2007). Si bien se trata de una recomendación y, por tanto, no es estrictamente vinculante, su adopción ha sido una indicación clara de que la comunidad internacional se está comprometiendo a proteger los derechos individuales y colectivos de los pueblos indígenas.

Esta declaración establece los derechos individuales y colectivos de los pueblos indígenas, en particular su derecho a la cultura, la identidad, el idioma, el empleo, la salud y la educación. También se prohíbe discriminarlos y se promueve su participación plena y efectiva en relación con los asuntos que les conciernen, incluido su derecho a seguir siendo distintos y a perseguir su propia idea de desarrollo económico y social.

CONVENIO N°169 DE LA OIT

Sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes. Este convenio es un tratado internacional adoptado en Ginebra el 27 de junio de 1989. Hasta la fecha el convenio ha sido ratificado por 22 países. Chile lo ratificó en septiembre de 2008, entrando en vigencia en septiembre de 2009¹¹. El mismo fue promulgado mediante el Decreto Supremo N°236 de fecha 02 de octubre de 2008 del Ministerio de Relaciones Exteriores.

“El Convenio se fundamenta en el respeto a las culturas y las formas de vida de los pueblos indígenas y reconoce sus derechos sobre las tierras y los recursos naturales, así como el derecho a decidir sus propias prioridades en lo que atañe al proceso de desarrollo. El objetivo del Convenio es superar las prácticas discriminatorias que afectan a estos pueblos y hacer posible que participen en la adopción de decisiones que afectan a sus vidas. Por lo tanto, los principios fundamentales de consulta y participación constituyen la piedra angular del Convenio. Además, el Convenio cubre una amplia gama de cuestiones relativas a los pueblos indígenas, que incluyen el empleo y la formación profesional, la educación, la seguridad social y la salud, el derecho consuetudinario, las instituciones tradicionales, las lenguas, las creencias religiosas y la cooperación a través de las fronteras”¹².

5.1 Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

La Comisión Asesora Presidencial de Evaluación del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (CAPE-SEIA)¹³, creada en 2015 para potenciar este mecanismo, tanto desde el punto de vista normativo, como respecto a su legitimidad social, tuvo entre sus tareas abordar la consulta a los pueblos indígenas en el SEIA. En este marco se propuso fortalecer la participación ciudadana, entre otras medidas, mediante asistencia técnica y mejorando las asimetrías de información.

¹¹ http://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:11300:0::NO::P11300_INSTRUMENT_ID:312314

¹² Página 1 del documento *Manual para los mandantes tripartitos de la OIT, Ginebra, 2013* [OIT Manual de 2013]. Disponible en: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_norm/@normes/documents/publication/wcms_205230.pdf

¹³ Disponible en: <http://comision-seia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/04/Decreto-20-Comision.pdf>



6 • INICIATIVAS DEL ESTADO

La respuesta del Estado chileno respecto a los pueblos indígenas no solo se ha centrado en el desarrollo de un marco normativo, sino también en la generación de una serie de programas e iniciativas que los incluyen como beneficiarios.

6.1 Concurso Protección y Gestión Ambiental Indígena

El Fondo de Protección Ambiental (FPA), administrado por el Ministerio del Medio Ambiente, cuenta entre sus líneas de financiamiento con un concurso específico para pueblos indígenas.

El concurso Protección y Gestión Ambiental Indígena tiene como propósito apoyar a las asociaciones y comunidades indígenas, a través de 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. Los ámbitos o líneas temáticas en que se enmarcan los proyectos del concurso son los siguientes:

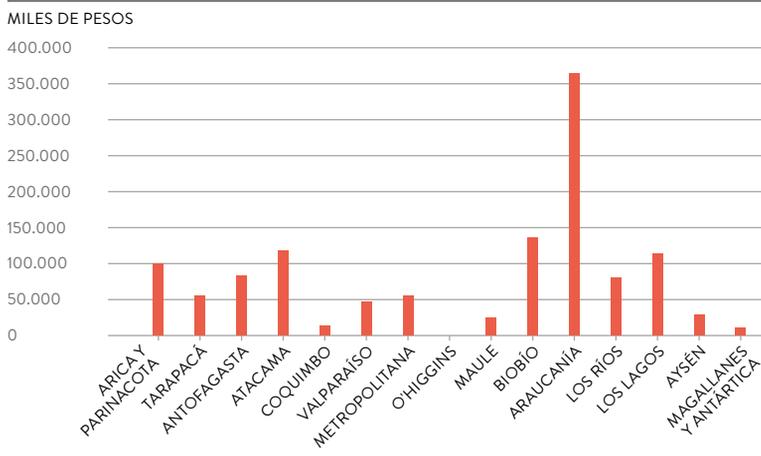
- ▶ Eficiencia energética y Energías Renovables no Convencionales (ERNC).
- ▶ Manejo sustentable de recursos naturales.
- ▶ Actividades productivas armónicas con el desarrollo sustentable.
- ▶ Gestión de residuos y recuperación de espacios.

Como parte de esta línea de trabajo, existe un convenio de colaboración entre el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI), con el fin de desarrollar acciones conjuntas que permitan la implementación del concurso Protección y Gestión Ambiental Indígena.

El aporte entregado por la CONADI va dirigido a financiar iniciativas presentadas por comunidades indígenas, correspondiendo al MMA asumir el financiamiento de las iniciativas ejecutadas por asociaciones indígenas. Los montos de financiamiento varían entre 5 y 10 millones de pesos.

FIGURA 04

RECURSOS POR REGIÓN 2012-2016



Fuente: Departamento del Fondo de Protección Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente, 2016.

Este convenio permitió fortalecer el concurso, aumentando el número de proyectos financiados. De esta manera, en 2011 se financiaron 8 proyectos, 50 en 2012, 34 en 2013, 36 en 2014, mientras que en 2015 fueron 32 los proyectos seleccionados.

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.

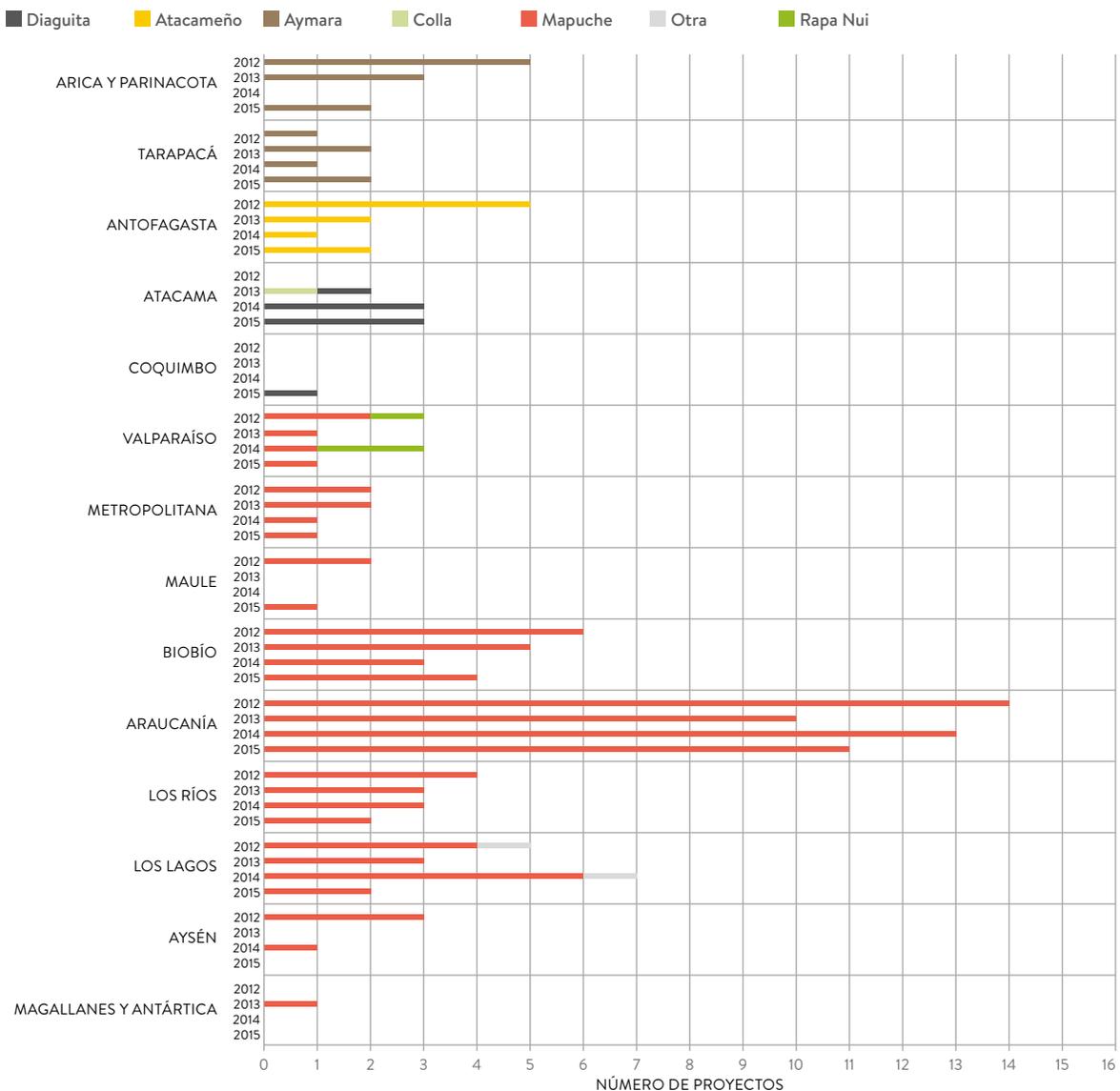
A partir de los datos entregados por CONADI, se puede señalar que los fondos distribuidos a asociaciones durante 2015 correspondieron a \$65.000.000, mientras que los fondos destinados a comunidades llegaron a \$177.000.000.

CONVENIO DE COLABORACIÓN

Este convenio permitió fortalecer este concurso, aumentando el número de proyectos financiados. De esta manera, en 2011 se financiaron 8 proyectos, 50 en 2012, 34 en 2013, 36 en 2014, mientras que en 2015 fueron 32 los proyectos seleccionados.

FIGURA 05

NÚMERO DE PROYECTOS APROBADOS A NIVEL REGIONAL, POR PUEBLO INDÍGENA



Fuente: Fondo de Protección Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente, 2015.

6.2 Emprendimientos

Entre 2010 y 2015, la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) ha aprobado 108 iniciativas por un total de \$4.547 millones vinculadas a mejorar la competitividad y la diversificación productiva y/o turística de los pueblos indígenas, a través del fomento a la inversión, la innovación y el emprendimiento.

6.3 Programa de Desarrollo Territorial Indígena (PDTI)

El Programa de Desarrollo Territorial Indígena (PDTI) es un programa de asesoría técnica del Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario, INDAP, dirigido a los agricultores indígenas más vulnerables y sus familias.

La **Tabla 4** muestra los recursos destinados a asesorías e inversión para distintas regiones del país. En la **Tabla 5** se aprecia el número de beneficiarios del programa para el período 2012-2014.

6.4 Otorgamiento de tierras

Chile se encuentra entre los países de América Latina y el Caribe, que otorgan menos porcentaje de su territorio a población indígena (**Figura 6**). Por ello, se han establecido una serie de políticas y programas que tienen como objetivo la entrega de tierras. Actualmente en la Constitución Política de Chile, no se hace referencia a los derechos territoriales de los pueblos indígenas, pero a través de la Ley 19.253 se establecen mecanismos para regularizar esta situación a través de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI) (Art. 20 de la Ley Indígena).

Adquisición de tierras según Artículo 20 letra A de la Ley Indígena

Es un subsidio estatal directo, administrado por la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena, CONADI, sin cargo de restitución y destinado principalmente a la adquisición de tierras no indígenas, preferentemente de familias indígenas sin tierras o con superficie insuficiente y de comunidades o parte de ellas, con tierra insuficiente. Anualmente, la corporación realiza un concurso público o llamado abierto a postulación en las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Lagos y Magallanes y la Antártica Chilena.

Subsidio para la aplicación Artículo 20 Letra B de la Ley Indígena

Tal como lo señala CONADI, este subsidio permite “financiar mecanismos que permitan solucionar los problemas de tierras, en especial, con motivo del cumplimiento de resoluciones o transacciones, judiciales o extrajudiciales, relativas a tierras indígenas en que existan soluciones sobre tierras indígenas o transferidas a los indígenas, provenientes de los títulos de merced o reconocidos por títulos de comisario u otras cesiones o asignaciones hechas por el Estado en favor de los indígenas”.

Entre los años 1994 y 2013 se han otorgado 205.159,5 millones de pesos y una superficie de 144.078 hectáreas (ver **Figura 7**).

SUBSIDIOS Y TIERRAS

Chile se encuentra entre los países de América Latina y el Caribe que destinan menos porcentaje de su territorio a población indígena.

En la Ley 19.253 se establecen mecanismos para regularizar esta situación, a través de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI) (Art. 20 de la Ley Indígena).

Entre los años 1994 y 2013 se han otorgado

205.159,5
MILLONES DE PESOS

y una superficie de

144.078
HECTÁREAS

TABLA 04

RECURSOS DESTINADOS A ASESORÍAS E INVERSIÓN PERIODO 2012-2014				
REGIÓN	2012 (\$CPL)	2013(\$CPL)	2014(\$CPL)	TOTAL GENERAL
Arica y Parinacota	41.300.238	18.278.000	38.295.476	97.873.714
Tarapacá	97.002.421	23.717.088	45.617.269	166.336.778
Antofagasta	199.750.825	233.021.577	395.853.796	828.626.198
Valparaíso	40.460.651	36.141.832	16.218.658	92.821.141
Biobío	1.705.406.739	1.719.355.991	1.661.994.837	5.086.757.567
La Araucanía	11.141.745.033	10.907.908.836	16.510.645.521	38.560.299.390
Los Ríos	1.041.430.315	1.171.570.893	1.510.522.670	3.723.523.878
Los Lagos	1.866.745.235	2.202.779.604	2.304.667.278	6.374.192.117
Aysén	34.922.435	24.518.938	39.029.214	98.470.587
TOTAL GENERAL	16.168.763.892	16.337.292.759	22.522.844.719	55.028.901.370

Fuente: INDAP, 2015.

TABLA 05

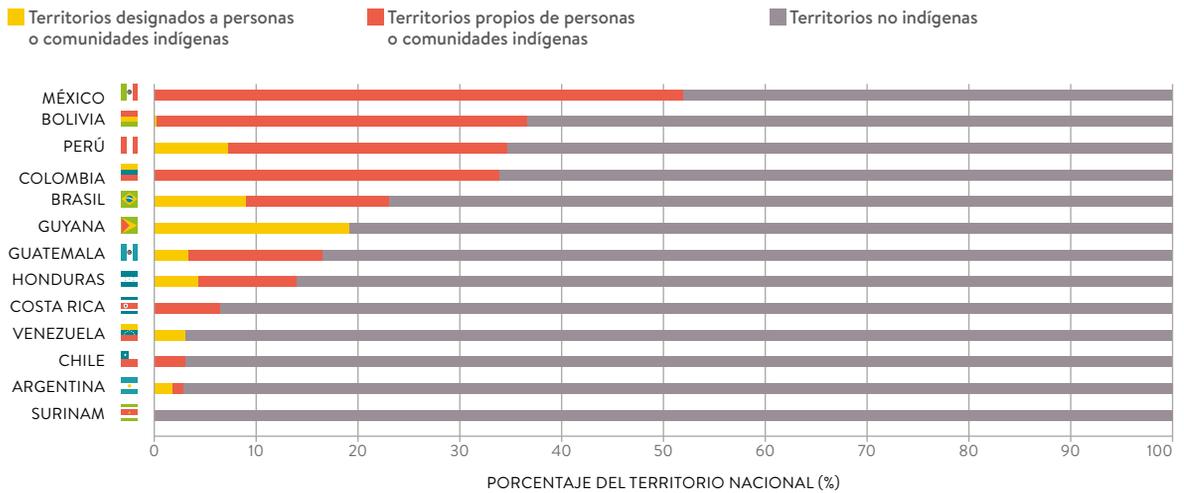
NÚMERO BENEFICIARIOS PROGRAMA PDTI PERIODO 2012-2014				
REGIONES	2012	2013	2014	TOTAL GENERAL
Arica y Parinacota	73	39	96	208
Tarapacá	255	74	155	484
Antofagasta	429	474	499	1.402
Valparaíso	103	96	84	283
Biobío	3.902	4.472	4.996	13.370
Araucanía	45.375	43.277	48.533	137.185
Los Ríos	4.395	5.559	5.691	15.645
Los Lagos	7.331	7.331	6.557	21.219
Aysén	86	78	85	249
TOTAL GENERAL	61.949	61.400	66.696	190.045

Fuente: INDAP, 2015.



FIGURA 06

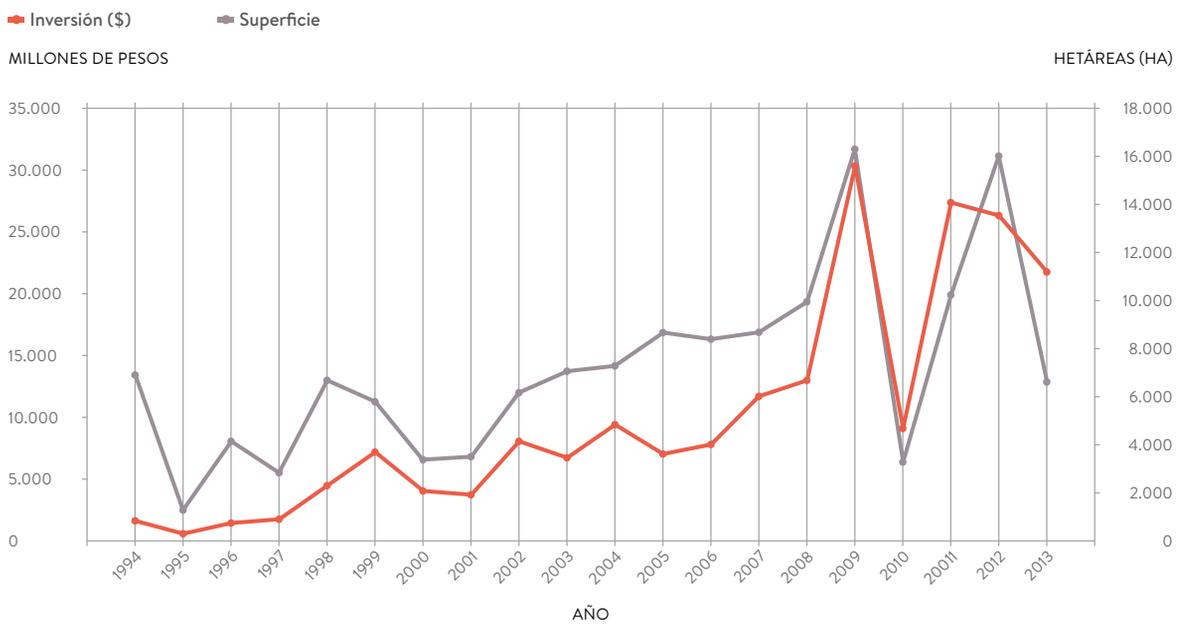
PORCENTAJE DE TERRITORIOS NACIONALES DESTINADOS A POBLACIÓN INDÍGENA en América Latina y el Caribe



Fuente: Who owns the World's land? A global baseline of formally recognized indigenous and community land rights, Rights and Resources Initiative, 2015.

FIGURA 07

INVERSIÓN Y SUPERFICIE OTORGADA POR MEDIO DEL SUBSIDIO para la aplicación Artículo 20 Letra B Ley Indígena (1994 - 2013)



Fuente: CONADI, 2015.

CONSULTA INDÍGENA SOBRE EL PROYECTO DE LEY QUE CREA EL SERVICIO DE BIODIVERSIDAD Y ÁREAS PROTEGIDAS Y EL SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS

En el marco de la tramitación del proyecto de ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP) y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), el Ministerio del Medio Ambiente se encuentra realizando un proceso de consulta indígena de conformidad a lo dispuesto en el Artículo 6 N°1 letra a) y N°2 del Convenio sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes N°169 de la Organización Internacional del Trabajo, en adelante el Convenio N°169 OIT, vigente en nuestro país desde 2009.²

Cabe mencionar que se trata de un mecanismo de participación basado en el diálogo entre el Estado y los Pueblos Indígenas, pero ante todo es un derecho de los Pueblos Indígenas y un deber del Estado que, tal como lo establece el Convenio 169 de la OIT, surge cada vez que se adopten medidas legislativas o administrativas susceptibles de afectarlos directamente.

Proceso y etapas de la Consulta Indígena del MMA

El proceso se está desarrollando a lo largo de todo Chile, con todos los pueblos indígenas, a través de sus organizaciones representativas. Para llevarlo a cabo, se han generado las condiciones adecuadas para cautelar la participación informada de las organizaciones representativas de los pueblos indígenas, convocándolos a participar en todas las etapas del proceso, a través de distintos mecanismos como: avisos radiales, publicaciones en diarios de circulación nacional y local, privilegiando la invitación y convocatoria directa; contratación de asesores/as para la etapa de deliberación y asegurando las condiciones de reunión y participación, entre otros aspectos.

El proceso de consulta considera las características propias de cada pueblo, mediante procedimientos socioculturalmente apropiados, en un plano de igualdad y de buena fe, con la finalidad de llegar a un acuerdo respecto de las materias consultadas, aplicando la flexibilidad necesaria para garantizar la participación de los pueblos indígenas.

Las etapas definidas para llevar a cabo este proceso son las siguientes:

Planificación del Proceso: tiene por finalidad la determinación de organizaciones que participarán y la metodología definida de manera conjunta con los actores participantes. **Entrega de la información:** está orientada a la entrega de todos los antecedentes, que incluye motivos que justifican el proceso, la naturaleza de las medidas a consultar y su alcance e implicancias. **Deliberación interna:** es una etapa propia de los pueblos indígenas y tiene por finalidad que estos analicen, estudien y determinen sus posiciones mediante el debate y consenso interno respecto de la medida a consultar, de manera que puedan intervenir y preparar la etapa de diálogo. **Diálogo:** orientada a la búsqueda de acuerdos y una vez concluida la etapa de deliberación, se espera en esta llegar a acuerdos en relación a las materias consultadas. **Sistematización:** comunicación de resultados y término del proceso, lo que permitirá ingresar las indicaciones al proyecto de ley en relación a las demandas e intereses de los pueblos indígenas en estas materias.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Corporación Nacional de Desarrollo Indígena, CONADI, (2011-2012). "Catastro de humedales existente en la Región de Tarapacá, y la injerencia y participación de las comunidades indígenas en su uso".
- Corporación Nacional de Desarrollo Indígena, CONADI, (s.f.). Áreas de desarrollo indígena. Obtenido el 4 de diciembre de 2015 del sitio Web de: <http://www.conadi.gob.cl/index.php/nuestra-institucion/areas-de-desarrollo-indigena>
- Corporación Nacional de Desarrollo Indígena, CONADI, (2015). Subsidio Para la Aplicación Artículo 20 Letra B Ley Indígena. Obtenido el 4 de diciembre de 2015 del sitio Web de: <http://www.conadi.gob.cl/index.php/preguntas-frecuentes/15-atencion-ciudadana/preguntas-frecuentes/63-subsidio-para-la-aplicacion-articulo-20-letra-b-ley-indigena>
- Corporación Nacional de Desarrollo Indígena, CONADI, (s.f.). Adquisición de Tierras según Artículo 20 Letra A. Obtenido el 4 de diciembre de 2015 del sitio Web de: <http://www.conadi.gob.cl/index.php/nuestra-institucion/mision-institucional/12-fondos/43-adquisicion-de-tierras-segun-articulo-20-letra->
- Dirección General de Obras Públicas (2012). "Guía de antecedentes territoriales y culturales de los pueblos indígenas de Chile". Santiago: Dirección General de Obras Públicas.
- Donoso, S. (2008). Chile y el Convenio 169 de la OIT: Reflexiones sobre un desencuentro. Temas de la Agenda Pública. Santiago: Vicerrectoría de Comunicaciones y Asuntos Públicos, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Donoso, S. (2015). Comunidades indígenas: elementos básicos para un diálogo intercultural. Módulo IV, Diplomado en Relaciones Comunitarias. Santiago: Centro de Políticas Públicas, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Figuroa, V. (2012). La realidad de los pueblos indígenas en Chile: Una aproximación sociodemográfica para contribuir al diseño de políticas públicas pertinentes. Revista Anales de la Universidad de Chile, Séptima Serie, vol.3, 137-153.
- Fundación de Comunicaciones, Capacitación y Cultura del Agro, FUCOA, (2014). Serie introducción histórica y relatos de los pueblos originarios de Chile.
- Gissi, N. (2010). Migración y fronteras identitarias: los mapuches en los márgenes de la metrópolis santiaguina. Revista Lider, vol.17, año 12, 2010 pp. 19-36.
- Instituto Nacional de Estadísticas, INE, (2002). Estadísticas Sociales de los Pueblos Indígenas en Chile, Censo 2002. Obtenido el 4 de diciembre de 2015 del sitio Web de: http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/estadisticas_sociales_culturales/etnias/pdf/estadisticas_indigenas_2002_11_09_09.pdf
- Instituto de Desarrollo Agropecuario, INDAP, (s.f.). Programa de desarrollo territorial indígena (PDTI). Obtenido el 18 de enero de 2016 del sitio Web de: <http://www.indap.gob.cl/programas/programa-de-desarrollo-territorial-indigena-pdti>
- Ministerio de Obras Públicas, MOP, (2012). Guía de antecedentes territoriales y culturales de los pueblos indígenas de Chile. Obtenido el 4 de diciembre de 2015 del sitio Web de: <http://www.mop.cl/asuntosindigenas/Documents/TerritorialCultural.pdf>
- Museo Chileno de Arte Precolombino, (s.f.). Pueblos Originarios de Chile. Obtenido el 4 de diciembre de 2015 del sitio Web de: www.precolombino.cl/culturas-americanas/pueblos-originarios-de-chile/
- Naciones Unidas. (2008). Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas. Naciones Unidas.
- Organización de Estados Americanos, OEA, (2012). Pueblos indígenas y medio ambiente en la jurisprudencia de la Corte Interamericana de Derechos Humanos: Un desafío verde. Obtenido el 8 de diciembre de 2015 del sitio Web de: http://www.oas.org/dil/esp/curso_derecho_pueblos_indigenas_sistema_interamericano_julio_2012_material_referencia_Jorge_calderon_gamboa.pdf
- Organización Internacional del Trabajo, OIT, (2008). Convenio N.º 169 sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes de la organización internacional del trabajo. Obtenido el 14 de diciembre de 2015 del sitio Web de: <http://www.ilo.org/indigenous/Conventions/no169/lang-es/index.htm>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, (2012). Pueblos Originarios y sociedad nacional en Chile: La interculturalidad en las prácticas sociales.
- Rights and Resources Initiative, RRI, (2015). Who owns the world's land? A global baseline of formally recognized indigenous and community land rights. Whashington, DC.
- Schilling, M.; Toro, K.; Contreras, P.; Levy, C.; Partarrieu, D.; Amigo, A.; Hernández, J. 2013. Geoparque Kútralkura: Guía Geoturística. Servicio Nacional de Geología y Minería, 194 p., 3 mapas escala 1:300.000, 1 mapa escala 1:100.000. Santiago.
- Sepúlveda, B. y Zuñiga, P. (2015). Geografías indígenas urbanas: el caso mapuche en La Pintana, Santiago de Chile. Revista de Geografía Norte Grande, vol.62, 127-149.

Espejo | FRANCISCO DONOSO





INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	70
1 • EMERGE LA INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL	70
2 • INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL VIGENTE	72
3 • INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL: UN NUEVO PARADIGMA	77
4 • INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL SECTORIAL	79
5 • GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS MUNICIPIOS	83
6 • COMPROMISOS INTERNACIONALES	84
6.1 Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)	85
6.2 Global Environment Facility (GEF)	85
6.3 Alianza del Pacífico	85
6.4 Disposiciones Ambientales en Acuerdos Comerciales	86
7 • LAS HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN Y APOYO	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91

INTRODUCCIÓN

La política ambiental debe involucrar tres ámbitos de acción: el control de la contaminación, el manejo sustentable de los recursos naturales y la conservación del patrimonio natural por razones ecológicas o culturales (Andrews, 1999, p. 4). En este contexto, la institucionalidad ambiental es la estructura legal y organizacional que debe establecer las "reglas del juego" a través de las cuales se regula la gestión ambiental.

En 1980, Chile consagró, como garantía constitucional, el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación y estableció que era el deber del Estado velar por este derecho (Constitución Política, Art. 19. N°8), pero no fue hasta 1994, con la promulgación de la Ley de Bases del Medio Ambiente, que el Estado configuró una estructura institucional específica para implementar este principio.

Es así como la política ambiental, y las responsabilidades de los servicios competentes, se regulan principalmente a través de la Ley 19.300 y la Ley 20.417, publicada en 2010, la cual crea una nueva institucionalidad ambiental conformada por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y sus servicios dependientes¹. Estos últimos cuentan con una serie de responsabilidades.

Las políticas ambientales de más alto nivel son informadas, debatidas y coordinadas por los ministerios que tienen responsabilidad en materia ambiental. Estos conforman el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad presidido por el MMA, que es responsable de la formulación e implementación de las políticas ambientales².

Esta estructura institucional, de responsabilidades ambientales fragmentadas y compartidas, ha experimentado una evolución importante en los últimos años. A continuación describimos la institucionalidad ambiental actual y su evolución en el tiempo.

1 • EMERGE LA INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL

La actual institucionalidad ambiental se origina en respuesta al creciente número de problemas ambientales que se observaban en el país, en particular la contaminación atmosférica de Santiago y la degradación del bosque nativo, así como las preocupaciones que en esta materia tenía la nueva coalición de gobierno que había enfrentado a la dictadura³.

La propuesta se ve reflejada en la Ley de Bases del Medio Ambiente, promulgada y publicada en 1994 como resultado de una evaluación crítica de las experiencias de otros países de la región y un diagnóstico de la viabilidad de la creación de una estructura institucional centralizada, a través de un Ministerio del Medio Ambiente .

¹ El Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente.

² El Consejo de Ministros está compuesto por el Ministro del Medio Ambiente, 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.

³ Concertación de Partidos por la Democracia era una coalición de 17 partidos que incluía un Partido Verde y el Partido por la Democracia (PPD), los cuales tenían entre sus ejes programáticos el tema ambiental.

POLÍTICA AMBIENTAL

La política ambiental y las responsabilidades de los servicios competentes se regulan principalmente a través de la Ley 19.300 y la Ley 20.417, publicada en 2010.

Además del modelo de gestión ambiental, la ley definió una serie de nuevos instrumentos de gestión ambiental, donde destaca el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).



Isla de Chiloé | MARTA HERNANDEZ



A modo de contexto, el presidente Patrcio Aylwin señaló en un mensaje presidencial de 1992 —el cual acompañó el proyecto de Ley—, que “si hay un tema en el cual las competencias están distribuidas a lo ancho del todo el sector público, es el ambiental. Prácticamente no hay ministerio o servicio que no tenga radicadas, en alguna medida, competencias relacionadas con la problemática ambiental, entendiendo por esta las variables de manejo de los recursos naturales y de enfrentamiento de los fenómenos de contaminación.” Por esta razón se optó por un modelo institucional donde se reconocieron las competencias ambientales de los distintos ministerios y servicios sectoriales, a través de una estructura de coordinación denominada Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA).

La Ley de Bases del Medio Ambiente no sólo proponía una nueva institucionalidad, identificando y definiendo seis principios que orientan la política ambiental, sino también reconoció que las competencias y atribuciones existentes en materia ambiental eran insuficientes para implementar una gestión ambiental moderna. En consecuencia, además del modelo de gestión ambiental, la ley definió una serie de nuevos instrumentos de gestión ambiental, donde destaca el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Son estos tres elementos —la estructura institucional, los principios rectores y los instrumentos de gestión ambiental— los aspectos centrales y novedosos de la Ley de Bases del Medio Ambiente.

01

PRINCIPIOS DE LA POLÍTICA AMBIENTAL

El mensaje presidencial que originó la institucionalidad ambiental, reconoce seis principios rectores de la política ambiental. Estos principios otorgan coherencia y significado a la institucionalidad y a los instrumentos de gestión ambiental.

Preventivo: reconoce que es necesario evitar o prevenir antes que se produzcan los problemas ambientales.

Quien contamina paga: reconoce que quien contamina es responsable de asumir los costos asociados a las inversiones necesarias para evitar la contaminación.

Gradualismo: reconoce que es necesario buscar un mecanismo para que los particulares se ajusten paulatinamente a estándares cada vez más exigentes.

Responsabilidad: reconoce que aquellos que generan daños ambientales son responsables de reparar a las víctimas del daño generado y de restaurar el medio ambiente.

Participación: reconoce que la concurrencia de aquellos afectados por la problemática ambiental es central para asegurar una adecuada protección.

Eficiencia: reconoce la necesidad de cumplir los objetivos al mínimo costo y de privilegiar instrumentos de gestión ambiental que aseguren la mejor asignación de recursos.

Fuente: Elaboración Propia en Base a Ley 19.300.

2 • INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL VIGENTE

Como consecuencia de la reforma del año 2010 (Ley N° 20.417), la institucionalidad ambiental de Chile se estructura a través de tres servicios: el Ministerio del Medio Ambiente, a cargo de la formulación y regulación de la política ambiental; el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), a cargo de la implementación del Sistema de Evaluación Ambiental; y la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), a cargo de la fiscalización de los instrumentos de gestión ambiental. Asimismo, se reconoce la naturaleza intersectorial de la política ambiental con la creación del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad como instancia de integración de políticas y normativa ambiental, pero sin atribuciones de gobierno ni dirección sobre el Ministerio del Medio Ambiente.

Estas instituciones fueron complementadas en 2012 con la creación de los tribunales ambientales, de carácter especial, competentes para revisar las actuaciones de la Superintendencia del Medio Ambiente, las actuaciones administrativas de alcance general de carácter ambiental, y las demandas por daño ambiental (Ley N° 20.600).

Adicionalmente, en el Congreso Nacional se discute —desde 2011— la creación de un Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas, un objetivo explícito de la reforma a la institucionalidad cuyo propósito es albergar en una sola institución, dependiente del Ministerio del Medio Ambiente, las responsabilidades en materia de regulación, protección y conservación de la biodiversidad.

El nuevo modelo institucional completará la reforma ambiental y permitirá la implementación de compromisos internacionales adquiridos por Chile. Entre sus funciones se encontrará la administración de un Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), la ejecución de planes y programas para preservar la biodiversidad del país, la implementación de inventarios de especies, de ecosistemas, y restaurar aquellos que estén degradados, entre otras materias.

FIGURA 01

INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL



Fuente: Elaboración Propia en Base a Ley 19.300.



FUNCIONES DEL MMA Y CONSEJO DE MINISTROS PARA LA SUSTENTABILIDAD

FUNCIONES DEL MINISTERIO ⁴	Sus funciones específicas se detallan en el artículo 70 de la ley:
<p>PROPONER LAS POLÍTICAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> A Ambientales e informar periódicamente sobre sus avances y cumplimientos. B De planes, programas, normas y supervigilar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado que incluye parques y reservas marinas, así como los santuarios de la naturaleza, y supervisar el manejo de las áreas protegidas de propiedad privada. C De planes, programas, normas y supervigilar las áreas marinas costeras protegidas de múltiples usos. D Formular normas, planes y programas en materia de residuos y suelos contaminados, así como la evaluación del riesgo de productos químicos, organismos genéticamente modificados y otras sustancias que puedan afectar el medio ambiente, sin perjuicio de las atribuciones de otros organismos públicos en materia sanitaria. E 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. F Formular planes, programas y acciones que establezcan los criterios básicos y las medidas preventivas para favorecer la recuperación y conservación de los recursos hídricos, genéticos, la flora, la fauna, los hábitats, los paisajes, ecosistemas y espacios naturales, en especial los frágiles y degradados, contribuyendo al cumplimiento de los convenios internacionales de conservación de la biodiversidad.
<p>COLABORAR</p>	<ul style="list-style-type: none"> G Con los ministerios sectoriales en la formulación de los criterios ambientales que deben ser incorporados en la elaboración de sus planes y políticas, evaluaciones ambientales estratégicas y procesos de planificación, así como en la de sus servicios dependientes y relacionados. H 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. I 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, preservación de la naturaleza, conservación del patrimonio ambiental y la promoción de la participación ciudadana responsable en estas materias.

⁴ Creado a través de la promulgación de la Ley 20.417, que reformó la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente.

<p>ELABORAR</p>	<p>J Ejecutar estudios y programas de investigación, protección y conservación de la biodiversidad, así como administrar y actualizar una base de datos sobre biodiversidad.</p> <p>K Los estudios necesarios y recopilar toda la información disponible para determinar la línea de base ambiental del país, elaborar las cuentas ambientales, incluidos los activos y pasivos ambientales y la capacidad de carga de las distintas cuencas ambientales del país.</p> <p>L Cada cuatro años informes sobre el estado del medio ambiente a nivel nacional, regional y local. Sin embargo, una vez al año deberá emitir un reporte consolidado sobre la situación del medio ambiente a nivel nacional y regional. Estos informes incluirán datos sobre la calidad del medio ambiente, así como un resumen ejecutivo que sea comprensible para el público en general.</p>
<p>VELAR</p>	<p>M Por el cumplimiento de las convenciones internacionales en que Chile sea parte en materia ambiental, y ejercer la calidad de contraparte administrativa, científica o técnica de tales convenciones, sin perjuicio de las facultades del Ministerio de Relaciones Exteriores. Cuando las convenciones señaladas contengan además de las materias ambientales, otras de competencia sectorial, el Ministerio del Medio Ambiente deberá integrar a dichos sectores dentro de la contraparte administrativa, científica o técnica de las mismas.</p>
<p>PARTICIPAR</p>	<p>N En la elaboración de los presupuestos ambientales sectoriales, promoviendo su coherencia con la política ambiental nacional. En ejercicio de esta facultad se podrá fijar de común acuerdo con el ministerio sectorial, indicadores de gestión asociados a presupuestos. Con tal finalidad se deberá contar con la aprobación de la Dirección de Presupuestos.</p> <p>N En el procedimiento de evaluación ambiental estratégica de las políticas y planes que promuevan los diversos órganos de la administración de conformidad a lo señalado en la presente ley.</p>
<p>COORDINAR</p>	<p>O El proceso de generación de las normas de calidad ambiental, de emisión y de planes de prevención y/o descontaminación, determinando los programas para su cumplimiento.</p>
<p>INTERPRETAR</p>	<p>P Administrativamente las normas de calidad ambiental y de emisión, los planes de prevención y/o de descontaminación, previo informe del o los organismos con competencia en la materia específica y la Superintendencia del Medio Ambiente. El Ministerio del Medio Ambiente podrá requerir a los jefes de los servicios y organismos con competencias en materia ambiental, informes sobre los criterios utilizados por el respectivo organismo sectorial en la aplicación de las normas y planes señalados en el inciso anterior, así como de las dudas o dificultades de interpretación que se hubieren suscitado y de las desviaciones o distorsiones que se hubieren detectado. El ministerio podrá además uniformar los criterios de aplicación y aclarará el sentido y alcance de las normas de calidad ambiental y de emisión, cuando observe discrepancias o errores de interpretación.</p>



02

<p>ADMINISTRAR</p>	<p>Q Un Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes en el cual 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. Igualmente, en los casos y forma que establezca el reglamento, el registro sistematizará y estimará el tipo, caudal y concentración total y por tipo de fuente, de las emisiones que no sean materia de una norma de emisión vigente. Para tal efecto, el ministerio requerirá de los servicios y organismos estatales que corresponda, información general sobre actividades productivas, materias primas, procesos productivos, tecnología, volúmenes de producción y cualquiera otra disponible y útil a los fines de la estimación. Las emisiones estimadas a que se refiere el presente inciso serán innominadas e indicarán la metodología de modelación utilizada.</p> <p>R La información de los programas de monitoreo de calidad del aire, agua y suelo, proporcionada por los organismos competentes, cuando corresponda.</p>
<p>ESTABLECER</p>	<p>S Un sistema de información pública sobre el cumplimiento y aplicación de la normativa ambiental de carácter general vigente, incluyendo un catastro completo y actualizado de dicha normativa, que deberá ser de libre acceso y disponible por medios electrónicos.</p> <p>T Convenios de colaboración con gobiernos regionales y municipalidades destinados a adoptar las medidas necesarias para asegurar la integridad, conservación y reparación del medio ambiente regional y local, así como la educación ambiental y la participación ciudadana. Cuando dichos convenios contemplen transferencia de recursos, deberán contar con la autorización del Ministerio de Hacienda.</p>
<p>GENERAR</p>	<p>U Recopilar la información técnica y científica precisa para la prevención de la contaminación y la calidad ambiental, en particular lo referente a las tecnologías, la producción, gestión y transferencias de residuos, la contaminación atmosférica y el impacto ambiental.</p>
<p>FINANCIAR</p>	<p>V Proyectos y actividades orientados a la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza, la conservación del patrimonio ambiental, la educación ambiental y la participación ciudadana.</p>
<p>REALIZAR</p>	<p>W Fomentar la capacitación y actualización técnica de los funcionarios públicos en materias relacionadas con las funciones encomendadas al ministerio, la que también podrá otorgarse a los particulares.</p>
<p>CREAR</p>	<p>X Presidir comités y subcomités operativos formados por representantes de los ministerios, servicios y demás organismos competentes para el estudio, consulta, análisis, comunicación y coordinación en determinadas materias relativas al medio ambiente.</p>

CONTINÚA ►

<p>FOMENTAR</p>	<p>Y Facilitar la participación ciudadana en la formulación de políticas y planes, normas de calidad y de emisión en el proceso de evaluación ambiental estratégica de las políticas y planes de los ministerios sectoriales.</p>
<p>ASUMIR</p>	<p>Z Todas las demás funciones y atribuciones que la ley le encomiende.</p>
<p>FUNCIONES DEL CONSEJO DE MINISTROS PARA LA SUSTENTABILIDAD⁵</p>	<p>El Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, 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.</p>
<p>PROPONER AL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA</p>	<p>A Las políticas para el manejo, uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales renovables.</p> <p>B Los criterios de sustentabilidad que deben ser incorporados en la elaboración de las políticas y procesos de planificación de los ministerios, así como en la de sus servicios dependientes y relacionados.</p> <p>C La creación de las Áreas Protegidas del Estado, que incluye parques y reservas marinas, así como los santuarios de la naturaleza y de las áreas marinas costeras protegidas de múltiples usos.</p> <p>D Las políticas sectoriales que deben ser sometidas a evaluación ambiental estratégica.</p>
<p>PRONUNCIARSE SOBRE</p>	<p>E Los criterios y mecanismos en virtud de los cuales se deberá efectuar la participación ciudadana en las Declaraciones de Impacto Ambiental, a que se refiere al Artículo 26 de la Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente.</p> <p>F Los proyectos de ley y actos administrativos que se propongan al Presidente de la República, cualquiera sea el ministerio de origen, que contenga normas de carácter ambiental señaladas en el artículo 70.</p>

⁵ Creado a través de la promulgación de la Ley 20.417, que reformó la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente.

Fuente: Elaboración Propia en Base a Ley 19.300.

3 • INSTRUMENTOS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL: UN NUEVO PARADIGMA

Los instrumentos para la gestión ambiental se refieren al conjunto de políticas, estándares, impuestos, subsidios, normas, actividades o programas que dispone el Estado para cumplir con los objetivos de política ambiental. Se pueden caracterizar de distintas maneras y una forma de identificarlos es a partir del tipo de acciones que promueven. En consecuencia, los instrumentos de gestión ambiental se pueden definir a partir de tres categorías. Estas son:

- (i) Regulatorios (también denominados comando y control): se dividen en instrumentos de regulación directa o de tipo administrativo. Este tipo de instrumento exige por ley algún tipo de comportamiento, actividad o acción. Puede prohibir algún comportamiento, exigir alguna tecnología o fijar algún estándar. Para el cumplimiento de este tipo de instrumento se requiere de fiscalización. Ejemplos de estos instrumentos incluyen las normas de emisión, normas de calidad, permisos, estándares tecnológicos, entre otros.
- (ii) De incentivos o instrumentos económicos: este tipo de instrumento genera un incentivo, típicamente monetario, para el cumplimiento de alguna acción. Ejemplos de estos instrumentos son los permisos de emisión transferible, impuestos, subsidios u otros cobros.
- (iii) De persuasión moral: este tipo de instrumento intenta cambiar comportamiento a través del convencimiento de los agentes económicos generando información o educación respecto a los impactos ambientales de sus acciones. Ejemplos de instrumentos de este tipo son: acceso a información, educación ambiental, ecoetiquetado, premios ambientales, entre otros.

Cuál instrumento o combinación de éstos se debe aplicar depende de diversos factores. No cabe duda que el factor principal se vincula con la viabilidad de implementar un instrumento en una situación particular. Desde el punto de vista técnico los criterios más relevantes son:

- (i) Eficacia: si se cumple con los objetivos de política.
- (ii) Eficiencia: si se cumplen los objetivos al mínimo costo.
- (iii) Equidad: si los costos de la implementación no impactan desproporcionadamente sobre algún grupo de la sociedad.

La institucionalidad ambiental de Chile identifica y define una serie de instrumentos de regulación específicos a la política ambiental, los que se presentan en la **Tabla 1**.

En los últimos 20 años, la política ambiental se ha centrado casi exclusivamente en las regulaciones como los instrumentos de gestión ambiental preferentes. Sin embargo, a partir de la reforma tributaria de 2014 se abre la posibilidad de introducir nuevos instrumentos, ya que se aprueba la aplicación de dos impuestos con objetivos explícitamente ambientales. Estos son un impuesto a la primera compra de automóviles en base a la emisión de NOX y la aplicación de un impuesto a las emisiones de contaminantes locales y globales a las fuentes fijas que cuentan con calderas o turbinas.

En el capítulo instrumentos para la gestión ambiental se presenta mayor detalle sobre estos instrumentos y antecedentes sobre su implementación.

TABLA 01

INSTRUMENTOS DE REGULACIÓN AMBIENTAL	
TIPO DE INSTRUMENTOS	Definición legal (Ley de Bases del Medio Ambiente)
<p>1 Los instrumentos de regulación directa están basados en la promulgación de normas o estándares y en la amenaza de sanción para cambiar el comportamiento de los agentes económicos.</p>	<p>Normas de Calidad. (Párrafo 4, Título II, Ley 19.300).</p> <p>Normas de Emisión. (Párrafo 5, Título II, Ley 19.300).</p> <p>Planes de Manejo, Prevención y Descontaminación. (Párrafo 6 Título II, Ley 19.300).</p>
<p>2 Los instrumentos administrativos también son instrumentos de regulación y consisten en el otorgamiento de licencias, permisos y otras formas de adquirir el derecho a usar los recursos naturales previstos en las diferentes legislaciones.</p>	<p>Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. (Párrafo 2 Título II, Ley 19.300).</p> <p>De la Evaluación Ambiental Estratégica. (Párrafo 1° bis Título II, Ley 19.300).</p>
<p>3 Los instrumentos económicos incentivan comportamientos socialmente óptimos cambiando la asignación de recursos a través del sistema de precios.</p>	<p>Permisos de emisión transables, impuestos a las emisiones o tarifas a los usuarios, en los que se considerará el costo ambiental implícito en la producción o uso de ciertos bienes o servicios y otros instrumentos de estímulo a acciones de mejoramiento y reparación ambientales. (Artículo 47. Párrafo 6, Título II, Ley 19.300).</p>
<p>4 La educación, la investigación, la asistencia técnica y la información ambiental conforman la cuarta categoría.</p>	<p>Educación e Investigación. (Párrafo 1, Título II, Ley 19.300).</p> <p>Participación Ciudadana. (Párrafo 3, Título II, Ley 19.300).</p> <p>Información Ambiental. (Párrafo 3° bis, Título II, Ley 19.300).</p>
<p>5 Justicia</p>	<p>Procedimientos de Reclamo. (Párrafo 7, Título II, Ley 19.300).</p> <p>Participación Ciudadana (Párrafo 3, Título II, Ley 19.300).</p> <p>Información Ambiental (Párrafo 3° bis, Título II, Ley 19.300).</p>

Fuente: Elaboración propia en base a Ley 19.300.



4 • INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL SECTORIAL

La gestión ambiental del sector público se entiende como el conjunto de acciones realizadas desde las instituciones de la administración del Estado, con la finalidad de coordinar y dar coherencia a las decisiones que se adopten y a las labores que se realicen.

En este sentido, la Ley 19.300 le entrega expresas facultades al Ministerio del Medio Ambiente y al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad para que las políticas del Estado sean llevadas a cabo de manera coordinada e integrada. 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 relacionados.

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.

El tipo de acciones que se ejecutan en los diferentes servicios tienen relación con:

- ▶ Planificación Ambiental.
- ▶ Regulaciones.
- ▶ Control Ambiental.
- ▶ Formación Ambiental.
- ▶ Prestación de Servicios Ambientales.
- ▶ Reparación de Daños Ambientales.

En la **Tabla 2** se presentan los servicios más relevantes en la gestión ambiental y sus responsabilidades.

TABLA 02

RESPONSABILIDADES DE SERVICIOS PÚBLICOS EN MATERIA AMBIENTAL	
INSTITUCIONES	
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 Y URBANISMO (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.

CONTINÚA ►

GESTIÓN AMBIENTAL DEL SECTOR PÚBLICO

Conjunto de acciones realizadas en las instituciones de la administración del Estado, con la finalidad de coordinar y dar coherencia a las decisiones que se adopten y acciones que se realicen.

La Ley 19.300 le entrega expresas facultades al Ministerio del Medio Ambiente y al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad para que las políticas del Estado sean llevadas a cabo de manera coordinada e integrada.

TABLA 02

MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL	<p>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.</p>
MINISTERIO DE ENERGÍA	<p>Es la institución responsable de elaborar y coordinar, de manera transparente y participativa, los distintos planes, políticas y normas para el desarrollo del sector energético del país, y así asegurar que todos puedan acceder a la energía de forma segura y a precios razonables.</p>
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE)	<p>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.</p>
MINISTERIO DE EDUCACIÓN (MINEDUC)	<p>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.</p>
MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI)	<p>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.</p>
SUBSECRETARÍA DE PESCA (SUBPESCA)	<p>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.</p>
SERVICIO NACIONAL DE PESCA (SERNAPESCA)	<p>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.</p>
SERVICIO NACIONAL DE TURISMO (SERNATUR)	<p>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.</p>

CONTINÚA ►



TABLA 02

<p>DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)</p>	<p>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.</p>
<p>SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS (SISS)</p>	<p>Debe estudiar, proponer y controlar el cumplimiento de normas técnicas sobre diseño, construcción y explotación de los servicios sanitarios y residuos líquidos vinculados a las concesiones sanitarias (reguladas en el DS 609/98), junto con participar en estudios de normas asociadas a ellas y en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Además, debe informar sobre el otorgamiento de concesiones, ampliación o modificación de las mismas y aplicar sanciones a los prestadores de servicios sanitarios que infrinjan la legislación existente.</p>
<p>CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF)</p>	<p>Debe contribuir a la conservación, incremento, manejo y aprovechamiento de los recursos forestales del país. Para ello debe participar en la elaboración y ejecución de los planes nacionales o regionales de desarrollo forestal y en la administración y desarrollo del patrimonio forestal del Estado. También debe procurar el adecuado manejo y aprovechamiento de los bosques que se establezcan por acción directa o indirecta de la corporación, elaborar y ejecutar planes nacionales y regionales de protección y conservación de los recursos forestales del país. Depende del Ministerio de Agricultura.</p>
<p>SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO (SAG)</p>	<p>Tiene por función contribuir al desarrollo silvoagropecuario del país mediante la protección, mantención e incremento de la salud de los animales y vegetales, así como del control del estado sanitario de éstos y de los productos, subproductos y derivados que puedan ser causantes o portadores de enfermedades o plagas que afecten tales recursos. Depende del Ministerio de Agricultura.</p>
<p>MINISTERIO DE SALUD (MINSAL)</p>	<p>Tiene como objetivo asegurar a todos los ciudadanos el derecho a la protección de la salud. Le corresponde velar para que se eliminen o controlen todos los factores, elementos o agentes del medio ambiente que afecten la salud, seguridad y bienestar de los habitantes. A nivel regional, sus SEREMIS participan en las Comisiones de Evaluación, particularmente en lo que se relaciona con la evaluación de impacto ambiental. Las entidades más importantes que dependen de él y que tienen relación con el ambiente son los Servicios de Salud. Existe al menos uno en cada una de las regiones del país, y cuentan con Departamentos del Ambiente. Dentro de las funciones de estos servicios figura ejecutar acciones integradas de fomento, promoción y protección, relativas a las personas y el ambiente, así como de recuperación de la salud y rehabilitación de las personas enfermas. Asimismo, debe dar cumplimiento a las políticas, normas, planes, programas y directivas que imparta el ministerio, y a las políticas, planes y programas de carácter regional. Es importante destacar que la Ley 19.937, publicada el 24 de febrero de 2004, modificó el D.L. N°2.763 de 1979 señalando que la fiscalización de las disposiciones contenidas en el Código Sanitario y demás leyes, reglamentos y normas complementarias, así como la sanción a sus infracciones en materias tales como higiene y seguridad del ambiente y de los lugares de trabajo, productos alimenticios, entre otras, será efectuada por la Secretaría Regional Ministerial de Salud respectiva, sin perjuicio, de la competencia que la ley asigne a otros organismos.</p>

CONTINÚA ►

TABLA 02

<p>SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA (SERNAGEOMIN)</p>	<p>Esta entidad asesora al ministro de Minería en materias relacionadas con difundir información sobre la existencia, desarrollo y conservación de los recursos minerales del país, así como sobre factores geológicos que condicionan el almacenamiento, escurrimiento y conservación de las aguas, vapores y gases subterráneos en el territorio nacional; proporcionar, coordinar, incentivar y realizar estudios e investigaciones de geología submarina, tendientes al conocimiento de los recursos minerales contenidos en los fondos marinos. También propone la dictación de normas que tiendan a mejorar las condiciones de seguridad en las actividades mineras, de acuerdo con los avances técnicos y científicos; y requerir información sobre programas y cursos de capacitación e informar a los trabajadores que se desempeñan en la industria extractiva.</p>
<p>CONSEJO DE MONUMENTOS NACIONALES (CMN)</p>	<p>Dependiente del Ministerio de Educación, dentro de las atribuciones de este consejo figura autorizar en las zonas declaradas "santuarios de la naturaleza" trabajos de construcción o excavación, o cualquier actividad que pudiera alterar su estado natural. No tiene representación regional.</p>
<p>CORPORACIÓN NACIONAL DE DESARROLLO INDÍGENA (CONADI)</p>	<p>Dependiente del Ministerio de Desarrollo Social, es el encargado de promover la adecuada explotación de las tierras indígenas; velar por su equilibrio, y por el desarrollo económico y social de sus habitantes a través del Fondo de Desarrollo Indígena; y, en casos especiales, solicitar la declaración de "Área de Desarrollo Indígena". Además, debe velar por la preservación y difusión del patrimonio arqueológico, histórico y cultural de los pueblos indígenas, y promover estudios e investigación al respecto.</p>
<p>SUBSECRETARÍA DE TRANSPORTES, DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES</p>	<p>Está encargada de determinar los requisitos que deberán cumplir los establecimientos que realicen revisiones técnicas de vehículos, así como de los procedimientos técnicos a que deberán ceñirse tales revisiones y los niveles máximos de emisión de contaminantes que se permitirá.</p>



5 • GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS MUNICIPIOS

La Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente otorga ciertas facultades a los municipios en materia ambiental. Tras la modificación legal de 2010 se potenció el rol de los gobiernos locales en esta materia. En relación a la fiscalización, las municipalidades reciben denuncias de ciudadanos por incumplimiento de normas ambientales, que deben poner en conocimiento de la Superintendencia del Medio Ambiente para que esta les dé curso (Art. 65 Ley 19.300).

Con el fin de completar el cuadro de las facultades municipales en materia ambiental, es preciso considerar la Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades que las regula de manera general y que establece, dentro de las funciones privativas, varias relacionadas con el ambiente. Entre ellas destacan:

- ▶ La aplicación de disposiciones sobre transporte y tránsito público y sobre construcción y urbanización dentro de la comuna, de acuerdo con las leyes y las normas del ministerio respectivo.
- ▶ La planificación y regulación urbana de la comuna y la confección del Plan Regulador Comunal y del Plan de Desarrollo Comunal, cuya aplicación deberá armonizar con los planes regionales y nacionales.
- ▶ El aseo y ornato de la comuna (con la modificación de la Ley 19.300 se modifica esta unidad y pasa a ser medio ambiente, aseo y ornato).
- ▶ Proponer y ejecutar medidas tendientes a materializar acciones y programas relacionados con medio ambiente.
- ▶ Aplicar las normas ambientales a ejecutarse en la comuna que sean de su competencia.
- ▶ Elaborar el anteproyecto de ordenanza ambiental. Para la aprobación de la misma, el concejo podrá solicitar siempre un informe al Ministerio del Medio Ambiente.

La Gestión Ambiental Local (GAL) ha evolucionado en forma importante en los últimos años, tanto desde el punto de vista institucional como cultural. Uno de los principales cambios fue el proceso de perfeccionamiento de la institucionalidad ambiental a partir de la Ley 20.417 que establece nuevas funciones para la gestión ambiental de los municipios, tales como la proposición y ejecución de medidas relacionadas al medio ambiente; aplicación de normas ambientales; y elaboración del anteproyecto de ordenanza ambiental. Esto implica desafíos importantes para la descentralización de la gestión ambiental, haciendo necesaria la instalación de capacidades en los municipios.

El Ministerio del Medio Ambiente ha apoyado la gestión ambiental local a través de la creación del Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM)”.

Si bien los municipios han desarrollado una institucionalidad acorde a los nuevos desafíos, aún siguen manteniendo serias dificultades en distintas materias que se vinculan principalmente a problemas estructurales de la gestión ambiental. No obstante, los avances en los últimos años han sido notables (UC Políticas Públicas, 2015).

6 • COMPROMISOS INTERNACIONALES

Chile participa activamente en la agenda internacional para el desarrollo sustentable y, en este contexto, concurre a diversas instancias y foros, formando parte de la mayoría de los acuerdos ambientales multilaterales establecidos desde 1990. Los principales se detallan en la Tabla 3. Además, dado el interés entre instituciones con competencia ambiental y con el fin de enfocar la cooperación en un marco que responda a intereses y prioridades mutuas, se han establecido instrumentos específicos sectoriales como memorandos de entendimiento y declaraciones de intención.

Desde 2012, Chile encabeza un proceso regional para profundizar la implementación del Principio 10 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992. Efectivamente, tras la cumbre Río+20, los gobiernos de Chile, Costa Rica, Ecuador, Jamaica, México, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana y Uruguay, realizaron la “Declaración sobre la aplicación del principio 10 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo”, en la cual manifestaron su compromiso para avanzar en la consecución de un acuerdo regional sobre el acceso a la información, la participación pública y el acceso a la justicia en asuntos ambientales, ámbitos consagrados en el Principio 10 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992.

Actualmente son 23 países que participan en este proceso: Chile; Costa Rica, Ecuador, Jamaica, México, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay, Antigua y Barbuda, Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, El Salvador, Granada, Guatemala, Honduras, San Vicente y las Granadinas, Trinidad y Tobago, Saint Kitts y Nieves y Dominica.

Tras la Cuarta Reunión de los Puntos Focales Designados por los Gobiernos de los Países Signatarios, realizada en noviembre de 2014 en Santiago de Chile, se inició el proceso de negociación de este instrumento⁶. El comité de negociación cuenta con la participación del público interesado a través de modalidades inéditas y propias para este proceso.

Por su parte, con el propósito de avanzar en los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 y las 169 metas en las tres dimensiones: económica, social y medioambiental, se constituyó el 2016 el Consejo Nacional para la implementación de esta agenda, adoptada durante el 70° período de sesiones de la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas en septiembre del 2015. Esta constituye “un plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad. También tiene por objeto fortalecer la paz universal dentro de un concepto más amplio de la libertad”.

Las principales funciones de este Consejo Nacional, que será presidido por el Ministerio de Relaciones Exteriores e integrado por las carteras de Economía, Fomento y Turismo, Desarrollo Social, y Medio Ambiente, serán: asesorar al Presidente/a de la República en la implementación y seguimiento de la Agenda 2030, servir de instancia de coordinación en la implementación y seguimiento de la agenda y de los ODS a nivel nacional, acorde a los procesos y reuniones que se realicen a nivel internacional y regional; y servir de instancia de coordinación con las entidades pertinentes ya sean gubernamentales, organizaciones internacionales, organizaciones no gubernamentales, sector privado y/o sociedad civil, en aspectos técnicos que digan relación con la posición nacional respecto a la Agenda y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

⁶ Toda la información del proceso está disponible en el sitio que la CEPAL, como secretaria técnica, ha dispuesto para esta negociación regional de fortalecimiento de la democracia ambiental.

<http://www.cepal.org/es/temas/principio-10>



6.1 Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)

El Directorado de Medio Ambiente de la OCDE está compuesto por el Comité de Políticas Ambientales y el Comité de Químicos, quienes supervisan el trabajo de una serie de grupos en materias tales como: biodiversidad, agua y ecosistemas; clima, inversión y desarrollo, información ambiental, desempeño ambiental, integración de políticas económicas y ambientales, así como productividad de los recursos y residuos, químicos, plaguicidas y biotecnología.

De los insumos más importantes que esta organización provee a los países destacan las evaluaciones de desempeño ambiental. Estas revisiones cubren una gran cantidad de áreas temáticas, buscan apoyar a los Estados en el cumplimiento de sus objetivos ambientales, nacionales e internacionales, compartiendo buenas prácticas, proveyendo recomendaciones específicas y estimulando en general una mayor transparencia en la gestión ambiental.

La primera Evaluación de Desempeño Ambiental realizada por la OCDE a Chile fue en 2005, y tuvo el carácter de voluntaria, pues nuestro país aún no era miembro pleno de la organización. Su segundo examen culminó en 2016 e implicó un proceso aproximado de 18 meses, período que incluyó entrega de información por Chile, así como una misión de la OCDE la cual se reunió con diversos actores tanto públicos como privados (ONGs, expertos, academia, organismos internacionales, empresariado y trabajadores); una presentación en la sede de la OCDE (París) que dio lugar a la aprobación de las conclusiones y las 54 recomendaciones que fueron dadas a conocer públicamente el 21 de julio del 2016.⁷

6.2 Global Environment Facility (GEF)

El GEF (Global Environment Facility) o FMAM (Fondo para el Medio Ambiente Mundial) es el mecanismo financiero de diversas convenciones. Es un fondo que cofinancia proyectos con beneficio ambiental global y apoya las transformaciones ambientales a través de abordar y resolver las causas subyacentes de la degradación ambiental en forma asociativa con todas las partes interesadas. Promueve actividades innovadoras y replicables a escala nacional y mundial e impulsa el efecto costo-beneficio.

La institución punto focal institucional de Chile es el Ministerio del Medio Ambiente. Desde los inicios del GEF, hace 25 años, Chile ha implementado 60 proyectos en las diversas áreas temáticas⁸.

6.3 Alianza del Pacífico

En los últimos años los países miembros de la Alianza del Pacífico han buscado no sólo profundizar la integración regional en términos económicos, creando mercados atractivos para lograr una mayor competitividad a nivel internacional, sino también fortalecer y materializar su adhesión al desarrollo sustentable y a las políticas de crecimiento verde.

Una expresión de ello, es que los equipos técnicos y las autoridades ambientales de los países miembros se hayan reunido en variadas oportunidades, especialmente en el transcurso del año 2016. El 30 de marzo de ese año los ministros de ambiente de los países de la Alianza sostuvieron un encuentro en Cartagena de Indias, y acordaron una Declaración sobre la Plataforma de Crecimiento Verde. En dicha declaración se reconoce que no puede haber crecimiento económico sin salvaguardar el medio ambiente y se decidió impulsar la creación de un espacio de trabajo destinado de manera especializada a este tema. En particular, los

EVALUACIÓN OCDE A CHILE

La primera Evaluación de Desempeño Ambiental realizada por la OCDE a Chile fue en 2005, y tuvo el carácter de voluntaria, pues nuestro país aún no era miembro pleno de la organización. **Su segundo examen culminó en 2016 e implicó un proceso aproximado de 18 meses, período que incluyó entrega de información por Chile, así como una misión de la OCDE** que se reunió con diversos actores, tanto públicos como privados; una presentación en la sede de la OCDE (París) que **dio lugar a la aprobación de las conclusiones y las 54 recomendaciones** que fueron dadas a conocer públicamente el 21 de julio de 2016.⁷

⁷Las versiones digitales, en inglés y castellano, se pueden revisar en el sitio web: www.mma.gob.cl

⁸La información en detalle se encuentra en página web del GEF: www.thegef.org.

países relevaron el compromiso por “una estrategia de Crecimiento Verde, que asegure un desarrollo económico sostenible, equitativo e inclusivo”. Los ministros se comprometieron a realizar acciones “para asegurar la conservación de la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos y para hacer frente al cambio climático”. Finalmente, subrayaron la intención de fortalecer la institucionalidad ambiental y sus instrumentos de gestión, incluido “el debido acceso a la información, la participación ciudadana con equidad de género en la toma de decisiones y el acceso a la justicia en asuntos ambientales”.

En esta misma línea, posteriormente se creó de manera formal el Grupo Técnico de Medio Ambiente y Crecimiento Verde, lo cual fue resaltado en la Declaración Presidencial de Puerto Varas, del 1 de julio de 2016. Esta iniciativa, y su consecuente plan de acción, buscan armonizar el crecimiento económico con las políticas nacionales tendientes a la protección de los recursos naturales y el entorno. El siguiente paso en este camino consiste en la definición e implementación de un plan de acción con sus diversas actividades.

6.4 Disposiciones Ambientales en Acuerdos Comerciales

En todas las negociaciones de Acuerdos de Libre Comercio (o TLC) en que Chile participa se ha continuado la tendencia de proponer la incorporación del tema ambiental. Fruto de lo anterior es que hay disposiciones ambientales en la mayoría de los acuerdos comerciales existentes, bajo modalidades tales como: artículos en los Capítulos de Cooperación (UE, Australia, Turquía, Malasia, Tailandia), Capítulos Ambientales (Colombia, EE.UU., Hong Kong), Acuerdos de Cooperación Ambiental paralelos (Canadá, EE.UU., Panamá, P-4⁹, China, Costa Rica) o Preámbulos (Corea del Sur, EFTA¹⁰, Vietnam)¹¹.

⁹ Brunei Darussalam, Chile, Nueva Zelanda y Singapur.

¹⁰ Islandia, Noruega, Suiza y el Principado de Liechtenstein

¹¹ Para acceder a más información ir a <https://www.direcon.gob.cl/acuerdos-comerciales/>



Atardecer Cabo Froward | JORGE HERREROS



TABLA 03

ACUERDOS AMBIENTALES MULTILATERALES	
ACUERDOS INTERNACIONALES	
CONVENCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS VIVOS MARINOS ANTÁRTICOS	Entró en vigor en 1982 como parte del Sistema del Tratado Antártico. En su establecimiento primó la necesidad de considerar las graves consecuencias del aumento de las capturas de kril en el Océano Austral, en las poblaciones mismas de kril y en la fauna marina, especialmente en aves, focas y peces que dependen en gran parte del kril para su subsistencia.
CONVENIO DE ESTOCOLMO	Tiene como objetivo proteger la salud humana, facultando a las partes firmantes para adoptar las medidas jurídicas, administrativas y/o instrumentos de regulación que estimen convenientes para reducir o eliminar las liberaciones derivadas de la producción y utilización intencional de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), sustancias químicas que se utilizan como plaguicidas en la industria o se producen de manera no intencional a partir de ciertas actividades humanas (procesos de combustión o incineración, entre otros).
CONVENIO DE BASILEA	El convenio de Basilea es un tratado ambiental global que regula estrictamente el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y estipula obligaciones a las partes para asegurar el manejo ambientalmente racional de los mismos, particularmente su disposición.
CONVENCIÓN SOBRE LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES MIGRATORIAS DE LA FAUNA SALVAJE	La Convención tiene por objetivo conservar especies migratorias terrestres, marinas y aves a través de su rango de distribución. Dicha convención es un tratado internacional que se enmarca en el Programa Ambiental de Naciones Unidas.
PROTOCOLO DE MONTREAL	El Protocolo de Montreal relativo a Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAOs) es un tratado internacional que tiene como objetivo proteger la capa de ozono mediante el control de producción de las sustancias degradadoras de la misma.
CONVENIO DE ROTTERDAM	Tiene como objetivo promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos de las Partes en la esfera del comercio internacional de ciertos productos químicos peligrosos, a fin de proteger la salud humana y el medio ambiente frente a posibles daños.
CONVENCIÓN SOBRE CONSERVACIÓN DE FOCAS ANTÁRTICAS	Esta convención se aplica al mar al sur de los 60° de Latitud Sur, y abarca las siguientes especies: Elefante marino (<i>Mirounga leonina</i>), Leopardo marino (<i>Hydrurga leptonyx</i>), Foca de Weddell (<i>Leptonychotes weddelli</i>), Foca canchrejera (<i>Lobodon carcinophagus</i>), Foca de Ross (<i>Ommatophoca rossi</i>), Lobo de dos pelos (<i>Arctocephalus</i> sp).

CONTINÚA ►

TABLA 03

CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRE (CITES)	<p>Es un acuerdo internacional concertado entre los gobiernos. Tiene por finalidad velar por que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituya una amenaza para su supervivencia.</p>
TRATADO ANTÁRTICO	<p>Fue suscrito en Washington el 1º de diciembre de 1959, entrando en vigencia el 23 de junio de 1961. Los países firmantes (Argentina, Australia, Bélgica, Chile, la República Francesa, Japón, Nueva Zelandia, Noruega, la Unión del África del Sur, la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y los Estados Unidos de América) firman este convenio bajo el convencimiento de que un tratado que asegure el uso de la Antártica exclusivamente para fines pacíficos y la continuación de la armonía internacional en la Antártica promoverá los propósitos y principios enunciados en la Carta de las Naciones Unidas.</p>
CONVENIO INTERNACIONAL PARA LA REGULACIÓN DE LA CAZA DE LA BALLENA	<p>Busca establecer un sistema de reglamentación internacional para la pesquería ballenera a fin de asegurar la debida y efectiva preservación y aumento de las existencias balleneras, sobre los principios formulados en las disposiciones del Convenio Internacional para la Reglamentación de la Caza de la Ballena, firmado en Londres el 8 de junio de 1937, y los protocolos de ese convenio, firmados en Londres el 24 de junio de 1938 y el 26 de noviembre de 1945.</p>
CONVENIO SOBRE DIVERSIDAD BIOLÓGICA	<p>Tiene como objetivo la conservación de la diversidad biológica, 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.</p>
CONVENCIÓN SOBRE ZONAS HÚMEDAS DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL, ESPECIALMENTE HÁBITAT DE AVES ACUÁTICAS (RAMSAR)	<p>Es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y uso racional de los humedales y sus recursos. Existen actualmente 169 partes contratantes en la convención y 2.224 humedales, con una superficie total de 214,3 millones de hectáreas, designados para ser incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional de Ramsar.</p>
CONVENCIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS DE LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN	<p>Tiene como objetivo luchar contra la desertificación y mitigar los efectos de la sequía en los países afectados, en particular en África, mediante la adopción de medidas eficaces en todos los niveles, apoyadas por acuerdos de cooperación y asociación internacional, en el marco de un enfoque integrado acorde con el Programa 21, para contribuir al logro del desarrollo sostenible en las zonas afectadas.</p>
CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO	<p>Tiene como objetivo reforzar la conciencia pública, a escala mundial, de los problemas relacionados con el cambio climático.</p>

7 • LAS HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN Y APOYO

Como parte del perfeccionamiento del diseño regulatorio, la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente, en su Artículo 32, contempla un procedimiento en etapas para la dictación de normas de calidad ambiental. Este procedimiento incluye análisis científico, participación ciudadana, análisis técnico y económico. Esta última etapa se ha centrado en el análisis costo-beneficio ex ante de instrumentos regulatorios con el objeto de asegurar la rentabilidad social de las normas propuestas.

El Análisis Costo-Beneficio (ACB) es una herramienta cuyo objetivo es proporcionar información para mejorar la toma de decisiones. Básicamente consiste en identificar y estimar los impactos positivos y negativos asociados a un proyecto o alternativa (alternativas de reducción de emisiones, por ejemplo) para luego contraponerlos y comparar el beneficio social neto que cada uno de ellos genera. La aplicación más pura de un ACB supone que la mayor parte de los costos y beneficios relevantes pueden expresarse en forma monetaria. No obstante, en las aplicaciones de este método a las políticas ambientales, existe una serie de restricciones asociadas a la estimación tanto de costos como beneficios, por lo que en muchos casos no es posible expresar en unidades monetarias todos los componentes del análisis, alcanzándose sólo a una cuantificación o descripción de los distintos efectos de la política. En el caso de Chile este análisis se denomina Análisis General de Impacto Económico Social (AGIES) y contempla una evaluación del impacto económico y social de las normas propuestas.

Asimismo, el “Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión” (D.S.38/2012) y el “Reglamento para la dictación de planes de prevención y de descontaminación” (D.S.39/2012), indican que para todos los sectores involucrados¹² el AGIES deberá:

- ▶ Identificar y cuantificar, cuando corresponda, los riesgos asociados.
- ▶ Evaluar los costos que implique el cumplimiento del anteproyecto de norma de calidad ambiental o de emisión.
- ▶ Identificar y, cuando corresponda, cuantificar los beneficios que implique el cumplimiento de dichas normas.

Los AGIES son 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.

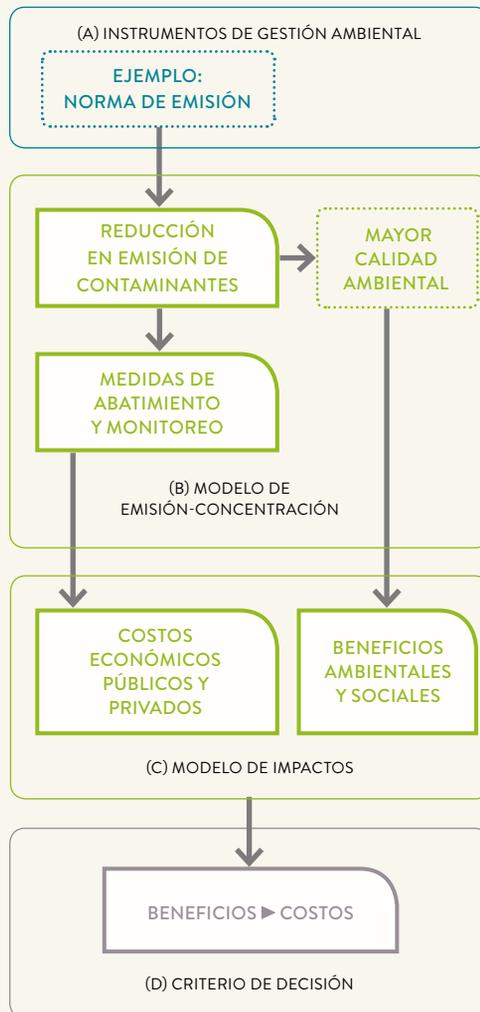
¹² El documento explicita que el análisis de impacto debe hacerse para la población, ecosistemas o especies directamente afectadas o protegidas, para los titulares de las fuentes o actividades reguladas y para el Estado.

AGIES

El 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 (D.S.38/2012 y D.S.39/2012 del MMA, D.S.93/1995), que tiene por fin 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). De esta manera, se pretende abordar todas las dimensiones o ejes de la sustentabilidad en las políticas de Estado.

A nivel general, el AGIES intenta vincular las acciones impulsadas por el Estado (normas, planes, programas, instrumentos económicos, etc.) con los cambios que estos 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.

(► ver diagrama).





REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrews, R.N.L. (1999). *Managing the Environment, Managing Ourselves: A History of American Environmental Policy (1st Edition)*. New Haven: Yale University Press.

Asenjo, R. (2006). *Institucionalidad Pública y Gestión Ambiental en Chile*. Serie En Foco, número 91 [Versión electrónica]. Corporación Expansiva, Santiago.

Centro UC Políticas Públicas (2015). Diagnóstico Nacional de la Gestión Ambiental Local Centro.

Figueroa, E. y Hervé D. (2006). *Evaluación del Marco Institucional y de la Gestión Ambiental en Chile*. Serie En Foco, número 97 [Versión electrónica]. Corporación Expansiva, Santiago.

Larraín, S. (2006). *Desafíos Ambientales del Desarrollo Nacional. Evaluación Desempeño 1997-2006 y Propuesta Institucional*. Serie En Foco, número 92 [Versión electrónica]. Corporación Expansiva, Santiago.

Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, OCDE y Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL, 2005. *Evaluaciones del Desempeño Ambiental, Chile*.

Pizarro, R. (2006). *Los Cinco Problemas de la Institucionalidad Ambiental en Chile*. Serie En Foco, número 89 [Versión electrónica]. Corporación Expansiva, Santiago.

Sepúlveda C. & Villarroel P. (2012). *Swans, Conflicts, and Resonance: Local Movements and the Reform of Chilean Environmental Institutions*. *Latin American Perspectives*, vol.39 (4), 181-200.

Constitución Política de la República de Chile. Santiago, Chile, 22 de septiembre de 2005.

Ley 19.300. CHILE. Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Normativa Orgánica del Ministerio del Medio Ambiente, Santiago, Chile, 09 de marzo de 1994.

Ley 20.417. CHILE. Ley que Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. Normativa Orgánica del Ministerio del Medio Ambiente, Santiago, Chile, 26 de enero de 2010.

Ley 20.600. CHILE. Ley que Crea Tribunales Ambientales. Normativa Orgánica del Ministerio del Medio Ambiente, Santiago, Chile, 28 de junio de 2012.



Naturaleza | NICOLÁS LAGOS





INSTRUMENTOS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	94
1 • ANTECEDENTES	94
2 • INSTRUMENTOS QUE ESTABLECE LA LEY 19.300	95
2.1 Normas de emisión y calidad	95
2.2 Planes de manejo, prevención y/o descontaminación	96
2.3 Educación e investigación	98
2.4 Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental	103
2.5 Participación ciudadana	107
2.6 Acceso a la información ambiental	109
2.7 Evaluación ambiental estratégica	110
3 • INSTRUMENTOS ECONÓMICOS	112
3.1 Impuestos ambientales	112
3.2 Sistema de Compensaciones Región Metropolitana	113
3.3 Subsidios para acondicionamiento térmico de la vivienda	115
3.4 Programa de Recuperación Ambiental y Social	117
3.5 Ley de Fomento al Reciclaje y Responsabilidad Extendida del Productor (REP)	118
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119

INTRODUCCIÓN

Los instrumentos para la gestión ambiental son herramientas de política pública que, mediante regulaciones, incentivos o mecanismos que motivan acciones o conductas de agentes, permiten contribuir a la protección del medio ambiente, así como a prevenir, atenuar o disminuir problemas ambientales.

Los instrumentos de gestión ambiental contemplados en la Ley 19.300 son la educación e investigación; el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental; las normas de calidad ambiental, preservación de la naturaleza y conservación del patrimonio ambiental y de emisión; los planes de manejo, prevención y descontaminación, y la participación ciudadana. No obstante, conforme el país ha avanzado y profundizado su gestión en materia ambiental, se han incorporado nuevos instrumentos que, junto con abordar temas relevantes para la gestión ambiental, dan respuesta a exigencias y compromisos internacionales.

1 • ANTECEDENTES

En 2005, la Evaluación del Desempeño Ambiental realizada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE, reconoció la importancia y el avance del país en relación a la implementación de instrumentos para la gestión ambiental, pero hizo varias recomendaciones para profundizar la implementación de algunos y también a desarrollar nuevos instrumentos.

En específico, la OCDE recomendó desarrollar y fortalecer los marcos normativos así como su fiscalización y cumplimiento; evaluar la introducción de instrumentos económicos nuevos, integrar consideraciones ambientales en los instrumentos y la política fiscal. Asimismo, recomendó profundizar principios como "el que contamina paga" y la entrega de información ambiental para apoyar la toma de decisiones.

Algunas de estas recomendaciones fueron plasmadas en la modificación de la Ley 19.300 de 2010. Es así como mediante la Ley 20.417 se incorporan nuevos instrumentos, como la Evaluación Ambiental Estratégica y el acceso a la información ambiental. Asimismo, se crea el Ministerio del Medio Ambiente, con funciones que complementan la utilidad y la labor de todos los instrumentos para la gestión ambiental.

Junto con ello, desde 2014 el Ministerio del Medio Ambiente ha iniciado un trabajo para profundizar el marco regulatorio en materia de emisiones y calidad, e introducir nuevos instrumentos económicos que contribuyan a disminuir la contaminación, tanto por emisiones al aire como por generación de residuos. En este sentido, un avance significativo para mejorar la calidad del aire y resguardar la salud de las personas fue la publicación de la Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas (Decreto N°13/2011), y para Fundiciones de Cobre y Fuentes Emisoras de Arsénico (Decreto N°28/2013).

Asimismo, el Ministerio del Medio Ambiente también ha trabajado en la gestión de residuos, mediante la Ley Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje, Ley 20.920, que busca abordar la gestión de los residuos de manera integral. Asimismo, mediante la Reforma Tributaria de 2014 (Ley 20.780) se aprobó la implementación, por primera vez en Chile, de impuestos ambientales.

2 • INSTRUMENTOS QUE ESTABLECE LA LEY 19.300

2.1 Normas de emisión y calidad

Las normas ambientales son instrumentos de carácter regulatorio, que tienen como objetivo establecer los límites permitidos a la emisión y concentración de los contaminantes, a fin de proteger la salud y la calidad de vida de las personas y del medio ambiente.

La Ley 19.300 establece las normas de emisión y calidad ambiental, las cuales tienen como objetivo prevenir y controlar la concentración de contaminantes en el medio ambiente.

Las **normas de calidad** pueden ser primarias o secundarias. Las primarias tienen por objetivo proteger la salud de la población, mientras que las secundarias la protección y conservación del medio ambiente, mediante el establecimiento de valores de concentración y períodos permisibles. Si en una determinada localidad los límites establecidos en las normas de calidad ambiental son superados, esta debe declararse zona saturada. Si la concentración de contaminantes en una zona está entre el 80% y 100% del valor de la norma, esta debe declararse como latente¹.

Por otra parte, las **normas de emisión** establecen la cantidad máxima de contaminantes que puede ser emitida al aire o al agua por fuentes emisoras. Su objetivo puede ser la de prevenir la contaminación o bien ser un medio para reestablecer los niveles de calidad del aire o del agua cuando estos han sido superados. Ante esto, las normas de emisión pueden constituir respuestas para atenuar o resolver problemas de calidad (**Tabla 1**).

El Decreto Supremo N°38/12 del Ministerio del Medio Ambiente establece el proceso mediante el cual se lleva a cabo la dictación de las normas ambientales, el cual considera las etapas y plazos que se deben llevar a cabo para la elaboración y revisión de las normas. Las etapas que se contemplan son la conformación de un comité operativo y ampliado, la elaboración de un anteproyecto de norma, una etapa de consulta pública, una etapa de elaboración de proyecto definitivo, aprobación por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, firmas de autoridades, toma de razón por la Contraloría General de la República y finalmente publicación en el Diario Oficial, momento en que entran en vigencia. El esquema general se muestra en la **Figura 1**.

Al año 2015, Chile cuenta con normas de emisión y calidad relacionadas con el aire y agua. En el componente aire se incluyen normas para el control del ruido, la contaminación lumínica y las emisiones de olores molestos de plantas de celulosa.

¹ La declaración de zona latente o saturada se realiza sobre las mediciones validadas por los servicios competentes, en base a los parámetros establecidos en las normas de calidad ambiental, tanto primarias como secundarias.

² La tabla pública también se establece para los Planes de Prevención y Descontaminación, según el D.S. N°39/12 MMA – Reglamento para la Dictación de Planes de Prevención y de Descontaminación.

NORMAS AMBIENTALES

Son instrumentos de carácter regulatorio, que tienen como objetivo establecer los límites permitidos a la emisión de los contaminantes, a fin de **proteger la salud y la calidad de vida de las personas y del medio ambiente**.

Al año 2015, Chile cuenta con normas de emisión y calidad relacionadas con el aire y agua.

En el componente aire se incluyen normas para el control del ruido, la contaminación lumínica y las emisiones de olores molestos de plantas de celulosa.

ⓘ **Tabla Pública: Avance de los procesos normativos²**

El Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión (D.S. N°38/2012 MMA) establece en su Artículo 9° que: “El Ministerio formará una tabla pública en que dará cuenta de la materia y estado en que se encuentran los distintos expedientes de normas, sus plazos y gestiones pendientes, con indicación de la fecha de inicio del proceso. Copia de dicha tabla se exhibirá en el sitio electrónico del Ministerio.” La tabla pública puede encontrarse en el banner de Gobierno Transparente en el sitio web del ministerio.

TABLA 01

TIPOS DE NORMAS AMBIENTALES	
NORMA PRIMARIA DE CALIDAD AMBIENTAL	Aquella 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.
NORMA SECUNDARIA DE CALIDAD AMBIENTAL	Aquella que establece los valores de las concentraciones y 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, la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza.
NORMAS DE EMISIÓN	Las que establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante, medido en el efluente de la fuente emisora.

Fuente: Departamento de Normas, MMA, 2016.

01
EL PROGRAMA DE REGULACIÓN AMBIENTAL
<p>El Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión (D.S. N°38/2012 MMA) establece en su Art. 10° la definición de un programa de regulación ambiental, que debe dictarse a lo menos cada dos años y debe contener los criterios de sustentabilidad y las prioridades programáticas de políticas, planes y programas de dictación de normas de calidad ambiental y de emisión, así como de otros instrumentos de gestión ambiental. El primer programa de regulación ambiental 2016-2017 fue establecido mediante Resolución Exenta N°0177, del 10 de marzo de 2016, del Ministerio del Medio Ambiente.</p> <p>En aire y cambio climático la gestión se enfocará en la Estrategia Nacional de Planes de Prevención y/o Descontaminación Atmosférica, así como en el Plan Nacional de Cambio Climático 2017-2022, y en los planes sectoriales de adaptación. El programa define la elaboración de tres nuevas normas de emisión: grupos electrógenos, calderas y maquinaria fuera de ruta, así como regulaciones para el control y gestión de olores.</p> <p>En biodiversidad, la gestión se orientará en la Estrategia Nacional de Conservación de la Biodiversidad 2015-2030 y un Plan de Acción Nacional. Además, en planes de recuperación, conservación y gestión de especies: se continuará con la creación de áreas protegidas y el desarrollo de planes de gestión para áreas marinas protegidas. En recursos hídricos, la prioridad está orientada a proteger las cuencas hidrográficas, para lo cual se elaborarán normas secundarias de calidad ambiental para cinco cuencas del país.</p> <p>En residuos, suelos y riesgo ambiental, se trabaja en el desarrollo y actualización de políticas, planes e instrumentos que mejoren el manejo adecuado de residuos, disminuyan riesgos asociados a la manipulación de sustancias químicas y permitan avanzar en la gestión de suelos con potencial presencia de contaminantes.</p>

2.2 Planes de manejo, prevención y/o descontaminación

2.2.1 Planes de manejo

Los planes de manejo tienen como objetivo regular el uso o aprovechamiento de los recursos naturales en un área determinada. La Ley 19.300 establece que el Ministerio del Medio Ambiente en conjunto con el servicio encargado de regular el uso del recurso, en el caso de ser necesario, podrá exigir un plan de manejo pudiendo considerar temas como conservación de suelos, del paisaje, manejo de caudales y protección de especies.

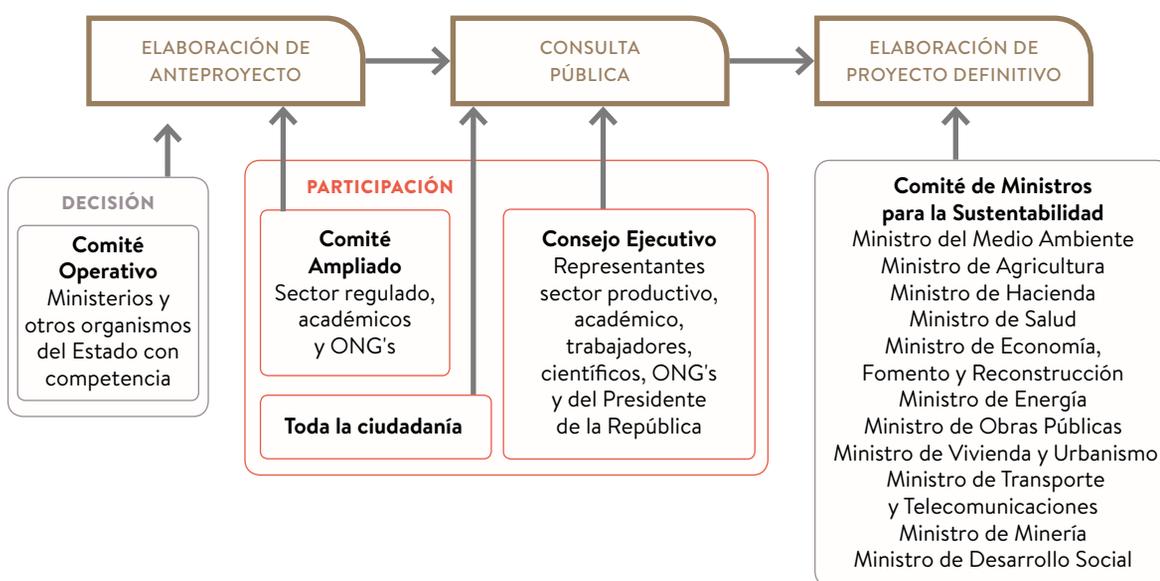


2.2.2 Planes de prevención y /o descontaminación atmosférica

Según la Ley 19.300, la implementación de un plan de prevención y/o descontaminación, se efectúa cuando un lugar ha sido declarado como zona latente o saturada, debido al incumplimiento de los límites establecidos en las normas de calidad ambiental, a fin de establecer acciones que permitan recuperar las condiciones ambientales del lugar.

FIGURA 01

INSTANCIAS DE DECISIÓN Y PARTICIPACIÓN DURANTE LA ELABORACIÓN O REVISIÓN DE NORMAS Y PLANES



Fuente: Departamento de Normas, MMA, 2016.

TABLA 02

OBJETIVO Y ZONA DE IMPLEMENTACIÓN		
INSTRUMENTO	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN	OBJETIVO
Norma Primaria de Calidad Ambiental	Zona latente	Evitar la superación de una o más normas de calidad ambiental primaria o secundaria en una determinada localidad.
Plan de Prevención Atmosférica	Zona saturada	Recuperar los niveles señalados en las normas de calidad ambiental primaria y/o secundaria.

Actualmente, en Chile existen 15 planes de prevención y descontaminación vigentes. Para mayor detalle ver capítulo Aire.

2.3 Educación e investigación

De acuerdo con la Ley 19.300, la educación ambiental es un proceso interdisciplinario orientado a desarrollar habilidades y actitudes que permitan una convivencia armónica entre seres humanos, su cultura y su entorno bio-físico. En este contexto, desde 2003 el Ministerio del Medio Ambiente, en conjunto con el Ministerio de Educación, CONAF y la UNESCO, implementan el Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educativos, SNCAE.

El SNCAE es un programa voluntario, al que pueden postular todos los establecimientos educacionales del país, reconocidos por el Ministerio de Educación, que imparten enseñanza parvularia, básica y/o media, incluyendo también a los establecimientos de enseñanza especial-diferencial y a los técnicos-profesionales.

Este sistema busca instalar un estándar de educación ambiental, cuenta con tres niveles de certificación (básico, medio y excelencia) en los cuales se va constatando la instalación de la educación ambiental. La certificación en cada nivel se alcanza según el porcentaje de cumplimiento de los indicadores consignados en una matriz de autodiagnóstico ambiental.

A partir de 2011, el número de establecimientos educacionales con certificación vigente ha aumentado de manera sostenida, especialmente la proporción de establecimientos que cuentan con un nivel de excelencia, lo que muestra el trabajo de las comunidades educativas por avanzar en la incorporación del tema ambiental.

En la **Figura 2**, se puede apreciar el incremento de establecimientos en nivel de excelencia, los cuales pasaron desde el 15% de los establecimientos certificados, en 2011, a un 33% del total de establecimientos certificados en 2015.

Finalizado ya el proceso 2015, el Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educativos, cuenta con 1.182 establecimientos con certificación ambiental vigente distribuidos a nivel nacional, tal como se aprecia en la **Figura 3**.

Para conocer el estado de avance y los antecedentes de los establecimientos educativos en su proceso de certificación, se puede ingresar al portal de educación ambiental del MMA. Asimismo, el SNCAE cuenta con una página <http://scp.mma.gob.cl/>, donde se puede acceder a los documentos y acciones que posibilitaron la certificación de cada establecimientos educativo del país.

SNCAE

Establecimientos en nivel de excelencia respecto del total de establecimientos certificados en 2015

▲ 33%

Establecimientos con certificación ambiental vigente, distribuidos a nivel nacional año 2015

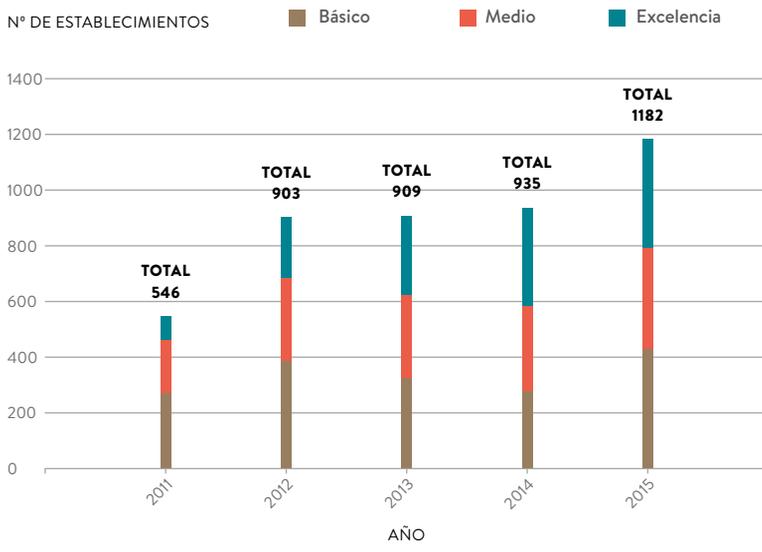
1.182 CERTIFICADOS





FIGURA 02

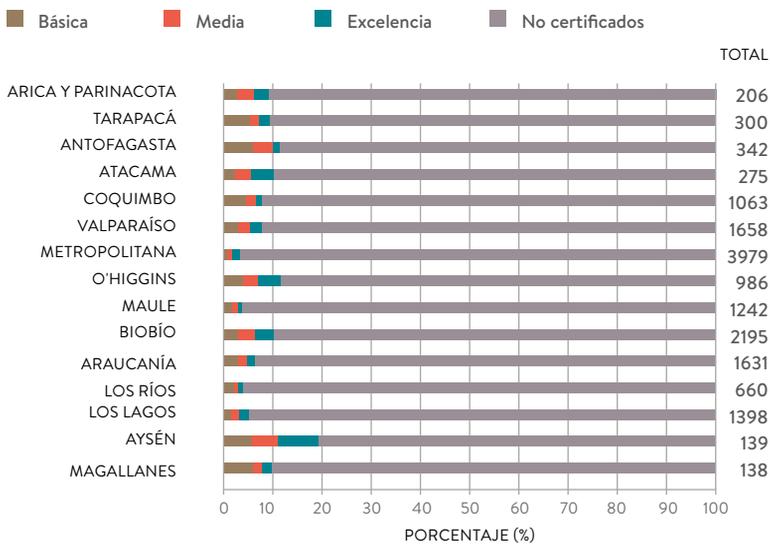
**NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS CON CERTIFICACIÓN VIGENTE
por año y nivel**



Fuente: Departamento de Educación Ambiental, MMA, 2016.

FIGURA 03

**PORCENTAJE DE ESTABLECIMIENTOS CERTIFICADOS
según tipo de certificación, vigente al año 2015**



Fuente: Departamento de Educación Ambiental, MMA, 2016.

Sistema de Certificación Ambiental Municipal

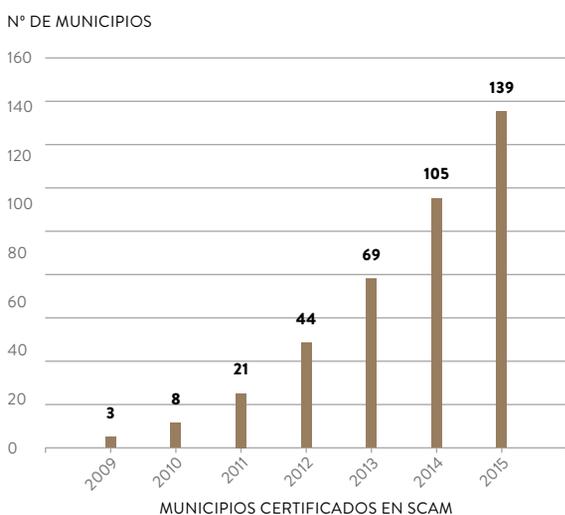
Tras la modificación de la Ley 19.300, en 2010, la gestión ambiental local forma parte de la estructura orgánica del Ministerio del Medio Ambiente, fortaleciendo el trabajo que hasta entonces se ha venido desarrollando mediante el Sistema Nacional de Certificación Ambiental Municipal (SCAM). Este sistema, que surge en 2008, constituye una útil herramienta tanto para apoyar la educación ambiental, como para contribuir a mejorar la gestión que en esta materia realizan los municipios.

Cabe señalar que, también en 2008, se realizó un diagnóstico para conocer la situación en que se encontraban los municipios en materia de gestión ambiental. Como parte de ese diagnóstico se pudo constatar que el 37% de 327 municipalidades que formaron parte de dicho estudio tenían una “unidad encargada del tema ambiental” (CONAMA 2008). En este contexto, se hacía necesario fortalecer la integración del tema ambiental como parte de la orgánica institucional, e instalar capacidades para potenciar y promover la gestión ambiental local.

Si bien en un comienzo el SCAM partió con solo tres municipios, la participación de éstos ha crecido exponencialmente, alcanzando en 2015 la cifra de 156 municipios en alguna etapa o proceso en el sistema. Como resultado de este trabajo, y tal como se aprecia en la **Figura 4**, 139 municipios cuentan con una certificación ambiental vigente en 2015.

FIGURA 04

NÚMERO DE MUNICIPIOS CON CERTIFICACIÓN VIGENTE POR AÑO



Fuente: Departamento Gestión Ambiental Local, MMA, 2016.

02

PROCESO Y ETAPAS DE LA CERTIFICACIÓN

El SCAM está compuesto de tres niveles: Básico (6 meses), Intermedio (11 meses) y de Excelencia (11 meses). Estos tres niveles son fases del procedimiento de certificación para que los municipios logren alcanzar las capacidades necesarias para una gestión local acorde a la institucionalidad de nuestro país y de las expectativas internacionales.

Nivel de Certificación Básica

- ▶ Diagnóstico ambiental municipal y comunal.
- ▶ Estrategia ambiental.
- ▶ Comité Ambiental Municipal y Comunal.
- ▶ Convenio de carácter anual.

Nivel de Certificación Intermedia

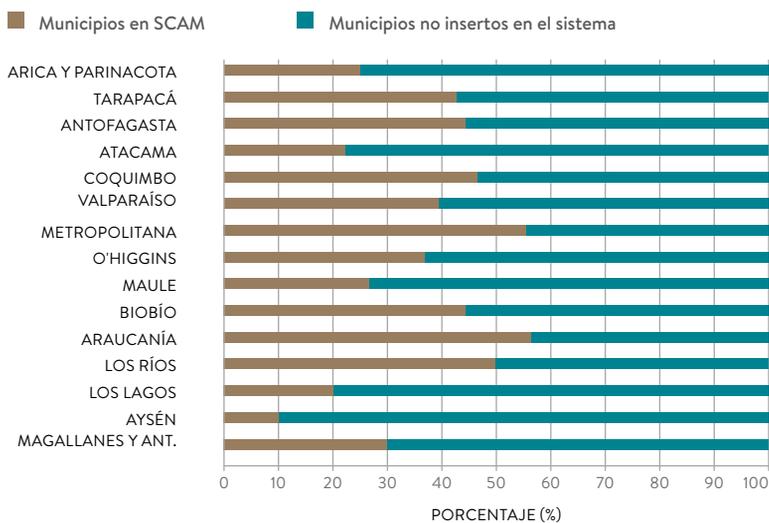
- ▶ Ejecución de las líneas establecidas en el proceso anterior.
- ▶ Diseño de planes y ejecución de proyectos pilotos, en temas como residuos, eficiencia hídrica y energética.
- ▶ Capacitaciones a funcionarios.

Nivel de Certificación de Excelencia

- ▶ Ejecución de los planes y/o proyectos que se generaron en la fase anterior.
- ▶ Consolidación de la operatividad del Comité Ambiental Comunal y Municipal.
- ▶ Funcionamiento adecuado de los sistemas de reciclaje, ahorro energético e hídrico. El municipio debe contar con una ordenanza municipal aprobada, vigente y operando y un sistema de participación ambiental, así como generar los compromisos de auditoría para mantener el nivel de certificación.

FIGURA 05

**PORCENTAJE DE MUNICIPIOS CERTIFICADOS AMBIENTALMENTE
a nivel regional al año 2015.**



Fuente: Departamento Gestión Ambiental Local, MMA, 2016.

Diagnóstico de la gestión ambiental local

La reforma a la institucionalidad ambiental de 2010 exige nuevas obligaciones para los municipios. Entre las principales obligaciones se encuentran la creación del Área de Medio Ambiente, Aseo y Ornato, la elaboración de un anteproyecto de ordenanza ambiental, el pronunciamiento ante el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, recepción de denuncias por incumplimiento de normas ambientales y la colaboración en materia de educación y participación ciudadana.

En este contexto, y dado que la gestión ambiental del país requiere de la colaboración del ámbito local, en 2014 el Ministerio del Medio Ambiente desarrolló un proyecto orientado a conocer el estado de avance de la gestión ambiental local y a fortalecer las capacidades de los funcionarios para apoyar y mejorar el levantamiento de información ambiental local.³

El diagnóstico se basó en una encuesta que ya se había aplicado en 2008. Se mejoraron algunas preguntas y se incluyeron otras nuevas. El instrumento se aplicó a nivel nacional y la tasa de respuesta alcanzó el 90% (MMA, 2016).

Uno de los principales resultados del estudio es que el 70% de las municipalidades encuestadas tiene una unidad ambiental o un encargado de medio ambiente, situación que constituye un importante avance respecto de 2008, donde solo el 37% de los municipios tenía un funcionario a cargo del tema ambiental o una unidad en la materia (CONAMA, 2008).

En cuanto al desarrollo de información ambiental, la mayoría de los municipios no cuenta con indicadores ambientales. Los indicadores más utilizados son los referentes al consumo de energía dentro del municipio (28%), la generación de residuos municipales (28%), así como el consumo de agua y el control de animales (26%). En cambio, los indicadores menos utilizados son la huella de carbono (2%), la tasa de compostaje (6%) y el presupuesto ambiental per cápita (8%) (MMA, 2016).

³ El proyecto fue adjudicado y ejecutado por el Centro de Políticas Públicas de la Universidad Católica

Fondo de Protección Ambiental

El Fondo de Protección Ambiental, administrado por el Ministerio del Medio Ambiente, a través de un concurso público apoya y financia proyectos o actividades orientados a la protección o reparación del medio ambiente, el desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental (Ley 19.300, Artículo 66).

El concurso está dirigido a personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, tales como juntas de vecinos, clubes deportivos, centros de padres, agrupaciones culturales y ambientales, comunidades y asociaciones indígenas, ONG's, centros de investigación y universidades.

Después de 19 años de implementación del FPA se han financiado más de 2.600 proyectos, lo cual ha significado una inversión de más de \$13.000 millones que ha beneficiado a comunidades de todo el país.

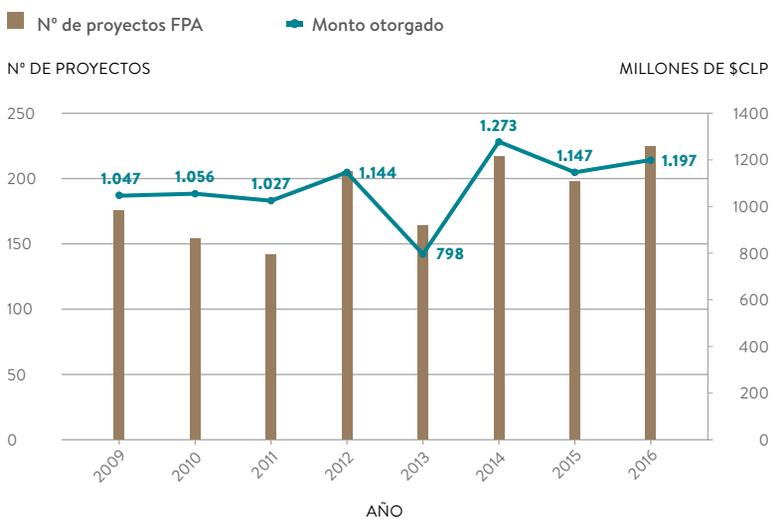
En el concurso de 2016 se aprobaron 225 iniciativas, lo que significó un incremento del 22% respecto al 2015 y una inversión superior a los \$1.197 millones.

Los concursos para el año 2016 correspondieron a Gestión Ambiental Local y de Protección y Gestión Ambiental Indígena. El concurso de Gestión Ambiental Local se desagrega en temáticas más específicas como gestión de residuos y recuperación de espacios, cambio climático y descontaminación ambiental, conservación de la biodiversidad, eficiencia energética y energías renovables no convencionales, y equidad ambiental territorial (territorios focalizados PRAS Huasco, Puchuncaví-Quintero y Coronel).

En la **Figura 6** se puede apreciar el número de proyectos aprobados y los montos respectivos, desde 2009 a 2016.

FIGURA 06

NÚMERO DE PROYECTOS CON FONDO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL (FPA) Y MONTO OTORGADO



Fuente: Departamento del Fondo de Protección Ambiental, MMA 2016.

2.4 Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), en vigencia desde 1997, constituye uno de los principales instrumentos del país para prevenir el deterioro ambiental. Este instrumento busca integrar la variable ambiental en el diseño y la ejecución de los proyectos y actividades productivas que se realizan en el país. De esta manera, mediante una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o un Estudio de Impacto Ambiental (EIA),⁴ se busca evaluar que dichas actividades cumplan con las normativas ambientales existentes.

El SEIA es administrado por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). Este servicio también realiza la coordinación de los organismos del Estado involucrados en el proceso de evaluación, para los efectos de obtener los permisos o pronunciamientos.

Si bien la Ley 19.300, en su Artículo 10, define los proyectos que deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, también es posible acogerse al sistema de manera voluntaria.

Una parte muy importante del proceso de evaluación ambiental es la participación ciudadana, así como de los servicios competentes y de los gobiernos locales.

En el caso de la participación ciudadana, el Reglamento del SEA,⁵ establece los mecanismos, plazos e implementación, según sea un Estudio o una Declaración de Impacto Ambiental. En cualquier caso, la Ley 19.300 establece que cualquier persona interesada puede conocer el contenido del proyecto en evaluación, salvo los antecedentes de carácter confidencial.

Definiciones de acuerdo a la Ley 19.300

Impacto Ambiental: alteración del medio ambiente provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada.

Declaración de Impacto Ambiental (DIA): 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.

Estudio de Impacto Ambiental (EIA): 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.

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN (DIA/EIA)



Fuente: Servicio de Evaluación Ambiental, 2016.

⁴ El Artículo 10 establece cuáles actividades deben someterse a la evaluación de impacto ambiental. Asimismo, el Artículo 11 de la Ley 19.300 establece los efectos, características o circunstancias que definen si un proyecto o actividad debe presentar un estudio de impacto ambiental.

⁵ El Reglamento del SEIA se encuentra disponible en el siguiente enlace http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/migration_files/dto-40_12-ago-2013.pdf

TABLA 03

DIFERENCIAS DEL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN ENTRE UNA DIA Y UN EIA		
MATERIA	DIA	EIA
Plazo de evaluación	60 días	120 días
Ampliación del plazo de evaluación	30 días	60 días
Participación ciudadana (PAC)	Solo si el proyecto genera cargas ambientales y la PAC es solicitada	Siempre
Consulta indígena	No aplica	Aplica cuando hay un impacto significativo a pueblos indígenas ⁶
Recurso de reclamación	Ante Director Ejecutivo del SEA	Ante Comité de Ministros

Fuente: Servicio de Evaluación Ambiental, 2016.

⁶Los impactos significativos están establecidos en el Reglamento del SEIA.

03

COMISIÓN ASESORA PRESIDENCIAL PARA LA REFORMA DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, SEIA

Después de 18 años de vigencia del SEIA, y ante las mayores exigencias y desafíos del país en materia ambiental, la Presidenta Michelle Bachelet creó la Comisión Asesora Presidencial para la Evaluación del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, la cual tuvo como objetivos potenciar las facultades del Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (SEA), contribuir a mejorar la legitimidad social de los proyectos, así como evaluar y mejorar el marco jurídico del sistema. Todo ello, con el fin de adecuar el sistema a los cambios que el país ha experimentado producto del crecimiento económico, los cambios socioculturales, las nuevas exigencias y compromisos internacionales y el objetivo de alcanzar el desarrollo sostenible.

El informe final de la comisión, presentado a la Presidenta Bachelet en julio de 2016, contiene 25 propuestas y recomendaciones, las cuales incluyen temas asociados a los criterios de ingreso e instrumentos de evaluación, los procedimientos y contenidos de la evaluación, la participación de los servicios públicos con competencia ambiental, los permisos ambientales, así como la participación ciudadana, la consulta indígena y los instrumentos asociados a la Resolución de Calificación Ambiental (RCA).

Entre las propuestas se encuentra la creación de un mecanismo de evaluación para proyectos estratégicos, mediante el cual se busca abordar de manera más efectiva la evaluación de proyectos cuyos impactos pueden generar transformaciones importantes en los territorios.

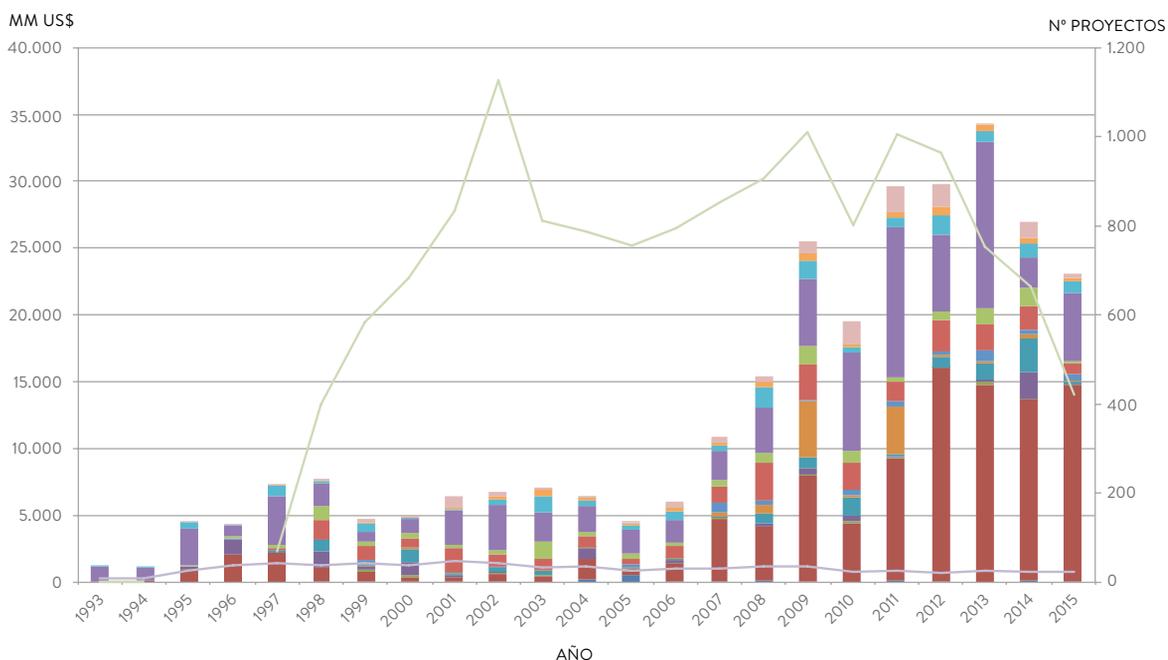
Asimismo, plantean un proceso de relacionamiento temprano, previo al ingreso del proyecto al SEIA, a fin de generar un diálogo y entendimiento entre los titulares y las comunidades. Mediante esta instancia se busca que las partes conozcan y transparenten sus posiciones, a fin de contribuir a mejorar las asimetrías de información. Este procedimiento sería de carácter voluntario, pero una vez aceptado por parte del titular, su realización sería obligatoria.

Entre 1997 y 2015 se han aprobado 620 Estudios de Impacto Ambiental y más de 14.000 Declaraciones de Impacto Ambiental, por un monto de inversión de aproximadamente MM US\$290.000.

FIGURA 07

MONTO DE INVERSIÓN ESPERADA EN PROYECTOS APROBADOS A TRAVÉS DEL SEIA y número de proyectos por rubro

- | | | | |
|---------------------------------|--|------------------------------|-------------------------|
| ■ Agropecuario | ■ Instalaciones fabriles varias | ■ Forestal | ■ Pesca y Acuicultura |
| ■ Equipamiento | ■ Otros | ■ Infraestructura Hidráulica | ■ Saneamiento Ambiental |
| ■ Infraestructura de Transporte | ■ Energía | ■ Inmobiliarios | ■ DIA |
| ■ Infraestructura Portuaria | ■ Planificación territorial e Inmobiliarios en zonas | ■ Minería | ■ EIA |

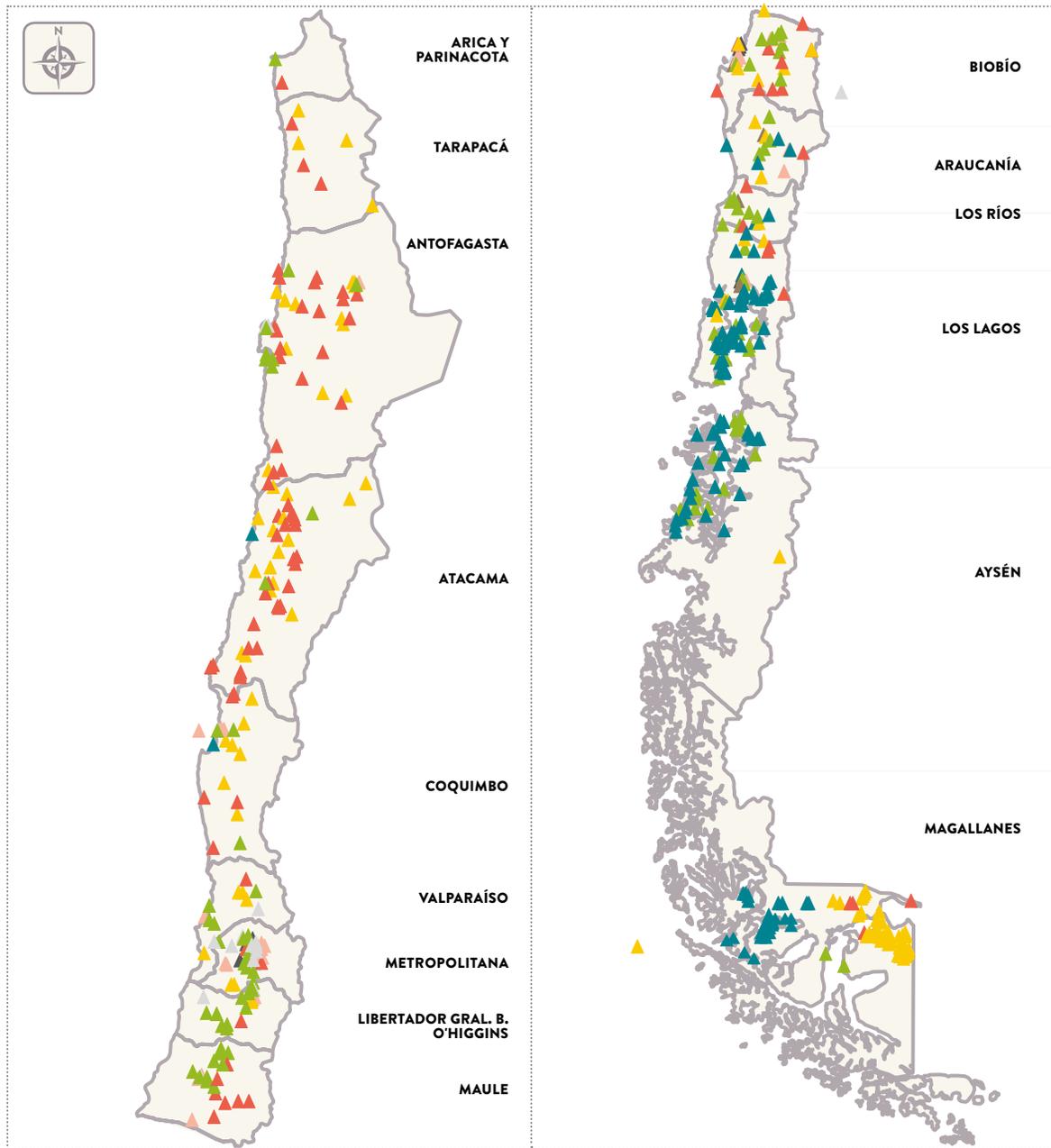


Fuente: Servicio de Evaluación Ambiental, 2016.



Región de Los Lagos | SOLEDAD GAJARDO

DISTRIBUCIÓN DE PROYECTOS APROBADOS EN 2015



PROYECTOS APROBADOS



Fuente: Servicio de Evaluación Ambiental, 2016.

2.5 Participación Ciudadana

La participación ciudadana es considerada como un elemento central de la gestión ambiental. La Ley 19.300 la establece como parte fundamental de la Evaluación de Impacto Ambiental y desde 2011, con la publicación de la Ley 20.500 sobre Asociaciones y Participación Ciudadana en la Gestión Pública, todos los servicios públicos deben incorporar la participación ciudadana en su labor. En este contexto, se amplían los mecanismos y las instancias que hasta entonces se realizaban para incluir a la ciudadanía en la gestión pública.

Desde 2011, el Ministerio del Medio Ambiente cuenta con una Norma General de Participación Ciudadana (Res. Ex. N° 962/2011), la cual fue actualizada en 2015 con la Res. Ex. N° 601/2015, mediante la cual se integran nuevos mecanismos y se reconocen otros ya existentes, entre ellos las audiencias públicas, los cabildos ciudadanos, los diálogos participativos, los comités, grupos o mesas público-privado de carácter ambiental, así como la creación del Comité de Participación del MMA y el Programa de Participación Ciudadana Temprana.

La norma define que la participación ciudadana es un derecho exigible que el ministerio debe resguardar y que, a su vez, constituye una responsabilidad cívica para las personas. Asimismo, establece que para lograr la inclusión ciudadana se requieren acciones basadas en el enfoque de derechos.

Otros mecanismos de participación ciudadana ya existentes son el acceso a la información ambiental, las consultas ciudadanas, los consejos de la sociedad civil y las cuentas públicas participativas (**Tabla 4**).

La consulta ciudadana ha sido el mecanismo de participación ciudadana más utilizado en la gestión ambiental, por cuanto ha formado parte de los procesos de dictación de normas y planes, así como de la evaluación de impacto ambiental, desde que se creó la institucionalidad ambiental. Sin embargo, paulatinamente, se han incorporado nuevas instancias como los diálogos o los cabildos, que han permitido motivar el interés y la participación de más personas a nivel nacional.

En relación al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, SEIA, tanto la Ley 19.300, como el Reglamento del SEIA, establecen la participación ciudadana como parte del proceso de evaluación. De acuerdo al reglamento, la participación ciudadana comprende los derechos a acceder y conocer el expediente físico o electrónico de la evaluación, formular observaciones y obtener respuesta fundada de ellas.

En el caso de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), la normativa establece que el titular del proyecto deberá publicar un extracto del EIA en el Diario Oficial y en un periódico de circulación regional o nacional, según sea el caso. Adicionalmente, las personas naturales o jurídicas podrán imponerse del contenido de los EIA, a excepción de los antecedentes relacionados a invenciones o procedimientos patentables. Las personas, naturales o jurídicas, pueden formular observaciones a los EIA dentro de un plazo de 60 días a contar de la fecha de publicación del extracto.

Respecto a las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA), el Servicio de Evaluación Ambiental debe publicar el listado de las declaraciones que han ingresado mensualmente a tramitación. Los interesados pueden acceder al contenido de la DIA. Las direcciones regionales o el director ejecutivo del SEA, según corresponda, podrán decretar la realización de un proceso de participación ciudadana por un plazo de 20 días, en proyectos o actividades que generen cargas ambientales para comunidades ubicadas en el área donde se manifiestan los impactos ambientales del proyecto.

Las observaciones deben ser consideradas en el proceso de evaluación del proyecto. Si las observaciones no son debidamente ponderadas, quienes las hayan presentado pueden reclamar ante la autoridad superior dentro de un plazo de 30 días, y ésta debe pronunciarse sobre la reclamación dentro de los 60 días siguientes de presentado el recurso.

TABLA 04

MECANISMOS DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA IMPLEMENTADOS EN MATERIA AMBIENTAL	
MECANISMO	INSTRUMENTO
Consultas Públicas	Procesos de Dictación de Normas de Calidad y Emisión.
	Procedimiento y Etapas para la dictación de Planes de Prevención y Descontaminación.
	Proceso de Clasificación de Especies según Estado de Conservación.
	Otros procesos de carácter voluntario.
	Del Ministerio del Medio Ambiente y Consejos Consultivos Regionales del MMA.
Consejos Consultivos	Se realiza a nivel central y regional.
Cuenta Pública	Comisión Asesora Presidencial para el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
Cabildo Ciudadano	Atención presencial.
Acceso a la Información Ambiental	Portales web.
	Charlas.
	Seminarios.
	Materiales de difusión.

Fuente: Elaboración propia.

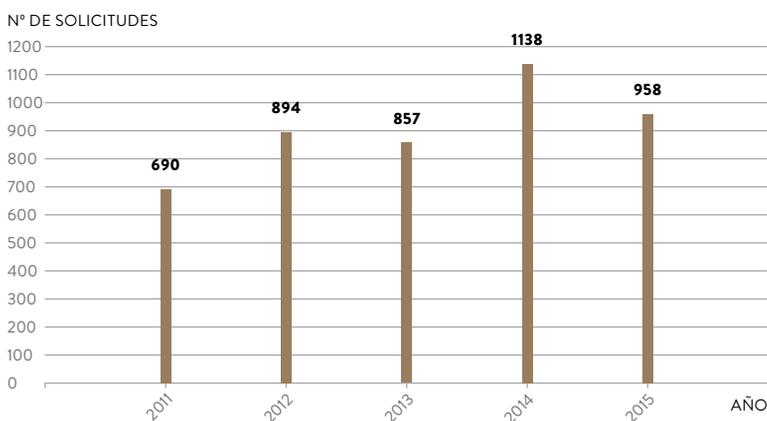


2.6 Acceso a la Información Ambiental

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. El acceso a la información se define como la capacidad de los ciudadanos de obtener información ambiental en poder de las autoridades públicas. Dicho acceso se materializa mediante los mecanismos públicos que las instituciones utilizan para disponer información, de manera proactiva o a través de la demanda o solicitud de información a la institución.

FIGURA 08

NÚMERO DE SOLICITUDES DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA DE CARÁCTER AMBIENTAL, POR AÑO

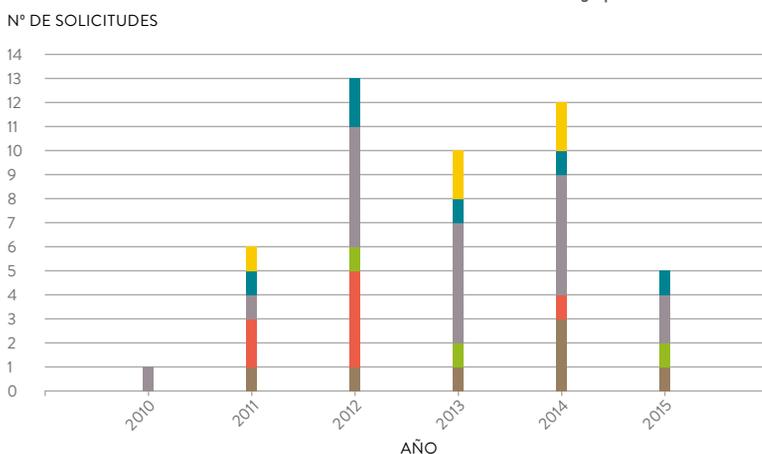


Fuente: Oficina de Atención Ciudadana y Archivo, MMA, 2015.

FIGURA 09

NÚMERO DE AMPAROS⁷ INGRESADOS AL CONSEJO PARA LA TRANSPARENCIA EN MATERIA AMBIENTAL

■ Rechaza ■ Decisión de inadmisibilidad ■ Acoge totalmente
■ Desistimiento ■ Decisión de fondo ■ Acoge parcialmente



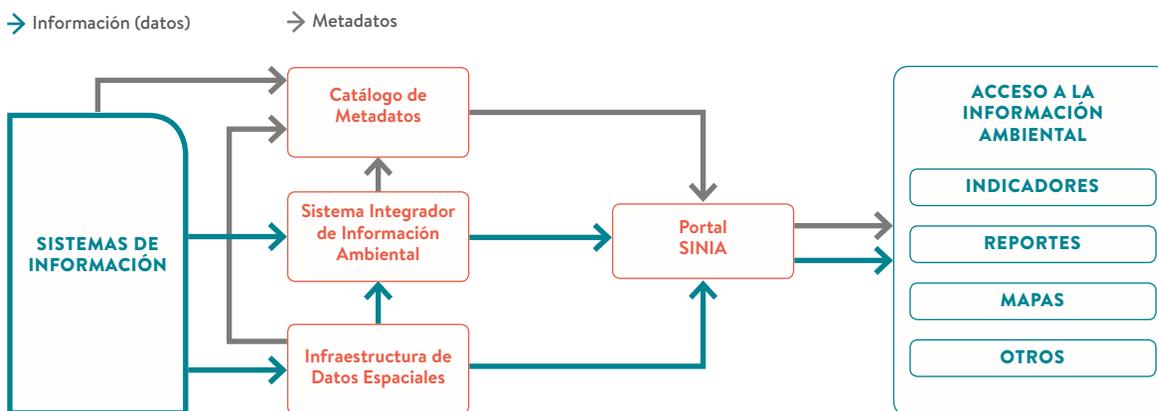
Fuente: Oficina de Atención Ciudadana y Archivo, MMA, 2015.

⁷Un amparo se realiza cuando el solicitante considera que le ha sido denegado el acceso a la información pública por parte de algún servicio público.

El Sistema Nacional de Información Ambiental, SINIA, administrado por el Ministerio del Medio Ambiente, constituye uno de los principales mecanismos para disponer oportunamente la información ambiental, la que puede ser consultada y descargada por cualquier persona interesada. Con este fin, el sistema integra distintos componentes que permiten ingresar y recuperar información, tanto documental como georreferenciada o estadística (Figura 10).

FIGURA 10

ESTRUCTURA DEL SINIA



Fuente: Departamento de Información Ambiental, MMA, 2016.

Asimismo, esta publicación (IEMA), junto con los Reportes Anuales del Estado del Medio Ambiente (REMA), también permiten acercar la información ambiental a las personas y mantienen actualizados indicadores, mediante los cuales es posible monitorear la situación ambiental del país.

2.7 Evaluación Ambiental Estratégica

La Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) es un nuevo instrumento de gestión ambiental, según lo establece la modificación a la Ley 19.300 de 2010, mediante el cual se busca incorporar las consideraciones ambientales en los procesos de toma de decisión estratégica, como las políticas, planes e instrumentos de ordenamiento territorial, bajo una mirada de sustentabilidad.

A partir del 4 de noviembre de 2015, fecha en la cual entró en vigencia su reglamento, la EAE es un proceso formal y regulado en cuanto a procedimientos y plazos.

De acuerdo con la Ley 19.300, “se someterán a EAE las políticas y planes de carácter normativo general, así como sus modificaciones sustanciales, con consecuencias significativas sobre el ambiente o la sustentabilidad, que decida el Presidente de la República, a proposición del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad”. Asimismo, siempre deberán someterse a EAE los planes reguladores, de desarrollo urbano, zonificaciones de borde costero, regionales de ordenamiento territorial y manejo integrado de cuencas.

A 2015 se han formulado 278 instrumentos de planificación con EAE. De este universo, un total de 116 instrumentos ya han terminado su proceso de evaluación y 162 se encuentran en desarrollo.



Los resultados alcanzados con la aplicación de la EAE permiten identificar aspectos ambientales relevantes para la convivencia armónica entre distintas actividades que se realizan en el territorio, así como la identificación de condiciones para un desarrollo más sustentable.

Uno de los ejemplos destacados en materia de diseño de políticas que incorporen las consideraciones ambientales fue la Política Energética del país al 2050, la cual, por iniciativa del Ministerio de Energía, ingresó a la EAE. Este proceso se desarrolló en 2015 finalizando de manera exitosa, por cuanto se logró obtener una política altamente participativa, consensuada y diseñada con criterios de sustentabilidad.

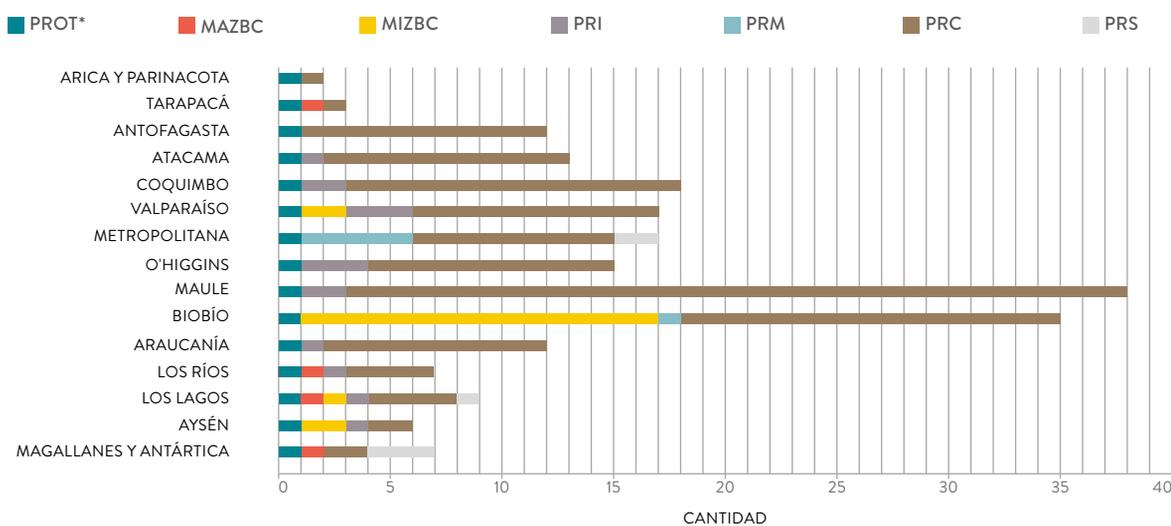
Para apoyar la aplicación de la EAE, el Ministerio del Medio Ambiente elaboró la Guía de Orientación para el Uso de la Evaluación Ambiental Estratégica en Chile, la cual puede ser descargada del portal del Ministerio del Medio Ambiente.

Entre los beneficios de implementar una Evaluación Ambiental Estratégica se encuentran los siguientes:

- ▶ Permite diseñar y generar condiciones para que las decisiones sean más sustentables, desde la perspectiva de un análisis integrado, participativo y temprano.
- ▶ Apoya la incorporación de dimensiones como contaminación atmosférica, niveles de ruido, medidas de adaptación al cambio climático, entorno natural, manejo y gestión de residuos, riesgo de desastres.
- ▶ Contribuye al desafío de lograr que distintos instrumentos de planificación territorial y políticas públicas tengan una cohesión y sean complementarios con otros instrumentos, tales como planes de descontaminación, planes de recuperación de zonas deterioradas o el Plan de Acción de Cambio Climático, así como con todas aquellas políticas y planes sectoriales en materia ambiental.

FIGURA 11

NÚMERO Y TIPO DE PROYECTOS INGRESADOS A EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA AL 2015



*PROT: Plan Regional de Ordenamiento Territorial
*MAZBC: Macrozonificación del Borde Costero
*MIZBC: Microzonificación del Borde Costero

*PRI: Plan Regulador Intercomunal
*PRM: Plan Regulador Metropolitano

*PRC: Plan Regulador Comunal
*PRS: Plan Regulador Seccional

Fuente: Oficina de Evaluación Ambiental Estratégica, MMA, 2016.

3• INSTRUMENTOS ECONÓMICOS

Los instrumentos económicos para la gestión ambiental son aquellas acciones o medidas económicas que realiza la autoridad para incentivar comportamientos en la sociedad que favorezcan los objetivos ambientales. Si bien en Chile la gestión ambiental ha operado fundamentalmente con instrumentos de tipo regulatorio, la Ley 19.300 hace mención a este tipo de instrumentos como parte de los planes de prevención y descontaminación (Art. 45).

En este contexto, la reforma tributaria promulgada en 2014 (Ley 20.780), por primera vez, incluye impuestos explícitamente ambientales, mediante los cuales se gravan las emisiones de fuentes fijas a la atmósfera de dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), material particulado (MP) y las de dióxido de carbono (CO₂). Este impuesto se implementará a partir del 1 de enero de 2017. La reforma también incluye impuestos a la primera venta de automóviles livianos en base a su emisión potencial de NO_x, en vigencia desde el 29 de diciembre de 2014.

Por otra parte, el 17 de mayo de 2016 la Presidenta Michelle Bachelet promulgó la Ley Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje, mediante la cual se busca contribuir a la disminución de los residuos a través del fomento de su reutilización y reciclaje, con incentivos para la valorización de los mismos.

Asimismo, el país ha iniciado la implementación de otros instrumentos económicos como los subsidios en la implementación de medidas en planes de descontaminación, especialmente en materia de aire.

3.1 Impuestos ambientales

Los impuestos ambientales, o impuestos pigouvianos, son instrumentos de gestión ambiental que modifican señales de precio con el fin de incentivar un comportamiento socialmente eficiente de parte de los agentes económicos (Pigou, 1947).

Si bien la producción de bienes (ej. electricidad) genera externalidades, también genera beneficios sociales, como por ejemplo empleo, ingreso u otros beneficios. En consecuencia, no se trata de eliminar la actividad, sino de lograr un equilibrio social. Precisamente, los impuestos contribuyen a ello.

En el caso chileno, la Ley 20.780, fija un impuesto de US\$ 5 por tonelada de CO₂. Este impuesto es consistente con compromisos internacionales y las tendencias globales. Respecto a los contaminantes locales (MP, NO_x y SO₂), el diseño del impuesto estima el costo social a partir de las diferencias en la capacidad de carga de los ecosistemas y la población expuesta, lo cual lo convierte en un instrumento pionero en esta materia. Lo anterior se traduce en un impuesto por tonelada que varía por contaminante y comuna.

En cuanto a las fuentes fijas, se gravan los establecimientos cuyas fuentes son conformadas por calderas o turbinas que, en su conjunto, sumen una potencia térmica mayor o igual a 50 MWt (megavatios térmicos).

En el caso del impuesto a los automóviles, se grava la venta de vehículos de acuerdo a su rendimiento urbano y emisiones de NO_x (se excluyen automóviles de trabajo). Su objetivo es desincentivar el uso de vehículos menos eficientes e internalizar los costos sociales de las emisiones de NO_x, dado que las fuentes móviles emiten alrededor del 30% del total nacional de este contaminante.

El establecimiento de impuestos complementará los instrumentos de gestión ambiental que propone y ejecuta el Ministerio del Medio Ambiente. Los impuestos a fuentes fijas complementarán los Programas de Recuperación para Territorios Ambientalmente Vulnerables en las comunas de Puchuncaví, Quintero, Coronel y Huasco, donde se ubican fuentes sujetas al impuesto; así como los planes de descontaminación vigentes en las comunas de Tocopilla, Rancagua, Codegua, Graneros, San Vicente, Mostazal y Renca donde se ubican fuentes sujetas al impuesto. Estos gravámenes también complementarán la actualización del Plan de Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana y también el Plan de Descontaminación para la ciudad de Valdivia.

TABLA 05

RECAUDACIÓN IMPUESTOS A LOS VEHÍCULOS, AÑO 2015			
MES	RECAUDACIÓN MENSUAL (CLP)	DÓLAR OBSERVADO (PESOS POR DÓLAR)*	TOTAL USD
Enero	1.308.021.817	620,91	2.106.621
Febrero	1.971.128.959	623,62	3.160.785
Marzo	2.442.828.311	628,5	3.886.759
Abril	2.683.339.136	614,73	4.365.069
Mayo	2.619.450.753	607,6	4.311.143
Junio	2.837.019.480	629,99	4.503.277
Julio	2.900.782.599	650,14	4.461.781
Agosto	2.896.838.190	688,12	4.209.786
Septiembre	4.501.854.543	691,73	6.508.109
Octubre	1.960.196.605	685,31	2.860.306
Noviembre	4.390.610.796	704	6.236.663
Diciembre	2.423.515.518	704,24	3.441.320
Anual	32.935.586.707	-	50.051.623

Fuente: Tesorería General de la República.

* Dólar observado mensual según Banco Central, consultado el 23 de marzo de 2016.

3.2 Sistema de Compensaciones Región Metropolitana

Las medidas de compensación ambiental constituyen un mecanismo alternativo a un efecto adverso que no sea posible mitigar o reparar. Dichas medidas incluyen la sustitución de los recursos naturales o elementos del medio ambiente afectados por otros de similares características, clase, naturaleza, calidad y función. En el marco de la revisión del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) (DS 66/2009 del Minsejpres) se creó un sistema de compensación de emisiones. Los proyectos o actividades nuevas y sus modificaciones, que ingresen a la zona regulada por el PPDA, en cualquiera de sus etapas y que impliquen un aumento sobre la situación base de emisiones, superior a los valores que se presentan en la siguiente Tabla, deberán compensar sus emisiones en un 150%.

TABLA 06

LÍMITES PERMISIBLES DE ACUERDO AL ARTÍCULO 98 D.S N° 66/2009	
CONTAMINANTE	EMISIÓN MÁXIMA (TON/AÑO)
MP10	2,5
NOx	8
SOx	50

Los Programas de Compensación de Emisiones (PCE) son evaluados por la Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente RM. Los valores a ser compensados, así como los plazos para presentar dichos programas quedan establecidos en la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) que resulta del ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y corresponden a 60 y 90 días para el caso de MP10 y NOx, respectivamente.

Crterios de compensación

La medida de compensación es escogida por el titular y la zona geográfica de aplicación de este instrumento corresponde a toda la Región Metropolitana. Para que la medida sea aceptada deberá cumplir con varios criterios:

- 1 **Comparable:** las emisiones a compensar deben ser comparables en cuanto a características de composición y granulometría.
- 2 **Realista:** que implique una rebaja efectiva de emisiones.
- 3 **Cuantificable:** que exista un método que permita medir dichas reducciones.
- 4 **Adicionales:** que la medida propuesta por el titular no responda a otras obligaciones, o que no corresponda a una acción que se iba a realizar de todas formas.
- 5 **Permanente:** que la reducción permanezca por el período en que el proyecto esté obligado a reducir emisiones.
- 6 **Exigible:** los compromisos que adquiere el titular deben ser suscritos formalmente.

Alternativas de compensación

Las alternativas de compensación comúnmente presentadas son:

- ▶ Chatarrización a través del retiro de vehículos (para compensar MP10 de combustión, NOx y SOx).
- ▶ Compra de emisiones provenientes de fuentes fijas.
- ▶ Pavimentación de calles.
- ▶ Creación y mantención de áreas verdes.
- ▶ Conservación y recuperación de áreas naturales.

Entre 2012 y abril de 2015 ingresaron 86 PCE, de éstos 67 fueron aprobados. La tipología de proyectos que más se ha utilizado para compensar MP10 ha sido la pavimentación (66%), seguido de la forestación o mantención de áreas verdes (18%).

3.3 Subsidios para Acondicionamiento Térmico de la Vivienda

En 2009 se crea un subsidio térmico (modificación del Decreto Supremo 255 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo). Mediante este subsidio se busca apoyar a las familias más vulnerables para que puedan acondicionar térmicamente sus viviendas, y también para que las familias beneficiadas puedan ahorrar dinero en calefacción, aumentar su confort y eliminar el riesgo de enfermedades por problemas de humedad y condensación interior.

Inicialmente este subsidio beneficiaba a viviendas ubicadas entre las regiones del Libertador Bernardo O'Higgins a Magallanes. A partir de 2014 se amplió la cobertura para incluir viviendas ubicadas entre las regiones de Coquimbo y Magallanes.

El subsidio contempla la entrega de entre 100 y 130 Unidades de Fomento⁸ (UF), según la ubicación de la vivienda. Se estima que a nivel nacional se entregan del orden de 1 millón de UF (US\$35 millones) en subsidios al año.

Este subsidio tiene un objetivo social y ambiental. Junto con mejorar la calidad de vida de las familias beneficiadas, se estima que un mayor acondicionamiento térmico disminuye la demanda por combustibles para calefacción en hasta un 30% (MINVU, 2016). De esta manera, este subsidio se alinea con el Plan Nacional de Eficiencia Energética 2020, y es complementario a las medidas y objetivos que persiguen los planes de descontaminación atmosférica.

Entre 2008 y 2014 se han entregado 48.762 subsidios, lo que representa una inversión de 5.457.303 UF (**Figura 12**).

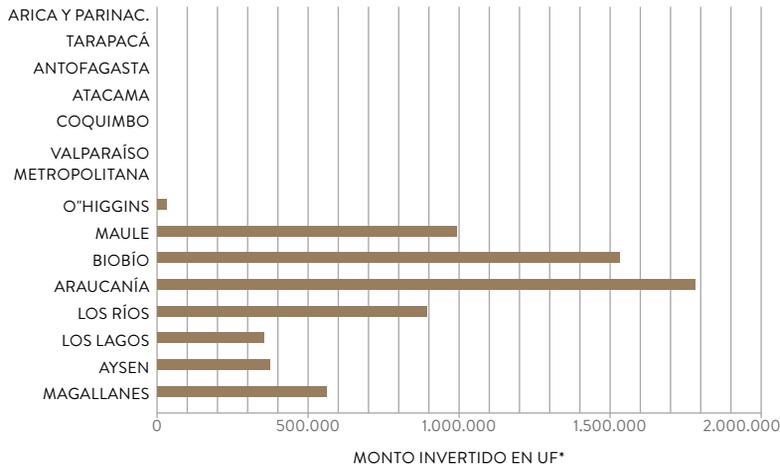
Otro de las medidas con impacto ambiental, es la instalación de colectores solares (Sistemas Solares Térmicos). Se trata de sistemas para el ahorro del calentamiento de agua potable sanitaria. Estos fueron impulsados por la Ley 20.365, que crea una franquicia tributaria para las empresas constructoras que instalan estos sistemas en viviendas nuevas. Además, dicha ley contempló la colocación de 1.500 colectores a viviendas existentes, lo que se implementó a través del Programa de Protección del Patrimonio Familiar (PPPF) entre los años 2011 y 2012; luego el Ministerio de Vivienda y Urbanismo continuó instalándolos con recursos propios. A octubre de 2015, se han instalado 13.364 colectores a nivel nacional, con una inversión de 785.772 UF (US\$ 28 millones). (**Figura 13**).

⁸ Unidad de cuentas que utiliza Chile, la cual se reajusta de acuerdo al Índice de Precios al Consumidor.



FIGURA 12

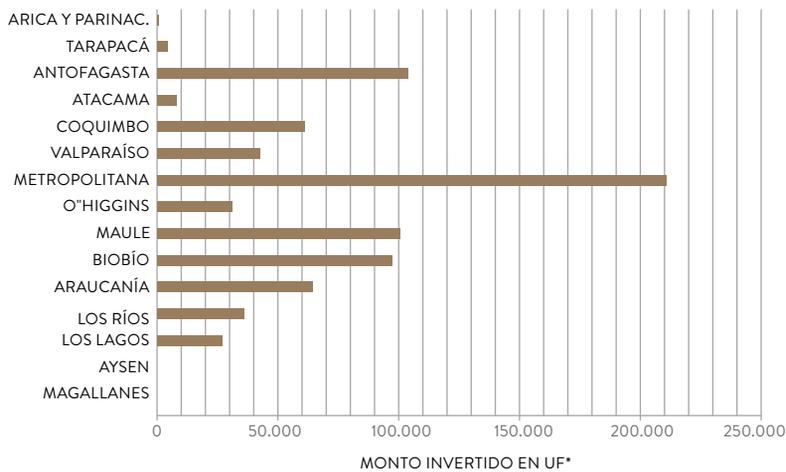
MONTO DE SUBSIDIOS OTORGADOS PARA ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO ENTRE 2008 Y 2014



Fuente: MINVU, 2015.

FIGURA 13

MONTO DE INVERSIÓN EN COLECTORES SOLARES ENTRE 2011 Y 2015



Fuente: MINVU, 2015.

* Datos a octubre de 2015

3.4 Programa de Recuperación Ambiental y Social

Los “Programas de Recuperación Ambiental y Social” (PRAS) se enmarcan en la equidad ambiental, que corresponde a uno de los ejes que orientan la gestión ambiental actual. Estos programas buscan mejorar la calidad de vida de la población que habita en territorios que a lo largo de los años han experimentado una importante carga ambiental. Ello mediante soluciones estructurales, que buscan en el mediano y largo plazo transformar dichos territorios en áreas pujantes y modernas, que permitan mostrar que es posible la convivencia sustentable entre las actividades industriales, el cuidado del medio ambiente y la calidad de vida.

Estos programas consisten en una intervención integral y multisectorial liderada por la Subsecretaría de Medio Ambiente, en donde también participan otros organismos del Estado, el sector productivo y fundamentalmente la ciudadanía.

El punto de partida del programa es el diálogo entre los distintos actores, a fin de definir los mecanismos que permitan asegurar a los ciudadanos de los territorios vivir en un ambiente libre de contaminación, al mismo tiempo que establecer las prioridades de recuperación ambiental y social, así como la gradualidad de su implementación.

Para alcanzar estos objetivos, considera la creación de un Consejo para la Recuperación Ambiental y Social (CRAS) para cada territorio, compuesto por representantes de organismos del Estado, la sociedad civil y el sector empresarial. Tiene como objeto contribuir al proceso de elaboración participativa del programa, en sus etapas de diseño, validación y seguimiento.

A continuación se detallan las principales características de los territorios en los cuales se están implementando los PRAS.

Territorios

HUASCO

Ubicación: Norte de Chile, Región de Atacama. **Superficie:** 1.601,4 km². **Población:** 7.945 habitantes. El convenio destinado a la creación del Consejo para la Recuperación Ambiental y Social de la comuna de Huasco fue firmado el día 10 de julio de 2015 por un total de 24 miembros del consejo, y se encuentra formalizado a través de la Resolución N°773 del 05 de agosto de 2015. Está conformado por nueve representantes de la sociedad civil, que corresponden al 37,5%; nueve representantes de servicios públicos, 37,5%; y seis representantes de empresas, que representan el 25% de los consejeros.

METODOLOGÍA DE TRABAJO DE LOS PRAS



QUINTERO-PUCHUNCAVÍ

Ubicación: Centro de Chile, Región de Valparaíso. **Superficie:** 301 km² Puchuncaví + 148 Km² Quintero. **Población:** 12.956 hab. Puchuncaví + 21.444 hab. Quintero. Cuenta con un CRAS conformado por 26 representantes que corresponden en un 73,1% a la sociedad civil, con 19 consejeros; cuatro representantes de servicios públicos, con un 15,4%; y tres del sector industrial, con un 11,5%. El convenio fue aprobado por la Resolución N° 890 del 19 de agosto de 2015.

CORONEL

Ubicación: Sur de Chile, Región del Biobío. **Superficie:** 279 km². **Población:** 108.855 habitantes. El convenio del CRAS de Coronel se encuentra firmado por 41 Consejeros y fue aprobado por la Resolución N°1484 del 31 de diciembre de 2015. Este consejo está conformado por 15 representantes de la sociedad civil y sector productivo local, correspondiente a un 36,6%; 14 representantes del sector productivo empresarial, correspondiente a un 34,1%; y 12 representantes del sector público, lo que corresponde a un 29,3%.

3.5 Ley de Fomento al Reciclaje y Responsabilidad Extendida del Productor (REP)

La Responsabilidad Extendida del Productor (REP) constituye un instrumento económico que se origina en Europa y que extiende la responsabilidad a los productores por los residuos generados, una vez terminada la vida útil de un producto. La OCDE define a la REP como un enfoque de política bajo el cual a los productores se les da una gran responsabilidad –financiera y/o física– para el tratamiento o eliminación de los productos post-consumo.

Chile incorporó este concepto en la gestión de los residuos y desde 2016 cuenta con la Ley 20.920. De acuerdo con esta normativa, los productores de aquellos productos definidos como prioritarios (ver capítulo Residuos), se encargarán de gestionar y financiar iniciativas para reducir, reusar y valorizar los residuos generados al finalizar la vida útil de sus productos.

Entre otras materias, la ley establece metas de recolección y valorización, las cuales serán establecidas por el Ministerio del Medio Ambiente, de acuerdo a la lista de productos prioritarios. De esta forma, la ley persigue dos objetivos principales: por una parte, promueve el diseño de productos que procuren el aumento de su vida útil y potencial de valorización y, por otra, incentiva la reutilización y valorización de productos al final de su vida útil. Ello permite internalizar las externalidades ambientales propias de los residuos (contaminación de suelo y aguas, olores, emisiones, vectores), disminuir la disposición final de residuos, con ello aumentar la vida útil de los rellenos sanitarios y formalizar el mercado de reciclaje existente en el país.

Este tipo de instrumentos tiene una ventaja adicional, en tanto contribuye a la creación de empleos verdes, lo que impulsa el crecimiento y el desarrollo sustentable del país.

Cabe señalar que el desarrollo e implementación de este instrumento es coincidente con las recomendaciones que en 2005 realizó la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) para la gestión de residuos. Asimismo, la tendencia de los países de la OCDE, es ampliar este enfoque (REP) hacia otros productos, adecuándose al contexto actual.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Comisión Nacional Del Medio Ambiente, CONAMA 2008. Sistematización de la Gestión Ambiental Local en Chile.

Ministerio del Medio Ambiente, MMA 2015. *GUÍA de orientación para incorporar la dimensión ambiental en procesos de ordenamiento territorial sustentable*. Santiago.

Ministerio del Medio Ambiente, MMA 2016. *Gestión e Información Ambiental Local: Diagnóstico y Desafíos*. Santiago.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo, MINVU 2016. obtenido el 22 de marzo de 2016 en http://www.minvu.cl/opensite_det_20150729141233.aspx

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, obtenido el 23 de marzo de 2016 en <http://www.oecd.org/env/tools-evaluation/extendedproducerresponsibility.html>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA S/F. Obtenido el 20 de junio de 2016 en <http://www.pnuma.org/eficienciarecursos/documentos/apellbre.pdf>

Manzanar orgánico y sustentable | EMILIO LÓPEZ





CRECIMIENTO VERDE

CONTENIDO	
INTRODUCCIÓN	122
1 • ANTECEDENTES	122
2 • DEGRADACIÓN AMBIENTAL	125
3 • ESTRATEGIA DE CRECIMIENTO VERDE 2013	125
4 • ANTECEDENTES SOBRE EL CONSUMO Y PRODUCCIÓN SUSTENTABLE	130
4.1 Institucionalidad de consumo y producción sustentables	130
4.2 Iniciativas de consumo y producción sustentables en el sector público	131
4.3 Principales iniciativas en producción sustentable	134
4.4 Principales iniciativas de consumo sustentable: ciudadanía y Estado	136
5 • EL PROGRAMA NACIONAL DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN SUSTENTABLE (PNCPS)	137
5.1 Líneas de acción del PNCPS	138
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	139

INTRODUCCIÓN

Una estrategia de crecimiento verde abarca una serie de acciones que permiten promover el desarrollo económico de las naciones, asegurando que los activos naturales sigan proveyendo los recursos y servicios ambientales de los que depende el bienestar colectivo de las actuales y futuras generaciones. Para ello se propone ampliar las capacidades de producción y de consumo de bienes y servicios, sin deteriorar los soportes ambientales de la vida humana.

El enfoque básico de estas estrategias responde a que los activos naturales no son indefinidamente sustituibles, por lo tanto, las políticas desarrolladas bajo este enfoque deben hacer posible que los activos naturales puedan proveer de manera duradera todo su potencial económico y proveer los servicios esenciales para la mantención de la vida.

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), el crecimiento verde no sustituye el desarrollo sustentable, sino que se inserta en él como un enfoque práctico y flexible para realizar progresos concretos y medibles sobre sus pilares económicos, sociales y ambientales. A su vez, posee un enfoque preventivo, ya que reafirma la idea de conservar los recursos naturales a partir del tipo de crecimiento económico que se promueve, en vez de implementar medidas de protección o recuperación ambiental posterior a la actividad productiva.

Por esto, la OCDE se ha comprometido a desarrollar políticas que promuevan un crecimiento verde. En este contexto, la OCDE adoptó una Declaración sobre Crecimiento Verde en junio de 2009 con la firma de ministros de 30 países miembros y cuatro países candidatos, entre ellos Chile. Luego de su incorporación a este organismo en 2010, Chile reafirmó su compromiso con la publicación de una Estrategia Nacional de Crecimiento Verde en 2013.

Para implementarla se han desplegado una serie de iniciativas que apuntan a desacoplar el crecimiento económico del uso de recursos. Entre las iniciativas más importantes en esta materia se encuentran: (i) la aprobación de una reforma tributaria que incluye la introducción de impuestos a las externalidades (Ley 20.780, 2014); (ii) la implementación de una Estrategia de Descontaminación Atmosférica, 2014-2018; (iii) la Contribución Nacional Tentativa de Chile (INDC) para el Acuerdo Climático de París 2015 (Gobierno de Chile, 2015); (iv) la Política Energética al 2050 (Min. Energía, 2015), (v) la Ley de Fomento al Reciclaje; (vi) el Plan Nacional de Cuentas Ambientales y (vii) el Programa Nacional de Consumo y Producción Sustentable.

Todas estas iniciativas apuntan precisamente a implementar la Estrategia de Crecimiento Verde de 2013, y así no solo lograr desvincular el crecimiento del uso de recursos, sino también alcanzar un desarrollo económico más sustentable.

1 • ANTECEDENTES

El modelo de desarrollo económico de Chile se estructura en base a tres ejes estratégicos. Primero, asegurar la estabilidad macroeconómica anclada en la regla del superávit estructural¹ y la autonomía del Banco Central. Segundo, una economía abierta al mundo. Tercero, un modelo exportador primario basado en la explotación y exportación de recursos naturales.

La estrategia de desarrollo ha sido relativamente exitosa. Chile tiene un producto interno bruto (PIB) per cápita en paridad de poder adquisitivo (PPA)² de 23.564 dólares para 2015, y desde el Fondo Monetario Internacional (FMI) se estima que en 2016 superaría los 24.000 dólares. Este es el ingreso per

¹ La regla del superávit estructural se refiere a que la estimación de los ingresos del Gobierno Central se realizará ajustándolo en relación al ciclo económico, y consecuentemente, autorizar un gasto público consistente con dichos ingresos. Esto se traduce en ahorros en tiempos de expansión de la actividad económica, para poder gastarlos cuando la economía se contraiga y los ingresos fiscales disminuyan.

² El PIB por paridad del poder adquisitivo (PPA) es el producto interno bruto convertido a dólares internacionales utilizando las tasas de paridad del poder adquisitivo. Un dólar internacional tiene el mismo poder adquisitivo sobre el PIB que el que posee el dólar de los Estados Unidos en ese país (Banco Mundial).

cápita más alto de la región y triplica el valor de hace tres décadas, cuando se iniciaron las principales reformas económicas. El crecimiento económico ha tenido un impacto directo en la vida de las personas, reduciendo notablemente el porcentaje de la población que vive en condición de pobreza. De acuerdo a la Encuesta CASEN (2015), un 11,7% de la población vive en situación de pobreza por ingresos, y un 3,5% en pobreza extrema.

Asimismo, se ha avanzado considerablemente en la mejora de las condiciones de vida, donde destaca que: la esperanza de vida llega a los 80 años, la tasa de mortalidad infantil es de 7,8 niños por cada mil nacidos vivos, mientras que la tasa de analfabetismo es menor al 1,5% de la población.

No obstante los avances señalados, existe inquietud por dos aspectos inherentes al crecimiento económico reciente de Chile. Persiste una alta desigualdad de ingresos, que si bien ha disminuido levemente en los últimos años, sigue siendo una de las más dispares del mundo³, y se observan crecientes niveles de degradación ambiental.



Puelo | SEBASTIÁN PAUBLO

ESTRATEGIA DE DESARROLLO

El crecimiento económico ha tenido un impacto en la reducción del porcentaje de la población que vive en condición de pobreza. Según la encuesta CASEN (2015) un 11,7% vive en situación de pobreza por ingresos y un 3,5% en pobreza extrema.

Existe inquietud por dos aspectos inherentes al crecimiento económico reciente de Chile. Persiste una alta desigualdad de ingresos y se observan crecientes niveles de degradación ambiental.

³ Esta desigualdad se ve reflejada en el coeficiente de Gini el cual alcanza un orden de 0,48, según la encuesta CASEN 2015.





2 • DEGRADACIÓN AMBIENTAL

El crecimiento económico logrado en los últimos treinta años ha tenido importantes costos ambientales. Los mayores problemas ambientales que enfrenta el país tienen relación con contaminación atmosférica, la degradación de suelos, la gestión y tratamiento de residuos, las amenazas a la biodiversidad y el agotamiento y contaminación de aguas. Estos impactos ambientales afectan de manera desproporcionada a los sectores más vulnerables, y es justamente este desafío el que ha motivado un compromiso explícito de la política ambiental con la "equidad ambiental".

Las presiones causantes de los problemas ambientales observados en el país son múltiples pero, sin duda, un factor central son patrones insostenibles de consumo y producción. A medida que los países se desarrollan, tienden a aumentar su nivel de consumo y producción y, por ende, su impacto ambiental. En consecuencia, avanzar en políticas específicas que logren desacoplar el uso de recursos del crecimiento económico, o bien desarrollar lineamientos que procuren una utilización sustentable de ellos, resulta fundamental.

Por tanto, para alcanzar el desarrollo sustentable y una mayor calidad de vida, los Estados deben impulsar la modificación de dichos patrones a través de medidas como la creación de incentivos para la internalización de externalidades ambientales y el cambio tecnológico, los que aportarían a este propósito generando además externalidades positivas asociadas a la innovación y mejoras en procesos productivos. Este es el objetivo final de una estrategia de crecimiento verde.

3 • ESTRATEGIA DE CRECIMIENTO VERDE 2013

El crecimiento verde puede definirse como un proceso más eficiente y resiliente en el uso de los recursos, sin necesariamente desacelerar el crecimiento (Banco Mundial, 2012). De acuerdo a la OCDE, aborda tres imperativos claves de manera conjunta y especialmente relevantes para economías en vías de desarrollo: i) continuar con el crecimiento económico necesario para reducir la pobreza y aumentar el bienestar; ii) mejorar la gestión ambiental necesaria para abordar la escasez de recursos y el cambio climático, y iii) equidad e inclusión, extendiendo los beneficios del desarrollo a todos aquellos excluidos por el sistema actual.

Chile ha iniciado el proceso hacia un crecimiento verde, incorporando acciones que generan incentivos para lograr cambios en los patrones de consumo y producción en el contexto del desarrollo sustentable. Además, ha impulsado esfuerzos en innovación, tecnologías y procesos productivos ambientalmente amigables. La Estrategia de Crecimiento Verde de 2013 contempla tres ejes estratégicos: i) internalización de externalidades ambientales, a través de la implementación de instrumentos de gestión ambiental; ii) fomento del mercado de bienes y servicios ambientales; y iii) seguimiento y medición de la estrategia. Estos ejes estratégicos se complementan con objetivos y acciones específicos, que en su conjunto permitirán consolidar el rol activo que le compete al Estado en materia de sustentabilidad, asumiendo la responsabilidad de implementar acciones necesarias para la protección del medio ambiente en forma preventiva y correctiva.

En la **Tabla 1** se presenta el detalle de los ejes estratégicos, objetivos y líneas de acción propuesta en la Estrategia de Crecimiento Verde.

TABLA 01

EJES ESTRATÉGICOS Y LÍNEAS DE ACCIÓN DE LA ESTRATEGIA NACIONAL DE CRECIMIENTO VERDE	
EJES ESTRATÉGICOS	LÍNEAS DE ACCIÓN
A) IMPLEMENTACIÓN DE INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL	
Instrumentos de comando y control	Potenciar la generación y uso de normas de emisión.
	Impulsar el desarrollo de planes de Prevención y Descontaminación.
	Fortalecer el desarrollo de planes de Manejo.
	Fortalecer el diseño y gestión de Áreas Protegidas.
	Potenciar el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
Instrumentos económicos y complementarios	Estudiar la reformulación del impuesto específico a los combustibles.
	Fomentar el uso de permisos de emisión transables.
	Impulsar la Responsabilidad Extendida del Productor.
	Desarrollar e implementar las Compras Públicas Sustentables.
	Promover el etiquetado ambiental.
	Fortalecer la educación ambiental.
	Promover y ampliar Acuerdos de Producción Limpia.
	Impulsar la Responsabilidad Social Empresarial.
	Promover y ampliar el uso de NAMAs.
Estrategias de sustentabilidad sectorial	Impulsar las estrategias de sustentabilidad en turismo, construcción y energía.
Buenas prácticas regulatorias	Fortalecer la evaluación de impacto regulatorio.
	Implementar la Evaluación Ambiental Estratégica.
	Fortalecer la coordinación interministerial.
	Fortalecer la participación ciudadana.
B) FOMENTO DEL MERCADO DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES	
Eco-innovación y emprendimiento	Fomentar el emprendimiento en materia ambiental.
	Impulsar las capacidades nacionales para la investigación e innovación en medio ambiente.
Empleos verdes y capacitación	Potenciar la creación de empleos verdes.
	Fomentar la capacitación apropiada en materia ambiental.

CONTINÚA ►

C) SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN DE LA ESTRATEGIA	
Indicadores de crecimiento verde	Generar indicadores nacionales y locales.
Indicadores de comportamiento ambiental de la ciudadanía	Desarrollar instrumentos de medición del desempeño ambiental de la ciudadanía.
	Elaborar cuentas ambientales.
Indicadores de bienestar	Potenciar el uso de indicadores socioeconómicos.

Fuente: Elaboración propia en base a Estrategia Nacional de Crecimiento Verde, 2013.

Muchos de los instrumentos de gestión propuestos en la Estrategia de Crecimiento Verde se encuentran en la actualidad en etapa de desarrollo, como por ejemplo:

Instrumento de Comando y Control:

- i) Impulsar el desarrollo de Planes de Prevención y Descontaminación: Durante 2014 el Ministerio del Medio Ambiente lanzó la Estrategia de Descontaminación Atmosférica (2014-2018) que incluye la implementación de 14 planes de descontaminación para la reducción de emisiones en zonas declaradas como saturadas o latentes, y la implementación de medidas de corto plazo en zonas donde no existen planes y se registran altas concentraciones de material particulado.
- ii) Fortalecer el diseño y gestión de áreas protegidas: durante el año 2014 se envió al Congreso Nacional el proyecto de ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas.
- iii) Potenciar el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA): En agosto de 2013 se publica en el Diario Oficial (DO) el nuevo Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Después de un largo proceso de consulta, la Comisión Asesora Presidencial para la evaluación del SEIA publicó su informe final.

Instrumentos económicos y complementarios

- i) Fomentar el uso de permisos de emisión transable: Pese a que aún no se ha establecido un sistema de permisos de emisión transable, en 2014 se aprobó la Ley 20.780 de reforma tributaria, que incluye en su Artículo 8, la introducción de impuestos verdes a las emisiones de contaminantes de CO₂, MP, NO_x y SO₂.
- ii) Impulsar la Responsabilidad Extendida del Productor: Durante 2016 se promulgó la Ley de Reciclaje y Responsabilidad Extendida del Productor.
- iii) Desarrollar e implementar las compras públicas sustentables: durante 2016 Chilecompras publicó la Directiva N°25 “Recomendaciones para la contratación de bienes y servicios incorporando criterios ambientales y de eficiencia energética” desarrollada en conjunto con el Ministerio del Medio Ambiente.

INICIATIVAS QUE PROMUEVEN UNA ESTRATEGIA DE CRECIMIENTO VERDE

(i) Reforma tributaria que incluye la introducción de impuestos a las externalidades (Ley 20.780, 2014)

La contaminación ambiental es considerada una externalidad negativa en la medida que su impacto genera la disminución del bienestar de un tercero. Los impuestos ambientales, o impuestos “Pigouvianos”, tienen como objetivo que los agentes internalicen las externalidades que producen a través de un cargo o impuesto directamente a la emisión generada por la actividad económica (Pigou, 1947).

La Ley 20.780, promulgada en 2014,⁴ establece dos tipos de impuestos. El primero grava las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x) y material particulado (MP) de las fuentes fijas conformadas por calderas o turbinas que, en su conjunto, sumen una potencia térmica igual o superior a 50 megavatios térmicos (Art. 8). El segundo impuesto grava la primera venta de vehículos de acuerdo a su rendimiento urbano y emisiones de NO_x (Art. 2).

(ii) Implementación de una Estrategia de Descontaminación Atmosférica 2014-2018 y el programa normativo (MMA, 2014)

Se estima que la contaminación atmosférica en Chile es responsable de cerca de 4 mil muertes prematuras, por esta razón el control de la contaminación constituye uno de los principales desafíos de la autoridad ambiental. El programa de trabajo en materia de control de la contaminación atmosférica se presenta en la Estrategia de Descontaminación Atmosférica 2014-2018 (MMA, 2014)⁵. Esta tiene como objetivos: i) establecer 14 nuevos planes de descontaminación que presenten medidas efectivas en la reducción de emisiones en las zonas declaradas como saturadas o latentes en Chile, e ii) implementar medidas de corto plazo en zonas donde no existen planes y se registran altas concentraciones de material particulado.

La concreción de los planes y los anteproyectos contribuirán a lograr que a 2018 Chile cuente con 20 planes vigentes, abarcando a más del 57% de la población del país, cifra correspondiente al 87% de aquella expuesta a la contaminación atmosférica.

(iii) Contribución Nacional Tentativa de Chile (INDC) para el Acuerdo Climático de París 2015 (MMA, 2015)

Chile es altamente vulnerable a los impactos del cambio climático, por ello se ha tenido una postura proactiva para asumir compromisos voluntarios de mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI), así como en las negociaciones internacionales en este ámbito.

Entre las iniciativas más importantes se encuentra el incentivo a las Energías Renovables No Convencionales (ERN) (Ley 20.698)⁶, donde se exige que al año 2025 el 20% de las inyecciones de energía al sistema provengan de ERN. Otra iniciativa relevante es el uso de instrumentos para mitigar GEI, como la Ley 20.780.

La Contribución Nacional Tentativa de Chile para el Acuerdo Climático de París se sustenta en cinco pilares: i) mitigación, ii) adaptación, iii) construcción y fortalecimiento de capacidades, iv) desarrollo y transferencia de tecnologías y v) financiamiento⁷.

(iv) Política Energética al 2050 (Ministerio de Energía, 2015)

Asegurar el crecimiento económico de Chile impone como condición necesaria disponer de energía confiable, sustentable, inclusiva y a precios razonables. Por ello, el Gobierno a través del Ministerio de Energía, y luego de un proceso de consulta nacional, propuso una Política Energética a 2050. Esta se estructura en base a cuatro pilares:

CONTINÚA ►



01

- 1 Seguridad y calidad en el suministro.
- 2 Energía como motor de desarrollo.
- 3 Energía compatible con el medio ambiente.
- 4 Eficiencia y educación energética.

Cuatro metas destacan como las relevantes: i) que las energías renovables constituyan el 60% en 2035, y al menos un 70% de la generación eléctrica para el año 2050; ii) que la matriz energética alcance al menos un 30% de reducción de intensidad de emisiones de GEI a 2030; iii) que el sector de grandes consumidores, minero, industrial y de transporte, haga uso eficiente de la energía, con activos sistemas de gestión energética y la implementación de activas mejoras de eficiencia energética; y iv) que todas las edificaciones nuevas tengan estándares OCDE de construcción eficiente, y cuenten con sistemas de control y gestión inteligente de la energía.

(v) Ley de Fomento al Reciclaje (2016)

La Ley de Fomento al Reciclaje busca que los desechos emanados de una serie de productos comercializados en el mercado nacional, sean gestionados de la mejor manera, evitando su disposición en rellenos sanitarios o vertederos. Para ello, la ley promueve crear sistemas de gestión e introducir incentivos económicos y regulatorios.

Este instrumento involucra a productores, empresarios, consumidores y gestores de desechos, obligando a fabricantes de ciertos bienes a organizar y financiar la gestión de residuos derivados de éstos. Los productores o importadores de “productos prioritarios” deberán encargarse de ellos una vez finalizada su vida útil, facilitando su retorno a las industrias donde fueron fabricados o almacenados.

(vi) Plan Nacional de Cuentas Ambientales

El Sistema de Cuentas Ambientales Económicas (SCAE) es un sistema de cuentas satélites de segunda generación, que incorpora un registro del capital natural productivo (activos ambientales) y su cambio en el tiempo, ampliando el enfoque de la contabilidad del Sistema de Cuentas Nacionales (SCN)⁸. El Sistema Integrado de Cuentas Ambientales, Ecosistémicas y Económicas (SICAEE) es la propuesta de Chile para un sistema integrado de información ambiental, acorde con las recomendaciones de Naciones Unidas (MMA, 2016), que permitirá elaborar indicadores de desarrollo sustentable y crecimiento verde. Actualmente, el MMA se encuentra implementado el sistema a través de un Plan Nacional de Cuentas Ambientales publicado en 2016.

⁴ Reforma Tributaria que Modifica el Sistema de Tributación de la Renta e Introduce Diversos Ajustes en el Sistema Tributario.

⁵ Planes de Descontaminación Atmosférica. Estrategia 2014-2018

⁶ Ley 20.698. Propicia la ampliación de la matriz energética, mediante fuentes renovables no convencionales.

⁷ “Chile se compromete al 2030, a reducir sus emisiones de CO2 por unidad de PIB en un 30% con respecto al nivel alcanzado en el año 2007, considerando un crecimiento económico futuro que le permita implementar las medidas adecuadas para alcanzar este compromiso”. Esta meta de intensidad de carbono, no incluye al sector Uso de tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS). (Gobierno de Chile, 2015).

⁸ El Sistema de Cuentas Nacionales es el sistema macroeconómico contable preferente para guiar la política pública, y de donde emergen los principales indicadores económicos como el Producto Interno Bruto, sin embargo no contempla la pérdida patrimonial asociada a los impactos ambientales y, en consecuencia, entrega una percepción limitada del desarrollo económico nacional lo que es especialmente relevante para un país que sustenta su desarrollo económico en sus recursos naturales. esta razón se han desarrollado sistemas de contabilidad complementarios o satélites.

4 • ANTECEDENTES SOBRE EL CONSUMO Y PRODUCCIÓN SUSTENTABLE

La idea de avanzar hacia patrones de consumo y producción más sustentables surge en 1992, en la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro, en la que se reconoció que lograr un desarrollo sustentable necesariamente implicaría cambiar prácticas productivas y estilos de vida. Esta idea fue incorporada en la Agenda 21, el objetivo de avanzar “hacia modalidades de producción y consumo más sostenibles”.⁹ Diez años después, en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de Johannesburgo, en 2002, los firmantes de la Declaración de la Cumbre se comprometieron con el cumplimiento de un “Plan de Acción”, sobre la “modificación de las modalidades insostenibles de consumo y producción”.

En la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (Río+20) se propuso el plan de acción a través del Marco Decenal de Programas sobre Modalidades de Consumo y Producción Sostenibles (10YFP¹⁰, por sus siglas en inglés). Más aún, consumo y producción sostenibles forman parte de la Agenda de Desarrollo Post 2015, al quedar como uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

El Marco Decenal de Programas sobre Consumo y Producción Sostenibles tiene su origen en el Plan de Aplicación aprobado en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible en Johannesburgo (2002), y puesto en marcha a través del Proceso de Marrakech, iniciado en 2003. Para cumplir con los objetivos, cada región y sus respectivos países dieron inicio al desarrollo de estrategias y acciones concretas.

En lo concreto y operacional, el 10YFP contempla seis programas de trabajo: i) información al consumidor; ii) estilos de vida sostenibles y educación; iii) compras públicas sostenibles; iv) construcción sostenible; v) turismo sostenible, incluido el ecoturismo; y vi) sistemas alimentarios sostenibles. Al respecto, en los últimos años Chile ha participado activamente y está llevando a cabo diferentes iniciativas, como se verá más adelante en el Programa Nacional de Consumo y Producción Sustentables.

4.1 Institucionalidad de consumo y producción sustentables

El compromiso internacional de Chile en el marco del 10YFP, junto con las necesidades medioambientales, sociales y económicas del país, ha llevado a la creación de una institucionalidad específica para impulsar iniciativas en materia de consumo y producción sustentables. Por ello, el MMA creó en marzo de 2014 el “Comité de Consumo y Producción Sustentables” (CCPS), compuesto por más de 20 instituciones públicas, en su mayoría ministerios.

El objetivo principal del CCPS fue crear un Programa Nacional de Consumo y Producción Sustentables (PNCPS), para la integración y coordinación de distintas iniciativas nacionales en estas materias, como también la creación e implementación de un Plan de Acción de Consumo y Producción Sustentable (PACPS)¹¹, que permita la continuidad de iniciativas ya implementadas, promoviendo el desarrollo de nuevas acciones.

Con el fin de incluir de forma más concreta a los distintos sectores de la sociedad, en abril de 2015 fue creado el Comité Consultivo del Consumo y Producción Sustentable, compuesto por representantes de sectores empresariales, de la academia, de ONGs, de empresas públicas y trabajadores, y del MMA. Las funciones de este comité son principalmente asesorar al CCPS en sus funciones y plantear iniciativas orientadas a promover patrones de consumo y producción más sustentables (MMA, 2015).

⁹ La Agenda 21 es el programa de acción para promover el desarrollo sostenible en todo el mundo, en los ámbitos local, estatal, regional y mundial. Esta agenda contempla cuatro áreas temáticas principales: dimensiones económicas y sociales, conservación y gestión de los recursos para el desarrollo, fortalecimiento de los grupos principales, y medios de ejecución.

¹⁰ Marco Decenal de Programas de Consumo y Producción Sustentables <http://www.unep.org/10yfp/>

¹¹ Este plan fue aprobado por el Consejo de Ministros de la Sustentabilidad (CMS), el 4 de julio de 2016.

4.2 Iniciativas de consumo y producción sustentables en el sector público

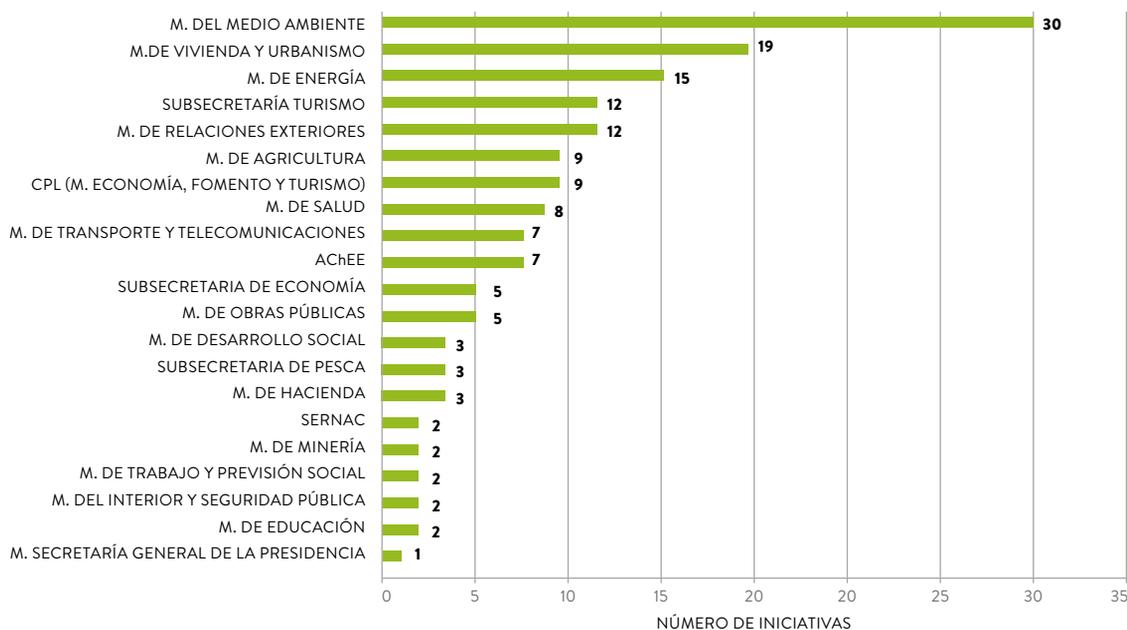
Para el desarrollo del Programa Nacional de Consumo y Producción Sustentable, el CCPS participó de un diagnóstico de las distintas iniciativas de consumo y producción sustentables desarrolladas por sector público a la fecha, lo que permitió cuantificar estas iniciativas y analizar los principales sectores abordados.

El diagnóstico dio como resultado la existencia de 158 iniciativas, de las cuales más de la mitad corresponden a instrumentos y normas (31 % y 20% respectivamente). También se pudo constatar la existencia de programas (13%), planes de acción (9%), estrategias (6%), institucionalidad (6%), acuerdos internacionales (6%) y políticas (6%). El tipo de iniciativas menos frecuente corresponde a proyectos, los que representan solo un 3% del total.

De las 158 iniciativas desarrolladas por el sector público se pudo identificar que la mayoría de éstas han sido lideradas por el Ministerio del Medio Ambiente (30), el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (19), el Ministerio de Energía (15), la Subsecretaría de Turismo (12) y el Ministerio de Relaciones Exteriores (12). En conjunto estos organismos han liderado el 56% de las iniciativas desarrolladas. Los ministerios que cuentan con el menor número de iniciativas son el Ministerio de Educación y la Secretaría General de la Presidencia, cada uno con una iniciativa (Figura 1).

FIGURA 01

NÚMERO DE INICIATIVAS DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN SUSTENTABLE



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Programa Nacional de Consumo y Producción Sustentables (2015).

En relación a los sectores económicos que cuentan con un mayor número de iniciativas de consumo y producción sustentables, destaca el sector de energía, el cual presenta la mayor cantidad de instrumentos desarrollados (26), seguido del sector de la construcción y del sector agrícola, con 18 instrumentos cada uno. Destaca también el sector industrial, con 18 iniciativas de tipo normativo. El detalle de este análisis se puede ver en la **Tabla 2**.

TABLA 02

INICIATIVAS DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN SUSTENTABLES DESARROLLADAS POR EL SECTOR PÚBLICO, DESGLOSADAS SEGÚN SECTOR ECONÓMICO						
TIPO DE INICIATIVA	SECTOR					
	Transporte	Minería	Energía	Construcción	Gestión en el Sector Público	Financiero
Acuerdo Internacional	2	1	4	4	2	1
Estrategia	2	5	9	5	7	3
Política	3	7	6	7	4	6
Norma	10	8	9	8	8	6
Plan de Acción	7	5	6	8	8	3
Programa	7	5	13	9	8	3
Proyecto	0	0	2	0	0	0
Instrumento	5	7	26	18	8	6
Institucionalidad	5	5	7	7	7	5
TIPO DE INICIATIVA	SECTOR					
	Agrícola	Industria	Turismo	Educación	Compras Públicas	Pesca
Acuerdo Internacional	7	7	4	5	0	3
Estrategia	5	7	6	5	2	4
Política	7	7	7	7	2	7
Norma	9	18	5	5	1	5
Plan de Acción	5	6	3	7	1	4
Programa	10	8	5	12	2	5
Proyecto	1	0	1	3	0	0
Instrumento	18	14	17	12	4	6
Institucionalidad	6	5	5	6	3	7

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Programa Nacional de Consumo y Producción Sustentables (2015).



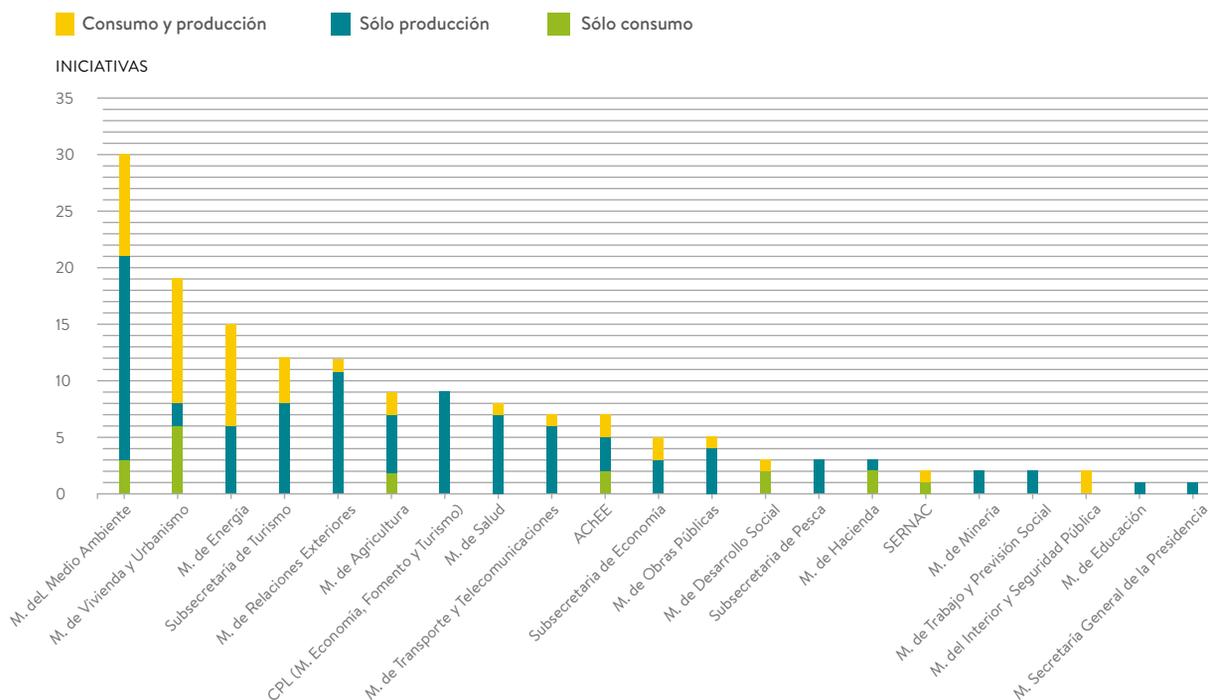
De las iniciativas desarrolladas por los organismos públicos, es importante destacar que muchas de ellas abordan tanto el consumo como la producción sustentable de forma conjunta, mientras que otras se enfocan específicamente en la promoción del consumo o de la producción sustentable.

La mayor parte de las iniciativas indentificadas se encuentran actualmente en etapa de ejecución (126), y de las 32 restantes, 13 están en etapa de planificación y 19 han finalizado. De las iniciativas finalizadas se pudo detectar que 14 de ellas tuvieron un seguimiento post-finalización, donde se usaron las experiencias para crear nuevas iniciativas.



FIGURA 02

INICIATIVAS DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN SUSTENTABLES DESARROLLADAS POR EL SECTOR PÚBLICO según tipo de enfoque (consumo o producción)



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Programa Nacional de Consumo y Producción Sustentables (2015).

4.3 Principales iniciativas en producción sustentable

Independientemente del diagnóstico de iniciativas de consumo y producción sustentables realizado para la elaboración del PNCPS, existen numerosos esfuerzos del sector público y del sector privado para lograr una producción más sustentable. Destacan los Acuerdos de Producción Limpia (APL), las NAMAS y los Reportes de Sustentabilidad elaborados por las empresas.

Los Acuerdos de Producción Limpia (APL) son instrumentos de gestión correspondientes a “un convenio celebrado entre un sector empresarial, empresas(s) y el (los) organismo (s) con competencia en las materias del acuerdo, cuyo objetivo es aplicar la Producción Limpia a través de metas y acciones específicas” (INN, 2003). Los APL son promovidos por el Consejo Nacional de Producción Limpia (CPL), organismo público-privado dependiente del Ministerio de Economía-CORFO, que promueve la modernización y la competitividad de los sectores productivos mediante el fomento de la producción limpia¹². Actualmente, existen nueve sectores comprometidos en APLs con más de 6.000 empresas adheridas¹³.

Frente a la lucha contra el cambio climático, las NAMAS corresponden a “Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas, que deben ser implementadas por los países en desarrollo con el fin de aportar a la reducción global de emisiones de gases de efecto invernadero”. Estas acciones deben ser medibles, reportables y verificables.

“En agosto de 2010, Chile declaró a las Naciones Unidas su compromiso voluntario de realizar acciones nacionalmente apropiadas de mitigación de modo de lograr una desviación de 20% por debajo de su trayectoria creciente de emisiones business-as-usual en 2020, proyectadas desde el año 2007”. Al año 2014 el país registró nueve de estas acciones, de las cuales cinco se encuentran registradas en el NAMA Registry de la CMNUCC, y cuatro se encuentran en nivel de preparación (MMA, 2014). Las instituciones responsables de estas NAMAS son: el Consejo de Producción Limpia, la Corporación Nacional Forestal, el Centro de Energías Renovables, el Ministerio del Medio Ambiente, el Ministerio de Energía, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, la Ilustre Municipalidad de Santiago, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y el Servicio Agrícola Ganadero. Las reducciones esperadas de estas NAMAS ayudarán a Chile a cumplir con el compromiso voluntario que tiene frente a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Para mayores antecedentes ver Capítulo de Cambio Climático.

En Chile todavía son pocas las empresas que elaboran Reportes de Sustentabilidad, sin embargo, de acuerdo a los datos del último análisis de la consultora PwC (PricewaterhouseCoopers), la elaboración de estos reportes ha ido en aumento desde el año 2000, donde se registró un único reporte publicado, mientras que a 2011 se registraron 77. De estos reportes, el 86% correspondió a grandes empresas (grandes empresas privadas y grandes empresas gubernamentales), un 8% a PYMES y un 6% a ONGs, organismos del Estado y universidades. En cuanto a los sectores productivos, en primer lugar figura la industria minera con el 30% de las publicaciones nacionales, seguido por la industria de la energía con un 10% (PWC, 2014).

En la actualidad el Consejo de Responsabilidad Social para el Desarrollo Sostenible, liderado por el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, es el organismo encargado de dar impulso y ayudar a las empresas en materia de Responsabilidad Social Empresarial (RSE) y de elaborar una política de Estado en esta materia. En 2015 se aprobó el Plan de Acción de Responsabilidad Social 2015-2018, que incluye 17 medidas específicas y tres objetivos generales: fortalecimiento de prácticas empresariales responsables existentes, desarro-

¹² La producción limpia es una estrategia de gestión productiva y ambiental que permite incrementar la eficiencia y la productividad de las empresas y reducir costos, al tiempo de minimizar los riesgos para la población humana y el medio ambiente.

¹³ Los sectores comprometidos son: Agropecuario, silvicultura y acuícola; Actividades extracción minera; Industrias manufactureras; Construcción, comercio al mayor y por menor; Transporte y almacenamiento de mercancías; Servicio gastronómico y alojamiento; Administración pública y Enseñanza

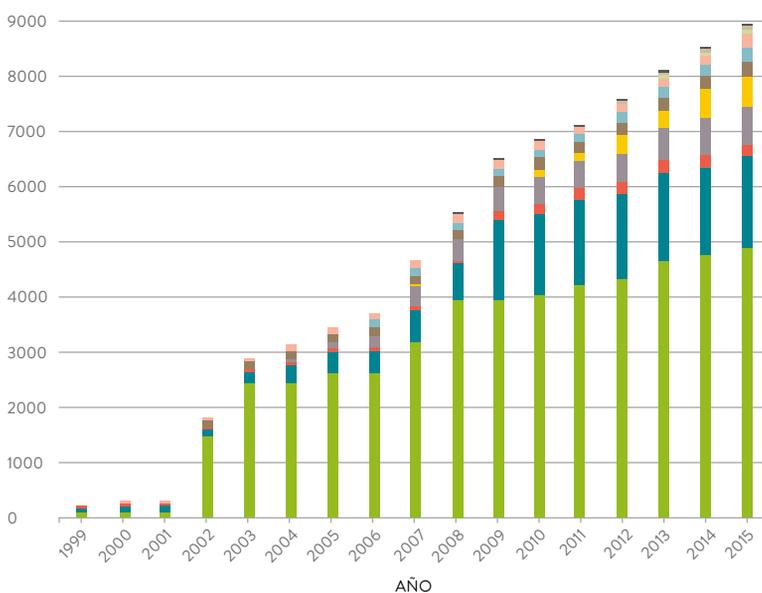
llo de nuevas prácticas empresariales responsables y monitoreo y evaluación. Entre las medidas específicas se puede destacar el apoyo e integración de las pymes en la Estrategia Nacional de Responsabilidad Social para el Desarrollo Sostenible, el fomento de acuerdos voluntarios de pre-inversión (previo al ingreso al Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental, y la elaboración de una Política Nacional de Responsabilidad Social (Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, 2015), entre otras (Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, 2015).

FIGURA 03

NÚMERO DE INSTALACIONES CON APL POR CIU



NÚMERO DE INSTALACIONES



Fuente: Consejo Nacional de Producción Limpia, 2016.

4.4 Principales iniciativas de consumo sustentable: ciudadanía y Estado

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) destaca los diferentes procesos de avance en consumo y producción sostenibles en forma independiente, al señalar que “la transición hacia pautas de consumo sostenibles es mucho más compleja técnica y políticamente que la transformación de los procesos de producción, debido a que en ella intervienen aspectos importantes relacionados con los valores humanos, la equidad y elecciones sobre el estilo de vida. De hecho, el reto de consumo sostenible ha generado un menor número de iniciativas de políticas que el de la producción sostenible”.

Esta observación, o afirmación, también es válida para el caso de Chile, donde las acciones orientadas a un consumo más sustentable aún son relativamente escasas¹⁴. Son varias las razones que explican este lento avance: en primer lugar, la no existencia de un enfoque y concepto único sobre consumo sustentable, provocando confusión y desconcierto entre los consumidores¹⁵. En segundo lugar el nivel de preocupación y conciencia ambiental expresado por la sociedad es fluctuante¹⁶, y en tercer lugar, la percepción general de que los bienes y servicios con mayores atributos de sustentabilidad (o menores impactos) poseen un valor más alto que los tradicionales, lo que disminuye las motivaciones de compra de los consumidores.

En este sentido, el Estado —como gran comprador—, al preferir productos y servicios sustentables, puede suponer un incentivo poderoso para que las empresas incorporen criterios de sustentabilidad en sus productos o servicios (FOMIN, 2011) y estimular al consumidor-ciudadano a orientar sus compras a este tipo de productos. Se espera también que el ejemplo del Estado incentive procesos de innovación en las empresas, eco-negocios y empleos verdes.

Entre las iniciativas impulsadas por el sector público que se relacionan con el consumo sustentable, se destacan las desarrolladas por el Ministerio de Desarrollo Social (Programa Elige Vivir Sano), Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Programa Vive Sustentable, Plan Área Verde, Plan de Ciclovías, Programa de Calificación Energética de Vivienda), Ministerio de Hacienda (Política de Compras Públicas Socialmente Responsables), Servicio Nacional de Turismo (Sello de Sustentabilidad Turística), entre otros.

Es importante considerar que los atributos ambientales de bienes y servicios de las iniciativas para incentivar un consumo más sustentable, deben ser verificados mediante etiquetas, sellos o certificaciones, con el fin de informar al consumidor respecto a los procesos que permitieron su desarrollo, así como también, de sus características principales. Chile actualmente carece de un sistema nacional de eco-etiquetado y se encuentra en una situación de proliferación de certificaciones, sellos y etiquetas, las cuales muchas veces carecen de un reconocimiento nacional o internacional, provocando confusión en el consumidor.

¹⁴ A pesar de que cada día aumenta más el uso de conceptos como consumo responsable en las estrategias empresariales. Este aumento se debe a que las empresas quieren adaptarse a los nuevos estándares y demandas del mercado internacional y nacional (Universidad Diego Portales, 2012).

¹⁵ Actualmente se utilizan como sinónimos los conceptos de consumo sustentable, consumo ético, consumo consiente y consumo solidario.

¹⁶ En la Encuesta CEP de noviembre de 2015, respecto a la pregunta ¿Cuáles son los tres problemas a los que debería dedicar el mayor esfuerzo en solucionar el Gobierno?, el medio ambiente aparece con el 3% al final de la lista.

5 • EL PROGRAMA NACIONAL DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN SUSTENTABLE (PNCPS)

Este programa conforma la piedra angular de la Estrategia de Crecimiento Verde y corresponde a uno de los trabajos principales del Comité de Consumo y Producción Sustentables.

Tiene como objetivo ser un instrumento que contribuya a orientar la transición hacia patrones de consumo y producción más sustentables, promoviendo un desacople del crecimiento y desarrollo del país de la degradación del medio ambiente. El programa se estructura en cinco principios y 12 líneas de acción, las que serán implementadas a través de un plan de acción dividido en dos etapas (Etapa 1: 2016-2020, y Etapa 2: 2020-2025).¹⁶

Entre los objetivos específicos del programa se encuentran:

- 1 Coordinar y alinear esfuerzos del sector público y privado para promover patrones de consumo y producción sustentables en el país.
- 2 Integrar el consumo y la producción sustentables en las políticas, planes, programas y estrategias del sector público.
- 3 Fomentar un análisis detallado de los impactos sociales, ambientales y económicos en la generación de información y la gestión de productos y servicios durante todo su ciclo de vida.
- 4 Impulsar un crecimiento verde para Chile, potenciando sectores estratégicos y tecnologías limpias.
- 5 Contribuir al cumplimiento de compromisos internacionales de consumo y producción sustentable.

Los principios que sustentan el programa son los siguientes:

- 1 Equidad ambiental, en el sentido de asegurar que los impactos ambientales no afecten en forma desproporcionada a los sectores y comunidades más vulnerables del país, al tiempo de incluirlos en los procesos de toma de decisión.
- 2 Cultura de sustentabilidad, enfocada a desarrollar y fortalecer una cultura de responsabilidad social, económica y ambiental a partir de la incorporación del concepto de sustentabilidad en la forma de ser, pensar y actuar de los ciudadanos.
- 3 Competitividad e innovación, a través de la gestión eficiente de recursos y soluciones innovadoras en las empresas chilenas.
- 4 Eficiencia en el uso de recursos, basada en mejores formas de satisfacer las necesidades humanas a partir de la producción y consumo de bienes y servicios de un modo más sostenible.
- 5 Gobernanza y participación, entendida como el grado de coordinación, tanto público como externo, requerido para su correcta implementación.

5.1 Líneas de acción del PNCPS

El programa se estructura en base a ocho líneas de acción sectoriales y cuatro líneas de acción transversales. Esta estructura fue diseñada pensando en que las líneas transversales presentan elementos que son comunes a las líneas principales, lo que facilitará el alineamiento y la comunicación entre las distintas iniciativas, provocando sinergias y colaboración entre las líneas de acción.

Las líneas de acción serán implementadas de manera gradual, a través de dos planes de acción quinquenales. Cada línea de acción contará con objetivos y acciones específicas, además de contar con indicadores que permitirán hacer seguimiento y verificar su estado de avance. Estos indicadores serán evaluados e incluidos en el Reporte e Informe del Estado del Medio Ambiente.

Líneas de acción sectoriales:

- ▶ Construcción sustentable.
- ▶ Turismo sustentable.
- ▶ Sistemas alimentarios sustentables.
- ▶ Industria responsable.
- ▶ Información al consumidor.
- ▶ Estilos de vida sustentables y educación.
- ▶ Ciudades sustentables.
- ▶ Sustentabilidad en el sector público.

Líneas de acción transversales:

- ▶ Empresas de menor tamaño sustentables.
- ▶ Gestión de residuos.
- ▶ Gestión del agua.
- ▶ Energías limpias y eficiencia energética.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN), (2011). Rse. La Responsabilidad Social de la Empresa en América Latina. Obtenido el 21 de abril de 2016 desde el sitio web de: <http://www.pwc.com/cl/es/publicaciones/assets/la-responsabilidad-social-de-la-empresa-en-america-latina.pdf>
- Fondo Monetario Internacional (FMI), (2016). Obtenido el 19 de abril de 2016 desde el sitio web de: <http://www.imf.org/external/spanish/>
- Gobierno de Chile, (2015). *Contribución Nacional Tentativa de Chile (INDC) para el Acuerdo Climático París 2015*. Obtenido el 15 de abril de 2016 desde el sitio web de: <http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Chile/1/Chile%20INDC%20FINAL.pdf>
- Instituto Nacional de Normalización (INN), (2003). *Norma Chilena 2796-2003. Acuerdos de Producción Limpia (APL)-Vocabulario*. Obtenido el 19 de abril de 2016 desde el sitio web de: <http://www.cpl.cl/archivos/documentos/76.pdf>
- Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, (2015). *Plan de Acción Período 2015-2018. Consejo de Responsabilidad Social para el Desarrollo Sostenible*. Obtenido el 21 de abril de 2016 desde el sitio web de: <http://consejors.economia.cl/noticias/consejo-rs-fortalece-plan-de-accion-2015-2018-incorporando-pilar-medioambiental/>
- Ministerio de Energía, (2015). *Energía 2050. Política Energética de Chile*. Obtenido el 15 de abril de 2016 desde el sitio web de: http://www.energia2050.cl/uploads/libros/libro_energia_2050.pdf
- Ministerio de Hacienda, (2016). *Reforma Tributaria que Modifica el Sistema de Tributación de la Renta e Introduce Diversos Ajustes en el Sistema Tributario*. Obtenido el 19 de abril de 2016 desde el sitio web de: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1067194>
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA), (2013). *Estrategia Nacional de Crecimiento Verde*. Obtenido el 15 de abril de 2016 desde el sitio web de: <https://www.oecd.org/greengrowth/Estrategia%20Crecimiento%20Verde%20Chile.pdf>
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA), (2014). *Primer Informe Bienal de Actualización de Chile. Ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Obtenido el 21 de abril de 2016 desde el sitio web de: http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/12/2014_RE_IBA_Chile_Espanol.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA), (2014). *Planes de Descontaminación Atmosférica. Estrategia 2014-2018*. Obtenido el 15 de abril de 2016 desde el sitio web de: http://www.mma.gob.cl/1304/articles56174_PlanesDescontaminacionAtmosEstrategia_2014_2018.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA), (2016). *Programa Nacional de Consumo y Producción Sustentables*. Obtenido el 1 de junio de 2016 desde el sitio web de: <http://ccps.mma.gob.cl/>
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA), (2016). *Acciones nacionales de mitigación apropiadas (NAMAs)*. Obtenido el 21 de abril de 2016 desde el sitio web de: <http://www.mma.gob.cl/1304/w3-article-54752.html>
- Ministerio del Medio Ambiente, (2016). *Ley de Fomento al Reciclaje*. Obtenido el 15 de abril de 2016 desde el sitio web de: <http://portal.mma.gob.cl/tag/ley-de-fomento-al-reciclaje/>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), (2012). *Crecimiento Verde Incluyente. Para el Futuro que Deseamos*. Obtenido el 15 de abril de 2016 desde el sitio web de: <http://www.oecd.org/greengrowth/Rio-brochure-Spanish-part-1.pdf>
- Pigou, A. C. (1947). *A Study in Public Finance*, 3.a ed., Londres: Macmillan
- PricewaterhouseCoopers (PWC), (2014). *Reportes de sustentabilidad en una Sociedad que Avanza*. Obtenido el 19 de abril de 2016 desde el sitio web de: https://www.pwc.com/cl/es/publicaciones/assets/estudio-de-reportes-sustentabilidad_vf-abril.pdf
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), (2015). *Consumo y Producción Sostenibles y los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido el 21 de abril de 2016 desde el sitio web de: <http://www.unep.org/post2015/Portals/50240/Documents/spanish/UNEP%20Briefing%20Note%202%20150514.pdf>
- Universidad Diego Portales, (2012). *Consumo ético en Chile: una revisión de la investigación existente*. Obtenido el 21 de abril de 2016 desde el sitio web de: http://r4d.dfid.gov.uk/PDF/Outputs/ESRC_DFID/60956-Ethical-consumption-in-Chile.pdf

Desde la montaña | FRANCISCO DONOSO





AIRE

CONTENIDO	
INTRODUCCIÓN	142
1 • ANTECEDENTES	142
2 • CALIDAD DEL AIRE	144
3 • EMISIONES CONTAMINANTES	150
4 • ESTRATEGIA DE DESCONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA 2014-2018	159
4.1 Gestión de Episodios Críticos a Nivel Nacional	162
4.2 Calefacción Sustentable	172
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	176
ANEXOS	177

INTRODUCCIÓN

La calidad del aire constituye uno de los temas ambientales que más directamente afecta a la población. Pese a los esfuerzos y a los distintos instrumentos utilizados, existen zonas en el país que aún no cumplen con los estándares establecidos en las normas de calidad primaria y secundaria vigentes. En este contexto, y dada la complejidad del problema, en 2014 el Ministerio del Medio Ambiente inició una nueva estrategia de Planes de Prevención y Descontaminación para el período 2014-2018, mediante el cual se busca mejorar la calidad del aire en las principales zonas urbanas del país, incorporando así un enfoque nacional a la gestión en esta materia.

1 • ANTECEDENTES

Múltiples estudios nacionales e internacionales han demostrado que existe una asociación entre el nivel de concentración de contaminantes como Material Particulado (MP), Ozono (O3), Dióxido de Azufre (SO2), Monóxido de Carbono (CO) y Dióxido de Nitrógeno (NO2) y la incidencia en muertes y varias enfermedades cardiorrespiratorias, tanto en niños como en adultos. Además, existe evidencia de efectos ambientales tales como disminución de la visibilidad, daños a los materiales e impactos en la flora y fauna.

TABLA 01

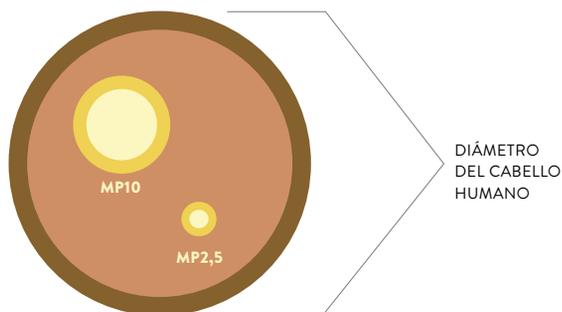
IMPACTOS GENERADOS POR MP, O3, SO2, CO Y NO2	
EFFECTO	BREVE DESCRIPCIÓN
Daño a la salud	Las partículas y compuestos emitidos al aire en ciertas concentraciones pueden producir efectos nocivos en la salud de las personas como, por ejemplo, reducción de la función pulmonar, aumento de la susceptibilidad de contraer infecciones respiratorias, muertes prematuras, cáncer, entre otros.
Disminución en visibilidad	La presencia de partículas en el aire reduce la visibilidad causando una disminución en el bienestar y la calidad de vida.
Daño a materiales	El exceso de contaminación atmosférica puede causar daños en los materiales de construcción, alterando las propiedades físicas y químicas de los mismos.
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 puede alterar el crecimiento de plantas y árboles. Además el ozono y otras partículas pueden ingresar a través de las estomas de las plantas y dañar su estructura.

Fuente: MMA (2011 a).

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). Este contaminante se clasifica según su diámetro aerodinámico¹, característica de la cual depende la intensidad de sus impactos. Las partículas de diámetros inferiores o iguales a 10 micrones son conocidas como MP10 y partículas de diámetros inferiores o iguales a 2,5 micrones, conocidas como MP 2,5. De esta forma, en el MP10 se pueden distinguir dos fracciones, la fracción gruesa, es decir partículas de tamaño entre 2,5 y 10 micrones de diámetro aerodinámico, y la fracción fina, aquella menor o igual a 2,5 micrones de diámetro aerodinámico.

Cabe señalar que la fracción del MP2,5 está compuesta por partículas suficientemente pequeñas que penetran en las vías respiratorias hasta llegar a los pulmones y los alvéolos, lo que aumenta el riesgo de mortalidad prematura por efectos cardiopulmonares, en exposiciones de corto y largo plazo (CONAMA 2010).

En cuanto a la fracción gruesa del MP10, de acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (EPA), si bien existe una aparente relación entre la exposición de corto plazo y los efectos respiratorios y cardiovasculares, no existe evidencia suficiente para constatar potenciales efectos por exposición de largo plazo (EPA 2009).

FIGURA 01**DIFERENCIAS ENTRE MP2,5 Y MP10**

Fuente: Elaboración propia en base a imagen web de EPA.

¹ Diámetro de una esfera hipotética de densidad 1g/cm³ que tenga la misma velocidad final de sedimentación, debida a la fuerza gravitatoria, en aire en calma, que la partícula, bajo las condiciones existentes de temperatura, presión y humedad relativa.

2 • CALIDAD DEL AIRE

En Chile las primeras normas de emisión y calidad se dictan en 1961 y 1978, respectivamente². Posterior a eso, se han realizado nuevos estudios y procesos de revisión normativa que han dado como resultado que hoy Chile cuente con normas primarias de calidad ambiental³ de alcance nacional, que regulan la concentración en el aire de seis tipos de contaminantes, identificados como los principales y más nocivos para la salud. Dichas normas regulan concentraciones máximas respecto a material particulado, tanto MP10 como MP2,5, así como respecto a Dióxido de Azufre (SO₂), Dióxido de Nitrógeno (NO₂), Ozono Troposférico (O₃), Monóxido de Carbono (CO) y Plomo (Pb). La Tabla 2 presenta una descripción de algunas normas primarias de calidad del aire vigentes en microgramos por metro cúbico (µg/m³).

Para evaluar el estado de la calidad del aire, en relación con los estándares establecidos en las normas primarias de calidad ambiental, se analizan los registros de las estaciones de monitoreo con representatividad poblacional (EMRP)⁴. En el país, además, existen estaciones de monitoreo privadas, la mayor parte de las cuales han sido instaladas en el marco de las exigencias de resoluciones de calificación ambiental, como mecanismo de seguimiento de los impactos de los proyectos o de planes de descontaminación, como es el caso de las redes de seguimiento de las fundiciones de cobre.

La mayor parte del monitoreo de calidad del aire se ha orientado preferentemente al material particulado MP10. Sin embargo, con la publicación de la norma de MP2,5, que entró en vigencia en 2012, se ha ido aumentando considerablemente la cobertura de monitoreo de este contaminante en los últimos años, lo cual ha permitido contar con un mejor indicador del estado de la calidad del aire.

De acuerdo a las mediciones, es posible apreciar que las ciudades que se localizan en la zona centro y sur de nuestro país registran altos niveles de concentración de MP2,5, superando los 20 microgramos por metro cúbico establecidos como límite máximo en la normativa vigente anual. Las ciudades de la zona norte de nuestro país no registran niveles tan elevados de MP2,5 a nivel anual, debido a que las principales fuentes de emisión de material particulado en dicha zona corresponden a procesos de la industria minera, la cual registra un mayor aporte de material particulado grueso (Kavouras, Koutrakis et al. 2001). No obstante, algunas ciudades con mayor presencia de actividades como generación termoeléctrica o fundiciones de cobre, presentan niveles más elevados en comparación a otras ciudades del norte que no cuentan con este tipo de actividades.

De acuerdo con estos antecedentes, es posible estimar que en Chile al menos 10 millones de personas están expuestas a una concentración promedio anual de MP2,5 superior a 20 microgramos por metro cúbico.

² Decreto 144 del Ministerio de Salud de 1961 y Resolución 1215 del Ministerio de Salud de 1978.

³ "Aquella 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". Artículo 2° letra n ley 19.300.

⁴ Una estación de monitoreo es clasificada como EMRP cuando se cumplen las características técnicas de medición y de emplazamiento que, para una norma de calidad del aire determinada, asegura la representatividad de sus mediciones.



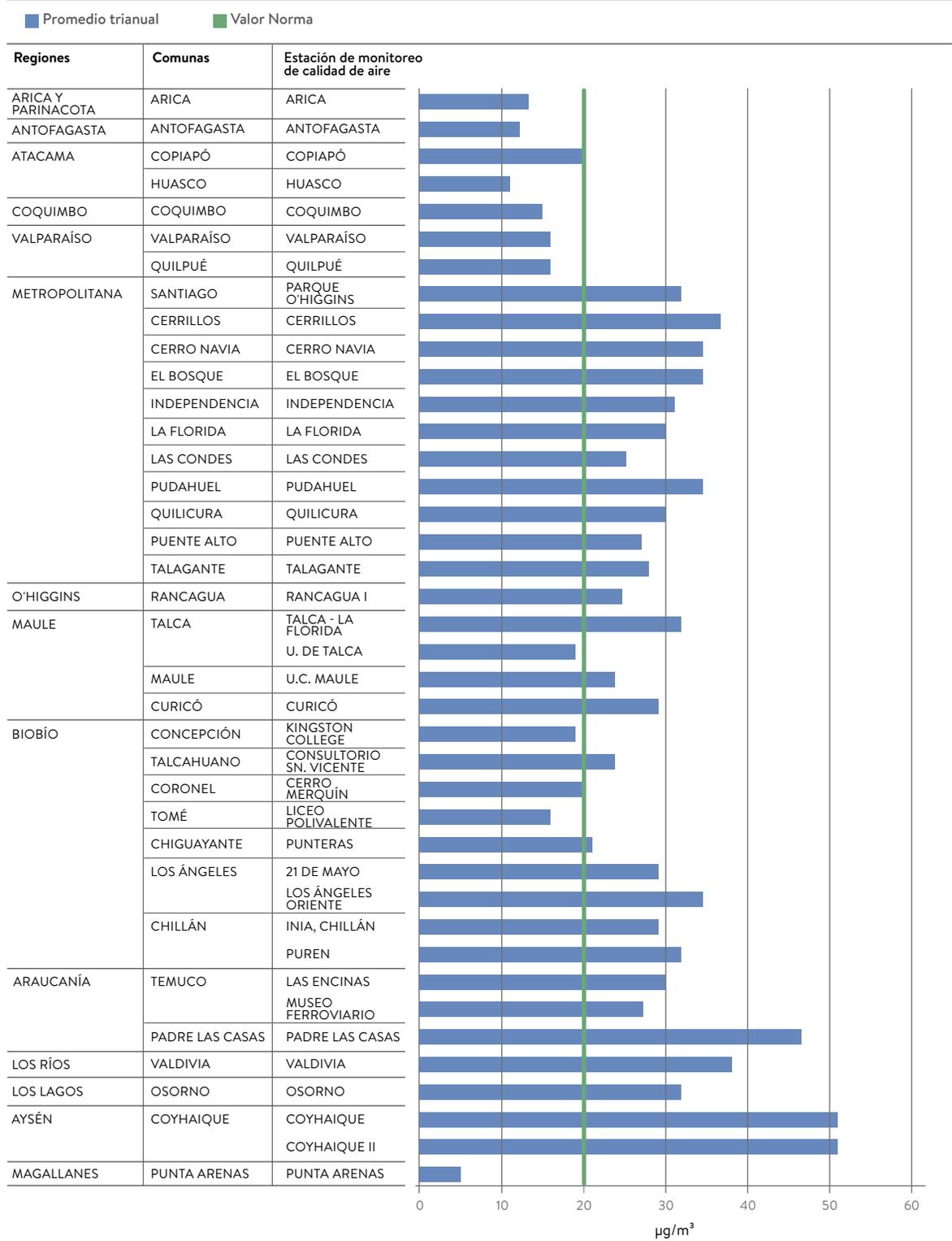
TABLA 02

NORMAS PRIMARIAS DE CALIDAD VIGENTES				
CONTAMINANTES	VALOR DE LA NORMA	UNIDAD	MÉTRICA	EXCEDENCIA
O ₃	120	µg/m ³ N	Promedio móvil de 8 horas	Promedio Aritmético del percentil 99 de los máximos diarios de las medias móviles 8 hrs.
MP10	50	µg/m ³ N	Promedio aritmético anual	Promedio Trianual
	150		Promedio aritmético diario	Percentil 98 de las concentraciones diarias
MP2,5	20	µg/m ³ N	Promedio aritmético anual	Promedio Trianual
	50		Promedio aritmético diario	Percentil 98 de los promedios diarios
SO ₂	80	µg/m ³ N	Promedio aritmético anual	Promedio Trianual
	250		Promedio aritmético de 24 hrs.	Promedio Trianual del percentil 99 de las concentraciones diarias
CO	10.000	µg/m ³ N	Media aritmética de 8 hrs.	Promedio Trianual del percentil 99 de los máximos diarios de las medias móviles 8 hrs.
	30.000		Media aritmética de 1 hr.	Promedio Trianual del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hr.
NO ₂	100	µg/m ³ N	Media aritmética trianual	Promedio Trianual
	400		Media aritmética horaria	Promedio Trianual del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hr.
Pb	0,5	µg/m ³ N	Media aritmética bianual	Promedio Bianual

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 02

PROMEDIO ANUAL DE CONCENTRACIONES DE MP2,5 A NIVEL NACIONAL, PERIODO 2015.



Fuente: Departamento de Redes de Monitoreo. (*) Datos Referenciales.
 Nota: La medias anuales no son el cumplimiento normativo por lo que son solo de referencia.

De acuerdo con estos antecedentes, y siguiendo la metodología propuesta por el MMA (2011a), se estima que más de 3.700 personas mueren prematuramente al año por enfermedades cardiopulmonares asociadas a la exposición crónica a MP2,5. Esta cifra representa más del doble del número de fatalidades por accidentes de tránsito (CONASET, 2015). Cabe señalar que esta cifra no es comparable con la reportada en el Primer Informe del Estado del Medio Ambiente 2011, debido a que esta vez se restringe la concentración mínima respirable a la indicada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que corresponde a 10µg/m3.

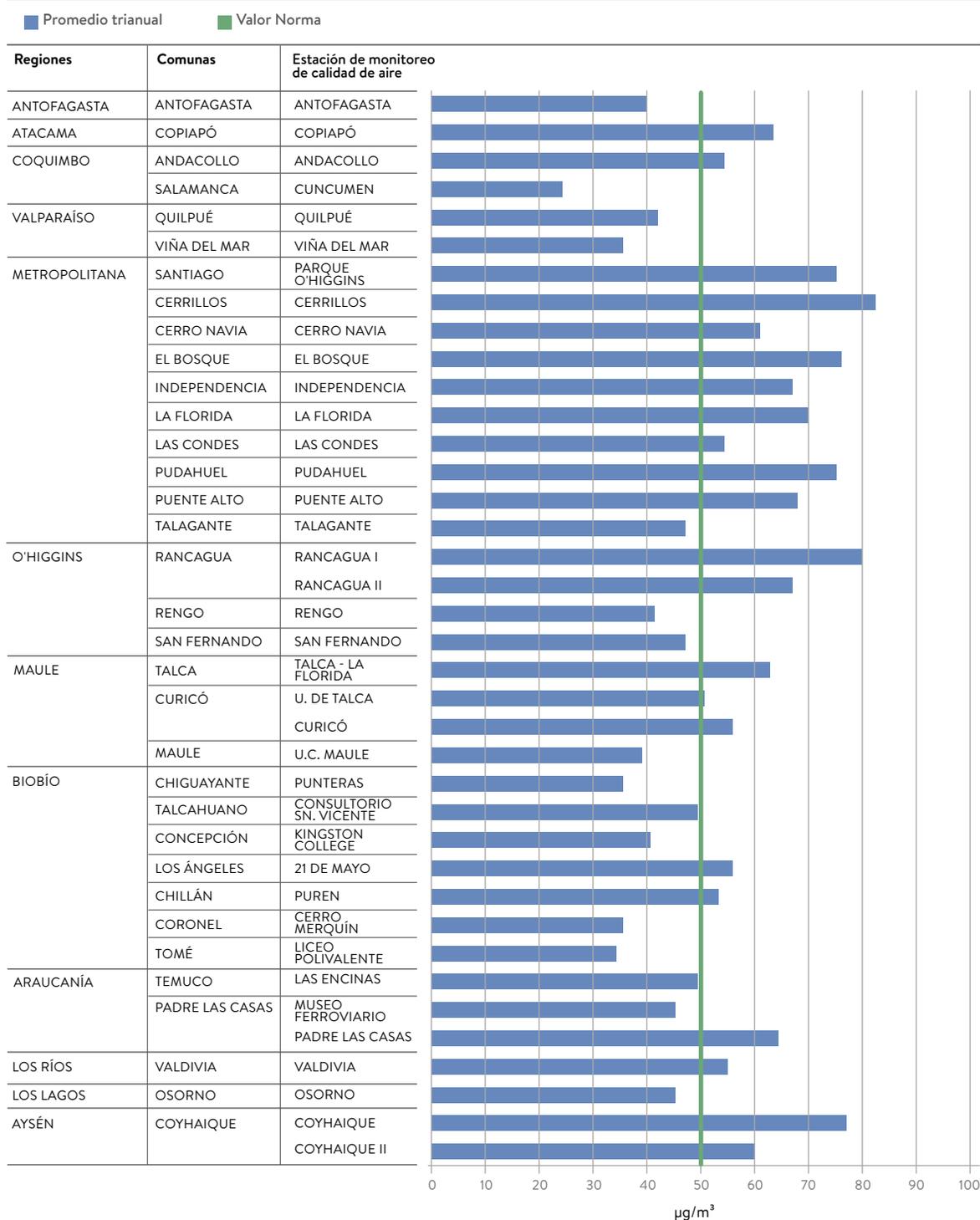
TABLA 03

MORTALIDAD Y MORBILIDAD ASOCIADA A LA EXPOSICIÓN A MP2,5			
TIPO DE EVENTO	EVENTO	GRUPO DE EDAD	CASOS
Mortalidad Prematura	Cardiopulmonar	Todos	3.723
Admisiones Hospitalarias	Cardiovasculares	Todos	1.709
	Pulmonar crónica	18-64	231
	Neumonía	Todos	1.049
	Ataques de asma	Todos	152
Visita a Sala de Emergencias	Bronquitis aguda	Todos	108.100
Restricción de Actividad	Días de pérdida de trabajo	Todos	870.756
	Días de actividad restringida	Todos	3.861.706
	Días de actividad restringida menor	Todos	7.273.360

Fuente: Elaboración Propia en base a MMA (2015c) y GREENLABUC (2015).

FIGURA 03

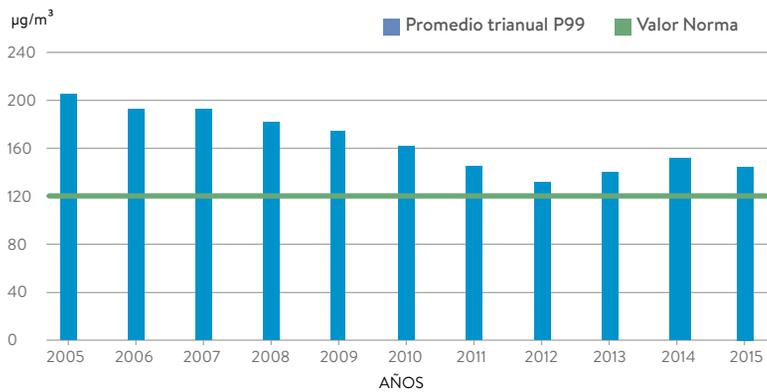
PROMEDIO ANUAL DE MP10 PARA EL 2015 DE ESTACIONES SELECCIONADAS [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



Fuente: Departamento de Redes de Monitoreo.

(*) Estaciones Referenciales. Nota: La medias anuales no son el cumplimiento normativo por lo que son solo de referencia.

FIGURA 04

EVOLUCIÓN DEL MÁXIMO PROMEDIO TRIANUAL DEL PERCENTIL 99 DE LAS MEDIAS MÓVILES DE LAS CONCENTRACIONES 8 HORAS DE O₃ EN LA REGIÓN METROPOLITANA

Fuente: Departamento de Redes de Monitoreo.

Nota: La medias anuales no son el cumplimiento normativo por lo que son solo de referencia.



Contaminación en Santiago | KARINA BAHAMONDE

3 • EMISIONES CONTAMINANTES

Las concentraciones de MP10, SO₂, CO y NO₂ se producen principalmente por emisiones directas de estos contaminantes a la atmósfera, ya sea de origen antropogénico o natural. En tanto, el O₃ se forma en la troposfera, debido a reacciones iniciadas fotoquímicamente entre compuestos orgánicos volátiles (COVs), óxidos de nitrógeno (NOx) y otros compuestos químicos (Jorquera 2007).

Por otro lado, el MP_{2,5} también se produce por emisiones directas, sin embargo, en mayor medida se forma por reacciones químicas entre contaminantes gaseosos, tales como SO_x y NO_x y otros compuestos atmosféricos. A este tipo de MP_{2,5} se le conoce como material particulado secundario. En este sentido, es importante hacer notar que el material particulado se puede clasificar por el tamaño y la composición química de las partículas, usando como criterio el origen de las mismas.

El material particulado secundario se forma tanto por la condensación de gases enfriados después de su emisión, que se añaden a partículas ya existentes y se van combinando entre sí para formar conglomerados de mayor tamaño, como también mediante la formación de gotas de nubes o neblina, a las cuales los gases condensados sirven de núcleos.

Las principales fuentes emisoras de contaminantes pueden ser clasificadas según sus características en fuentes fijas, móviles y fugitivas. Las fuentes fijas consideran las emisiones generadas por la quema de combustibles producto de actividades industriales y residenciales, ya sea para la generación de energía, calor o vapor y otros procesos industriales, como por ejemplo la fundición del cobre. También incluyen las emisiones generadas por la quema de otros combustibles como la biomasa, asociada a la calefacción de viviendas.

Las fuentes móviles corresponden a las emisiones provenientes de los gases de escape y desgaste de frenos y neumáticos de distintos tipos de transporte: automóviles, camiones, buses y motocicletas.

Las fuentes fugitivas corresponden a emisiones que no son canalizadas por ductos, chimeneas u otros sistemas hacia el exterior, tales como emisiones provenientes de calles pavimentadas y sin pavimentar, así como de la construcción y demolición, entre otras. El material particulado asociado a este tipo de fuentes corresponde principalmente a partículas gruesas, siendo prácticamente el 90% mayores a 2,5µm (Chow y Watson 1998). Las emisiones fugitivas también tienen un origen natural, debido a la suspensión de tierra o erosión de rocas por acción del viento. Sus tasas de emisión dependen fuertemente de parámetros meteorológicos como la velocidad del viento, humedad ambiental y precipitaciones.

La siguiente tabla presenta la clasificación de fuentes que, generalmente, se utilizan en la elaboración de los inventarios de emisiones en Chile.

FUENTES FUGITIVAS CONTAMINANTES

Corresponden a emisiones que no son canalizadas por ductos, chimeneas u otros sistemas hacia el exterior, tales como emisiones provenientes de calles pavimentadas y sin pavimentar, así como de la construcción y demolición, entre otras. El material particulado asociado a este tipo de fuentes corresponde principalmente a partículas gruesas, siendo prácticamente el 90% mayores a 2,5µm (Chow y Watson 1998).

Las emisiones fugitivas también tienen un origen natural, debido a la suspensión de tierra o erosión de rocas por acción del viento. Sus tasas de emisión dependen fuertemente de parámetros meteorológicos como la velocidad del viento, humedad ambiental y precipitaciones.

TABLA 04

CLASIFICACIÓN DE FUENTES EMISORAS			
TIPO	CONTAMINANTES	SUBTIPO	EJEMPLO DE ACTIVIDADES
Fuentes Fijas (Estacionarias)	MP10, MP2,5 SO ₂ , CO, COV y NO _x	Areales	Calefacción residencial, quemas agrícolas e incendios forestales.
		Puntuales (industria)	Generación eléctrica, procesos industriales como combustión en calderas generadoras de vapor y hornos industriales, y otros procesos industriales como la fundición de cobre.
Fuentes Móviles	MP10, MP2,5 NO _x , CO, COV, SO ₂	En ruta	Buses, camiones, vehículos particulares, vehículos comerciales, taxis y motocicletas
		Fuera de ruta	Maquinaria de construcción o agrícola, operación de puertos o aeropuertos.
Fuentes Fugitivas	MP10	Naturales	Polvo resuspendido por: Erosión eólica ⁵ Aerosol marino ⁶
		Antropogénicas	Polvo resuspendido por: Construcción de edificios Calles sin pavimentar

Fuente: Elaboración propia en base a Jorquera (2007)

Para analizar las emisiones de contaminantes a nivel regional, es necesario contar con información precisa sobre localización y contaminantes emitidos por las distintas fuentes emisoras. Son pocas las ciudades de nuestro país que cuentan con un inventario de emisiones con un nivel de detalle adecuado y, por lo general, corresponden a ciudades con un número significativo de habitantes o zonas con presencia de mega fuentes industriales.

Entre las ciudades monitoreadas destacan Tocopilla, Calama y Antofagasta, que corresponden a las capitales de las tres provincias que conforman la Segunda Región: Tocopilla, El Loa y Antofagasta. Dos de ellas han sido declaradas zonas saturadas por MP10 en 2007 y 2009.

Tocopilla fue declarada como zona saturada por MP10 como concentración anual a través del D.S. 50/2007 y como concentración de 24 horas mediante el D.S. 74/2008, ambas del MINSEGPRES. Entre las fuentes más importantes que aportan a la emisión de MP10 en esta ciudad se consideran: aerosol marino, erosión eólica, plantas termoeléctricas e industrias mineras. En el caso del MP2,5 solo fueron identificadas cuatro fuentes, de las cuales las más importantes son las termoeléctricas, aportando con 62% de las emisiones, por lo que hoy en día hay un Plan de Descontaminación vigente que considera medidas de reducción de emisiones en torno a estas fuentes, y también a industrias de procesamiento de minerales oxidados y almacenamiento de productos agroquímicos.

A diferencia de Tocopilla, donde existe una importante contribución de las ter-

⁵ Remoción del polvo del suelo por acción natural del viento cuando su velocidad traspasa un valor límite. Este fenómeno se ve favorecido en suelos áridos o semiáridos, donde hay una escasa cubierta vegetal.

⁶ Un aerosol es una mezcla de partículas sólidas o líquidas suspendidas en un gas. Un aerosol marino se genera por acción del viento sobre la superficie marina y se caracteriza por tener altas concentraciones de cloruro, sulfato y sodio.

moeléctricas sobre la emisión de contaminantes, en la ciudad de Calama la contaminación asociada al MP2,5 está determinada por las emanaciones en los procesos productivos de la gran minería, presentando un aporte del 54% en el área urbana y 75% en la zona rural a las emisiones totales de MP fino. Es preciso mencionar que la ciudad de Calama destaca por generar la mayor cantidad de recursos a nivel nacional, a causa de la minería del cobre, donde los mayores yacimientos Chuquicamata y Radomiro Tomic se encuentran en las proximidades de la ciudad (CONAMA, 2008). En relación al MP10, la mayor contribución resulta por parte de emisiones fugitivas debido a la erosión eólica y el polvo resuspendido por el tráfico vehicular en calles no pavimentadas.

Por otro lado, si bien la ciudad de Antofagasta no posee una condición de saturación, las emisiones de MP10 están determinadas principalmente por el calcio aportado por la industria cementera, seguido del sodio, potasio, silicio y azufre. En relación a la composición del MP2,5 el elemento que prima es el azufre, presente como sulfato. El aporte de las industrias minerales en esta ciudad llega aproximadamente a constituir un 44-48% del total de las emisiones, considerando las cementeras, plantas no metálicas y fundiciones (DICTUC, 2008).

Otra localidad del Norte de Chile que ha sido monitoreada por corresponder a una zona saturada es la comuna de Andacollo, donde se han realizado caracterizaciones de MP10. Los elementos químicos con mayor presencia en los análisis de MP10 son hierro, azufre, potasio y cloro, de los cuales el elemento predominante es el hierro, aportando con un 45% de las emisiones totales (MMA, 2015a).

Respecto de los inventarios de emisiones llevados a cabo en la zona, se puede establecer que la mayor fuente que aporta al MP10 es el tránsito de camiones en las dos faenas mineras que contribuyen con el 69% de las emisiones de la comuna (Municipalidad Andacollo, 2011). En base a lo anterior, el 1 de enero de 2015 entró en vigencia el Plan de Descontaminación Atmosférica para la localidad de Andacollo y sus sectores aledaños, donde se estableció que las compañías mineras deberán reducir sus emisiones en un 65%, en un plazo de dos años y medio a partir de la entrada en vigencia del plan.

En la Región de Valparaíso, las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví se han consolidado como una de principales zonas industriales del país, considerando las instalaciones industriales, las actividades económicas desarrolladas y la generación de empleo asociado a la gran demanda de mano de obra (MMA, 2013). Entre las principales industrias existentes se pueden mencionar a centrales térmicas, refinerías de petróleo, industrias químicas, plantas de gas natural licuado y fundiciones de cobre. Esta amplia actividad industrial centralizada en dicha zona, trajo diversas externalidades negativas, por lo que en 1993 se declaró como zona saturada por anhídrido sulfuroso y material particulado al área circundante al complejo industrial Ventanas, ubicado en la comuna de Puchuncaví.

En 2015, de acuerdo a mediciones en las estaciones de monitoreo de calidad del aire con representatividad poblacional (EMRP) realizadas por la Superintendencia del Medio Ambiente, se concluyó que la norma primaria para MP2,5 como concentración anual, se encuentra sobrepasada (mediciones estación Concón) y la concentración diaria se encuentra en estado de latencia (estaciones Concón, Puchuncaví, La Greda y Quintero); y que la norma para material particulado (MP10), como concentración anual, se encuentra en estado de latencia (Concón, Quintero, La Greda) según lo explicita el D.S. 10/2015 MMA.

En relación a la Región Metropolitana, el 4 de octubre de 2016 se dio a conocer el nuevo Plan de Descontaminación Atmosférica, denominado Santiago Respira, que reemplazará al plan vigente D.S.N°66/2010 del MINSEGPRES. A



Fuentes emisoras | FRANCISCO DONOSO

diferencia del antiguo plan, se aborda el abatimiento asociado al MP2,5 y contempla como principales medidas la prohibición total de calefacción a leña, nueva flota del Transantiago con niveles de emisión asimilables a la tecnología más estricta a nivel internacional (Euro VI), creación de normativa para la maquinaria fuera de ruta y normas más exigentes para el sector industrial que permitirá una reducción del 30% en las emisiones de MP2,5.

La zona central del valle de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins incorpora 17 comunas, y fue declarada zona saturada por material particulado respirable (MP10) en base al D.S N°7/2009 del MINSEGPRES. En dicha zona se observó que durante el periodo de otoño-invierno se incrementan las concentraciones de MP2,5 y MP10, lo que se relaciona con la estabilidad atmosférica (bajas condiciones de ventilación) e incrementos de emisiones estacionales. Un estudio realizado en torno a Rancagua, Rengo y San Fernando determinó que las principales fuentes emisoras de MP2,5 son la combustión de biomasa (66%), aerosoles secundarios (11-20%) y erosión eólica (22-27%). En relación al MP2,5, Rancagua presenta las mayores concentraciones con respecto a Rengo y San Fernando. Por su parte, los resultados para MP10 son similares, debido a la predominancia que tiene la fracción fina sobre el MP10 (MMA, 2011c).

En Talca, la contribución porcentual al MP10 de las emisiones producto del consumo residencial de leña es aún mayor que en las comunas de O'Higgins, llegando a aportar con un 77% de las emisiones. Es por esto que en marzo de 2016 se publica en el Diario Oficial el Plan de Descontaminación Atmosférica para las comunas de Talca y Maule, D.S. N°49/2015 del MMA, que al igual que los planes del sur del país plantea medidas enfocadas en promover el uso de calefacción sustentable.

En la Región del Biobío, Concepción Metropolitano se encuentra declarado como zona saturada por material particulado fino MP2,5 (D.S. N° 15/2015 del MMA). Las comunas que conforman Concepción Metropolitano son Lota, Coronel, San Pedro de la Paz, Hualqui, Chiguayante, Concepción, Hualpén, Talcahuano, Penco y Tomé, donde las fuentes más significativas corresponden a las puntuales y a la combustión residencial de leña. La actividad industrial se compone principalmente del desarrollo de los rubros forestal, petroquímico, energético, pesquero, agroindustrial y metal mecánico. En cuanto a la caracterización del MP2,5, se determinó que los aerosoles orgánicos aportan entre un 52% a un 70% del material particulado fino.

Por otro lado, las comunas de Chillán y Chillán Viejo, que también se ubican en la Región del Biobío, corresponden a zonas saturadas por MP2,5 y MP10 como concentración diaria a partir de 2013. El Plan de Descontaminación Atmosférica declarado mediante el D.S. N°48/2015 MMA determinó que las principales fuentes emisoras de material particulado respirable MP10 y MP2,5 corresponden a combustión residencial de leña, seguida por industrias, quemados agrícolas e incendios forestales; y por último, las fuentes móviles.

En las comunas de Temuco y Padre las Casas, gran parte de la contaminación por MP2,5 se debe a las emanaciones producto del uso de leña como combustible en cocinas y para calefacción, aportando alrededor del 90% de las emisiones en los meses más fríos, donde además se emanan a la atmósfera cantidades significativas de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (Pozo et al., 2015). Temuco y Padre Las Casas son comunas que actualmente están declaradas como zonas saturadas por MP10 y MP2,5 a través de los decretos D.S. N° 35/2005 MINSEGPRES y D.S. N° 2/2013 del MMA. Debido a esta última declaratoria, se elaboró un Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) a través del D.S. N° 8/2015 del MMA, publicado el 17 de noviembre de 2015, que se encuentra vigente y en aplicación.

EMISIONES DE LEÑA

En la ciudad de Talca, la contribución porcentual al MP10 de las emisiones producto del consumo residencial de leña llega a un

70% EMISIONES

Las comunas de Chillán y Chillán Viejo, que se ubican en la Región del Biobío, corresponden a zonas saturadas por MP2,5 y MP10 como concentración diaria a partir del año 2013.

En la **Tabla 5** se presenta un resumen acerca de la composición de los principales contaminantes, en base a estudios de caracterización química, que afectan a las localidades mencionadas y los aportes porcentuales de las principales fuentes responsables de dichas emisiones.

TABLA 05

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS CONTAMINANTES POR LOCALIDAD			
LOCALIDAD	CONTAMINANTE	FUENTES	COMPOSICIÓN
Tocopilla	MP10	Aerosol marino: 44,7% Fuentes de combustión Externa puntual: 28% Industrias minerales: 19% Erosión eólica: 8%	<ul style="list-style-type: none"> • Grandes cantidades de Cl, Na, S, Mg y Br: aportados por aerosol marino • Na, Si, Al, Fe, Ca, K: polvo geológico • Aportes de azufre, V y Ni, Mg, Al, Si, K, Ca, asociados a cenizas volantes->Centrales térmicas
	MP2,5	Fuentes de combustión externa puntual: 62% Aerosol marino: 8% Erosión eólica: 4%	<ul style="list-style-type: none"> • El MP2,5 está compuesto mayoritariamente por sulfatos secundarios.
Calama	MP10	Calles sin pavimentar: 34% Industria de productos minerales: 32% Fuentes móviles: 12% Erosión eólica: 22%	<ul style="list-style-type: none"> • Se encontraron elementos traza característicos de la actividad de la industria de fundiciones, como K, Cu, Zn, As, V, Ni y Mo.
	MP2,5	Industria de productos minerales: 54% Fuentes móviles: 37% Calles sin pavimentar: 9%	<ul style="list-style-type: none"> • Carbono elemental (CE) asociado a la combustión de petróleo. • K, Cu, Zn, As, V, Ni y Mo relacionados a la actividad de fundición
Antofagasta	MP10	Industria de productos minerales: 47% Erosión eólica: 42% Calles sin pavimentar: 10,6%	<ul style="list-style-type: none"> • El principal componente elemental el calcio. • Le siguen elementos como Na, K, Si y S y en menor medida otros elementos tales como Cl, Al, Fe y Cu
	MP2,5	Industria de productos minerales: 44% Erosión eólica: 50% Calles sin pavimentar: 12%.	<ul style="list-style-type: none"> • El principal componente elemental es el azufre, como ion sulfato. • Como elementos secundarios el Ca y el carbono total, seguidos del ion nitrato, ion cloruro, silicio, hierro y cobre, provenientes del polvo geológico.
Andacollo	MP10	La principal fuente de emisión es el tránsito de camiones en la industria de productos minerales (70%).	<ul style="list-style-type: none"> • Los elementos predominantes son: Fe, S, K con porcentajes de 45%, 14%,13%.

CONTINÚA ►



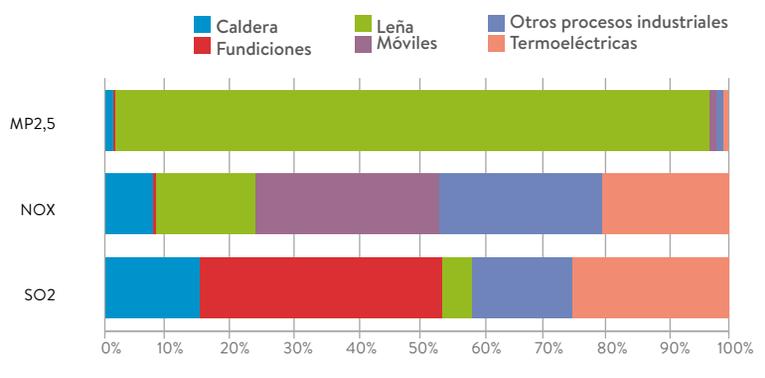
TABLA 05

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS CONTAMINANTES POR LOCALIDAD			
LOCALIDAD	CONTAMINANTE	FUENTES	COMPOSICIÓN
Concón, Quinteros, Puchuncaví	MP2,5	Destacan las Industrias de productos minerales presentes en la zona (fundición) y fuentes de combustión externa puntual (centrales térmicas). Además, las industrias petroquímicas son una importante fuente de BTEX.	<ul style="list-style-type: none"> Dentro de los componentes elementales, los que fueron mayormente detectados son el Cu y Se. Tolueno, etilbenceno y Xileno especialmente en la ciudad de Concón.
Región Metropolitana	MP2,5	Transporte: 19,5% Sector industrial: 15,3% Uso de leña en sector residencial: 38,5% Maquinaria Fuera de Ruta: 20%	<ul style="list-style-type: none"> Carbono orgánico: 52% Carbono elemental: 10% Compuestos inorgánicos: NO3(15%), NH4(14%), SO4(5%), CL-(4%)
Rengo, Rancagua, San Fernando	MP2,5	Combustión de biomasa : 66% Aerosoles secundarios 11-20% Calles no pavimentadas: 22-27%	<ul style="list-style-type: none"> La fracción orgánica es semejante entre los tres sitios: 62% en Rengo y 70% en San Fernando y Rancagua. Los aerosoles secundarios presentan un aporte de 25%. Las demás fracciones presentan una similitud alta, con esto es CE (4%), NH4 (3%), NO3 (7%), SO4 (4%), y otros elementos (5-6%)
Talca y Maule	MP10	Combustión residencial leña: 76,7% Fuentes fijas: 14,8 % Quemas agrícolas: 5,3% Fuentes móviles: 2,6%	• Sin información de composición
Chillán	MP10	Combustión residencial: 86% Fuentes móviles: 7% Quemas e incendios forestales: 3,9%	• La materia orgánica, material geológico, nitratos y el carbono elemental representan los principales componentes del MP10
Gran Concepción	MP2,5	Combustión de la leña utilizada para la calefacción domiciliaria Fuentes puntuales (industrias)	<ul style="list-style-type: none"> Los aerosoles orgánicos aportan entre un 52 y un 70% al MP2.5. El resto se reparte entre Nitratos (5%), Sulfatos (4%), Cloruros (2%) para el sector urbano
Temuco, Padre las casas	MP2,5	Primarias: quema de leña (30,4%), carbón (5,1%), polvo (2,3%), residuos vegetales (0,7%) Secundarias: inorgánicos (4,1%), orgánicos (52,8%) Indeterminadas: 3,6 %	<ul style="list-style-type: none"> Aerosol marino: Na y Cl Polvo: óxidos de Al, Si, Ti, Fe,... Leña: aporta azúcares (celulosa), ácidos orgánicos (hemi-celulosa) e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) Fuentes móviles: Hopanos, carbono elemental, HAP

Para caracterizar y analizar las emisiones de MP2.5, NOx y SO2, se consideró el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), que incluye información declarada hasta 2013. En base a esta información, se contabilizan a nivel nacional aproximadamente 436.209 toneladas por año de MP2,5 en 2013, 218.899 toneladas por año de SO2 en 2013, y 229.401 toneladas anuales de NOx para 2013. Las principales fuentes emisoras a nivel nacional corresponden a calefacción residencial a leña para MP2.5, fundiciones y termoeléctricas para SO2, y fuentes móviles y otros procesos industriales para NOx.

FIGURA 05

DISTRIBUCIÓN POR TIPO DE FUENTE, AÑO 2013

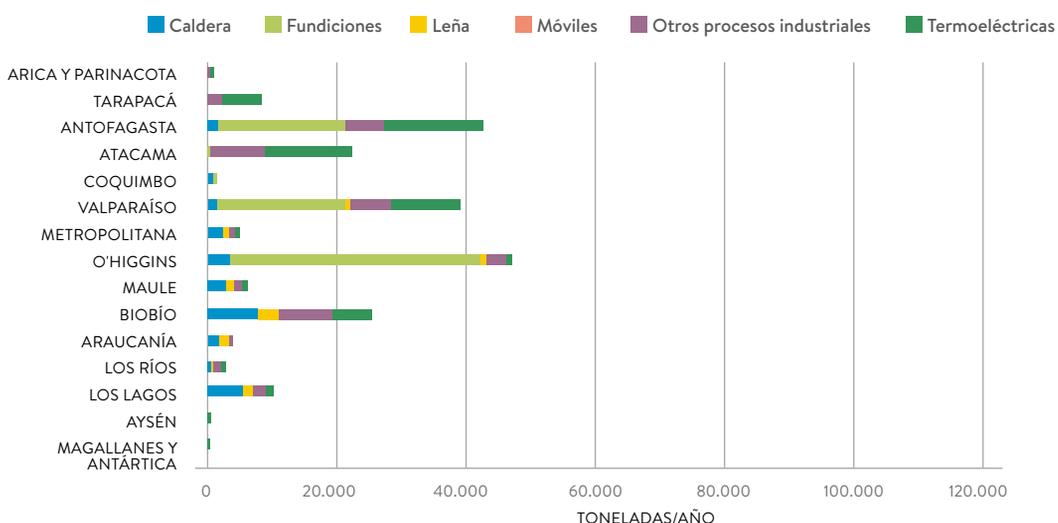


Fuente: Elaboración propia en base a MMA (2016a)

A su vez, se realizó un análisis por región. De acuerdo con este análisis, las fuentes predominantes en el norte del país corresponden a fundiciones de cobre y centrales termoeléctricas, en la zona central las fuentes industriales, residenciales y móviles, mientras que en la zona sur es la calefacción residencial a leña.

FIGURA 06

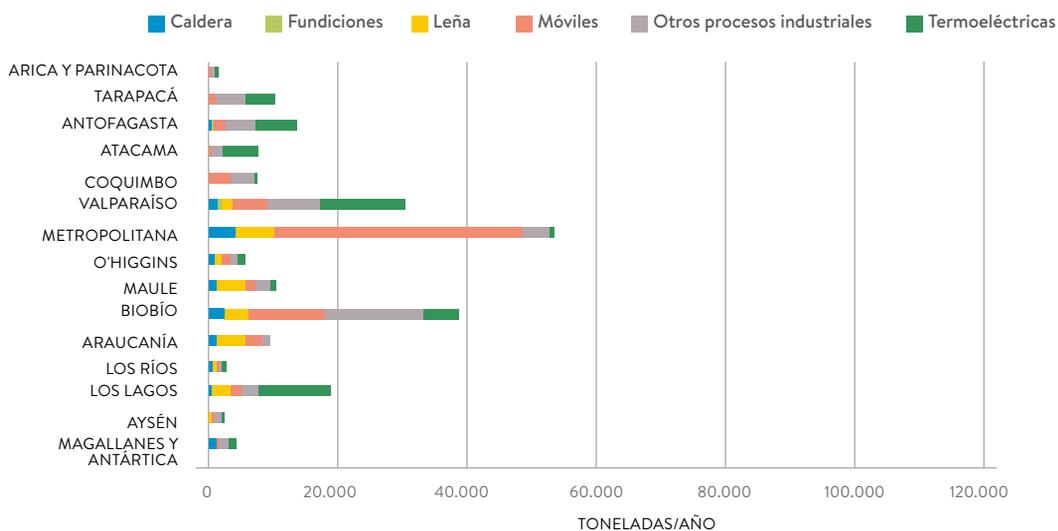
EMISIONES DE SO2 POR REGIÓN Y RUBRO, AÑO 2013



Fuente: Elaboración propia en base a MMA (2016a)

FIGURA 07

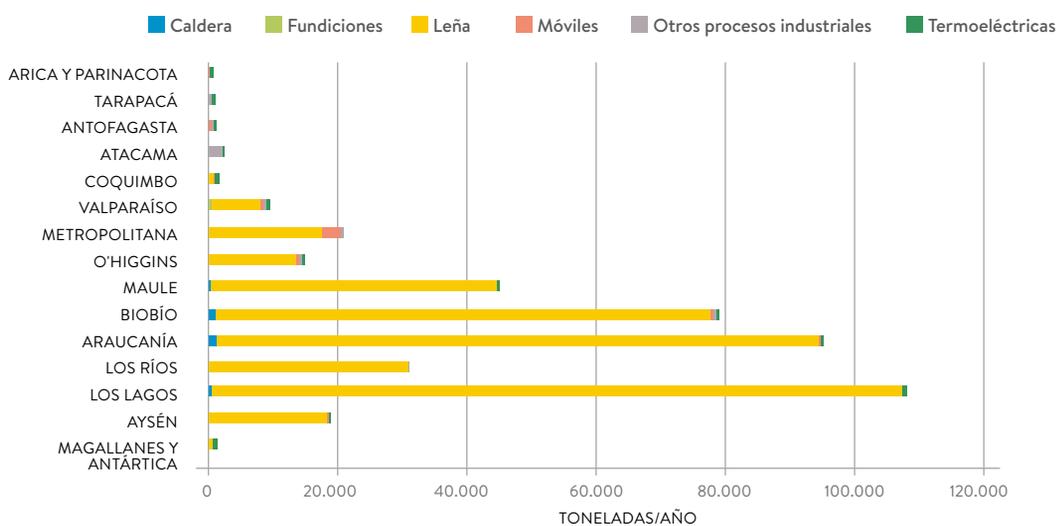
EMISIONES DE NO_x POR REGIÓN Y RUBRO, AÑO 2013



Fuente: Elaboración propia en base a MMA (2016a)

FIGURA 08

EMISIONES DE MP2,5 POR REGIÓN Y RUBRO, AÑO 2013



Fuente: Elaboración propia en base a MMA (2016a)

ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE COMBUSTIÓN DE LEÑA DEL RETC

Las emisiones de leña por consumo residencial se estimaron a partir de una metodología top down, en la que se incluyó el consumo de leña de la encuesta CASEN año 2006 y factores de emisión que integran variables de: humedad, tipo de artefacto, mala operación y zona geográfica involucrada, que proviene de los últimos estudios e inventarios efectuados en distintas regiones y ciudades del país, a cargo de los ministerios de Energía y Medio Ambiente, como también de información de los programas de recambio de calefactores que efectúa el Ministerio de Medio Ambiente.

Para realizar la serie de tiempo con las emisiones anuales, se consideró el crecimiento poblacional en base a las proyecciones del Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Cabe señalar que las emisiones presentadas para leña de consumo residencial pueden estar sobreestimadas, debido al margen de error en la expansión a nivel nacional del consumo de leña y las consideraciones metodológicas en el cálculo de las emisiones producidas, además de la falta de estudios en algunas regiones.

4 • ESTRATEGIA DE DESCONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA 2014-2018

La contaminación atmosférica constituye uno de los principales problemas ambientales que Chile enfrenta, tanto por las consecuencias que tiene para la salud de las personas como para el medio ambiente. La calidad del aire se ve afectada principalmente por material particulado, por ello, hoy el país cuenta con mediciones de este contaminante en 25 ciudades. El problema, que afecta mayoritariamente a la zona central y sur del país, se acrecienta a medida que las ciudades también aumentan su tamaño. Si bien se están desarrollando planes de descontaminación, la calidad del aire supera los niveles establecidos en las normas de calidad, especialmente en lo que respecta al MP2,5.

En este contexto, el Ministerio del Medioambiente la Estrategia de Descontaminación Atmosférica 2014-2018, la cual busca abordar la contaminación que afecta al país, especialmente concentrada en las ciudades del sur de Chile y en la Región Metropolitana.

La estrategia define dos grandes líneas de acción: por una parte, la implementación de planes de descontaminación que presentan medidas efectivas en la reducción de emisiones en las zonas declaradas como saturadas o latentes y, por otra, la implementación de medidas de corto plazo en aquellos lugares donde no hay planes y en donde los monitoreos evidencian altas concentraciones de material particulado.

La estrategia establece la creación de 14 planes de descontaminación atmosférica en cuatro años. Por lo tanto, para el año 2018 el país contará con 20 planes de descontaminación vigentes, que beneficiarán al 87% de la población expuesta a problemas de contaminación atmosférica.

La estrategia se complementa con el marco normativo que tiene el país y que se continuará perfeccionando. Las normas de emisión, junto con las normas de calidad, constituyen instrumentos orientados a prevenir y controlar la concentración de contaminantes en el aire. En aquellos casos en que se superen las normas de calidad, la ley establece otros instrumentos como los planes de prevención o descontaminación, cuya elaboración se inicia una vez que se ha dictado el decreto que declara zona latente o saturada⁷. Actualmente, Chile cuenta con normas de emisión⁸ para fuentes fijas y móviles, detalladas en la **Tabla 6**.

⁷ El plan de prevención, es un instrumento que tiene por finalidad evitar la superación de una o más normas de calidad ambiental primaria o secundaria en una zona, mientras que el plan de descontaminación tiene por finalidad recuperar los niveles señalados en tales las normas en una zona declarada como saturada.

⁸ De acuerdo con la Ley 19.300, las normas de emisión son aquellas que “establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante medida en el efluente de la fuente emisora”.

TABLA 06

NORMAS DE EMISION VIGENTES, SEGÚN FUENTES				
FUENTES	ACTIVIDAD	CONTAMINANTES	ALCANCE	DECRETO SUPREMO
Fuentes Fijas	Fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico	MP, SO ₂ , As y Hg	Nacional	D.S. N° 28/2013 MMA
	Fabricación de pulpa kraft o al sulfato	Compuestos TRS	Nacional	D.S. N° 37/2013 MMA
	Incineración y co-incineración	MP, SO ₂ , NO _x , COT, CO, metales pesados, HCl, HF, Benceno, Dioxinas y Furanos.	Nacional	D.S. N° 29/2013 MMA
	Centrales Termoeléctricas	MP, SO ₂ , NO _x , Hg	Nacional	D.S. N° 13/2011MMA
	Fuentes estacionarias, puntuales y grupales*	MP	RM	D.S. N° 4/1992 MINSAL
Fuentes residenciales	Calefactores a leña	MP	Nacional	D.S. N° 39/2011 MMA
Fuentes Móviles	Vehículos livianos y medianos	CO, HC, NO _x , Partículas	RM, V y VI región	D.S. N° 54/1994 MTT
	Vehículos pesados	CO, HC, NO _x , MP	RM, V, IV, VI, VII, VIII, IX y X región	D.S. N° 55/1994 MTT
	Buses de locomoción colectiva	CO, HCT, HCNM, CH ₄ , NO _x y MP	RM	D.S. N° 130/2001 MTT
	Vehículos livianos	HC Totales, CO, NO _x , Partículas	RM, V y VI región	D.S. N° 211/1991 MTT
	Control de emisiones en plantas de revisión técnica	NO, HC Y CO	RM	D.S. N° 149/2006 MTT

RM: Región Metropolitana/ MTT: Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones/MMA: Ministerio de Medio Ambiente

*Fuente Estacionaria: Es toda fuente diseñada para operar en un lugar fijo, cuyas emisiones se descargan a través de un ducto o chimenea. Se incluyen aquellas montadas sobre vehículos transportables para facilitar su desplazamiento.

Fuente Estacionaria Puntual: Es toda fuente estacionaria cuyo caudal o flujo volumétrico de emisión es superior o igual a mil metros cúbicos por hora (1.000 m³/hr) bajo condiciones estándar, medido a plena carga.

Fuente Estacionaria Grupal: Es toda fuente estacionaria cuyo caudal o flujo volumétrico de emisión es inferior a mil metros cúbicos por hora (1.000 m³/hr) bajo condiciones estándar, medido a plena carga.

Tal como el caso de las normas, los planes de prevención y descontaminación son fundamentales para la gestión ambiental del aire en Chile⁹. De acuerdo con la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, las acciones a implementar en el marco de los Planes de Prevención y Descontaminación pueden incluir normas de emisión, permisos de emisión transables, impuestos a las emisiones o tarifas a los usuarios y otros instrumentos de estímulo para acciones de mejoramiento y reparación ambientales (Art. 47). En la **Tabla 7** se muestra la situación actual de los planes de descontaminación.

⁹ Las condiciones para la utilización y elaboración de estos instrumentos están establecidas en el D.S N° 39/2012 del MMA que aprueba Reglamento para la dictación de Planes de Prevención y de Descontaminación.



TABLA 07

SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PLANES DE DESCONTAMINACIÓN	
SITUACIÓN	ÁREA
Planes Vigentes	1. Tocopilla
	2. Maria Elena – Pedro de Valdivia
	3. Chuquicamata
	4. Potrerillos
	5. Paipote – Tierra Amarilla
	6. Puchuncaví y Quintero (Ventanas)
	7. Metropolitana de Santiago
	8. Valle Central de la Región del Libertador Bernardo O'higgins
	9. Caletones
	10. Temuco y Padre las Casas
	11. Andacollo
	12. Talca - Maule (MP10)
	13. Chillán - Chillán Viejo
	14. Osorno
	15. Coyhaique (MP10)
Elaboración Proyecto Definitivo	1. Huasco
	2. Concón, Puchuncaví y Quintero (Ventanas)
	3. Valdivia
	4. Los Ángeles
	5. Metropolitana de Santiago (MP2,5) (*)
Anteproyectos	1. Gran Concepción
	2. Curicó
	3. Coyhaique (MP2,5)

Fuente: MMA 2015a

(*) El Plan de Descontaminación Atmosférica actualmente se encuentra aprobado por el Consejo de Ministros.

4.1 Gestión de Episodios Críticos a Nivel Nacional

Los episodios críticos de contaminación atmosférica por material particulado, tanto por MP10 como por MP2.5, se han abordado históricamente en los planes de descontaminación atmosférica a través de los denominados Planes de Gestión de Episodios Críticos. Estos planes de gestión establecen medidas de prevención y control de emisiones de material particulado, con el objetivo de disminuir la exposición de la población a altas concentraciones de este contaminante, especialmente en zonas urbanas y urbano-industriales.

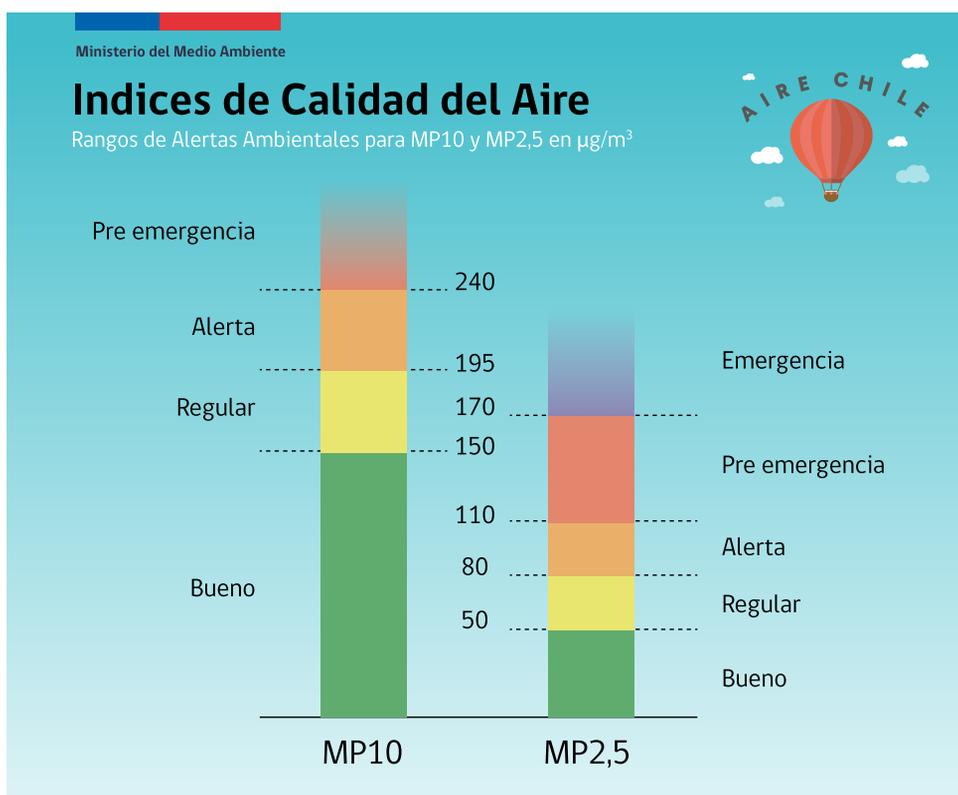
Al no contar con planes de descontaminación en las principales ciudades de la zona centro y sur de Chile, se generó la necesidad de establecer una coordinación entre las autoridades del Ministerio de Salud y del Medio Ambiente. Lo anterior se tradujo en la promulgación mediante el D.S. N° 11/2015 del Ministerio de Salud de la condición de Alerta Sanitaria para MP2,5 entre las regiones Metropolitana y de Aysén. La promulgación de dicho decreto posibilitó la implementación y fiscalización de medidas para la disminución de emisiones de contaminantes, especialmente en los días en que se observaron malas condiciones de ventilación.

En el marco de la excepción decretada por el Ministerio de Salud, se establecieron medidas para la declaración de estado de la calidad del aire (alerta, preemergencia o emergencia ambiental) poniendo en práctica, según la calidad del aire esperada, las siguientes medidas:

- Restricción de uso de leña para calefacción en lugares que sea pertinente (domiciliarias y/o comunitarias). Para esto se establecerán polígonos urbanos de restricción que permita disminuir emisiones durante la ocurrencia de episodios (en preemergencia y emergencia).
- Paralización de fuentes fijas. A partir de los registros de la autoridad sanitaria y el establecimiento de un umbral de emisión, se paralizarán fuentes fijas con grandes emisiones (en preemergencia y emergencia).
- Informar a la población de riesgos para la salud. Se recomendará restringir la realización de actividades deportivas masivas y al aire libre y el reemplazo de las clases de educación física, en coordinación con el Ministerio de Educación, por actividades docentes en el aula de los establecimientos educacionales mientras se observan altas concentraciones de contaminantes (en alerta, preemergencia y emergencia).
- Programa multisectorial de fiscalización. Se fortalecerá la fiscalización de fuentes fijas que deben paralizar de acuerdo a las restricciones que establezca la autoridad (en pre-emergencia y emergencia).

FIGURA 09

ÍNDICES DE CALIDAD DEL AIRE REFERIDO A PARTÍCULAS



Fuente: MMA, Departamento de Redes de Monitoreo.

E 02

CASO DE SANTIAGO

La gestión de la calidad del aire en el Gran Santiago se materializa a partir de la promulgación del D.S. N° 131 del 12 de junio de 1996 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES), que declaró saturada y latente la Región Metropolitana para contaminantes de tipo particulado y gases. En este contexto se implementó el primer Plan de Descontaminación y Prevención de Contaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA), mediante el D.S. N° 16/98. Este instrumento de gestión ambiental, cuyo objetivo era lograr el cumplimiento de las normas primarias de calidad del aire, fue actualizado y luego reformulado a través de los D.S. N° 58/2003 y D.S.N° 66/2009 respectivamente, ambos del MINSEGPRES. El Plan de Descontaminación vigente contiene las metas de calidad del aire, y medidas orientadas al control de las emisiones de las principales fuentes contaminantes identificadas en la Región Metropolitana.

Si bien la mayor parte de la contaminación en esta región se explica fundamentalmente por actividades humanas, es importante tener presente que las condiciones geográficas y de ventilación expresadas en los altos niveles de estabilidad atmosférica, observadas especialmente en el período abril-agosto, impiden una adecuada remoción de contaminantes desde en la cuenca, favoreciendo el aumento de las concentraciones, la superación de las normas y la ocurrencia de episodios críticos de contaminación.

CONTINÚA ►



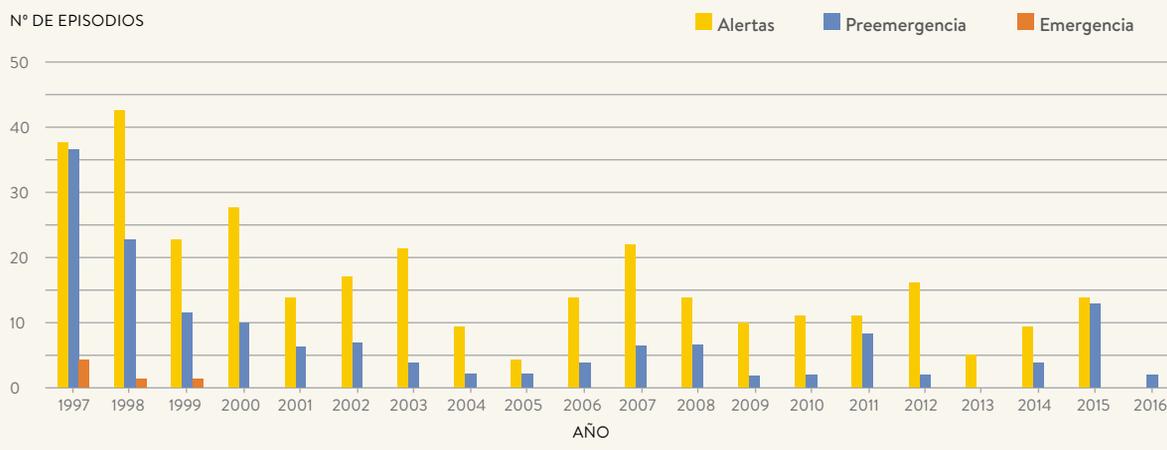
a) Esquema de la geografía de la cuenca de Santiago, donde se observa las Cordilleras de la Costa y de Los Andes con la conurbación del Gran Santiago

b) Vista de Santiago donde se aprecia el efecto de la estabilidad matinal asociada a la inversión térmica radiactiva sobre la ciudad.

Las medidas consideradas en el PPDA han ayudado a reducir, de manera gradual y sistemática, los altos niveles de contaminación durante la última década, permitiendo reducir la intensidad y duración de los episodios críticos por MP10 en el tiempo. Es así como en 1997 se registraron 38 días de alerta, 37 días de preemergencias y 4 días de emergencia ambiental, mientras que en 2016 se registraron solo dos eventos de preemergencia ambiental (ver **Figura 10**). En el caso del MP2.5, como se indicó precedentemente, a partir de la implementación de las medidas de alerta sanitaria —desde 2015— se desarrolla cada año la Gestión de Episodios Críticos para dicho contaminante, aplicando medidas de prevención durante el período abril-agosto. En la **Figura 11** se observa que en 2016 se constató un total de 42 episodios críticos, lo que significó una disminución del 18% respecto de 2015. Lo anterior pese a la ocurrencia de tres emergencias ambientales

FIGURA 10

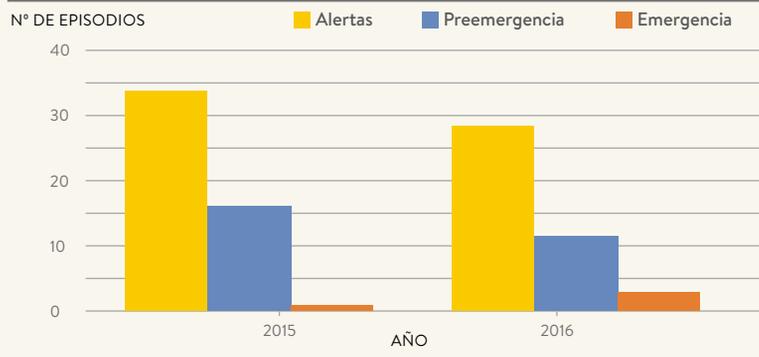
RESUMEN DE EPISODIOS CRÍTICOS POR MP10 EN LA REGIÓN METROPOLITANA



Fuente: MMA, Departamento de Redes de Monitoreo.

FIGURA 11

NÚMERO DE EPISODIOS CONSTATADOS DE MP2,5, 01 DE ABRIL – 31 DE AGOSTO, REGIÓN METROPOLITANA

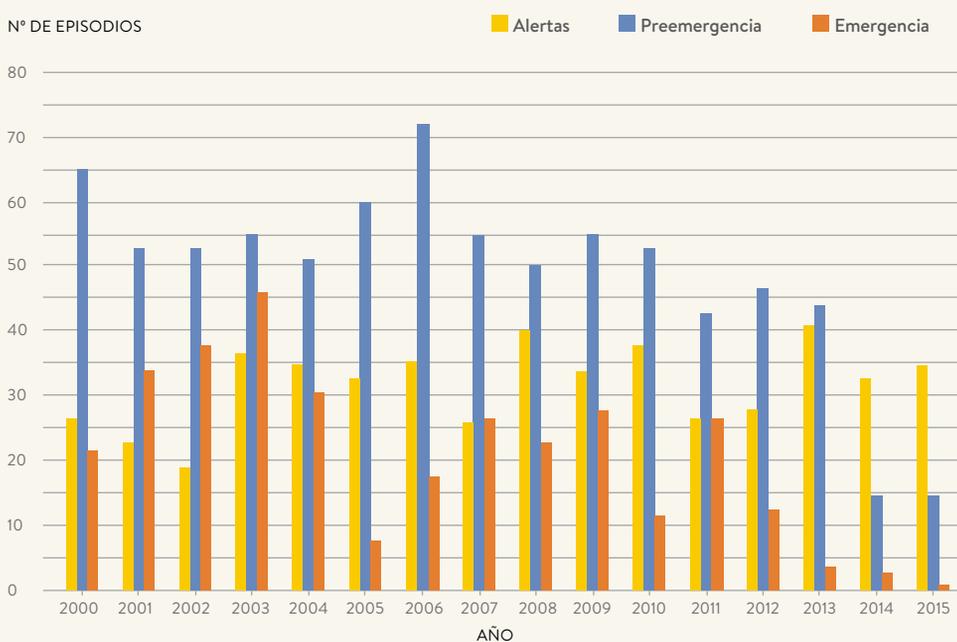


Fuente: MMA, Departamento de Redes de Monitoreo.

Sin perjuicio a lo anterior, las emergencias declaradas por MP2,5 no constituyen un retroceso en la calidad en la Región Metropolitana, sino que responden a un cambio de estándar que permitió tomar medidas de contingencia en episodios que antes no eran considerados. De acuerdo a los resultados preliminares del estudio denominado "Caracterización del Material Particulado Fino y Grueso en la Región Metropolitana", aun en marcha, se ha realizado una reconstrucción de las concentraciones de MP2,5, y por tanto de los posibles episodios de contaminación, desde 2000 a 2015, como muestra la Figura 12. El estudio correlaciona las mediciones históricas de calidad del aire a partir de los nuevos estándares de medición, concluyendo que los episodios críticos por MP2,5 mantienen una reducción sistemática en el tiempo.

FIGURA 12

ESTIMACIÓN DE NÚMERO DE EPISODIOS DE MP2,5 EN LA REGIÓN METROPOLITANA

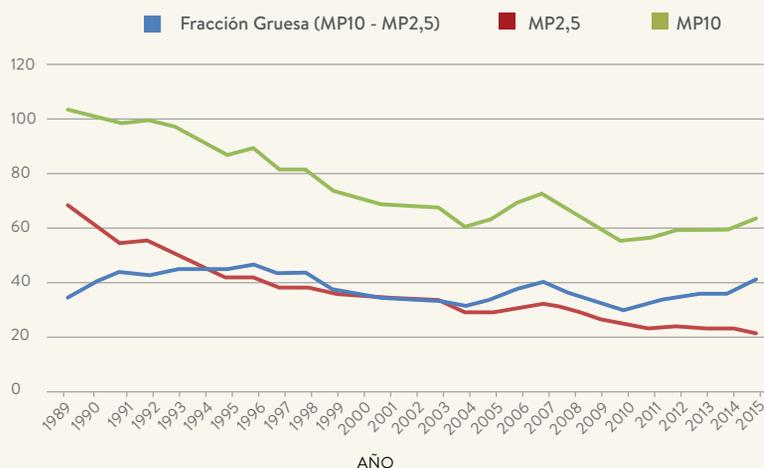


Fuente: Estudio Caracterización de Material particulado fino y grueso en la RM.

CONTINÚA ►

FIGURA 13

EVOLUCIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE. FRACCIÓN FINA Y GRUESA (1985-2015)



Fuente: Departamento de Redes de Monitoreo.

Si bien la norma primaria de calidad del aire entró en vigencia a partir del periodo 2012, en la Región Metropolitana se cuenta con monitoreo de MP2,5 desde el año 1989, lo anterior considerando que este contaminante es el que genera mayor impacto en la salud de la población. En la **Figura 13** se presenta el seguimiento histórico de las tendencias de material particulado desarrolladas a través del monitoreo por método gravimétrico discreto, donde se obtienen concentraciones de MP2,5 y la fracción gruesa, de las cuales ambas suman el MP10¹⁰. El monitoreo se ha desarrollado sistemáticamente en las estaciones de Las Condes, Independencia y Santiago.

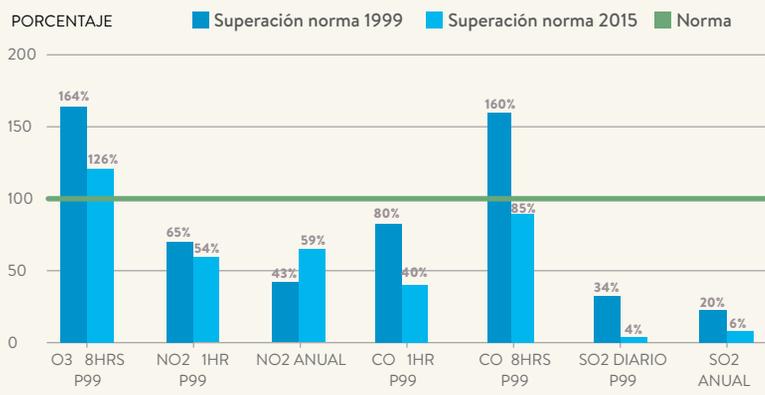
Los resultados de este seguimiento indican que para todo el periodo la reducción de las concentraciones medias del Material Particulado se asocian a la disminución lograda en el MP_{2,5} que presenta una reducción acumulada del 68% (47 ug/m³ de reducción). Lo anterior se explica en la focalización del Plan de Descontaminación de la RM (PPDA) en el control de los procesos de combustión.

En el caso del monitoreo de gases, en la **Figura 14** se muestra una comparación del cumplimiento normativo entre los años 1999 y 2015 para la Región Metropolitana. Se observa, en general, una reducción importante en las concentraciones del Ozono (O₃) y Monóxido de Carbono (CO), los que disminuyeron un 38% y 75%, respectivamente. Lo anterior mantiene la saturación por Ozono y latencia por CO.

¹⁰ La fracción gruesa corresponde a la resta entre la concentraciones de MP10 y el MP2,5

FIGURA 14

SUPERACIONES DE NORMA TRIANUAL (%)



Fuente: Departamento de Planes de Descontaminación.

Santiago Respira

Santiago Respira es el nuevo Plan de Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana, que contiene una serie de medidas para combatir la contaminación del aire de la ciudad. Apunta principalmente a la reducción de material particulado fino (MP2,5).

Las medidas propuestas para disminuir la contaminación se estructuran principalmente sobre los sectores de transporte, industria y residencial, además de otras medidas de carácter transversal, las cuales establecen mejores mecanismos de compensación de emisiones, de fiscalización y de promoción de transportes limpios como la bicicleta y los vehículos eléctricos.

Con su aplicación, se estima que al año 2026 el plan de descontaminación Santiago Respira establezca reducciones sectoriales¹¹ sobre la concentración de MP2,5 de 95% para el sector residencial; 47% en transporte; 48% para el subsector de maquinaria fuera de ruta; 41% en el sector industrial; 7% en el subsector de agroindustria y; una reducción total de emisiones por quemas agrícolas, permitiendo de esta manera el cumplimiento de las normas anual y diaria de MP2,5 para dicho período.

¹¹ Reducciones calculadas respecto a línea base año 2026.

FIGURA 15

REDUCCIÓN DE EMISIONES POR SECTOR AL 2026



Fuente: MMA

Según el Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES), los beneficios netos estimados para el Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana se aproximan a una valorización presente de USD 6.965 millones, destacando la contribución del sector transporte (ruta y maquinaria fuera de ruta), cuyo conjunto de medidas aportaría el 61% de los beneficios totales, así como el 92% de los costos estimados.

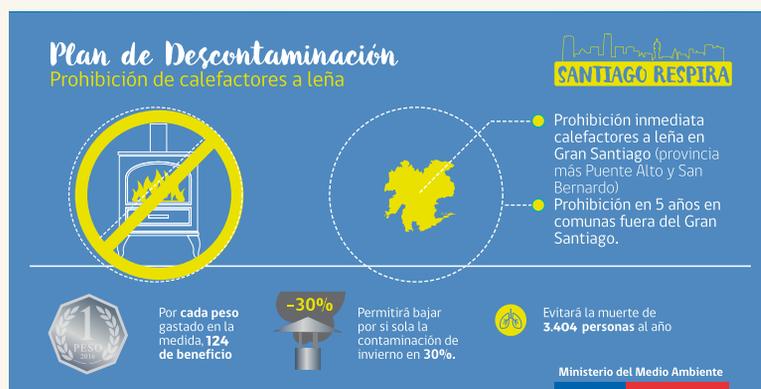
Entre las principales medidas propuestas para cada sector, destacan:

En el Sector Residencial: la prohibición inmediata sobre el uso de calefactores a leña en el Gran Santiago (provincia de Santiago y las comunas de Puente Alto y San Bernardo), y en un plazo de 5 años —en caso de incumplimiento de las normas de calidad— en comunas fuera del Gran Santiago.

Este sector posee un importante índice de costo-efectividad, ya que se estima que por cada \$1 peso gastado en su diseño e implementación, se obtendrían \$124 pesos de beneficio. Además, por sí sola, permitiría reducir la concentración de MP2,5 en 30% al año 2026, lo que evitaría la muerte de 3.404 personas durante el periodo 2017-2026.

FIGURA 16

PROHIBICIÓN DE CALEFACTORES A LEÑA



Fuente: MMA

Las nuevas disposiciones sobre el Sector Industria establecen niveles mayores de exigencias en la reducción de emisiones, acompañado de un sistema de monitoreo continuo para grandes fuentes, disminuyendo así en 41% su concentración de MP2.5 al año 2026, lo que implicaría una disminución del 16% de la concentración total de este contaminante en la RM al mismo año.

Las medidas relacionadas con el Sector Transporte se estructuran según sus distintas clasificaciones, considerando también aquellas vinculadas a los com-

bustibles.

Entre las medidas orientadas al transporte público destacan la exigencia de la norma Euro VI a la flota del Transantiago, acompañada de un programa de seguimiento de emisiones vehiculares al sistema de buses, e incentivos para la reducción de emisiones y eficiencia energética.

Para el transporte de carga se establece una zonificación de baja emisión al interior de la Región Metropolitana. Por su parte, la maquinaria fuera de ruta existente enfrentará exigencias de reducción de emisiones, mientras que una nueva normativa condicionara el ingreso de nuevos equipos.

En tanto, las medidas sectoriales respecto al transporte en vehículos livianos y medianos más destacadas son la restricción permanente de dos dígitos por antigüedad a vehículos con sello verde, durante los meses más críticos de mala calidad del aire (período mayo – agosto); mayores grados de exigencia en el control de emisiones en plantas de revisión técnica; así como distintos incentivos sobre la compra de vehículos híbridos y eléctricos.

FIGURA 17

NORMA EURO 6 PARA TRANSANTIAGO



Fuente: MMA

Adicionalmente se establecen otras medidas, de carácter transversal, relacionadas a la creación de un “Fondo Verde” para Santiago, destinado a cubrir proyectos de compensación de emisiones. Junto a esto, un incremento de 100 nuevas hectáreas de áreas verdes y masa de vegetación que rodean la cuenca de Santiago. También se incluyen medidas orientadas a la educación de la población, en temas relacionados a episodios críticos y quemas agrícolas, forestales y domiciliarias, entre otros.

COYHAIQUE

La comuna de Coyhaique se encuentra ubicada en la Región de Aysén, en la zona sur del país. La ciudad se caracteriza de un clima frío la mayor parte del año, y además la mayor parte de las viviendas construidas en Coyhaique no cuentan con una buena aislación térmica, lo que genera una alta demanda en calefacción. Dado que la leña es el combustible más barato, su uso masivo provoca altos índices de contaminación atmosférica, específicamente de MP10 y MP2,5. Dentro de la ciudad se encuentran dos estaciones de monitoreo de la calidad del aire y parámetros meteorológicos, las estaciones Coyhaique y Coyhaique II, las cuales miden MP10 y MP2,5.

En 2012 el área circundante a la ciudad (ver mapa) fue declarada zona saturada por MP10, luego de superar ampliamente la norma diaria y anual. Sus altas concentraciones se encuentran entre las más altas del mundo. El número de alertas sanitarias también se encuentran entre los más altos del país, alcanzando 12 emergencias declaradas en 2015. Debido a esta problemática, desde el 28 de marzo de 2016 se dio inicio a un Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) por MP10.

FIGURA 18

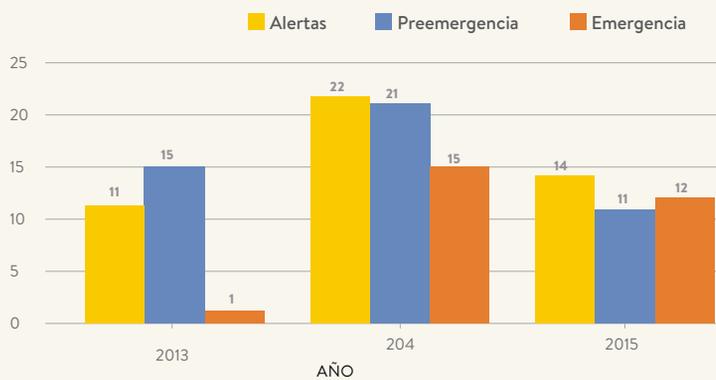
MAPA DE LA CIUDAD DE COYHAIQUE. ZONA SATURADA POR MP10



Fuente: MMA 2016c.

FIGURA 19

EPISODIOS CONSTATADOS POR MP10 EN COYHAIQUE.



Fuente: MMA, Departamento de Redes de Monitoreo.

Este PDA considera al menos 7.000 subsidios de reacondicionamiento térmico para las viviendas de la zona saturada de Coyhaique y 10.000 recambios de calefactores a leña por sistemas de calefacción más limpios. Además, se trabajará en un centro de acopio y secado de leña para un volumen de 100.000 metros cúbicos, que representa un tercio de lo que consume Coyhaique actualmente. A la fecha la SEREMI del Medio Ambiente ha desarrollado programas de recambio de calefactores a leña, según detalla la siguiente tabla:

TABLA 08

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS CONTAMINANTES POR LOCALIDAD				
AÑO	CALEFACTORES A LEÑA	CALEFACTORES PARAFINA	CALEFACTORES PELLET	COCINAS A LEÑA
2011 (Piloto)	300	0	0	
2012-2013	1580	0	0	
2014-2015	182	122	0	
2014-2015 (Servicios Públicos)	0	0	170	
2014-2015				440
2016 (I Semestre)	500	390	35	
Total	2.562	512	205	440
Total a la fecha	3.719			

Fuente: SEREMI Medio Ambiente Región de Aysén



Viviendas con (der.) y sin (izq.) aislamiento térmico, Coyhaique | JIMENA SILVA

4.2 Calefacción Sustentable

La Guía de Calefacción Sustentable es la primera guía para los habitantes de las zonas contaminadas del centro y sur de Chile que entrega información relevante sobre calefacción, para que los ciudadanos tomen decisiones informadas al momento de la compra o uso de distintas opciones disponibles. Esta guía informa sobre las principales tecnologías de calefacción disponibles en el mercado junto a sus características esenciales, describiendo de manera clara y amigable sus ventajas y desventajas, desde el punto de vista ambiental, práctico y económico.

Así, además de entregar información sobre la contaminación que cada una produce, tanto a nivel intradomiciliario como a la atmósfera, la guía muestra los costos de inversión y de operación de las distintas tecnologías con sus respectivos combustibles. Finalmente, se entregan una serie de recomendaciones generales y específicas para cada tipo de vivienda sobre calefacción sustentable.



GUÍA DE CALEFACCIÓN SUSTENTABLE 2016

Región Metropolitana

Fuente: MMA

4.3.1 Programa de Recambio de Calefactores

El Programa de Recambio de Calefactores 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 establecido en cada plan permite alcanzar la norma calidad del aire en cada ciudad. La siguiente tabla muestra el número de recambios comprometidos en cada plan de descontaminación atmosférica.

TABLA 09

RECAMBIOS COMPROMETIDOS EN CADA PDA		
PDA	TOTAL DE CALEFACTORES A RECAMBIAR	CALEFACTORES NO LEÑA (% DEL TOTAL) ¹²
17 Comunas del Valle Central de O'Higgins	12.000	
Talca y Maule	13.000	
Chillán y Chillán Viejo	20.000	10.000 (50%)
Temuco y Padre Las Casas	27.000	12.000 (44%)
Valdivia (*)	26.000	13.000 (50%)
Osorno	25.000	10.000 (40%)
Coyhaique	10.000	5.000(50%)

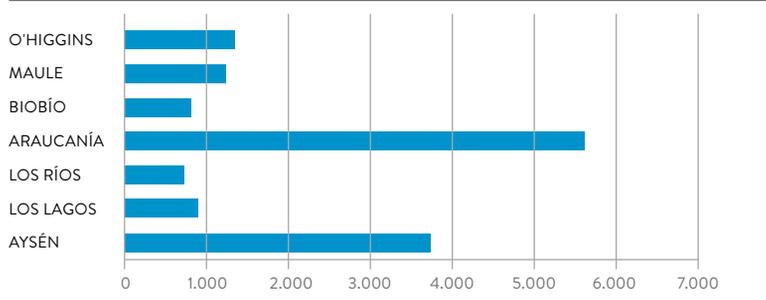
Fuente: Oficina de Calefacción Sustentable y Nuevas Tecnologías del MMA.

(*) El PDA de Valdivia aun no entra en vigencia.

El programa de recambio de calefactores es implementado desde el año 2011 y a la fecha se ha beneficiado a más de 12.000 hogares en las regiones de La Araucanía, Aysén, O'higgins, Maule, Bio-Bio, Los Ríos y Los Lagos. En la **Figura 20** se muestra la cantidad de calefactores que han sido recambiados por región:

FIGURA 20

RECAMBIO DE CALEFACTORES DESDE EL AÑO 2011 A LA FECHA POR REGIÓN



Fuente: Oficina de Calefacción Sustentable y Nuevas Tecnologías

¹² Calefactores que no usan como insumo primario la leña.

Desde el año 2015 se implementan recambios multiopción, en donde los beneficiarios pueden escoger la tecnología de calefacción que más se acomode a sus necesidades. Las alternativas que se ofrecen varían en cada región y corresponden a calefactores a pellets, parafina, gas y calefactores a leña certificados por la SEC.

CALEFACTORES A PELLETS

Los pellets son pequeños cilindros que están compuestos de aserrín comprimido con muy baja humedad. Al igual que la leña, el pellet es un combustible barato de gran capacidad calórica, pero a diferencia de la leña produce muchas menos emisiones contaminantes. Estos equipos cuentan con un termostato por lo que es posible controlar la temperatura al interior del hogar, lo que permite además controlar el gasto de combustible.



CALEFACTOR A PARAFINA TIRO FORZADO

Estos calefactores, a diferencia de los calefactores a parafina tradicionales, tienen la gran ventaja de no emitir contaminantes al interior del hogar, por lo que no hay necesidad de ventilar y son aptos para dormitorios. Como no son de llama abierta, no generan riesgo por quemadura, y por su tecnología, pueden controlar la temperatura ambiente de manera automática, generando ahorros en combustible.



CALEFACTOR A GAS TIRO FORZADO

Los calefactores a gas que ofrece el programa de recambio de calefactores son de tiro forzado, por lo que emanan los gases de combustión hacia el exterior del hogar y no consumen el oxígeno de su interior. Por esta razón son seguros para utilizarlos en cualquier habitación de la vivienda.



CALEFACTORES A LEÑA CERTIFICADOS

Los calefactores a leña que se recambian tienen el Sello de la Superintendencia de Electricidad y Combustible, lo que significa que cumplen con la norma de emisión que debe ser menor a 2,5 gr de MP/hr (MMA 2012). La leña es un combustible barato y por lo tanto asequible para la mayoría de las familias.



Fuente: MMA 2016d

Independiente de la tecnología con que se efectúa, el recambio está siempre acompañado de una capacitación de forma que los beneficiarios sepan cómo utilizar su calefactor de forma segura, ahorrando en combustible y disminuyendo al mínimo las emisiones en el caso de los calefactores a leña.

4.3.2 Programa de Recambio en Edificios No Residenciales

Para lograr de forma efectiva menores niveles de contaminación, es fundamental que no sólo las viviendas cuenten con sistemas de calefacción más eficientes y menos contaminantes. Es por esto que el Ministerio de Medio Ambiente también efectúa recambios de calefactores y de calderas en edificios no residenciales tales como escuelas, jardines infantiles, hospitales, etc.

Tal es el caso de la Escuela Baquedano en Coyhaique, donde se recambió una antigua caldera a leña por dos calderas a pellets de tecnología suiza de 150 kW cada una. Esto permitió no solo disminuir de forma importante las emisiones generadas por la combustión, sino que también mejorar la calidad de vida de los alumnos y profesores al entregar el calor necesario para calefaccionar todo el colegio. El proyecto viene acompañado del mejoramiento térmico de la envolvente de la escuela, lo que en su totalidad permitirá disminuir en un 71% el consumo de energía aumentando la temperatura media de las salas de clases desde 7°C a 18°C. Este es un primer proyecto que servirá de modelo a futuro para otros centros educacionales y de salud. (Ernst Basler + Partner, 2015)



Coyhaique | EL DIVISADERO

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chow, J. C. y Watson, J. G., (1998). Guideline on specified particulate monitoring prepared for the U.S. Environmental Protection Agency. San Francisco, C.A.: Desert Research Institute, Reno N.V.
- Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito, CONASET (2015). Observatorio de datos de accidentes. Disponible en: <https://estadconaset.mtt.gob.cl/>, accesado en diciembre 2015.
- Comisión Nacional del medio Ambiente, CONAMA, (2008). Análisis de la calidad del aire para MP10 en Calama. Preparado por DICTUC .Antofagasta: Conama
- Comisión Nacional del medio Ambiente , CONAMA, (2009a). Antecedentes para el análisis general de impacto económico y social del anteproyecto de la Norma de Calidad Primaria para PM2.5 (AGIES). Preparado por DICTUC Santiago, Chile.
- Comisión Nacional del medio Ambiente, CONAMA, (2009b). Informe final: Análisis general del impacto económico y social de una norma de emisión para termoeléctricas. Preparado por GEO AIRE Y KAS INGENIERÍA Santiago: Conama.
- Comisión Nacional del medio Ambiente, CONAMA, (2010). Informe final relación de la norma de calidad primaria MP2,5 con la norma de calidad primaria de MP10. Preparado por Luis Cifuentes. Santiago: CONAMA.
- DICTUC, (2008). Aplicación de un Modelo de Receptor para establecer fuentes emisoras de MP10 en el sector de la estación monitorea INACESA Antofagasta, II región. Santiago: DICTUC
- Environmental Protection Agency, EPA (2009). Integrated science assessment for particulate matter: Final report. Research Triangle Park, NC, US Government.
- Ernst Basler + Partner, Junio 2015, Concepto Energético Escuela Baquedano en Coyhaique.
- GreenLabUC (2015). Actualización de tasas de incidencia base, valores unitarios por eventos de morbilidad y análisis de funciones dosis – respuesta para contaminación atmosférica, Preparado para Ministerio del Medio Ambiente.
- I.Municipalidad de Andacollo (2011). Diagnóstico de calidad de aire y medidas de descontaminación, Andacollo. Preparado por CENMA. Santiago, Chile
- Jorquera, H. (2007) . Apuntes de contaminación atmosférica. UC.
- Kausel y Vergara (2003). El uso de la leña como combustible en la IX Región: aspectos económicos. Capítulo 2. En: Burschel, H., Hernández, A. y Lobos, M. (eds.). Leña: una fuente energética renovable para Chile. Santiago: Editorial Universitaria, p. 41-54.
- Kavouras, I. G., Koutrakis, P. et al. (2001). Source apportionment of PM10 and PM2.5 in five Chilean cities using factor analysis. Journal of the Air and Waste Management Association, 51: 451-464.
- Ministerio del Medio Ambiente, 2011a. 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: MMA
- Ministerio del Medio Ambiente 2011b. Elaboración de una matriz fuente receptor a nivel nacional que aporte como insumo a la valoración económica de la reducción del riesgo en salud asociado a la contaminación del aire. Preparado por DICTUC, Santiago.
- Ministerio del Medio Ambiente, 2011c. Monitoreo y caracterización química del material particulado fino en Concepción Metropolitana. Preparado por Centro Mario Molina. Santiago: MMA
- Ministerio del Medio Ambiente, 2012, Decreto N° 39 que establece norma de emisión de Material Particulado, para los artefactos que combustioneen o puedan combustionar leña y derivados de la madera. Disponible en: www.leychile.cl
- Ministerio del Medio Ambiente, 2013. Evaluación de exposición ambiental a sustancias potencialmente contaminantes presentes en el aire, comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví. Preparado por CENMA. Santiago: MMA.
- Ministerio del Medio Ambiente, 2014. Planes de descontaminación atmosférica, estrategia 2014-2018. Disponible en http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/08/articles-56174_Plan_Descont_Atmosferica_2014_2018.pdf
- Ministerio de Medio Ambiente, 2015a. Evaluación de red de monitoreo de calidad de aire y actualización de la meteorología en el polígono de zona saturada de Andacollo. Preparado por AMBIMET Ltda., Coquimbo.
- Ministerio del Medio Ambiente, 2015b. Reporte de Calidad del Aire 2013-2014. Santiago: MMA
- Ministerio del Medio Ambiente (2015c). Guía metodológica para la elaboración de un análisis general de impacto económico y social para instrumentos de gestión de calidad del aire. Preparado por y Universidad de Talca. Santiago: MMA.
- Ministerio del Medio Ambiente, 2016a. Base de datos del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC). Disponible en <http://www.retc.cl/>
- Ministerio del Medio Ambiente, 2016b. Base de datos del Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA). Disponible en <http://sinca.mma.gob.cl/>

Ministerio del Medio Ambiente, 2016c. Infraestructura de Datos Espaciales. Disponible en <http://ide.mma.gob.cl/>

Ministerio de Medio Ambiente 2016d, Guía de Calefacción Sustentable, Disponible en www.calefaccionsustentable.cl

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE, (2005). Evaluación sobre el Desempeño Ambiental. Santiago.

Pope, C. A., 3RD y Dockery, D. W., (2006). Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 56(6): 709-742.

Pozo, K; Estellano, V; Harner, T; Diaz-Robles, L; Cereceda, F; Etcharren, P. et al. 2015. Assessing Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) using passive air sampling in the atmosphere of one of the most wood-smoke-polluted cities in Chile: The case study of Temuco. *Chemosphere*, 134(2015): 475-481.

Sterner, Thomas, (2002). Instrumentos de política económica para el manejo del ambiente y los recursos naturales. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Tietenberg, T., 1998b. Disclosure Strategies for Pollution Control. *Environmental and Resource Economics*, 11, 587-602.

ANEXOS

NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD DEL AIRE						
MP SEDIMENTABLE	DECRETO SUPREMO	ZONA	NIVEL	UNIDAD	MÉTRICA	EXCEDENCIA
Hierro en MP SEDIMENTABLE	4/1992	Cuenca de Rio Huasco	150	mg/m ²	Media aritmética mensual	No se permite
Arica y Parinacota	4/1992	Cuenca de Rio Huasco	30 (sept, nov, oct, y primera mitad de Diciembre). El resto del año 60.	mg/m ²	Media aritmética mensual	No se permite
MP SEDIMENTABLE	4/1992	Cuenca de Rio Huasco	100	mg/m ²	Media aritmética anual	No se permite
Hierro en MP SEDIMENTABLE	4/1992	Cuenca de Rio Huasco	30	mg/m ²	Media aritmética anual	No se permite
SO ₂	185/1991	Norte	80	µg/m ³	Media aritmética trianual	No se permite
SO ₂	185/1991	Sur	60	µg/m ³	Media aritmética trianual	No se permite
SO ₂	185/1991	Norte	365	µg/m ³	Media aritmética diaria	Percentil 99,7
SO ₂	185/1991	Sur	260	µg/m ³	Media aritmética diaria	Percentil 99,7
SO ₂	185/1991	Norte	1000	µg/m ³	Media aritmética horaria	No se permite
SO ₂	185/1991	Sur	700	µg/m ³	Media aritmética horaria	No se permite

ANEXOS

EFECTOS EN SALUD CONTAMINANTES SELECCIONADOS						
TIPO EFECTO	EFFECTO	EXPOSICIÓN	CONTAMINANTE	CAUSA	GRUPO EDAD	FUENTE
Mortalidad Prematura	Mortalidad Prematura	Aguda	MP _{2.5} , MP ₁₀	Todos	Todos	Cifuentes et al. (2000)
			O ₃	Todos	Todos	Bell et al. (2005)
		Crónica	MP _{2.5}	Cardiopulmonar	>30	Pope et al. (2004)
Acciones Medicas	Admisiones Hospitalarias	Aguda	MP _{2.5}	Ataques al Corazón	65+	Ito (2003)
			MP _{2.5}	Disritmia	65+	Ito (2003)
			MP _{2.5}	Enfermedad Isquémica al Corazón	65+	Ito (2003)
			MP _{2.5}	Enfermedad Crónica al pulmón	18-64	Moolgavkar (2000)
			MP _{2.5}	Enfermedad Crónica al pulmón	65+	Ito (2003)
			MP _{2.5}	Neumonía	65+	Ito (2003)
			MP _{2.5}	Enfermedades Cardiacas	18-64	Moolgavkar (2000)
			MP _{2.5}		65+	Moolgavkar (2000)
			MP _{2.5}	Asma	0-64	Sheppard (2003)
			O ₃	Enfermedades respiratorias	65+	Schwartz (1995)
	Visitas Salas Emergencia	Aguda	MP _{2.5}	Asma	0-17	Norris et al. (1999)
			O ₃	Asma	Todos	Peel et al. (2005)

TIPO EFECTO	EFEECTO	EXPOSICIÓN	CONTAMINANTE	CAUSA	GRUPO EDAD	FUENTE
Restricción Actividad	Productividad Perdida	Aguda	O ₃	Días de escuela perdidos	0-17	Gilliland et al. (2001)
			MP _{2,5}	Días de trabajo perdidos	18-64	Ostro (1987)
			MP _{2,5}	Días de Actividad Restringida	18-64	Ostro (1987)
			MP _{2,5}	Días de Actividad Restringida Menor	18-64	Ostro and Rothschild (1989)
			O ₃	Días de Actividad Restringida Menor	18-64	Ostro and Rothschild (1989)
Acciones Medicas	Admisiones Hospitalarias	Aguda	SO ₂	Enfermedades Respiratorias	65+	Schwartz et al. (2003)
			NO ₂	Enfermedades Respiratorias	65+	Fung et al. (2006)
	Visitas Salas Emergencia	Aguda	SO ₂	Asma	0-14	Wilson et al. (2007)
			SO ₂	Asma	65+	Wilson et al. (2007)
			NO ₂	Asma	75+	Villeneuve et al. (2007)
			NO ₂	Tos	7-14	Schwartz et al. (1994)
	Productividad Perdida		NO ₂	Días de escuela perdidos	4-12	O'Connor et al. (2008)

Fuente: DICTUC (2011)
Episodios Constatados de MP2,5 a nivel Nacional. Periodo 2013-2015.

Glaciar Serrano en invierno | VALERIA PIZARRO





CAP08

CAMBIO CLIMÁTICO

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	182
1 • ANTECEDENTES	182
2 • ESTADO AMBIENTAL E IMPACTOS EN CHILE ATRIBUIBLES AL CAMBIO CLIMÁTICO	184
2.1 Temperaturas	184
2.2 Nivel del mar y marejadas	191
2.3 Precipitaciones y sequías	193
2.4 Impactos sectoriales actuales y proyectados	196
3 • PRESIÓN: EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE CHILE	201
4 • RESPUESTAS DE CHILE FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO	206
4.1 Estrategia y Planes de Acción Nacional de Inventario GEI	206
4.2 Institucionalidad	207
4.3 Mitigación	209
4.4 Adaptación	218
4.5 Creación y Fomento de las Capacidades, Educación y Sensibilización y Transferencia Tecnológica	220
4.6 Financiamiento y apoyo internacional	221
5 • REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	223

INTRODUCCIÓN

El cambio climático se ha convertido en el mayor desafío que está enfrentando la humanidad. Chile es un país altamente vulnerable a este fenómeno. Si bien la participación de sus emisiones nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) son bajas a nivel mundial, están creciendo aceleradamente. En 1994 el país se hizo parte del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y en 2002 del Protocolo de Kioto. En 2008 se presentó un Plan de Acción Nacional de Cambio Climático para el período 2008-2012 con medidas de adaptación al cambio climático, mitigación de emisiones de GEI y fomento de capacidades. En 2014 el país publicó un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y se han aprobado tres planes de adaptación sectoriales. El año 2015 presentó su Contribución Nacional Tentativa (INDC) para el Acuerdo Climático de París. Actualmente se está elaborando un nuevo Plan de Acción Nacional de Cambio Climático para el período 2017-2022, una de las metas del actual Programa de Gobierno de Chile.

1 • ANTECEDENTES

Existe un consenso científico en que el fenómeno del cambio climático es un hecho inequívoco y causado principalmente por la acción del hombre. Así lo señala el 5º Informe de Evaluación del Clima (AR5, 2013/14), del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés): “la influencia humana en el sistema climático es clara y va en aumento, y sus impactos se observan en todos los continentes. Si no se le pone freno, el cambio climático hará que aumente la probabilidad de impactos graves, generalizados e irreversibles en las personas y los ecosistemas. Sin embargo, existen opciones para la adaptación al cambio climático y con actividades de mitigación rigurosas, se puede conseguir que los impactos del cambio climático permanezcan en un nivel controlable, creando un futuro más claro y sostenible (...) Desde la década de 1950, muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de gases de efecto invernadero han aumentado” (IPCC, 2014 citado en MMA, 2014a).

La preocupación por el cambio climático existe también en la población nacional. Según datos de la Segunda Encuesta Nacional de Medio Ambiente¹ (2015), “gran parte de la población está de acuerdo en que éste fenómeno tendrá consecuencias concretas en la vida cotidiana (86%), declarando que esta problemática es el principal desafío ambiental de esta generación (82%)” (MMA, 2016a).

La responsabilidad del cambio climático se atribuye a la emisión de los Gases de Efecto Invernadero (GEI). Estos gases se encuentran presentes en forma natural en el planeta y permiten que su temperatura sea lo suficientemente cálida para el desarrollo de la vida, sin embargo, la actividad humana los ha aumentado, principalmente 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 por la CMNUCC, se requerirán fuertes reducciones de las emisiones de GEI, lo que supondrá un importante reto tecnológico, económico, institucional y de comportamiento.

① Cambio climático

El 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 (UNFCCC en inglés y CMNUCC en español) (IPCC, 2014).

① Mitigación del cambio climático

Es la “intervención humana encaminada a reducir las fuentes o potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero” (IPCC, 2014).

① 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). Se pueden distinguir varios tipos de adaptación, entre ellas la preventiva y la reactiva, la pública y privada, o la autónoma y la planificada (IPCC, 2014).

¹ El resumen de resultados de la Segunda Encuesta Nacional de Medio Ambiente se encuentra disponible en: <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/03/Segunda-Encuesta-Nacional-de-Medio-Ambiente.pdf>



En la COP21 (XXI Conferencia Internacional sobre Cambio Climático o 21ª Conferencia de las Partes), efectuada en París en diciembre de 2015, se alcanzó un acuerdo jurídicamente vinculante entre los países parte de la CMNUCC para generar acciones nacionales que permitan contener el cambio climático bajo el umbral de temperatura acordado².

① Gases de Efecto Invernadero (GEI)

De acuerdo al 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 (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄), y ozono (O₃) 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 CO₂, N₂O y CH₄, el Protocolo de Kyoto y el Acuerdo de París abordan otros GEI, como el hexafluoruro de azufre (SF₆), los hidrofluorocarbonos (HFC), y los perfluorocarbonos (PFC)” (IPCC, 2014).

² Los objetivos del Acuerdo de Cambio Climático de París son: a) mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de los 2°C, apuntando a limitarlo en 1,5°C; b) Aumentar la capacidad de adaptación, promover la resiliencia y un desarrollo bajo emisiones de GEI de modo que no se comprometa la producción de alimentos y c) situar los flujos financieros en un nivel compatible con la trayectoria que conduzca al objetivo previsto.



2 • ESTADO AMBIENTAL E IMPACTOS EN CHILE ATRIBUIBLES AL CAMBIO CLIMÁTICO

Chile cumple con siete de las nueve características de vulnerabilidad expresadas por la CMNUCC: posee áreas costeras de baja altura; zonas áridas y semiáridas; zonas de bosques; territorio susceptible a desastres naturales; áreas propensas a sequía y desertificación; zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica; y ecosistemas montañosos (MMA, 2011a). Además, posee una orografía muy variable y pronunciada en especial en las cordilleras de los Andes y de la Costa; sus ríos y reservorios hídricos son susceptibles de ser afectados, en particular en la plataforma de hielos continentales; también sus océanos, fuente de la pesca que constituye un recurso clave para Chile.

La Universidad de Chile elaboró un estudio³ que proyectó los impactos del cambio climático según las nuevas trayectorias de concentración de CO₂ representativas (Representative Concentration Pathways - RCP) del IPCC, en el cual se realizaron simulaciones para el escenario más favorable (RCP2.6, que implica las menores concentraciones de CO₂ debido a fuertes políticas climáticas de mitigación) y el menos favorable (RCP8.5, que proyecta las mayores concentraciones de CO₂). Por otro lado, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)⁴ estudió los impactos del cambio climático en Chile, sobre la base de proyecciones del modelo global de clima HadCM3, de la Oficina Meteorológica del Reino Unido, modelando según los escenarios A2 y B2 de emisiones de GEI SRES (Special Report on Emissions Scenarios). A su vez, la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), en cumplimiento de los compromisos del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012 (PANCC I), realizó una modelación climática utilizando las condiciones de borde del modelo global MIROC5 para alimentar el modelo regional WRF (Weather Research and Forecasting)⁵ (MMA, 2014a). Estos estudios entregan conclusiones similares que sólo difieren en el nivel de intensidad de los potenciales impactos futuros.

A continuación se presentan algunas de las principales conclusiones, incluyendo también indicadores complementarios elaborados en base a información pública disponible, sobre el estado ambiental e impactos proyectados sobre variables climáticas, componentes ambientales y diversos sectores relevantes para el país.

2.1 Temperaturas

2.1.1 Temperatura superficial del aire

El país ha experimentado un calentamiento en la zona interior de las regiones del norte, centro y austral, que va de 0,2 a 1,1°C; un enfriamiento, de -0,2 a -0,5 °C, en las regiones del sur (entre las latitudes 38 y 43° S); y también un enfriamiento en las zonas costeras del norte y centro-sur (Latitud 17°- 41° S) de -0,2 °C por década (Falvey y Garreaud, 2009), lo cual es coincidente con el patrón de enfriamiento de las temperaturas superficiales del mar del Pacífico debido a la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) (Vuille et al 2015).

Los indicadores de anomalías estandarizadas de temperaturas extremas anuales⁶, para el periodo 1961-2015 (Figura 1), buscan identificar calentamientos o enfriamientos de un año respecto al período normal de temperaturas (1961-1990). La zona norte presenta una tendencia de aumento de sus temperaturas mínimas y una disminución de las temperaturas máximas en el período total (aunque este comportamiento general se divide en un primer período de calentamiento hasta inicios de los 80's y luego un período de enfriamiento, con excepción del año 2015 que registra un alza). La zona central muestra tendencias más claras de calentamiento, con aumentos (considerando la serie de

TEMPERATURAS

Algunos estudios señalan que el país ha experimentado un calentamiento en la zona interior de las regiones del norte, centro y austral, que va de 0,2 a 1,1°C; un enfriamiento, de -0,2 a -0,5 °C, en las regiones del sur (entre las latitudes 38 y 43° S); y también un enfriamiento en las zonas costeras del norte y centro-sur (Latitud 17°- 41° S) de -0,2 °C por década (Falvey y Garreaud, 2009)

³ Universidad de Chile. 2012. Estado del arte de modelos para la investigación del cambio global. Departamento de Geofísica, Santiago de Chile.

⁴ CEPAL, 2012. La economía del cambio climático en Chile. Naciones Unidas, Santiago de Chile, 134pp. Disponible en http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35372/S2012058_es.pdf?sequence=1

⁵ Dirección Meteorológica de Chile. 2014. Análisis de los Resultados Convenio Alta Dirección Pública, Director, Dirección Meteorológica de Chile, Objeto N°3. DMC, Santiago de Chile.

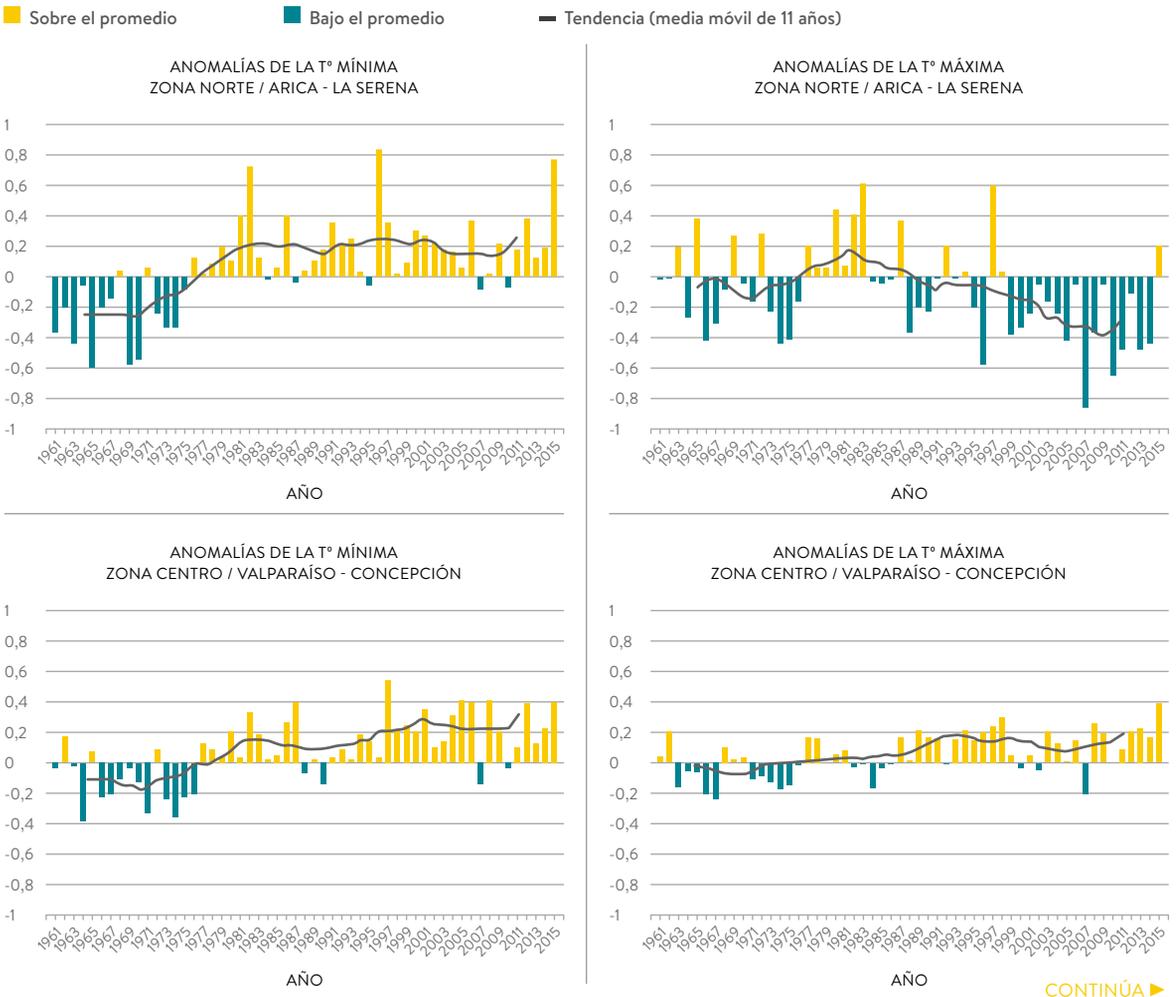
⁶ Ver definición en nota de la Figura 1.

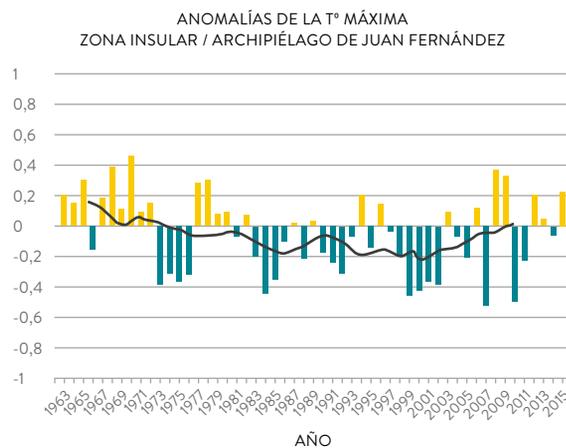
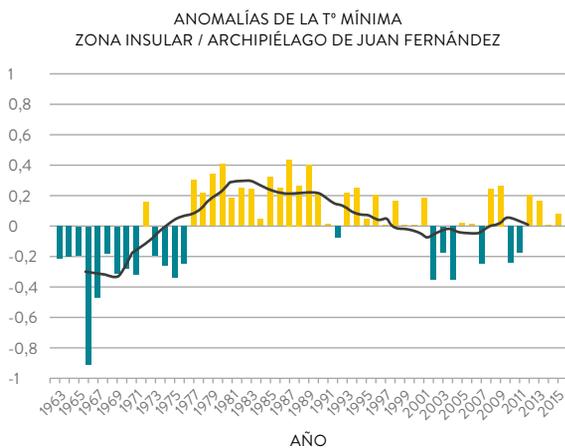


tiempo completa) tanto en las temperaturas mínimas como en las máximas. La zona insular no presenta patrones claros (su temperatura mínima muestra primero un calentamiento desde 1961 hasta mediados de los 80's y luego un enfriamiento en el período restante, en cambio su temperatura máxima presenta un comportamiento inverso). La zona sur, aparte de la variabilidad interanual, no muestra una tendencia bien definida considerando la serie completa, sin embargo, en los últimos cuatro años se aprecia un calentamiento tanto en la temperatura mínima como en la máxima. En ciudades de la zona austral se observa una situación similar a la zona sur, pero con un aumento más claro de las temperaturas máximas en los últimos doce años.

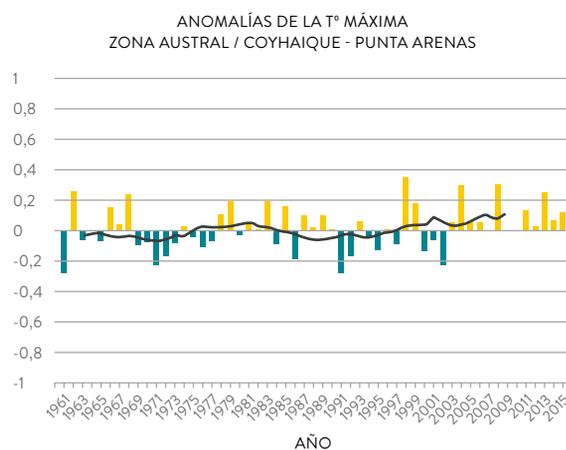
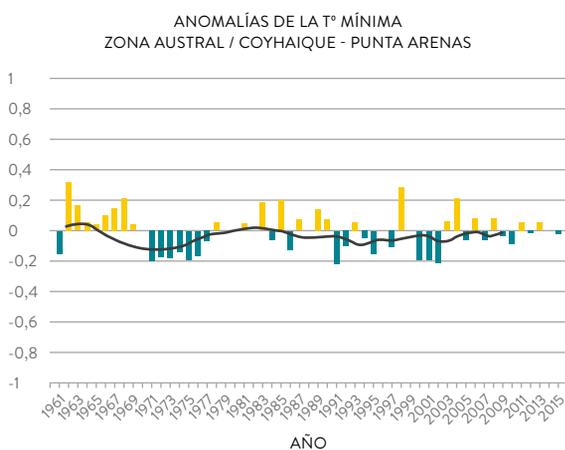
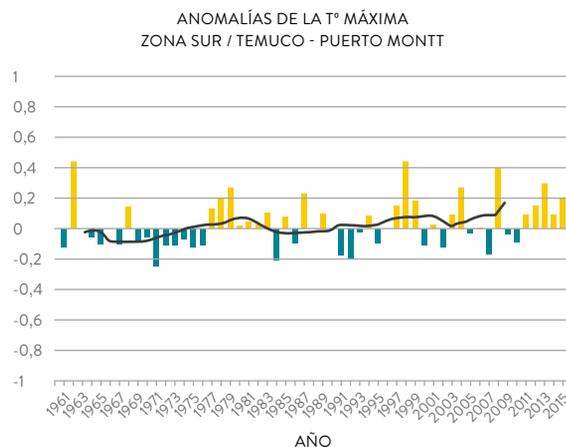
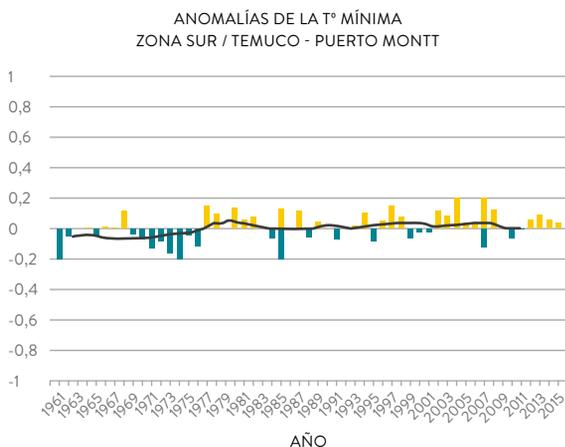
FIGURA 01

ANOMALÍAS ESTANDARIZADAS DE LAS TEMPERATURA EXTREMAS (MÍNIMA Y MÁXIMA) SUPERFICIAL DEL AIRE por zonas del país, 1961-2015 ⁶





■ Sobre el promedio ■ Bajo el promedio ■ Tendencia (media móvil de 11 años)



Las anomalías estandarizadas corresponden a la diferencia de la temperatura (mínima o máxima) respecto a su promedio del período normal (1961-1990), dividida por la desviación estándar de ese período, expresadas en unidades estandarizadas (adimensional). En la Figura se presenta el promedio de las anomalías de estaciones de monitoreo agrupadas por zonas del país: Zona Costera Norte (Arica, Iquique, Antofagasta y La Serena); Zona Centro (Valparaíso, Santiago, Curicó, Chillán y Concepción); Zona Insular (Archipiélago Juan Fernández); Zona Sur (Temuco, Osorno, Valdivia y Puerto Montt); Zona Austral (Coyhaique, Balmaceda y Punta Arenas). Los valores positivos (barras amarillas) representan calentamientos y los negativos (barras azules) representan enfriamientos respecto a lo normal. La línea continua muestra la tendencia como media móvil de once años.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Dirección Meteorológica de Chile.



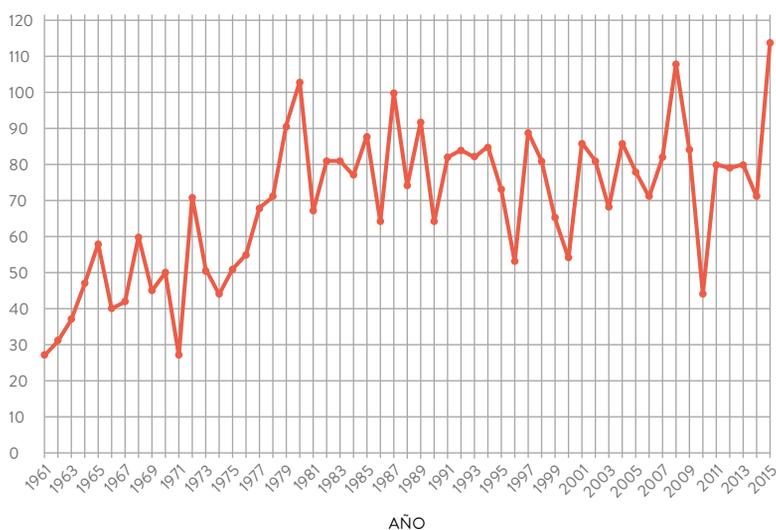
Respecto a los eventos extremos de temperatura, se advierte que han aumentado las noches cálidas y disminuido las noches frías desde el Norte Grande al sur (Coyhaique).

A nivel agregado nacional se aprecia un considerable aumento en la frecuencia de olas de calor⁷ en el período 1961-2015 (Figura 2), alcanzando un récord histórico el año 2015. Este comportamiento es diferente según zonas del país. En las zonas norte, austral e insular no se observan tendencias muy evidentes, sin embargo, en las zonas centro y sur sí se ve una marcada tendencia hacia el aumento de la frecuencia de estos eventos, como se puede apreciar por ejemplo en el caso de Santiago (Figura 3).

FIGURA 02

NÚMERO DE OLAS DE CALOR A NIVEL NACIONAL POR AÑO, 1961-2015

NÚMERO



Nota: Ola de calor se define como el comportamiento térmico de una región en el que durante tres días consecutivos se produzcan y/o se pronostiquen temperaturas por sobre el percentil 90% (que es el 10% de valores más altos), para la estación meteorológica representativa de una región (DMC).

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DMC.

En el caso de las heladas⁸, las cuales pueden dañar cultivos agrícolas entre otros impactos, se observa que en algunas regiones de la zona central del país —regiones del Maule (Curicó) y Biobío (Chillán)— se ha presentado una ligera tendencia a la baja en la frecuencia de este fenómeno (Figura 4).

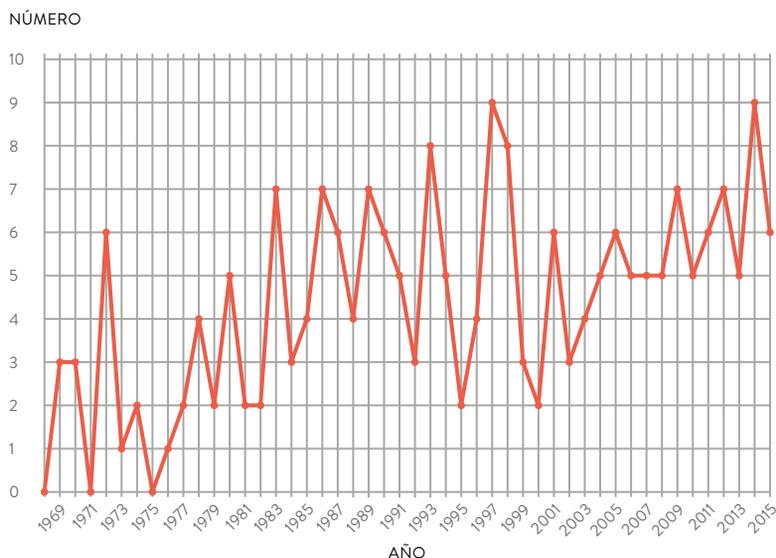
Se proyecta que a futuro se experimentaría un aumento de las temperaturas en todo el país, siendo mayor en la zona norte. Hacia el año 2030, habría un aumento de 1,5°C para el norte grande y el altiplano y de al menos 0,5°C para las zonas sur y austral, según el escenario más favorable (RCP2.6), incrementándose los valores para el período 2031-2050. El panorama para el escenario menos favorable (RCP2.8) sigue el mismo patrón, pero con mayor intensidad en los valores de calentamiento (U. de Chile 2012 citado en MMA 2014a).

⁷ Ola de calor se define como un período de tiempo anormalmente caluroso e incómodo. Ver metodología de cálculo en nota de la figura 2.

⁸ Desplazamiento de masas de aire muy heladas (inferiores a 0 °C), cubriendo extensas áreas del territorio.

FIGURA 03

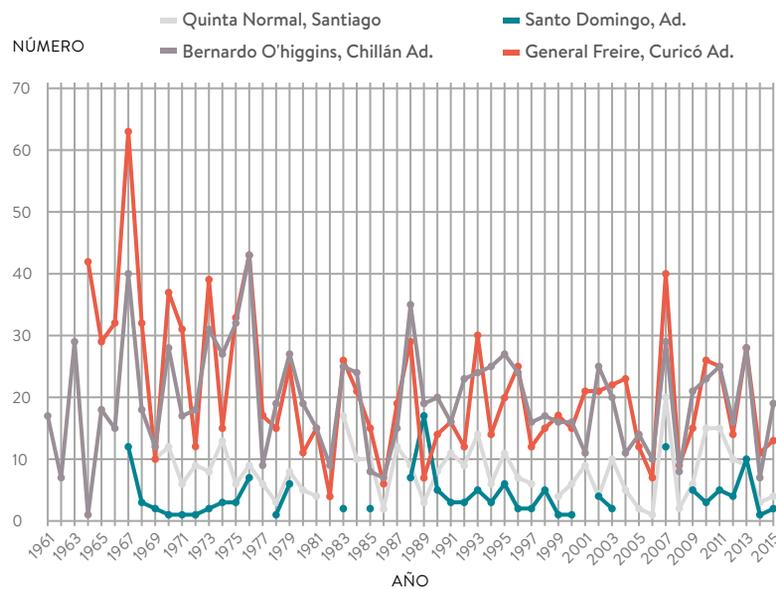
OLAS DE CALOR EN SANTIAGO
 (estación meteorológica Quinta Normal), 1968-2015



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DMC.

FIGURA 04

NÚMERO DE HELADAS EN LA ZONA CENTRO DEL PAÍS, 1961-2015



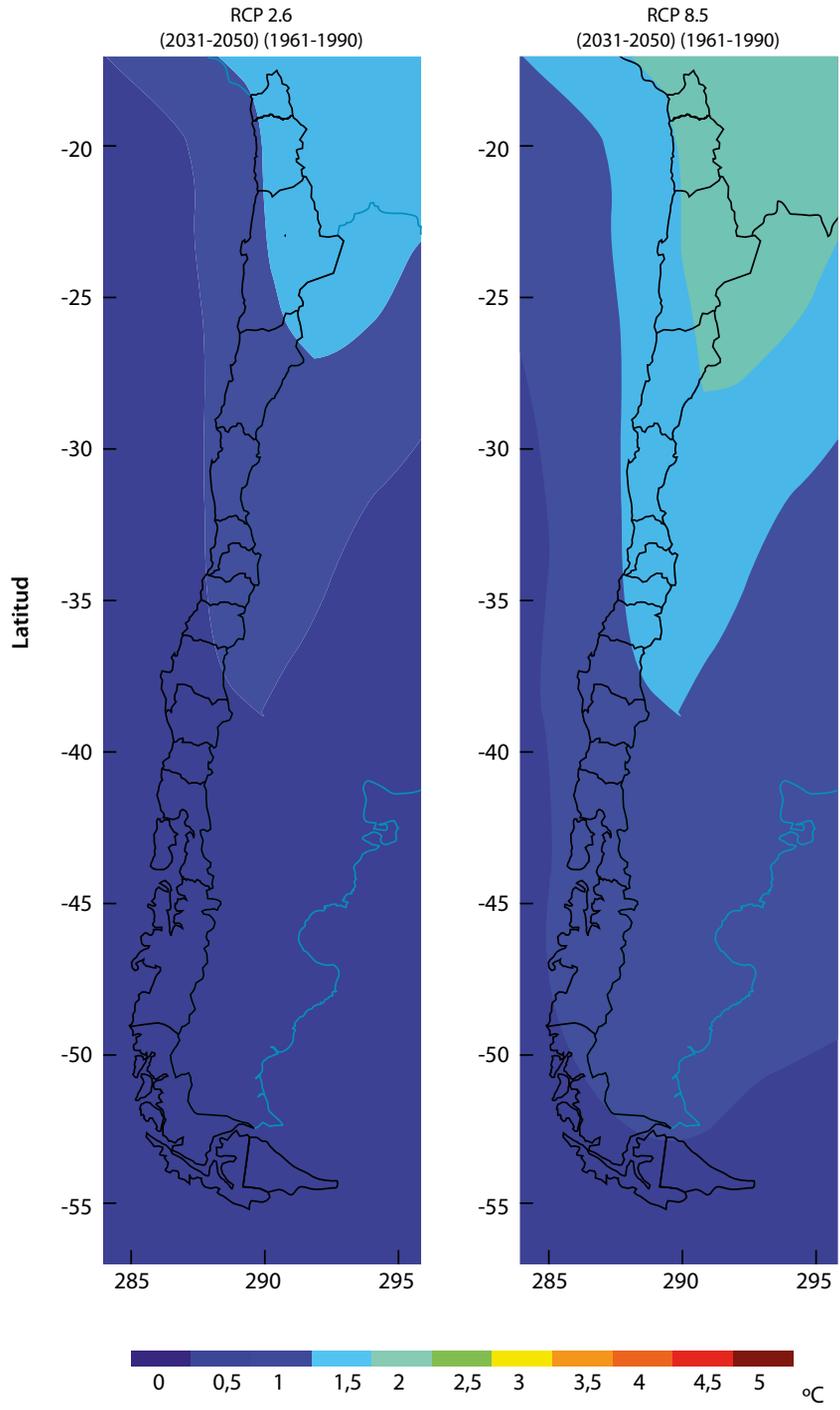
Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DMC.

Adicionalmente, la Dirección Meteorológica de Chile desarrolló un estudio que analiza con más detalle las proyecciones de cambio climático para las distintas regiones de Chile, cuyos resultados indican tendencias de incremento de temperatura mayores que las proyectadas a escala global. Por ejemplo, la temperatura en la zona central subiría hasta 4 °C, donde la máxima en Santiago tendría 2 °C más en 2050.



MAPA 01

PROYECCIÓN DE CAMBIOS EN LA TEMPERATURA DEL AIRE, PARA EL PERÍODO 2031-2050, CON RESPECTO AL PERÍODO 1961-1990, para los escenarios más favorable (RCP 2.6) y menos favorable (RCP 8.5)



Fuente: MMA (2014a) en base a U. de Chile (2012).

2.1.2 Temperatura superficial del mar

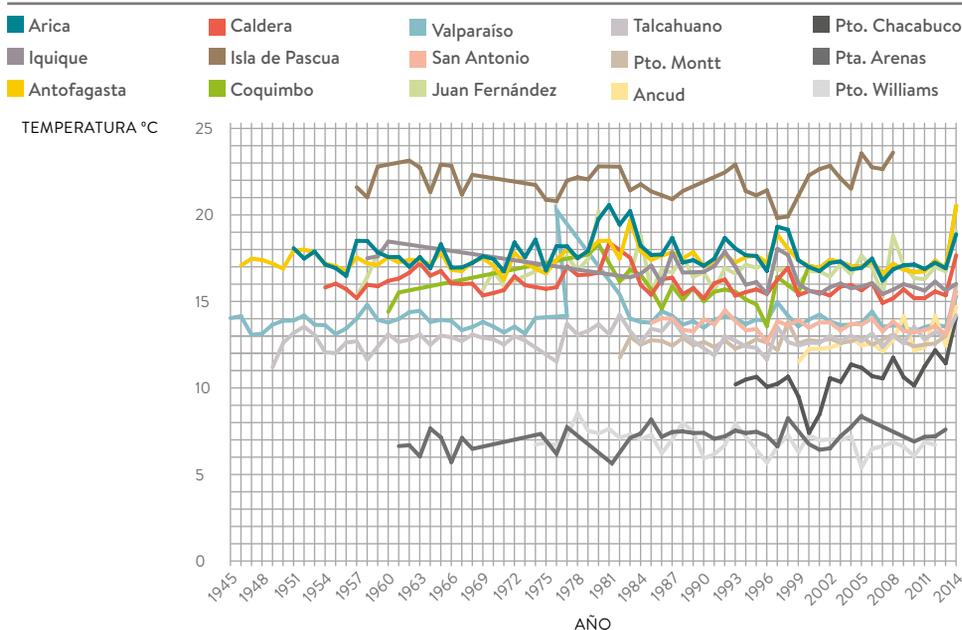
La temperatura superficial promedio del mar (TSM) muestra comportamientos variables en el período 1945-2014. Según Falvey & Garreaud (citado en SUBPESCA y MMA, 2015), se observa un enfriamiento a partir de fines de los años 1970, del orden de 0,1 a 0,2 °C por década, que se confirma con información de TSM satelital, al observar un claro enfriamiento frente a la zona centro-sur y norte de Chile después de 1979. Sin embargo, por otra parte, al observar los años más recientes (desde 2010), se aprecia un aumento de la TSM, alcanzando en 2014 un récord de altas temperaturas en la mayoría de las estaciones de monitoreo.

El Niño-La Niña Oscilación del Sur (ENOS, fenómenos de El Niño y La Niña), es el agente más importante de la variabilidad interanual del clima de la región y de las condiciones oceanográficas de los ecosistemas marinos. La fase cálida de ENOS (El Niño) se manifiesta con un aumento de la TSM y una disminución de los vientos alisios en el lado Este del Océano Pacífico. La fase inversa o fría, conocida como La Niña, presenta TSM más frías que lo normal e intensificación de los vientos alisios en el Este del Océano Pacífico. El Niño como La Niña afectan la biomasa y distribución de los principales recursos pesqueros pelágicos y demersales en forma diferente. Entre los años 1951 y 2015 han ocurrido 36 eventos ENOS (20 El Niño y 16 La Niña) los cuales, entre otros, han influido en el régimen térmico de las aguas chilenas y en los recursos hidrobiológicos explotados. El fenómeno de El Niño esperado en 2015 fue bautizado como “El Niño Godzilla” debido a su gran intensidad y posibles impactos devastadores a nivel global, superando incluso el del año 1997.

No existe consenso respecto a las proyecciones futuras de la TSM de Chile y tampoco una conclusión clara sobre cómo el cambio climático va a afectar la frecuencia o magnitud de los eventos ENOS y/o cómo ellos modularán la tendencia del cambio climático (SUBPESCA y MMA, 2015).

FIGURA 05

TEMPERATURA SUPERFICIAL PROMEDIO DEL MAR, según estaciones de monitoreo seleccionadas, 1945-2014



Fuente: Elaboración propia en base a datos del SHOA.



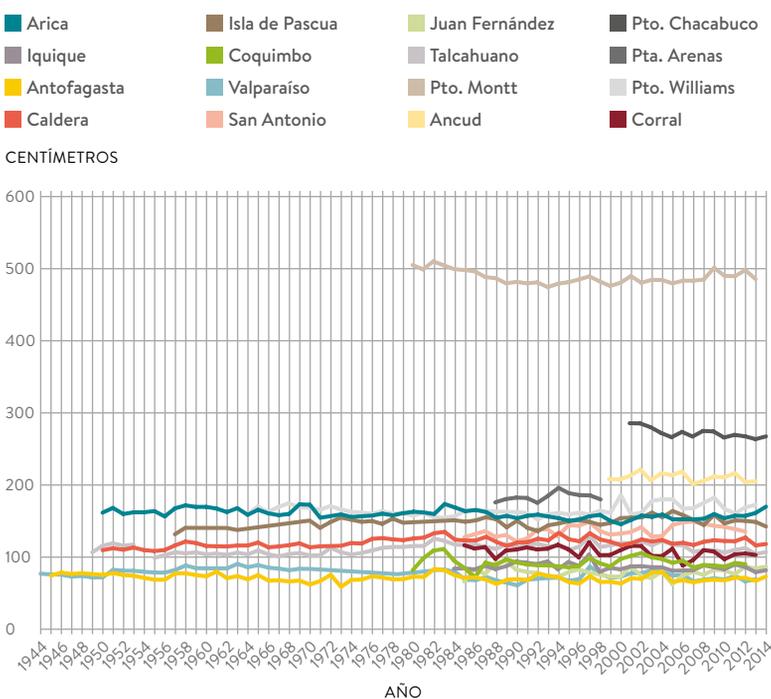
2.2 Nivel del mar y marejadas

En Chile, la variación relativa del nivel medio del mar (NMM) respecto del suelo marino está condicionada por la actividad sísmica de las placas tectónicas en la zona de subducción entre la Placa de Nazca y Sudamericana. Un análisis a partir de los registros de hasta 60 años de extensión en mareógrafos de la red nacional del SHOA (Contreras-López et al., 2012), indica que las tasas de cambio del NMM difieren significativamente a lo largo del país (**Figura 6**). En la zona norte, éste se encuentra disminuyendo a tasas de hasta -1,4 mm/año (Arica), mientras que en la zona central y sur, aumenta hasta en 2,2 mm/año (Puerto Williams). El lugar con mayor tasa de aumento del NMM es Isla de Pascua, con 3,2 mm/año. Predicciones de uno de los escenarios conservadores de cambio climático para el año 2100 indica aumentos del NMM entre 0,2 y 0,3 m para distintas latitudes a lo largo del país; valores que son coincidentes con las tasas de incremento estimadas por CEPAL (2011) y el informe de IPCC (Magrin et al. 2014). Utilizando modelos numéricos, Albrecht & Shaffer (2016) proyectan aumentos del NMM en la costa de Chile de 34 a 52 cm para el escenario RCP4.5, y de 46 a 74 cm para el escenario RCP8.5 a fines del siglo XXI.

Por otra parte, se observa que el número de marejadas⁹ registradas ha aumentado de 13 a 45 en el periodo 2011-2015 (**Figura 7**) y se proyecta que se incrementen en número e intensidad.

FIGURA 06

NIVEL DEL MAR (PROMEDIO ANUAL), según estaciones de monitoreo, 1944-2014

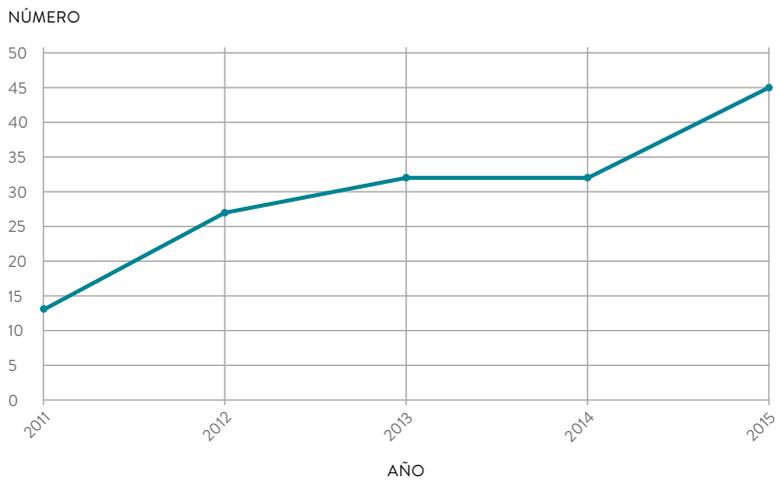


Fuente: Elaboración propia en base a datos del SHOA.

⁹Marejada se define como la alerta por olas largas ocasionadas generalmente por una tormenta lejana; tienen por lo común varios centenares de metros de longitud (SHOA, 2002).

FIGURA 07

NÚMERO DE MAREJADAS EN EL PAÍS, 2011-2015



Nota: Marejada se define como la alerta por olas largas ocasionadas generalmente por una tormenta lejana; tienen por lo común varios centenares de metros de longitud (SHOA, 2002).

Fuente: Elaboración en base a datos del Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.



En fuga | FRANCISCO DONOSO



2.3 Precipitaciones y sequías

El comportamiento de las precipitaciones en el período 1969-2015 difiere entre zonas del país. En la zona norte (La Serena) se observa una alta variabilidad interanual de precipitaciones, con una leve tendencia al alza (Figura 8). En la zona centro (promedio de Santiago) se muestra una leve tendencia de disminución, en los últimos 7 años (2009-2015) se han registrado valores bajo el promedio normal. En la zona sur (Valdivia) se observa una leve tendencia a la baja. En el período 2010-2015 la zona centro-sur del país (desde Coquimbo hasta la Araucanía) registró un déficit de precipitaciones cercano al 30% (Boisier et al. 2016), con una extensión temporal y espacial de este registro sin precedentes en el siglo XX. La zona austral (Punta Arenas) no presenta una tendencia definida.

Este análisis coincide con estudios que señalan que en la zona centro-sur del país se ha observado una disminución estadísticamente significativa de las precipitaciones (Quintana y Aceituno, 2012; Schulz et al, 2012) y en la zona semiárida, las precipitaciones se han caracterizado por sucesiones de años lluviosos y sequías multianuales (Ortega et al, 2012).

Hacia el año 2030, se proyecta una disminución de la precipitación entre 5 y 15% para la zona norte-centro-sur comprendida entre las cuencas de los ríos Copiapó y Aysén (latitud 27°S a 45°S). Para la zona sur (latitud entre 38°S y 42°S, aproximadamente entre la cuenca del río Biobío y el límite sur de la Región de Los Lagos) la disminución sería más significativa (Mapa 02). Para el período 2031-2050 se intensificaría la disminución de la precipitación en estas zonas, en cambio en la zona más austral de la Región de Magallanes se proyecta un leve aumento de las precipitaciones en el escenario menos favorable (escenario RCP8.5) (MMA, 2014a).

Las sequías¹⁰ en la zona central del país son un fenómeno recurrente. De acuerdo al Centro de Investigación del Clima y la Resiliencia (CR2) en su “Informe a la Nación La megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro”, cerca de un cuarto de los años entre 1940 y 2010 han presentado sequía, pero en su mayoría de forma aislada. Sin embargo, se han registrado cuatro eventos multianuales: 1945-1947, 1967-1969, 1988-1990 y el actual aún en desarrollo (2010-2015), el cual ha sido llamado “megasequía” por ser el período de mayor duración y extensión territorial (CR2, 2015). El informe señala además que “el cambio climático antrópico es responsable de al menos un cuarto del déficit observado, una fracción que, se prevé, aumentará en el futuro” y que “este factor permanecerá en el futuro, incrementando la ocurrencia de sequías como la actual y aumentando la aridificación de la zona centro y sur de Chile”.

El análisis anterior coincide con el estudio “La economía del cambio climático en Chile” (CEPAL, 2012) que proyecta a futuro un marcado aumento de los eventos de sequía, especialmente a partir de la segunda mitad del siglo XXI, proyectándose hacia fines de siglo una ocurrencia de más de 10 veces en 30 años.

PRECIPITACIONES Y SEQUÍAS

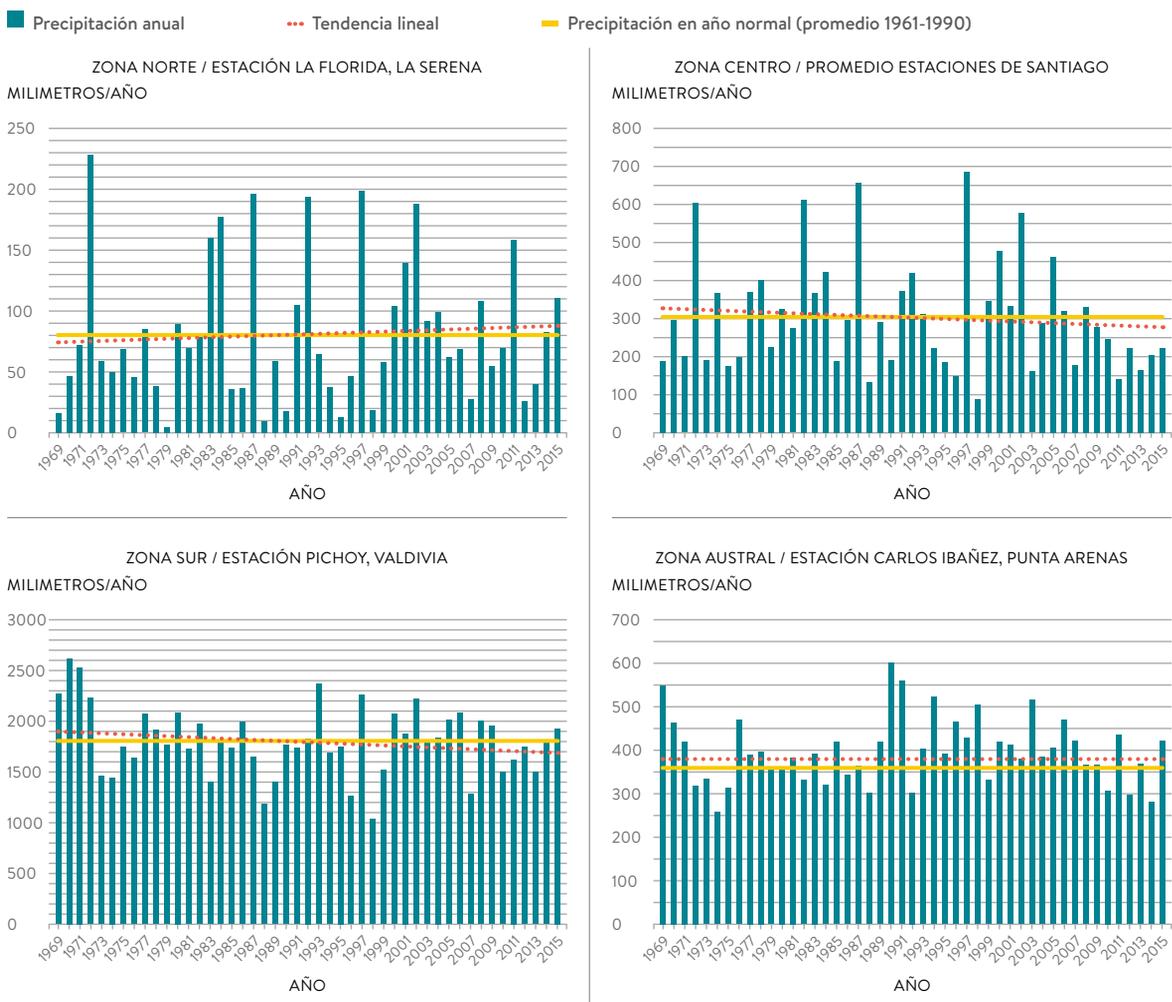
Estudios señalan que en la zona centro-sur del país se ha observado una disminución estadísticamente significativa de las precipitaciones (Quintana y Aceituno, 2012; Schulz et al, 2012) y que en la zona semiárida, las precipitaciones se han caracterizado por sucesiones de años lluviosos y sequías multianuales (Ortega et al, 2012).

Las sequías en la zona central del país son un fenómeno recurrente. Se han registrado cuatro eventos multianuales: 1945-1947, 1967-1969, 1988-1990 y el actual aún en desarrollo (2010-2015), el cual ha sido llamado “megasequía” por ser el período de mayor duración y extensión territorial (CR2, 2015).

¹⁰ La sequía se define como un déficit de precipitación superior al 30%, que se calcula comparando (dividiendo) el total anual promedio del período seco con un promedio de largo plazo.

FIGURA 08

PRECIPITACIONES ANUALES, SEGÚN CIUDADES SELECCIONADAS DE ZONAS DEL PAÍS, 1969-2015

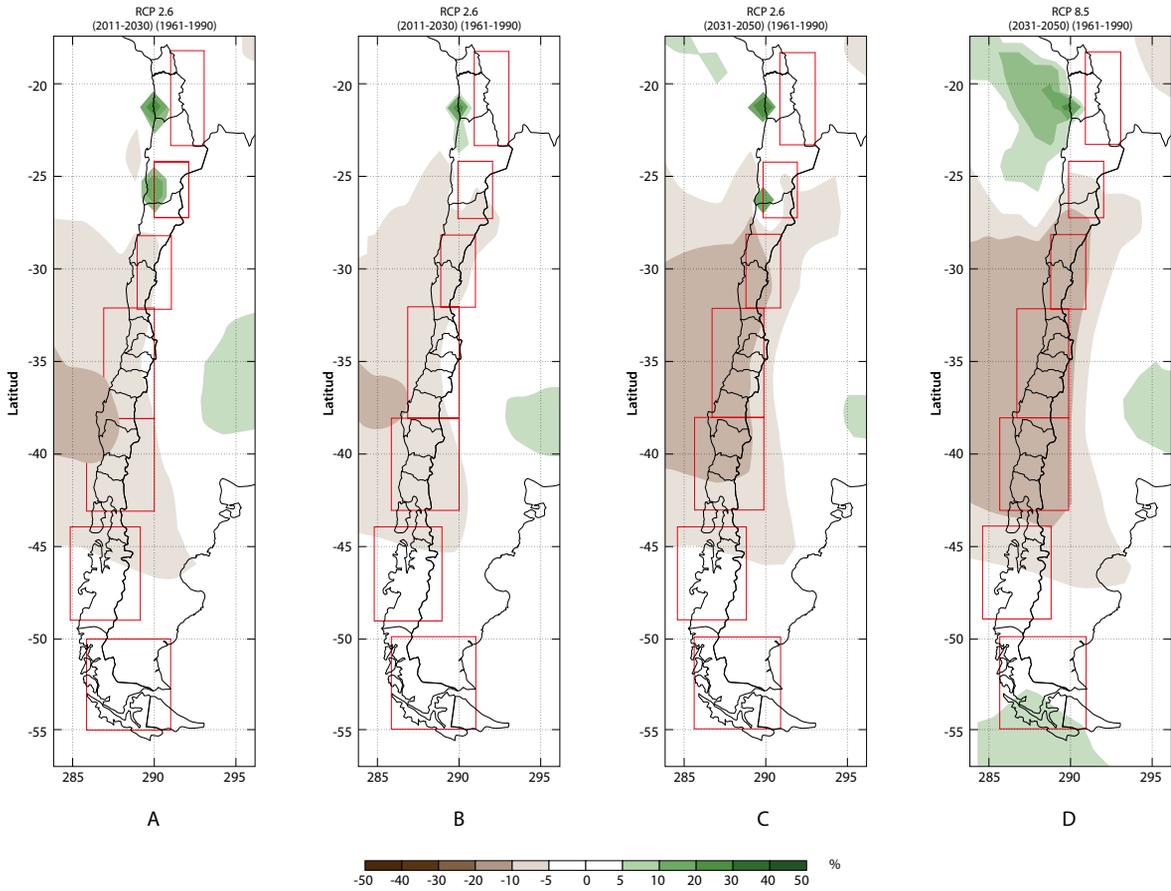


Nota: Precipitaciones anuales (barras), tendencia lineal (línea segmentada) y precipitación en año normal del periodo 1961-1990 (línea continua), expresadas en milímetros por año, según zona y ciudad del país: Zona Norte (La Serena); Zona Centro (Promedio de Santiago: estaciones Pudahuel, Tobalaba y Quinta Normal); Zona Sur (Valdivia); Zona Austral (Punta Arenas).



MAPA 02

PROYECCIONES DE CAMBIO PORCENTUAL DE PRECIPITACIÓN RESPECTO AL PERIODO NORMAL 1961-1990 PARA ESCENARIOS: A) RCP2.6 período 2011-2030, B) RCP8.5 período 2011-2030, C) RCP2.6 período 2031-2050 y D) RCP8.5 período 2031-2050



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Dirección Meteorológica de Chile.

Nota: Los tonos café indican una disminución de la precipitación y los tonos verdes, un aumento.

2.4 Impactos sectoriales actuales y proyectados

Dada la condición altamente vulnerable del país frente al cambio climático, se estima que en Chile las pérdidas ambientales, sociales y económicas por este fenómeno podrían llegar a ser significativas, alcanzando al año 2100, un 1,1% anual del PIB (CEPAL, 2012, citado en MMA 2014a). La biodiversidad, recursos hídricos, infraestructura construida y los sectores económicos pueden verse negativamente afectados dentro de este siglo.

Los impactos del cambio climático proyectados pueden ser negativos para actividades económicas como la minería, provisión de agua potable, agricultura e hidroelectricidad en el norte y centro del país, sin embargo habría regiones en el sur que se verían beneficiadas por aumentos en la productividad de algunos sectores como el forestal, agrícola y ganadero (CEPAL, 2012).

A continuación se presentan con más detalle los posibles impactos del cambio climático¹¹, proyectados para distintos sectores y recursos de interés para el país.

2.4.1 Recursos hídricos

2.4.1.1 Caudales de ríos

La variación de los caudales promedio anual de ríos del país (respecto a sus promedios del período normal 1961-1990) en la serie temporal 1960-2015, indican un cambio cíclico relativamente regular desde 1960-2010, dentro de un contexto normal de variabilidad (aumento y disminución) dada por los fenómenos macro-climáticos (efecto El Niño, efecto La Niña). Sin embargo, desde 2010 a 2015 estos patrones dejan de aparecer

Respecto a la disponibilidad de agua en cuencas hidrográficas, la muestra los promedios de los caudales del período 1961-2010 y períodos futuros proyectados de cambio climático¹², en las cuencas de Illapel, Aconcagua, Teno y Cautín (CONAMA, 2010a) y en las de los ríos Limarí, Maipo, Maule y Laja (CEPAL, 2012). En el mediano y largo plazo se prevé una menor disponibilidad de agua de estas cuencas. Entre el período base (1960-2010) y el período final proyectado (2071-2099) se esperan reducciones de caudal promedio que van del 20 al 30% en las cuencas de los ríos Cautín y Laja, del 30 al 40% en las cuencas de los ríos Maipo, Maule, Teno y aproximadamente entre 50 a 80% en las cuencas de los ríos Aconcagua, Limarí e Illapel.

Estudios encargados por la Dirección General de Aguas sobre demanda de agua y proyecciones futuras señalan que la brecha hídrica actual para las regiones, desde Arica y Parinacota hasta la Metropolitana, es del orden de 3.800 millones de m³/año y ascendería a aproximadamente 5.800 millones de m³/año al 2025 (DGA, 2007a y 2007b).

Además, se proyecta una elevación de la isoterma cero¹³, que trae como consecuencia la reducción de las reservas de agua en los orígenes de cuencas nivales y nivo-pluviales y el aumento del riesgo de desastre durante eventos de precipitación extrema y altas temperaturas, en los cuales aumenta considerablemente el caudal de los ríos, pudiendo generar inundaciones y aluviones.

¹¹ Descritos en el documento *Plan de Adaptación*.

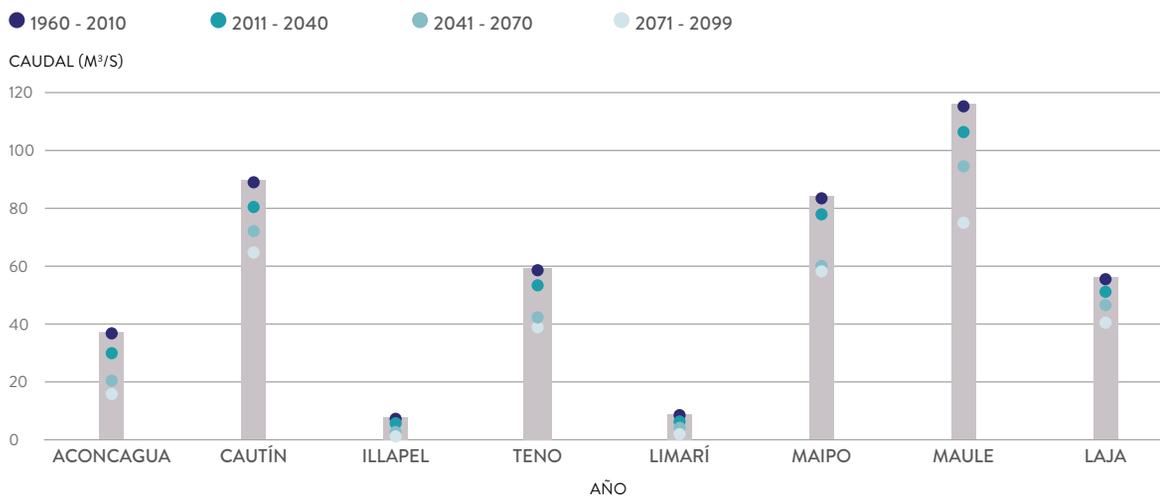
¹² Dentro de los escenarios futuros de emisiones de GEI definidos por el IPCC, el escenario A2, que es el considerado en este análisis, se caracteriza por una "economía internacional dinámica con uso intensivo de combustibles fósiles, que genera un aumento de concentraciones de GEI en la atmósfera con valores muy superiores a los actuales, lo que incide en alzas en los niveles de temperatura, cambios en los patrones de precipitación, aumento en el nivel medio del mar y mayor frecuencia e intensidad de los fenómenos climáticos extremos" (CEPAL, 2012, p.9).

¹³ "La isoterma cero (0°C) es la altura respecto del nivel medio del mar, que divide a la precipitación sólida (nieve) de la precipitación líquida (lluvia). El análisis y pronóstico de la isoterma cero es de vital importancia para nuestro país, debido a que pequeñas variaciones de la altura de la isoterma puede hacer la diferencia entre una inundación y una lluvia normal sin riesgo de aluviones o avalanchas en sectores precordilleranos" (DMC, 2015).



FIGURA 09

CAUDALES DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS OBSERVADOS Y PROYECTADOS BAJO ESCENARIO A2 DE CAMBIO CLIMÁTICO. Promedio períodos 1960-2010, 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2099



Fuente: Elaboración en base a CONAMA (2010a) y CEPAL (2012).

Glaciares

Chile cuenta con una de las mayores y más diversas reservas de glaciares a nivel mundial, representando el 3,8% del área total del planeta, excluyendo Antártica y Groenlandia. La gran mayoría de los glaciares del país está experimentando una tendencia generalizada de pérdida de superficie, en gran medida en respuesta a cambios climáticos (temperaturas y precipitaciones) que los afectan (DGA, 2011). Así lo demuestra un informe¹⁴ elaborado por la Dirección General de Aguas publicado el año 2011, que estudió la variación del área de 147 glaciares del país (en sus respectivos períodos de tiempo de información disponible), agrupados en 70 centros montañosos clasificados en 5 zonas glaciológicas. Este informe señala que “se han registrado variaciones negativas en frentes y áreas para la mayoría de los glaciares de todas las zonas glaciológicas”. Por ejemplo, se observan disminuciones del área glaciar que llegan hasta un 83% en un caso en la Zona Sur (Nevados de Chillán, entre los años 1975 y 2011) y tasas de disminución de hasta 1,66 km² por año en la Zona Austral (Glaciar Greve, entre los años 1976 y 2009) (Figura 10).

Se proyecta a futuro que el retroceso y pérdida de superficie de glaciares serían significativos, afectando los aportes de agua en los períodos secos.

CAMPOS DE HIELO

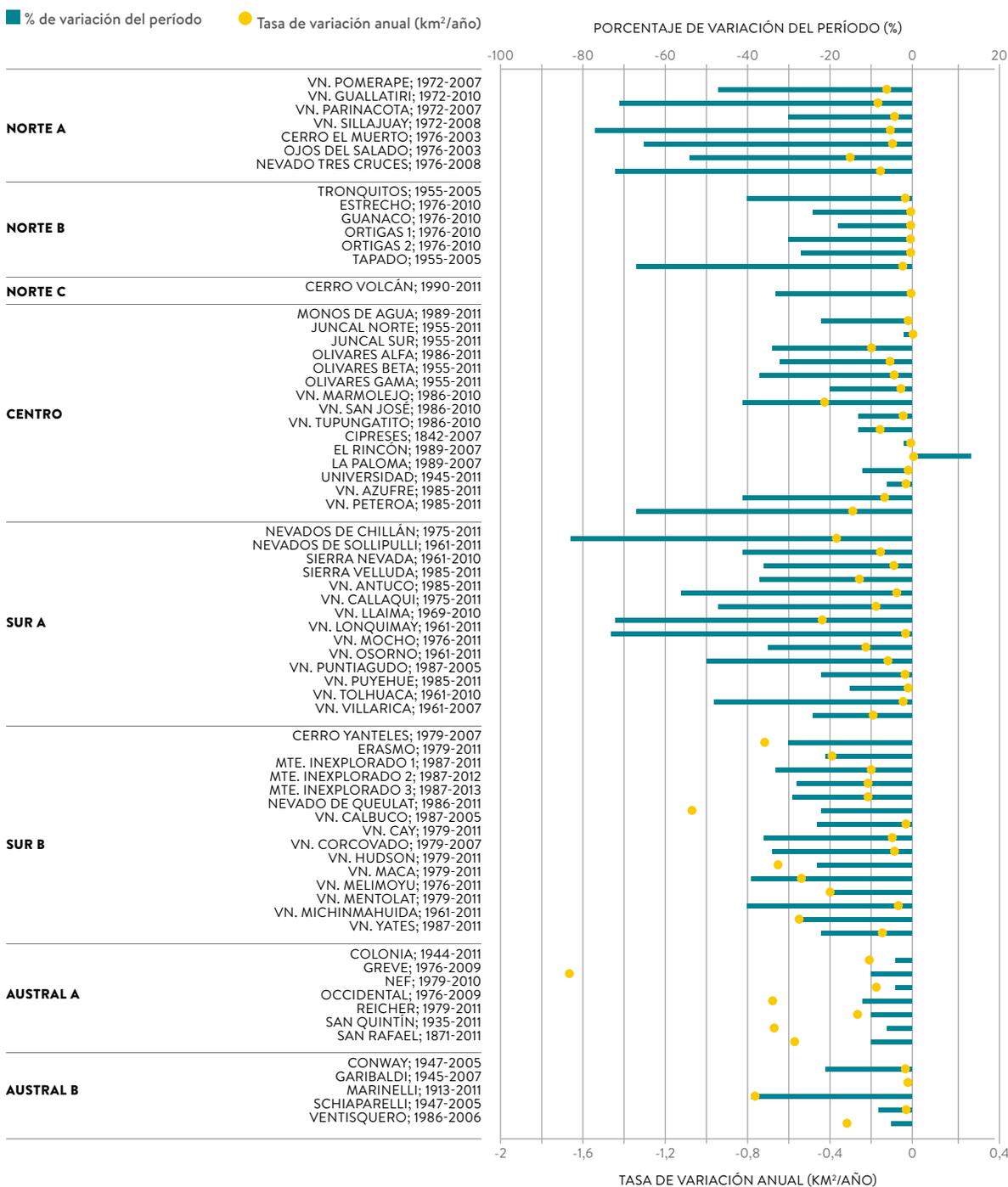
La gran mayoría de los glaciares del país está experimentando una tendencia generalizada de pérdida de superficie, en gran medida en respuesta a cambios climáticos (temperaturas y precipitaciones) que los afectan (DGA, 2011)

“Se han registrado variaciones negativas en frentes y áreas para la mayoría de los glaciares de todas las zonas glaciológicas”. Por ejemplo, se observan disminuciones del área glaciar que llegan hasta un 83% en un caso en la Zona Sur (Nevados de Chillán, entre los años 1975 y 2011) y tasas de disminución de hasta 1,66 km² por año en la Zona Austral (Glaciar Greve, entre los años 1976 y 2009).

¹⁴ “Variaciones recientes de glaciares en Chile, según principales zonas glaciológicas”, Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas, 2011.

FIGURA 10

VARIACIÓN DEL ÁREA DE GLACIARES



Nota: Se presenta la variación en porcentaje del área glaciar (cambio de superficie entre el año inicial y final de distintos periodos especificados en el gráfico) y la tasa de variación anual del área (km²/año), según 5 zonas glaciológicas y 70 centros montañosos que agrupan 147 glaciares.

Fuente: Elaboración en base a datos de la DGA.



2.4.2 Biodiversidad

Para la Biodiversidad se proyecta que habrá una pérdida importante del patrimonio genético nacional, caracterizado por un alto endemismo.

Al año 2050, se estima que 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; bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus macrocarpa* y *Ribes punctatum* y bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven* y *Prosopis chilensis*, ambos en las regiones de Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins (MMA, 2014a).

Se prevén efectos negativos importantes sobre sistemas hotspot (sitios de especial concentración de biodiversidad), tales como los humedales altoandinos en la zona norte y especies de flora endémicas clasificadas como vulnerables o en peligro de extinción.

2.4.3 Salud

Se proyecta el aumento de algunas enfermedades ya existentes en el país, 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 del país, podría haber un aumento de enfermedades transmitidas por roedores y garrapatas (hantavirus y rabia) y en el Norte Grande, se favorecería el desarrollo de enfermedades vectoriales, como malaria y dengue, ausentes hoy en Chile.

Producto de sequías e inundaciones se produciría una disminución de la calidad y disponibilidad de agua y alimentos, lo cual podría tener impactos en la nutrición y calidad de vida de la población y en el incremento de la incidencia de algunas enfermedades no transmisibles.

Los aumentos en la frecuencia e intensidad de las olas de calor tendrán impactos negativos en la salud física y mental de la población.

2.4.4 Infraestructura

El aumento en la frecuencia e intensidad de eventos hidrometeorológicos extremos pondría en riesgo la infraestructura pública construida (obras de vialidad, puentes, puertos, infraestructura hídrica, entre otras), con impacto importante sobre los servicios provistos por estas obras. Dado que se espera un aumento en la intensidad y frecuencia de las marejadas, habría riesgo para las poblaciones que habitan en el borde costero

2.4.5 Energía

Los principales impactos proyectados tienen relación con la generación de energía hidroeléctrica, que depende de la disponibilidad de los caudales de ríos que se verían disminuidos. En el escenario de mayores emisiones de GEI¹⁵, el potencial de generación hidroeléctrica del Sistema Interconectado Central (SIC) presentaría una disminución de entre un 11% (período 2011-2040) y un 22% (período 2071-2099), y de 10% a 16% para los mismos períodos en el escenario de menores emisiones¹⁶ (CEPAL, 2012).

CALIDAD DE VIDA

Producto de sequías e inundaciones se produciría una disminución de la calidad y disponibilidad de agua y alimentos, lo cual podría tener impactos en la nutrición y calidad de vida de la población y en el incremento de la incidencia de algunas enfermedades no transmisibles.

Los aumentos en la frecuencia e intensidad de las olas de calor tendrán impactos negativos en la salud física y mental de la población.

¹⁵ Escenario A2.

¹⁶ Escenario B2.

2.4.6 Sector Silvoagropecuario

Se esperaría un desplazamiento de los cultivos agrícolas hacia el sur, junto a una menor disponibilidad de aguas para riego en la zona centro, generando cambios en la producción y en los ingresos netos, siendo negativos en las zonas norte y centro, y positivos en las zonas sur y austral. 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.

2.4.7 Pesca y acuicultura

Se podría afectar la captura pesquera nacional. La captura de anchoveta podría verse incrementada si la TSM disminuye en $0,02^{\circ}\text{C}/\text{año}$, pero ocurriría lo contrario si aumenta en $0,034$ ó $0,025^{\circ}\text{C}/\text{año}$ (Yáñez et al., 2014¹⁷ citado en MMA, 2014a). Si la TSM aumenta entre $1,0$ y $2,3^{\circ}\text{C}$ hacia el año 2050, se esperarían leves disminuciones (alrededor del 5%) en las capturas de la pesca con palangre del pez espada (Silva et al., 2015¹⁸ 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 dicho efecto favorezca la incidencia de plagas y/o enfermedades en dichos lugares.

2.4.8 Turismo

La proyección de una condición más tropical en el norte del país, puede tener efectos positivos en el turismo de costa. Sin embargo, habrían otros impactos negativos, dados por el ascenso de la línea de nieves (isoterma cero), el derretimiento de glaciares, la aceleración de los ciclos reproductivos de distintas plagas (ej.: 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 de la región, que representa una parte importante de las actividades económicas de esta (MMA, 2014a).

2.4.9 Ciudades

Es especialmente preocupante el aumento de la temperatura y reducción de precipitaciones, ya que son las zonas donde se concentra la mayor parte de la población del país y donde la demanda por el recurso hídrico aumentará. Se proyecta una presión mayor sobre diversos servicios básicos de la población: suministro de agua potable; alcantarillado; sistemas de energía; transporte; salud, especialmente entre la población de estratos socioeconómicos más bajos (Proyecto CAS, 2012¹⁹ citado en MMA, 2014a).

¹⁷ Yáñez E., M.A. Barbieri, F. Plaza & C. Silva. 2014 *Climate Change and Fisheries in Chile*. In: Mohamed Behnassi, Margaret Syomiti Muteng'e, Gopichandran Ramachandran & Kirit N. Shelat (Editors). *Vulnerability of Agriculture, Water and Fisheries to Climate Change: Toward Sustainable Adaptation Strategies*, Springer, Chapter 16, 259-270.

¹⁸ Silva, C.; Yáñez, E.; Barbieri, MA.; Bernal, C. & Aranís, A. 2015. Forecasts of swordfish (*Xiphias gladius*) and common sardine (*Strangomera bentincki*) off Chile under the A2 IPCC climate change scenario. *Progress in Oceanography* 134: 343-355.

¹⁹ Proyecto ClimaAdaptaciónSantiago (CAS). 2012. *Plan de adaptación al cambio climático para la Región Metropolitana de Santiago de Chile*. CAS, GORE y MMA, Santiago de Chile

3 • PRESIÓN: EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE CHILE

Chile no es un emisor relevante de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel mundial. De acuerdo a datos del World Resources Institute (WRI), que incluye emisiones de todos los GEI y todos los sectores IPCC, el país sólo representa un 0,24%²⁰ a nivel mundial y de forma similar solo un 0,25% de acuerdo a la Agencia Internacional de Energía (que considera sólo las emisiones de CO₂ por combustión de hidrocarburos) (MMA, 2014b). Sin embargo, las emisiones nacionales se han incrementado aceleradamente, lo cual es preocupante y plantea desafíos importantes al país.

La CMNUCC estableció un conjunto de objetivos para la reducción de GEI. A partir del Protocolo de Kyoto (tercera reunión de la Convención Marco) se establecieron metas de reducción para seis gases: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), los gases hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs), y el hexafluoruro de azufre (SF₆). Las emisiones y capturas de estos GEI son medidas por los países en sus inventarios nacionales de GEI.

Las emisiones de CO₂ se asocian, principalmente, a la quema de combustibles fósiles, la producción de cemento y extracción de minerales, y a la captura de este gas por el proceso de fotosíntesis de los bosques. El CH₄ se vincula, principalmente, a la descomposición de materia orgánica asociada a la agricultura y vertederos; el N₂O, en mayor medida, al uso de fertilizantes y quema de combustibles fósiles. Los gases fluorados (HFCs, PFCs y SF₆), en tanto, están asociados a procesos industriales.

²⁰ Datos para el año 2012, excluyendo el sector Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (FOLU) del sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU).



INVENTARIO NACIONAL DE GEI Y METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN DE EMISIONES Y CAPTURAS

El Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Chile fue elaborado siguiendo las directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Considera todo el territorio nacional (continental, insular y antártico) e incluye emisiones de CO₂, CH₄, N₂O, HFC y PFC y SF₆, y absorciones de CO₂ (producto de la fotosíntesis realizada por los bosques).

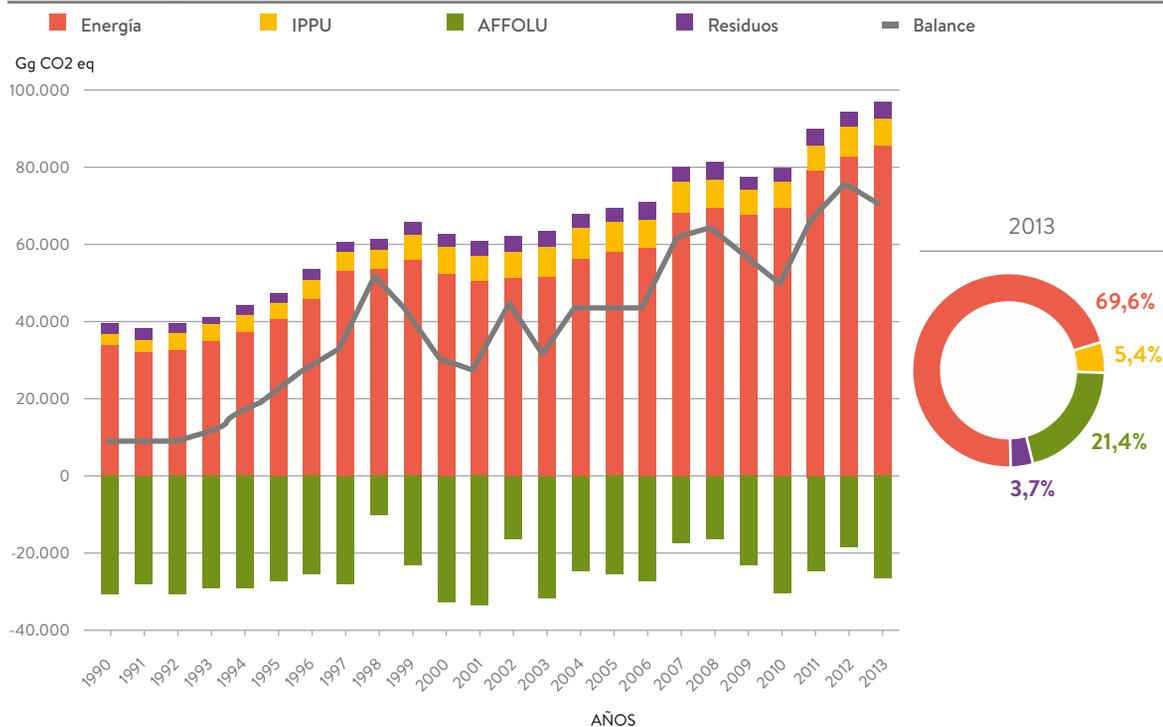
Los sectores económicos de los países se agrupan en cuatro sectores definidos por el IPCC, que comparten características relativas a los procesos que generan emisiones o absorciones de GEI. Estos sectores son: Energía; Procesos industriales y uso de productos (IPPU); Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU) y Residuos. Todos los sectores realizan emisiones, pero el único que realiza capturas de CO₂ es el AFOLU, debido al proceso de fotosíntesis realizado principalmente por los bosques.

El cuarto INGEI de Chile es el más reciente que se ha elaborado y contempla una serie de tiempo para el período 1990-2013, que actualiza y corrige los inventarios previos

Fuente: Elaboración en base a Depto. de Cambio Climático del MMA.



FIGURA 11

**EMISIONES Y ABSORCIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)
por Sector IPCC y Balance, 1990-2013**


Fuente: Depto. de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente.

TABLA 01

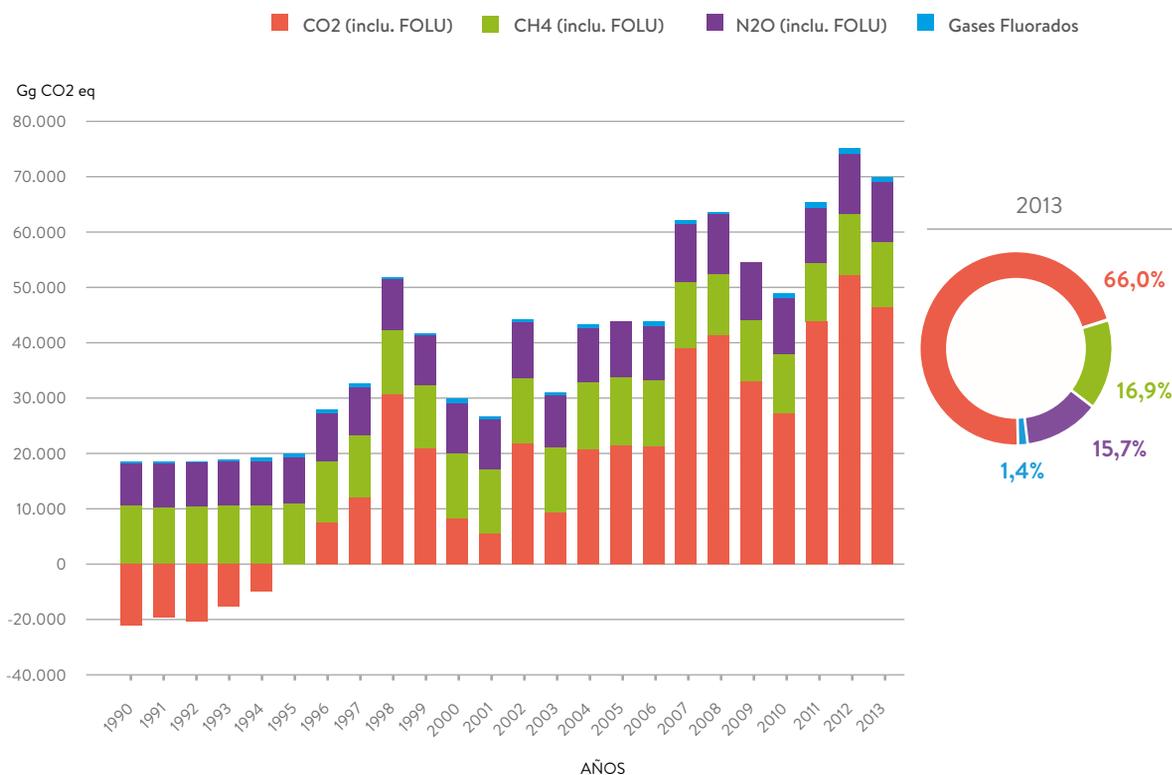
EMISIONES Y ABSORCIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI), EN GG CO2-EQ, POR SECTOR IPCC Y BALANCE, 1990-2013						
SECTOR	1990	2000	2010	2011	2012	2013
1. Energía	33.219,5	52.122,9	69.423,7	78.527,0	82.076,6	85.075,4
2. IPPU	3.127,5	6.449,6	6.008,1	6.868,3	7.214,9	6.619,4
3. AFOLU	-30.866,3	-32.819,2	-30.514,4	-24.339,9	-18.410,7	-26.119,2
Agricultura	12.633,5	13.580,7	12.879,8	12.741,7	13.285,0	13.735,2
FOLU	-43.499,8	-46.399,9	-43.394,2	-37.081,6	-31.695,8	-39.854,4
4. Residuos	2.526,1	3.348,3	3.802,6	3.939,8	4.019,2	4.478,8
Balance (incluye FOLU)	8.006,8	29.101,5	48.719,9	64.995,1	74.899,9	70.054,4
Emisión Total (excluye FOLU)	51.506,6	75.501,4	92.114,2	102.076,7	106.595,6	109.908,8

Fuente: Depto. De Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente.

En 2013, el balance de GEI (incluyendo FOLU) estuvo dominado por el CO₂, (66,0 %), seguido del CH₄ (16,9 %) y del N₂O (15,7 %). Los Gases fluorados alcanzaron en conjunto el 1,4 %. Se destaca que desde 1990 a 1994 el balance de CO₂ fue de absorción neta y posteriormente ha sido persistentemente favorable a la emisión (emisión neta) (Figura 12).

FIGURA 12

EMISIONES NETAS POR TIPO DE GAS DE EFECTO INVERNADERO (GEI), 1990-2013



Fuente: Depto. de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente.

El sector Energía es el principal emisor nacional de GEI, el cual contabilizó 85.075,4 Gg CO₂ eq en 2013, lo que representa el 77,4% de las emisiones de GEI totales de ese año. Las emisiones del sector se incrementaron 156,1 % desde 1990 a 2013 y 22,5 % desde el 2010 a 2013.

El sector Procesos industriales y uso de productos (IPPU) contabilizó 6.619,4 Gg CO₂ eq el 2013, lo cual representó el 6 % de las emisiones de GEI totales de ese año. Las emisiones del sector se incrementaron en un 111,7 % desde 1990 a 2013 y 10,2 % desde 2010

El sector Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU) es el único sector que absorbe CO₂, lo que lo convierte en el más relevante por su potencial de mitigación en el país. En 2013, el balance de GEI del sector contabilizó -26.119,2 Gg CO₂ eq, disminuyendo su condición de sumidero en un 15,4 % desde 1990 y en un 14,4 % desde 2010. Respecto a las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos por categoría, el 73,8 % corresponde a Tierras, seguido de un 15,5 % de Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO₂ de la tierra y, finalmente, un 10,6 % correspondiente al Ganadería.



El sector Residuos registró 4.478,8 Gg CO₂ eq de emisiones el 2013, lo que representó el 3,7 % de las emisiones de GEI totales de ese año. Las emisiones de GEI del sector se incrementaron en un 77,3 % desde 1990 al 2013 y en un 17,8 % desde 2010.

Las emisiones de GEI en el país están relacionadas principalmente con el crecimiento económico, el cual está basado en una matriz energética principalmente compuesta por combustibles fósiles, y también con el aumento de la población. Entre 1990 y 2010, las emisiones de GEI totales (excluido el sector FOLU) aumentaron aproximadamente 83,5%, mientras que la economía (Producto Interno Bruto) lo hizo a casi el triple (185% aproximadamente) y la población nacional alrededor de un 30%. A lo largo del período, en general la economía ha crecido más rápido que las emisiones (desacople relativo²¹). Sólo se aprecia un desacople absoluto de las emisiones de GEI y el PIB entre 1999 y 2002, breve período en el cual las emisiones disminuyeron debido a la mayor disponibilidad de gas natural proveniente desde Argentina. Respecto a la población, las emisiones de GEI han crecido más rápido (Figura 13).

Debido a lo anterior, se observa una tendencia a la baja en la intensidad de emisiones de GEI (excluido FOLU) por unidad de PIB, bajando aproximadamente un 36% desde 1990 a 2010, alcanzando 0,29 tCO₂-eq/1000USD²² ese último año. Por otra parte, la intensidad de emisiones de GEI (excluido FOLU) por habitante muestra una tendencia al alza, aumentando cerca de un 41% entre 1990 y 2010, situándose al final del período en aproximadamente 5,4 tCO₂-eq/hab.

Utilizando estadísticas del World Resources Institute (WRI)²³ de emisiones de GEI totales (excluyendo el sector UTCUTS) a nivel mundial (178 países con datos) para el año 2012, Chile se situaría, de mayor a menor, en el lugar 50 en términos de emisiones de GEI totales. A su vez, se ubicaría en la posición 146 en emisiones de GEI por unidad de PIB y en el lugar 79 en emisiones de GEI per cápita. Como se observa, la posición más favorable se obtiene en términos de emisiones por PIB, luego per cápita y totales.

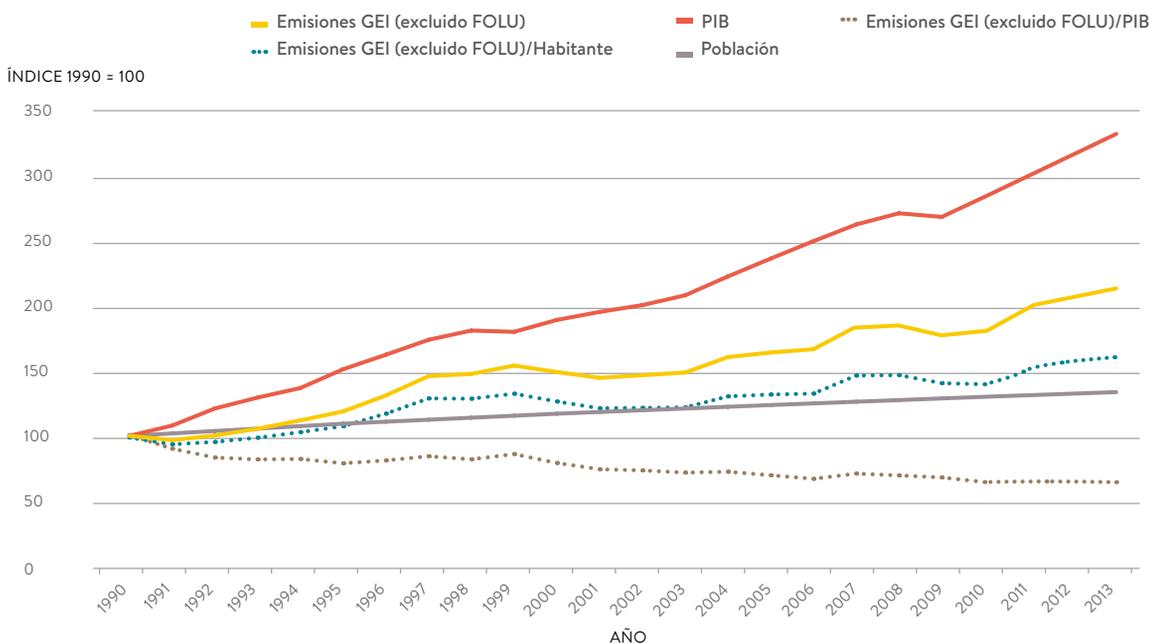
²¹ El término de desacople se refiere a un “quiebre” en los vínculos entre los “males ambientales” y los “bienes económicos”. Se compara presiones en el medio ambiente ante cambios en variables económicas relevantes relacionadas (fuerza motriz). Ocorre desacople cuando las tasas de crecimiento de las variables medioambientales relevantes es menor a la tasa de crecimiento de su fuerza motriz económica para un período de tiempo. Si una variable económica está creciendo (PIB, por ejemplo), se denomina “desacople absoluto” cuando la variable ambiental crece cero o negativamente, es decir, la “presión” sobre el medio ambiente es estable o está disminuyendo. “Desacople relativo” se llama cuando la variable ambiental está creciendo pero menos que la tasa de crecimiento de la variable económica.

²² tCO₂-eq/1000USD = toneladas de CO₂ equivalentes por miles de dólares estadounidenses ajustados por paridad de poder de compra.

²³ <http://cait.wri.org/login-main.php?log=7&postlogin=cait>

FIGURA 13

EMISIONES NACIONALES DE GEI (EXCLUIDO FOLU), PIB Y POBLACIÓN, 1990-2013



Fuente: MMA (emisiones), OCDE (PIB PPC) e INE (población).

Nota: Se incluyen sólo emisiones de GEI, excluido el sector UTCUTS.

4 • RESPUESTAS DE CHILE FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

4.1 Estrategia y Planes de Acción Nacionales de Cambio Climático

Chile ratificó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático en 1994 y se hizo parte del Protocolo de Kyoto en 2002, integrándose a los 192 países que a nivel mundial han asumido este compromiso.

El año 2006 Chile elaboró una Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC). La ENCC planteó tres ejes prioritarios para enfrenar este gran desafío: 1) Adaptación, 2) Mitigación y 3) Generación de Capacidades.

Esta visión estratégica se concretó con la elaboración del primer Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012 (PANCC-I) el cual, considerando los mismos ejes de la ENCC, permitió al país avanzar teniendo como meta desarrollar planes sectoriales y nacionales de adaptación y mitigación. Su implementación significó, por primera vez en el país, la asignación de recursos financieros nacionales y el desarrollo de capacidades técnicas para avanzar en la temática de cambio climático.

En agosto de 2010, el país asumió voluntariamente el desafío de sumarse a las acciones mundiales para mitigar la emisión global de GEI, presentando a la Secretaría de la Convención el Apéndice II del Acuerdo de Copenhague.

En 2014 el país publicó un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y al 2015 se han aprobado tres planes de adaptación sectoriales²⁴.

Una de las metas comprometidas en el Programa de Gobierno 2014-2018 de la Presidenta Michelle Bachelet, considera establecer un instrumento de política pública que integre y oriente las acciones a tomar como país en relación a la materia del cambio climático.

El año 2015 Chile presentó su compromiso con el Acuerdo Climático de París en la Conferencia de las Partes (COP21), mediante el documento “Contribución Nacional Tentativa” (Intended Nationally Determined Contribution – INDC). Este informe nacional plantea cinco pilares fundamentales: 1. Mitigación; 2. Adaptación; 3. Construcción y fortalecimiento de capacidades; 4. Desarrollo y transferencia tecnológica; 5. Financiamiento. Estos pilares a su vez incluyen metas específicas²⁵.

Para dar cumplimiento al compromiso del gobierno, el Departamento de Cambio Climático del MMA en estrecha coordinación con otros ministerios e instituciones competentes en la materia, incluida la academia especializada, el sector privado y la ciudadanía, elaboró entre 2014 y 2016 el anteproyecto de un nuevo Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022 (PANCC-II), el cual además incluyó un proceso de participación ciudadana y consulta pública²⁶.

El objetivo general del PANCC-II es hacer frente a los desafíos que plantean en el corto y mediano plazo los impactos del cambio climático en el territorio nacional, y asegurar la implementación de los compromisos adoptados por Chile ante la CMNUCC. Este busca constituirse en el instrumento articulador de una política climática transversal para el país en el corto y mediano plazo, mediante un marco orientador para todos los actores. En el plan se distinguen cuatro ejes temáticos, 15 objetivos específicos, 35 líneas de acción y 79 medidas. Los cuatro ejes temáticos son: 1) Adaptación, 2) Mitigación, 3) Medios de implementación y 4) Gestión del Cambio Climático a nivel regional y comunal. En la Tabla 2 se señalan los respectivos objetivos generales de estos ejes.

El PANCC-II incluye además 10 principios rectores: bien común, equidad, sustentabilidad, precautorio, transparencia, participación ciudadana, cooperación y sinergias, costo-efectividad, flexibilidad y coherencia.

²⁴ Ver detalle en sección de Adaptación en este capítulo.

²⁵ El detalle de las metas del INDC por cada uno de sus cinco pilares se detallan en las secciones correspondientes presentadas más adelante en este capítulo.

²⁶ <http://portal.mma.gob.cl/plan-de-accion-nacional-de-cambio-climatico-2017-2022-pancc-ii/>



TABLA 02

EJES Y OBJETIVOS GENERALES DEL PANCC-II	
EJE TEMÁTICO	OBJETIVO GENERAL
Adaptación	Fortalecer la capacidad del país para adaptarse al cambio climático, profundizando los conocimientos de sus impactos y de la vulnerabilidad del país, y generando acciones que permitan minimizar los efectos negativos y aprovechar los efectos positivos, promoviendo el desarrollo económico, social y asegurando la sustentabilidad ambiental, en línea con el pilar de adaptación de la contribución de Chile ante la CMNUCC.
Mitigación	Crear las condiciones habilitantes para la implementación, cumplimiento y seguimiento de los compromisos de reducción de emisiones de GEI de Chile ante la CMNUCC, y que contribuya de forma consistente al desarrollo sustentable del país y a un crecimiento bajo en emisiones de carbono.
Medios de implementación	Implementar aquellos elementos transversales que complementan las medidas planteadas en el PANCC-II relacionados al fortalecimiento institucional, transferencia tecnológica, creación de capacidades y asistencia técnica, financiamiento y negociación internacional.
Gestión del Cambio Climático a nivel regional y comunal	Desarrollar los elementos que permitan sentar las bases institucionales, operativas y las capacidades necesarias para avanzar en la gestión del cambio climático en el territorio, a través del gobierno regional y comunal e incorporando a todos los actores sociales.

Fuente: MMA.

4.2 Institucionalidad

De acuerdo con la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, en su artículo 70 letra h "(...) le corresponderá especialmente al Ministerio, el proponer políticas y formular los planes, programas y planes de acción en materia de cambio climático". (DCC), integrado a la División de Calidad del Aire y Cambio Climático.

El Departamento de Cambio Climático (DCC) del MMA, es el encargado de proponer las políticas de cambio climático²⁷ y de la coordinación de los ministerios y entidades públicas respecto al cambio climático y se ha estructurado en torno a las siguientes líneas de trabajo: negociación internacional, generación de capacidades, adaptación, mitigación e inventarios de GEI y arreglos institucionales.

El MMA considera las competencias de otros sectores, a través del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad (CMS). En 2014, este consejo acordó iniciar los trámites para llamarse Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático²⁷, para reflejar la importancia creciente de este fenómeno para la institucionalidad, al que se incorporaría el Ministerio de Relaciones Exteriores, por su rol en la negociación internacional. Los ministerios del CMS realizan funciones de implementación de políticas sectoriales y de representación del país en instancias internacionales en materia de cambio climático.

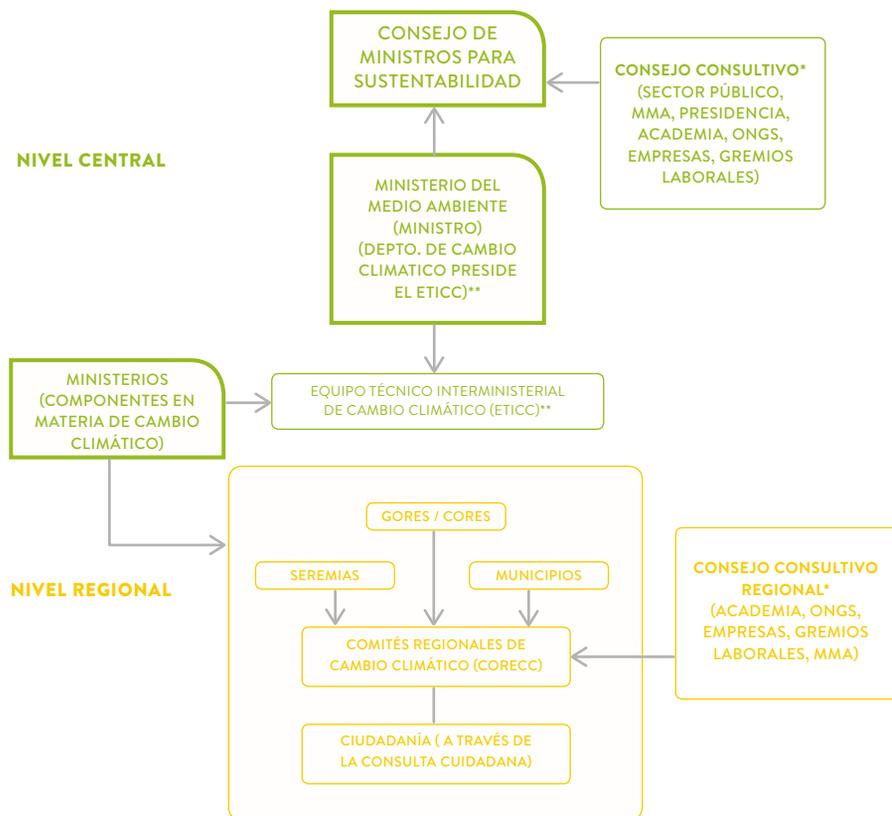
²⁷ Actualmente en trámite.

En el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, aprobado por el CMS en diciembre de 2014, se planteó la necesidad de fortalecer la institucionalidad de cambio climático, proponiéndose una estructura operativa para la implementación del plan, que posee un enfoque intersectorial y territorial, encabezado por el CMS, incorporando al Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC) y a los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC)²⁸.

²⁸ Los CORECC deben promover la integración de la temática del cambio climático en las políticas públicas regionales, buscando la coherencia y posibles sinergias con las políticas nacionales, las Estrategias Regionales de Desarrollo y las políticas y actividades sectoriales regionales. Además, deben incentivar la búsqueda de recursos regionales para el desarrollo de las medidas y acciones y para la cuantificación de impactos y mitigación, adaptación y creación de capacidades a nivel regional.

FIGURA 14

INSTITUCIONALIDAD PARA ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES DEL PANCC-II



*Ley 20417 (Ley del Medio Ambiente)

** Integrado por los puntos focales de los ministerios competentes en materia de Cambio Climático.

Fuente: MMA, 2016a.

4.2.1 Institucionalidad del Sistema Nacional de Inventario de GEI

Desde 2012, el DCC del MMA ha diseñado, implementado y coordinado el Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Chile (SNICHILE), el cual contiene las medidas institucionales, jurídicas y de procedimiento establecidos para la actualización bienal del INGEI de Chile, garantizando de esta forma la sostenibilidad de la preparación de los inventarios de GEI en el país, la coherencia de los flujos de GEI notificados y la calidad de los resultados. El trabajo permanente del SNICHILE está dividido en cinco áreas: actualización del INGEI de Chile; sistema de mejoramiento continuo; creación y mantención de capacidades; institucionalización y difusión.

El proceso de elaboración del INGEI es el resultado de la compilación de los inventarios sectoriales de GEI (ISGEI) elaborados por la División de Prospectiva y Política Energética del Ministerio de Energía (MINENERGIA), el DCC del MMA; el Ministerio de Agricultura (MINAGRI), en donde la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) coordinó el trabajo de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) para el desarrollo de las temáticas relacionadas con cambio de uso de la tierra, del Instituto Forestal (INFOR) para el desarrollo de los temas sobre tierras forestales, y del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) para el desarrollo de los temas agropecuarios; el sector Residuos fue elaborado por la Sección de Residuos Sólidos del MMA.

4.3 Mitigación

En agosto de 2010, el país asumió voluntariamente el desafío de sumarse a las acciones mundiales para mitigar la emisión global de GEI, presentando a la Secretaría de la Convención el Apéndice II del Acuerdo de Copenhague. Chile se comprometió a tomar acciones de mitigación que le permitan desviarse hacia el año 2020 en un 20% por debajo de sus emisiones proyectadas a partir de 2007, mediante Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMAs, por sus siglas en inglés). Sus principales iniciativas de aplicación ocurrirán en los campos de la eficiencia energética, de las energías renovables no convencionales y en el sector de uso de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura. La Presidenta Bachelet ratificó en su Programa de Gobierno la voluntad de cumplimiento de este compromiso.

La Contribución Nacional Tentativa (INDC), presentada por Chile en el Acuerdo Climático de París 2015 (COP21), plantea el compromiso de desacoplar el crecimiento económico del país de sus emisiones de GEI. La propuesta considera opciones de mitigación en sectores no-UTCUTS (no-FOLU) separadas de las del sector UTCUTS, a saber:

- Meta de intensidad de carbono, sin incluir el sector UTCUTS:
 - Chile se compromete al 2030, a reducir sus emisiones de CO₂ por unidad de PIB en un 30% con respecto al nivel alcanzado en 2007, considerando un crecimiento económico futuro que le permita implementar las medidas adecuadas para alcanzar este compromiso.
 - Adicionalmente, y condicionado a la obtención de aportes monetarios internacionales (grant), el país se compromete al 2030, a aumentar su reducción de emisiones de CO₂ por unidad de PIB hasta alcanzar una disminución entre 35% a 45% con respecto al nivel alcanzado en 2007, considerando, a la vez, un crecimiento económico futuro que le permita implementar las medidas adecuadas para alcanzar este compromiso.

- Contribución específica para el sector UTCUTS:
 - Chile se compromete al manejo sustentable y recuperación de 100.000 hectáreas de bosque, principalmente nativo, que representará capturas y reducción de GEI en cerca de 600.000 toneladas de CO₂-eq anuales, a partir de 2030. Este compromiso está condicionado a la aprobación de modificaciones de la Ley sobre Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal.
 - Chile se compromete a forestar 100.000 hectáreas, en su mayoría con especies nativas, que representarán capturas de entre 900.000 y 1.200.000 toneladas de CO₂ equivalente anuales, a partir de 2030. Este compromiso está condicionado a la prórroga del Decreto Ley 701 y a la aprobación de una nueva Ley de Fomento Forestal.

A continuación se detallan los principales avances en materia de mitigación llevados a cabo en el país al año 2015.

4.3.1 Acciones y políticas asociadas a la mitigación por sectores

Existen diversas acciones de mitigación realizadas por distintos sectores del país que están siendo desarrolladas o coordinadas por instituciones del Estado.

Energía: el Ministerio de Energía ha impulsado mejoras institucionales, introducción progresiva de energías renovables no convencionales (ERNC) a la matriz eléctrica, y transitar a un uso eficiente de la energía, entre otras medidas. En 2014 publicó su Agenda de Energía, en 2015 la “Hoja de Ruta 2050: Hacia una Energía Sustentable e Inclusiva” que plantea importantes metas concretas de mitigación, la “Política Energética 2050” que plantea avanzar hacia una energía sustentable en todas sus dimensiones, y el trabajo para el futuro Plan de Mitigación sectorial en el marco del PANCC 2017-2022, la Política Energética y la INDC. Esta institución además es el Punto Focal Técnico del proyecto PMR²⁹ (Partnership for Market Readiness, Banco Mundial, www.thepmr.org).

En el sector privado energético, destaca la inversión en plantas generadoras de fuentes renovables, algunas registradas bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). Definición de un precio interno de carbono en la evaluación económica de proyectos, cálculo y reporte de inventario de emisiones de GEI corporativo; desarrollo de líneas de I + D para el pilotaje de proyectos de innovación, como por ejemplo, la captura de CO₂ a través de algas; interrupción en el desarrollo de proyectos termoeléctricos; implementación de iniciativas que buscan disminuir las pérdidas que se puedan dar en los procesos de transmisión y distribución, donde dichas pérdidas podrían relacionarse a una fuga de emisiones.

Transporte: el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, a través de la Subsecretaría de Transportes, es la institución pública encargada de generar políticas, condiciones y normas para el desarrollo de sistemas de transportes eficientes, seguros y amigables con el medio ambiente. Destacan: incentivos económicos y programas de asistencia técnica al transporte de carga, incentivos económicos al transporte de pasajeros, planes de ciclovías, iniciativas de eficiencia energética, etiquetado de eficiencia energética.

Adicionalmente, se pueden identificar otras acciones provenientes desde empresas del transporte, tales como la extensión de la red del Metro de Santiago, nuevos recorridos de ferrocarriles, reducción de consumo de combustible por parte de la empresa LATAM.

²⁹Ver mayor detalle del proyecto PMR en sección de Instrumentos de mercado para externalidades ambientales.



Norte chileno | MARÍA INÉS FUENTEVILLA



Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU), es el Ministerio de Agricultura la institución del Estado encargada de fomentar, orientar y coordinar la actividad de este sector en el país. Entre las acciones de este sector se cuentan: los incentivos económicos a la forestación y manejo forestal, La Ley del bosque nativo, el programa de recuperación de suelos y el inicio del trabajo de elaboración de una Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) para cumplir con la meta forestal de la INDC.

Algunas empresas forestales realizan medidas de reducción de emisiones. Además, existen medidas con co-beneficio de mitigación, destacándose la cogeneración de energía a través de biomasa, donde el objetivo primario es la reutilización de residuos industriales³⁰.

El sector vitivinícola ha definido una serie de programas y medidas para introducir atributos sustentables que mejoren el posicionamiento del sector y desarrollen operaciones más eficientes y resilientes a futuros cambios en el clima, concretándolas en un Programa de Sustentabilidad que incluye proyectos como “Energía y CC” y “Cambio Climático y Zonas Vitivinícolas”. Además, este sector está trabajando en conjunto con CORFO en el “Nodo Estratégico Chile Vitivinícola 2.0”, que posee tres ejes de trabajo (cambio climático, desarrollo de nuevos productos y rescate de material genético), y otras iniciativas con co-beneficios de mitigación como el “Código de Sustentabilidad de la Industria Vitivinícola”³¹.

Residuos: entre las acciones se cuentan el Reglamento Sanitario para el Manejo de Residuos, el Programa Nacional de Residuos Sólidos, el Reglamento sobre Manejo de Lodos en Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas, el Reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), la Ley N° 20.920 Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje (conocida como “Ley REP”).

Minería: la mitigación de cambio climático proviene en su gran mayoría de iniciativas del sector privado, tendientes a reducir su nivel de emisiones de GEI. Un claro ejemplo de estas iniciativas es la publicación (diciembre de 2015) de los “Principios del Consejo Minero sobre Cambio Climático”³² en el marco de la presentación del INDC de Chile ante la CMNUCC en París, siendo el primer sector industrial en generar principios exclusivos en la materia. Además, destacan algunas medidas que tienen co-beneficios de mitigación, como por ejemplo el reporte de emisiones de GEI, identificación de medidas de reducción de GEI, cálculo de huellas de carbono corporativas, compra de ERNC a través de contratos de largo plazo³³, viabilización del financiamiento e implementación de proyectos de ERNC a través de la compra de acciones de estos, instalación de paneles solares y/o de concentración solar en las faenas mineras.

Por parte del sector público, la Comisión Chilena del Cobre (Cochilco) mantiene un levantamiento de información constante sobre consumos energéticos, consumos de recursos hídricos y emisiones de GEI directas del sector. Se estima que para el sector minero, entre 2007 y 2013, dada la implementación de iniciativas tempranas, se redujo un total de 0,08 MM tCO₂eq.

Otras industrias: destacan los esfuerzos de reducción de emisiones realizadas por la industria de la celulosa, el cemento y el acero, que incluyen medidas como la autogeneración y co-generación eléctrica con ERNC, recambio de combustibles y equipos, y la implementación de sistemas de gestión de energía. Por ejemplo, entre 2010 y 2013 se estima una reducción de emisiones de 3.629 tonCO₂eq del sector industrias debido a los programas de eficiencia energética impulsados por la AChEE. Para el caso particular del sector celulosa se estima una reducción de 0,36 MMtCO₂eq como resultado de la implementación de plantas de co-generación a través de biomasa entre los años 2007 y 2013.

³⁰ El co-beneficio de mitigación se explica ya que alrededor del 50% de la energía generada es para autoconsumo de la empresa y el porcentaje restante es inyectado al Sistema Interconectado Central (SIC), evitando emisiones asociadas a la generación de esa porción de energía. Es por esto que la mayoría de estos proyectos de co-generación se encuentran registrados bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) con una capacidad instalada total de 1000 MW.

³¹ Estándar voluntario que actualmente cuenta con 59 viñas certificadas (abarcando el 70% de las exportaciones de vino embotellado) y que incluye componentes sociales, ambientales y económicos, donde destacan requerimientos relacionados a biodiversidad, aplicación de plaguicidas, eficiencia en el uso de maquinarias, uso de combustible, traslados y uso eficiente de la energía.

³² <http://www.consejominero.cl/wp-content/uploads/2016/07/Principios-cambio-clim%C3%A1tico.pdf>

³³ En el caso particular de algunas empresas, se declara que debido a estos contratos de compra, a partir del 2019 casi el 80% del abastecimiento vendrá desde ERNC.

4.3.2 Otras acciones de mitigación

Además de acciones sectoriales, en Chile existen otras iniciativas con alcances en la mitigación que incluyen medidas transversales, como los Acuerdos de Producción Limpia (APL), la Estrategia de Construcción Sustentable, iniciativas locales y acciones desarrolladas por el sector privado.

Acuerdos de Producción Limpia (APL) el principal instrumento de gestión creado por el Consejo de Producción Limpia (CPL). En el período 2002-2010, el consejo contrató un estudio para estimar las reducciones de GEI de 16 APL en distintos sectores industriales. Los resultados muestran que las actividades de los APL en los 16 sectores analizados han reducido las emisiones de GEI en un monto de 4.050.973 tCO₂eq. Si se considera un plazo de 8 años para lograr estas reducciones y, suponiendo que hay una linealidad en su origen, la reducción media anual por cada uno de los 16 APL se estima en 31,6 mil tCO₂eq. En 2012 el CPL registró la primera NAMA que se encuentra actualmente en operación y ha incorporado diversas opciones de mitigación de GEI a los APL e indicadores de seguimiento.

Construcción Sustentable: el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) en su gestión incorpora el desarrollo sustentable, para ello cuenta con la Estrategia Nacional de Construcción Sustentable y el Código de Construcción Sustentable. Desarrolla medidas orientadas a la reducción de consumo energético, adopción del concepto de ciclo de vida en la evaluación de edificaciones, y la reducción de emisiones de contaminantes en las etapas de construcción y vida útil de las infraestructuras.

Red Chilena de Municipios ante el Cambio Climático: en 2014 se creó la Red Chilena de Municipios ante el Cambio Climático (RCMCC). Es una comunidad abierta a todos los municipios de Chile que deseen tomar el compromiso explícito de planificar y gestionar su territorio, servicios y metas considerando el cambio climático como el nuevo escenario que está determinando los desafíos del siglo XXI. La RCMCC opera según la "Agenda para Municipios ante el Cambio Climático", que incluye entre sus objetivos la mitigación de GEI en los sectores de transporte, energía y gestión de residuos, aunque también existen co-beneficios con los objetivos de Biodiversidad y Áreas Verdes (por la capacidad de secuestro de CO₂), e Infraestructura (ej. compras verdes). En 2015, mediante un proyecto de Adapt Chile se elaboró una herramienta metodológica para la elaboración de planes locales de cambio climático y que permitió a seis municipios de Chile —Colina, Independencia, Lampa, La Pintana, Providencia y Santiago, todos miembros de la RCMCC—, elaborar de manera participativa sus Planes Locales de Cambio Climático³⁴.

Otras Iniciativas: existen iniciativas tendientes a gestionar y reportar sus emisiones de GEI, como son el Centro de Líderes Empresariales contra el Cambio Climático (CLG-Chile) y la Red Pacto Global Chile, Bolsa de Clima de Santiago (SCX), Carbon Disclosure Project (CDP), Acción Empresas, Programa Huella Chile, Consejo Nacional de Producción Limpia, Prochile.

4.3.3 Acciones y políticas asociadas a la mitigación por sectores

Las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA, por sus siglas en inglés) se refieren a cualquier acción que reduzca emisiones en países en desarrollo y sean preparadas bajo el paraguas de una iniciativa gubernamental. Pueden ser políticas dirigidas a conseguir cambios transformacionales dentro de un sector de la economía, o acciones de todos los sectores para un enfoque

³⁴ <http://www.adapt-chile.org/web/wp-content/uploads/2015/04/Agenda-Para-Municipios-Ante-el-Cambio-Climatico.pdf> disponibles en: <http://www.adapt-chile.org/web/academias>



nacional más amplio. Las NAMAs están apoyadas y facilitadas por tecnología, financiamiento y creación de capacidades, y están orientadas a lograr una reducción en emisiones relativa a las emisiones business as usual en 2020.

El país empezó a trabajar en el diseño de estas acciones y a la fecha posee 5 NAMAs inscritas en el NAMA Registry de la CMNUCC, las que cubren los sectores de transporte, energías renovables no convencionales, residuos, forestal e industrial (Tabla 3 Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMAs) de Chile.

TABLA 03

ACCIONES DE MITIGACIÓN NACIONALMENTE APROPIADAS (NAMAS) DE CHILE			
NOMBRE	INSTITUCIÓN	ESTADO	META DE REDUCCIÓN
NAMAs Registradas ante la CMNUCC			
Energía Renovable para Autoconsumo en Chile	MINENERGIA - CER	En implementación	2 MtCO ₂ eq
Programa Nacional para la Catalización Industrial y Comercial en la Gestión de Residuos Orgánicos en Chile	MMA	Buscando apoyo para implementación	12 MtCO ₂ eq
Diseño e Implementación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV)	CONAF	Buscando apoyo para implementación	42 MtCO ₂ eq
Acuerdos de Producción Limpia en Chile	CPL	En implementación	18,4 MtCO ₂ eq
Zona Verde para el Transporte en Santiago (ZVTS)	I.M. de Santiago	Buscando apoyo para implementación	1,43 MtCO ₂ eq
NAMAs en preparación			
Secuestro de Carbono a través del Manejo Sustentable de los Suelos	INIA y SAG	En etapa de diseño	65 a 80 MtCO ₂ eq
Mitigación de Emisiones de GEI Provenientes de Calderas Industriales, Comerciales e Institucionales	MINENERGIA	En etapa de diseño	1,25 MtCO ₂ eq
Estrategia Nacional de Construcción Sustentable	MINVU	En etapa de diseño	S/I
Fitoestabilización Asistida de Relaves Mineros en Chile	MMA	En etapa de diseño	S/I

Fuente: MMA, 2014b.

4.3.4 Proyecto MAPS Chile

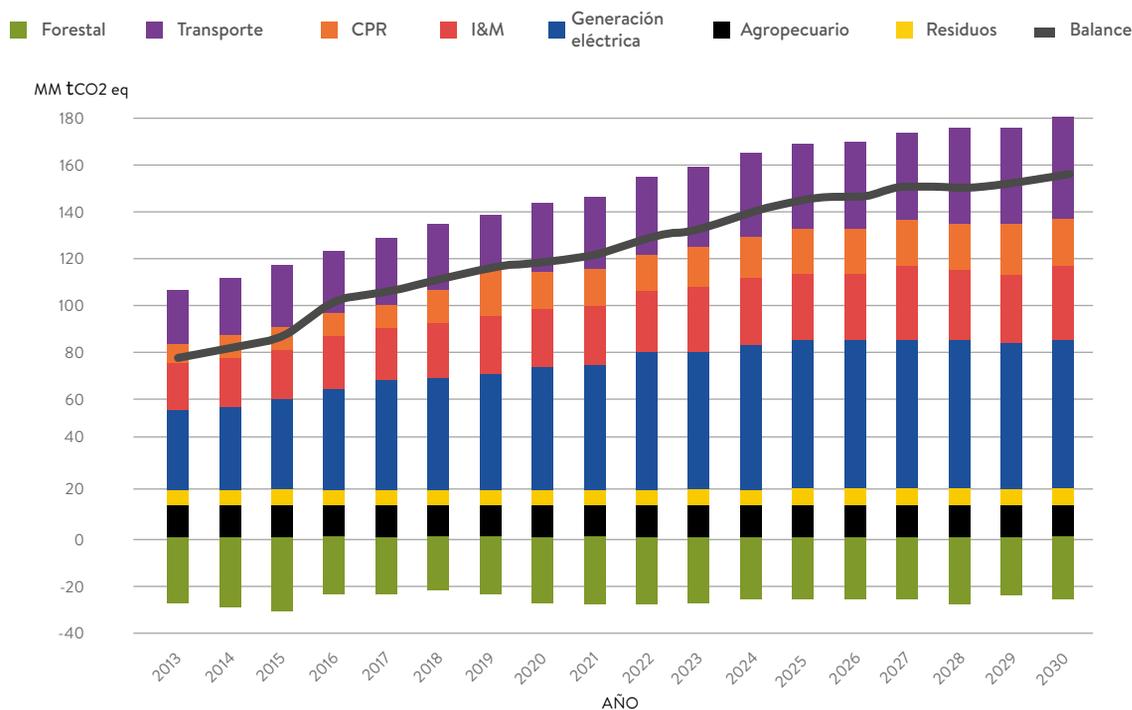
Entre 2011 y 2015 se desarrolló el proyecto MAPS Chile (Mitigation Action Plans and Scenarios), el que buscó estudiar distintos escenarios de proyección de las emisiones de GEI para generar la evidencia necesaria sobre distintos cursos de acción que pudiese seguir el país.

El proyecto MAPS-Chile se llevó a cabo en 3 fases. Durante la fase 1 (resultados presentados en julio de 2013), se realizó la proyección del escenario Línea Base 2007-2030 o Crecimiento sin Restricciones y el Escenario Requerido por la Ciencia. En la Fase 2, se proyectó el escenario Línea Base 2013-2030 (“business as usual”) de emisiones y capturas de los sectores del país (Figura 15), se evaluaron posibles medidas de mitigación para los sectores de la economía que contempla el proyecto, se identificaron y evaluaron distintos escenarios de mitigación (Figura 16) y se entregaron resultados sobre el impacto económico de la implementación de las medidas y escenarios de mitigación a partir de un modelo de equilibrio general. Finalmente en una tercera fase del proyecto, se refinaron los resultados de la fase 2, analizaron co-beneficios de las medidas de mitigación e identificaron opciones de mitigación para el horizonte 2030-2050, con un enfoque no tradicional o “out of the box”. (MAPS Chile, 2014).

El resultado del proceso del proyecto MAPS permitió construir la contribución de Chile presentada en París en la COP 21 el año 2015, el cual construyó considerando el escenario de esfuerzo medio.

FIGURA 15

LÍNEA BASE 2013-2030 DE EMISIONES DE GEI (PROYECCIÓN DE PIB MEDIO) CONSIDERANDO TODOS LOS SECTORES

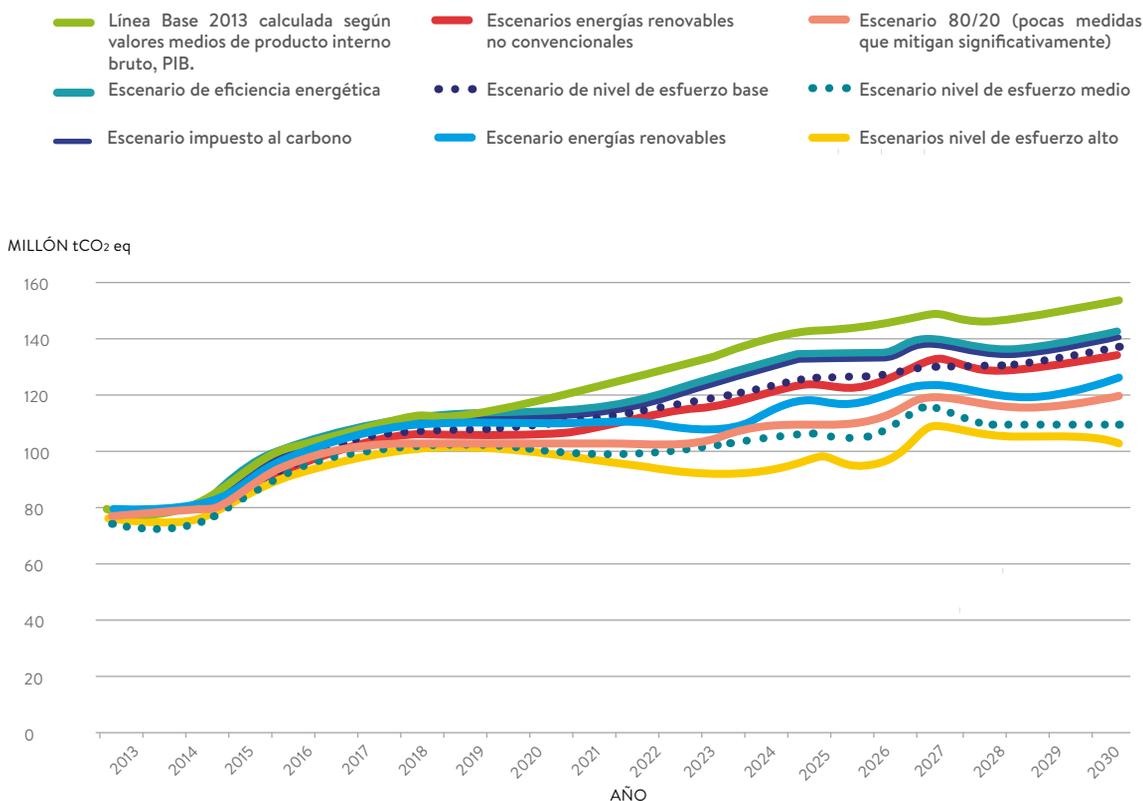


Fuente: MAPS Chile, 2014.

Nota: CPR = Comercial, Público y Residencial; I&M = Industria y Minería.



FIGURA 16

PROYECCIÓN DE EMISIONES GEI PARA CADA ESCENARIO DE MITIGACIÓN ANALIZADO


Fuente: MAPS Chile, 2014.

4.3.5 Proyecto Low Emission Capacity Building (LECB-Chile)

El Proyecto “Low Emission Capacity Building” (LECB-Chile), o “Programa de fomento de capacidades para el desarrollo bajo en emisiones de carbono para Chile”, se inició en 2012 y es parte de una iniciativa liderada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en 25 países. El proyecto es financiado por los gobiernos de Alemania, Australia y la Comisión Europea para fomentar y crear capacidades del sector público y privado en la medición y mitigación de las emisiones de GEI a través de acciones apropiadas para el país, de modo de lograr su desarrollo con bajas emisiones de carbono y mejorando las políticas públicas que abordan el cambio climático.

El proyecto LECB-Chile posee cuatro componentes: 1) Actualización del inventario nacional de GEI y la creación de un sistema nacional de inventario de estos gases (SNICHILE); 2) Implementación del Programa Nacional de Gestión del Carbono (Programa HuellaChile); 3) Sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV) para NAMAs en los sectores público y privado; y 4) Diseño de una estrategia nacional de desarrollo baja en emisiones (LEDS) que incorpore los resultados de los tres primeros componentes.

4.3.6 Programa Nacional de Gestión del Carbono (Programa HuellaChile)

En abril de 2015 se lanzó el programa “HuellaChile”³⁵, cuyo objetivo es incentivar la gestión de las emisiones de GEI en organizaciones públicas y privadas. El programa dispone de una herramienta de cuantificación gratuita instalada en la ventanilla única del MMA, además de entregar reconocimiento a sus participantes por los distintos niveles de gestión de sus emisiones. Los próximos pasos de este programa serán la implementación de un plan de difusión y continuar con una agenda de capacitaciones a nivel nacional. Iniciativas como HuellaChile son de gran relevancia al convertirse en una oportunidad concreta de cooperación y trabajo entre el sector público y privado.

4.3.7 Medición, Reporte y Verificación (MRV) de las acciones de mitigación

Medición Reporte y Verificación (MRV) es un término usado para describir todas las medidas que tomen los países para: recolectar datos de emisiones, acciones de mitigación y apoyo; compilar esta información en reportes e inventarios; y someter estos a alguna forma de revisión o análisis (MMA, 2014b).

El objetivo de hacer MRV en Chile es promover la transparencia de las actividades de mitigación de GEI desarrolladas en el país a través de mecanismos que permitan hacer seguimiento al cumplimiento de sus objetivos. Siguiendo el enfoque internacional que existe sobre el MRV, Chile separa sus esfuerzos en dos líneas de acción: MRV nacional y MRV de NAMAs. El MRV nacional se refiere al seguimiento al compromiso voluntario de reducción de Chile. Este MRV será conducido internacionalmente por la CMNUCC e incluirá los esfuerzos nacionales de mitigación y el inventario nacional de emisiones de GEI, los que serán reportados a través de los informes bienales de actualización. Dadas las competencias del MMA, el DCC coordina el proceso de validación de los MRV de cada NAMA, para lo cual se apoya en expertos sectoriales, y durante 2014 y 2015 elaboró una guía con directrices para un marco genérico de MRV de NAMAs, como respuesta a la necesidad de estandarizar procedimientos, metodologías e información base.

Se espera que en los próximos años Chile cuente con un sistema MRV consolidado e integrado³⁶, que permita hacer seguimiento tanto a acciones individuales de mitigación, políticas de estado con impacto en emisiones de GEI y a los compromisos de reducción que se adquieran en el marco de las negociaciones internacionales en materia de cambio climático.

4.3.8 Huella de Carbono

En el país se está fomentando la medición de la huella de carbono³⁷, que constituye un mecanismo de sensibilización sobre el problema del cambio climático. Esta iniciativa se ha desarrollado tanto a nivel público como de la empresa privada. El MMA ha estimado su huella de carbono para los años 2009, 2010 y 2011.

4.3.9 Instrumentos de mercado para externalidades ambientales

Chile está explorando nuevas formas innovadoras y rentables para intensificar la reducción de las emisiones y fomentar los flujos financieros, incluyendo la implementación de instrumentos basados en el mercado.

Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)

Chile ha promovido y ejecutado proyectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kioto, convirtiéndose en un actor relevante a nivel latinoamericano (tercero después de México y Brasil). Esto se traduce en 141 proyectos aprobados por la Autoridad Nacional Designada (hasta julio de

³⁵ <http://www.huellachile.cl/>

³⁶ Esto con el apoyo técnico y financiero de proyectos internacionales (Prosperity Fund, Information Matters y LECB).

³⁷ “La huella de carbono se define como el conjunto de emisiones de GEI producidas, directa o indirectamente, por personas, organizaciones, productos, eventos o regiones geográficas, en términos de CO₂ equivalentes, y sirve como una útil herramienta de gestión para conocer las conductas o acciones que están contribuyendo a aumentar nuestras emisiones, cómo podemos mejorarlas y realizar un uso más eficiente de los recursos” (MMA, recuperado de <http://portal.mma.gob.cl/cc-02-7-huella-de-carbono/>).



2014) de los cuales 101 han alcanzado la calidad de registrados ante la Junta Ejecutiva del MDL (a junio de 2014). La mayoría de los proyectos corresponden a generación hidroeléctrica, captura de metano y eólicos. Sin embargo, a partir de 2012 se ha visto una marcada tendencia decreciente en cuanto al ingreso de nuevos proyectos buscando aprobación.

Proyecto “Partnership for Market Readiness” (PMR)

El Gobierno de Chile, representado por el Ministerio de Energía, expresó oficialmente su interés en ser parte de la Iniciativa “Alianza para la Preparación de Mercados” (PMR, por sus siglas en inglés) del Banco Mundial, reconociendo en ella una valiosa plataforma para aprendizaje y cooperación con países que ya han implantado esquemas de intercambio de emisiones y otros instrumentos basados en el mercado, para limitar el crecimiento de sus emisiones de GEI y aprender de sus experiencias.

Chile se incorporó al PMR en mayo de 2011, luego de que la Asamblea del PMR aprobara su expresión de interés y le asignara USD 350.000 para la fase de preparación, que fue utilizada para una serie de análisis de base, entre ellos, los elementos necesarios para el diseño y aplicación de un sistema de emisiones transables en Chile, incluido su sistema de MRV, así como propuestas para diseñar e implementar mecanismos de créditos de carbono sectoriales y giras de estudio para visitar a los reguladores de los sistemas ETS en otros países.

El país presentó su propuesta de PMR a la Asamblea, que la revisó y aprobó asignándole USD 3 millones en modalidad de donación. Los ministerios de Hacienda y Medio Ambiente apoyarán al Ministerio de Energía en su función de supervisión y punto focal para la ejecución del proyecto en Chile. A efectos de proveer supervisión técnica y política durante la ejecución del proyecto, se estableció un Comité Directivo en marzo de 2012. Los componentes técnicos del proyecto, que ayudarán a crear capacidades y diseñar e implementar instrumentos de precios al carbono en el país, con énfasis inicial en el sector Energía, son:

- Componente 1:

Evaluación de factibilidad de uno o más instrumentos de fijación de precios de carbono en el sector Energía, considerando análisis regulatorios, institucionales y económicos necesarios para su implementación.

- Componente 2:

Diseño e implementación de un marco de MRV y un sistema de registro, con el fin de monitorear y registrar en línea las emisiones de GEI. Teniendo en cuenta la existencia del RETC, los atributos legales asociados con la recolección de datos de este registro, así como su capacidad para servir como una plataforma única para el reporte de emisiones, el Gobierno de Chile contempla mejorar y fortalecer el cálculo y reporte en el área específica de GEI del RETC.

- Componente 3:

Estrategia de comunicación y compromiso de participación de los diversos actores relacionados con los instrumentos que se evalúen. Entre otros, se identificarán vacíos y necesidades de entrenamiento y capacitación en los sectores público y privado, y se realizarán visitas técnicas a países con experiencia en estos instrumentos.

PROPUESTA DE PMR

Chile presentó su propuesta de PMR a la Asamblea, que la revisó y aprobó asignándole USD 3 millones en modalidad de donación. Los ministerios de Hacienda y Medio Ambiente apoyarán al Ministerio de Energía en su función de supervisión y punto focal para la ejecución del proyecto en Chile.

Impuestos verdes

El 26 de septiembre de 2014 se promulgó la Ley de Reforma Tributaria, que tal como se ha mencionado incluye, por primera vez en Chile, “impuestos verdes”, uno de los cuales es un impuesto directo a la emisión de CO₂.

El impuesto al CO₂ grava principalmente a las plantas de generación eléctrica. Este impuesto no se aplicará para fuentes fijas que operen en base a medios de generación renovable no convencional cuya fuente de energía primaria sea la energía biomasa. Se estima que entre 100 y 150 establecimientos serán parte del impuesto abarcando aproximadamente el 12% de las emisiones totales.

La recaudación del impuesto gravará en mayor medida el CO₂ y será del orden de 84% de la recaudación total del conjunto de impuestos verdes. Si bien aún no está claro el impacto que tendrá el impuesto en la reducción de emisiones globales de CO₂, estimaciones preliminares indican que habrá un impacto importante. Por ejemplo, KAS consultores estima una reducción importante aunque no precisa el monto (KAS Ingeniería, 2013). Mientras que otro estudio de la Pontificia Universidad Católica indica una reducción de emisiones de 3 millones de toneladas de CO₂ al 2020 y 6 millones al 2030. La reducción acumulada en el periodo 2017-2030 alcanza a los 59 millones de toneladas (CCG-UC, 2014).

4.4 Adaptación

En la Contribución Nacional Tentativa de Chile (INDC) para el Acuerdo Climático París 2015 se presentaron acciones en materia de adaptación que se estructurarán en base a dos diferentes ciclos: el primero que finalizará en 2021 y el segundo que finalizará en 2030 .

TABLA 04

METAS DE ADAPTACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN NACIONAL TENTATIVA DE CHILE (INDC) PARA EL ACUERDO CLIMÁTICO PARÍS	
CICLO	METAS
al 2021	Implementación de acciones concretas para incrementar la resiliencia en el país, en el marco del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y de los planes sectoriales, con una perspectiva descentralizada y buscando la integración de los esfuerzos entre los distintos niveles de decisión (nacional, regional, municipal).
	Identificación de fuentes de financiamiento para implementar dichos planes, en el marco de lo señalado en el pilar de financiamiento de esta contribución.
	Creación de sinergias con las iniciativas que se contemplen en materia de mitigación, y maximizar los beneficios provenientes de los pilares de desarrollo y construcción de capacidades y de creación y transferencias de tecnologías incluidos en esta contribución.
	Fortalecimiento del marco institucional de la adaptación en Chile.
	Preparación de métricas y mecanismos de medición de los planes sectoriales.
2021-2030	Crear las condiciones habilitantes para la implementación, cumplimiento y seguimiento de los compromisos de reducción de emisiones de GEI de Chile ante la CMNUCC, y que contribuya de forma consistente al desarrollo sustentable del país y a un crecimiento bajo en emisiones de Carbono.
	Contar con un Plan Nacional de Adaptación actualizado.
	Desarrollar un ejercicio de evaluación nacional al 2026, a través de indicadores de vulnerabilidad y metodologías para determinar el aumento de la capacidad adaptativa de las personas, las comunidades y los sistemas que serán impactados por el Cambio Climático.

Fuente: Elaborado en base a Gobierno de Chile (2015).

Ya desde el PANCC-I se contemplaron acciones de adaptación que fueron aplicadas en sectores como el silvoagropecuario, energía, infraestructura y pesca. Así también, en algunos recursos estratégicos, como los hídricos y su biodiversidad. Además, este Plan planteó medidas de adaptación en áreas específicas, como las zonas urbanas costeras.

Parte importante de las acciones desarrolladas en el marco de este plan se relacionaron con estudios específicos, los cuales constituyeron un insumo fundamental para la definición de acciones en los sectores más vulnerables al cambio climático.

Una de las metas establecidas en el PANCC-I consistió en elaborar un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, publicado³⁸ en 2014, y planes sectoriales. Los objetivos generales del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático son: 1) Establecer el marco conceptual para la adaptación en Chile, 2) Establecer el marco institucional bajo el cual operará el Plan Nacional de Adaptación y los planes sectoriales, 3) Establecer y actualizar los sectores que requieren planes de adaptación y establecer los criterios y lineamientos para su elaboración e implementación y 4) Definir las acciones transversales a los sectores, necesarias para la adaptación al cambio climático.

En el marco de estos objetivos, se establecen una serie de actividades transversales, referidas a investigación científica (estudios de vulnerabilidad), comunicación y educación ambiental, fortalecimiento institucional³⁹, manejo del riesgo de desastres; y actividades sectoriales, correspondientes a la elaboración e implementación de los planes sectoriales.

Entre 2013 y 2015 se aprobaron tres Planes Sectoriales de Adaptación al Cambio Climático: Sectores Silvoagropecuario, Biodiversidad, Pesca y Acuicultura y seis están programados hasta 2018 (Salud, Ciudades, Infraestructura, Energía, Turismo y Recursos Hídricos). La institución responsable de coordinar a nivel interministerial la elaboración e implementación de estos Planes es el MMA, a través del DCC.

A fines del año 2015 se presentó al CMS, un primer reporte parcial de actividades implementadas en el marco del Plan Nacional de Adaptación, hasta junio de 2015, y posteriormente se presentará el Primer Reporte Anual del Plan Nacional de Adaptación, que además incorpora resultados respecto de los planes sectoriales que se encuentran en implementación.

³⁸ Disponible en <http://portal.mma.gob.cl/cambio-climatico/>

³⁹ Por ejemplo, el Plan Nacional de Adaptación propuso modificaciones a la estructura institucional del cambio climático, incorporando el ETICC y los CORECC.



Huanacos Guanacos Parque Nacional Torres del Paine 2015 | VALERIA PIZARRO

4.5 Creación y Fomento de Capacidades, Educación y Sensibilización y Transferencia Tecnológica

La INDC presentada por el país en la COP 21 de 2015 incluye metas para los ejes “Construcción y fortalecimiento de capacidades” y “Desarrollo y transferencia tecnológica” (Tabla 5).

TABLA 05

METAS DE LOS EJES “CONSTRUCCIÓN Y FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES” Y “DESARROLLO Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA” PROPUESTAS EN LA INDC DE CHILE PARA EL ACUERDO CLIMÁTICO PARÍS 2015 (COP21).	
EJE	META
Construcción y fortalecimiento de capacidades	La elaboración de modelos de proyección que Chile puede compartir y difundir a nivel nacional e internacional, con esfuerzos tanto individuales como en conjunto con otros países disponibles.
	La realización de seminarios de manera conjunta con aquellos países dispuestos a prestar apoyo para entrenamientos y capacitaciones a naciones que lo requieran, en la preparación y comunicación de sus contribuciones nacionales tentativas, inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero, comunicaciones nacionales, informes bienales de actualización y acciones nacionales apropiadas de mitigación (NAMAs).
	La elaboración de instrumentos de fomento para la investigación y el desarrollo de capacidades a nivel nacional y sub-nacional, fortaleciendo la capacidad de respuesta de comunidades y gobiernos locales, de manera de robustecer la capacidad adaptativa nacional, a través del desarrollo institucional y el fortalecimiento de las capacidades de aquellos grupos y sectores del país que son más vulnerables a los impactos del cambio climático.
Desarrollo y transferencia tecnológica	Análisis de línea de base sobre gasto e inversiones en tecnología.
	Mapeo de necesidades y establecimiento de prioridades tecnológicas para cambio climático.
	Identificación de elementos sinérgicos a ser aprovechados en implementación tecnológica para adaptación y mitigación del cambio climático.

Fuente: Elaboración en base a Gobierno de Chile (2015).

El nuevo PANCC-II propone continuar profundizando el trabajo en materias relacionadas con “Creación y Fomento de Capacidades, Educación y Sensibilización”, a través de los nuevos ejes “Medios de implementación”, que posee 5 objetivos específicos, 11 líneas de acción y 26 medidas, y el eje “Gestión del Cambio Climático a nivel regional y comunal”, que contiene 3 objetivos específicos, 6 líneas de acción y 16 medidas.

Por su parte el Fondo de Protección Ambiental (FPA), cuenta con dos categorías que explicitan el cambio climático, una acotada (“Cambio Climático”) y una más amplia (“Cambio Climático y Descontaminación Ambiental”). Para el caso de la categoría “Cambio Climático”, se registraron proyectos en 2012 y 2014, duplicándose el número (de 3 a 6) y el monto otorgado (de \$60 a \$120 millones). La categoría “Cambio Climático y Descontaminación Ambiental” presenta variaciones interanuales entre 2009 y 2015, comenzando en 2009 con un máximo de 104 proyectos que sumaron \$596,2 millones (CLP), pasando por un mínimo de 51 proyectos que totalizaron \$233,8 millones en 2012, y remontando hasta los 82 proyectos que sumaron \$410 millones en 2015.

El MMA implementó el Programa de Barrios Sustentables y Cambio Climático y ha establecido alianzas relevantes para la creación de capacidad y asistencia técnica, con diversos actores, entre ellos la República Federal de Alemania, Comisión Europea, el Reino de España y el Banco Mundial.

Respecto a los glaciares, se elaboró un inventario⁴⁰, se instalaron más estaciones fluviométricas y meteorológicas y se realizó un estudio para evaluar el comportamiento de los glaciares en la zona centro y norte del país. El 2009, se generó la Estrategia Nacional de Glaciares⁴¹. Queda pendiente determinar la estructura interna de grandes masas de hielo y el volumen de agua congelada existente, a objeto de modelar y proyectar a futuro el retroceso de glaciares. La Unidad de Glaciología y Nieves de la Dirección General de Aguas corresponde al órgano técnico competente que lleva adelante las acciones de monitoreo y medición de estos recursos.

En materia de transferencia tecnológica, se han generado en el país iniciativas relacionadas con energía solar, medición de GEL y la generación de cultivos resistentes al cambio climático.

Se ha otorgado financiamiento estatal a investigaciones en vulnerabilidad, adaptación, mitigación y ciencia del clima. En ese sentido, por ejemplo, el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONDECYT) ha incrementado significativamente el financiamiento de proyecto en materias de cambio climático durante la última década.

4.6 Financiamiento y apoyo internacional

Chile permanentemente ha postulado a apoyo internacional en las áreas de recursos financieros, creación de capacidad y asistencia técnica, y transferencia de tecnologías, con el fin de implementar una ambiciosa cartera de proyectos y colaborar con el cumplimiento de los objetivos de la CMNUCC. Esto ha sido de forma complementaria a los fondos propios destinados a las acciones locales y a las acciones de cooperación bilateral y multilateral con países donantes.

El país ha recibido un total de USD 9.874.030⁴² entre 2011 y 2014. De este total, alrededor de un 40% corresponde a donaciones realizadas por un grupo de países u organizaciones reunidos para alguna iniciativa específica, un 31% a donaciones de carácter bilateral o países, 25% a fondos e instituciones multilaterales y 4% a instituciones financieras internacionales. Estos recursos financieros han sido ejecutados principalmente por los siguientes proyectos y programas: MAPS Chile, LECB-Chile, proyectos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial en Cambio Climático (GEF), Fondo Cooperativo del Carbono Forestal y PMR.

⁴⁰ Disponible en <http://aprchile.cl/pdfs/Inventario%20de%20glaciares.pdf>

⁴¹ Disponible en <http://documentos.dga.cl/GLA5194v1.pdf>

⁴² Excluyendo los aportes aprobados pero que aún no están disponibles, que ascienden a USD 37.368.269.



En cuanto a creación de capacidad y asistencia técnica, destacan los apoyos recibidos por la República Federal de Alemania, Comisión Europea, Reino de España, Banco Mundial, entre otros, además de otros apoyos específicos de donantes.

En la INDC presentada en la COP21 el país se comprometió a comunicar en 2018 una Estrategia Nacional Financiera frente al Cambio Climático de carácter transversal, que incluirá al menos los elementos siguientes:

- Análisis periódico del gasto público en Cambio Climático tanto directo como indirecto, actualizable todos los años a partir de 2020.
- Creación de una institucionalidad interna que permita gestionar y coordinar de manera óptima la relación con el Green Climate Fund (Fondo Verde para el Clima), la cual desde una perspectiva multisectorial estará a cargo de levantar y evaluar la cartera de proyectos financiables, entre otras funciones.
- Diseño de instrumentos financieros que pudiesen ser utilizados para fines como la adaptación y transferencias tecnológicas.

4.6.1 Proyecto de Gasto Climático

El Proyecto Gasto Climático busca cuantificar y analizar el gasto climático para desarrollar una política adecuada en materia de mitigación, adaptación, contribuir a instalar capacidades institucionales para su eventual continuidad y además contribuir a cumplir el compromiso del país asumido en la COP21 (Estrategia Nacional Financiera) y con la OCDE (reportar los “gastos y financiamiento relacionados con el medio ambiente”).

El proyecto se enmarca en la metodología “Climate Public Expenditure and Institutional Review” (CPEIR). Los objetivos específicos son: definir, consensuar y validar un concepto ad hoc de gasto climático, tanto en mitigación como adaptación; elaborar y pilotear un formulario (único) para ser completado por los profesionales a cargo del reporte presupuestario de cada servicio; generar sinergias con otras iniciativas de contabilización y análisis de gasto público (GPA y BIOFIN) y privado (GCPR/LECB); y elaborar propuestas concretas para avanzar en el proceso de institucionalización del reporte de gasto climático.

Este proyecto, iniciado en 2015, tiene una duración de dos años, es financiado con fondos del Programa LECB-Chile y liderado por el DCC del MMA, en colaboración con el Ministerio de Hacienda, y la participación de los ministerios de Energía, Agricultura, Interior, Economía y Minería.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRECHT, F AND SHAFFER, G., 2016. Regional Sea-Level Change along the Chilean Coast in the 21st Century. *Journal of Coastal Research*: Volume 32, Issue 6: pp. 1322 – 1332.

ALDUNCE, P. Y GONZÁLEZ, P., 2009. Desastres Asociados al Clima en la Agricultura y Medio Rural en Chile, Santiago de Chile. Disponible en: <http://www.dca.uchile.cl/Articulos/Libro%20Desastres%20Asociados.pdf>

BOISIER, J. P., R. RONDANELLI, R. D. GARREAU, AND F. MUÑOZ, 2016. Anthropogenic and natural contributions to the Southeast Pacific precipitation decline and recent megadrought in central Chile, *Geophys. Res. Lett.*, 43, doi:10.1002/2015GL067265.

CARRASCO, J.F., 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*, Vol. 54, 538-550.

CCG-UC. (2014). Reforma tributaria: Un avance hacia una economía más baja en carbono. Centro de Cambio Global UC, Santiago.

CENTRO DE CIENCIA DEL CLIMA Y LA RESILIENCIA (CR2), 2015. Informe a la Nación La megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro. Disponible en: <http://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2015/11/informe-megasequia-cr21.pdf>.

CENTRO MARIO MOLINA CHILE, 2011. INCENTIVES FOR FUEL ECONOMY AND MORE CLEAN VEHICLES IN CHILEAN CAR MARKET. Action Plan – Chile Case Study. Sponsored by GLOBAL FUEL ECONOMY INITIATIVE.

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL), 2012. La Economía del Cambio Climático en Chile. Síntesis. Santiago de Chile: CEPAL, Colección Documentos de Proyectos.

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL), 2010. Efectos del Cambio Climático en las costas de Chile. Preparado por Universidad de Valparaíso, Grupo de Ingeniería Civil Oceánica por encargo de Centro de Cambio Global UC para CEPAL. Santiago de Chile.

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL), 2011. Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: dinámicas, tendencias y variabilidad climática. Estudio elaborado por el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria. 263 pp. Disponible en: <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/2/45542/W.447.p>.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2001. Evaluación de la Vulnerabilidad y Adaptación en Zonas Costeras y Recursos Pesqueros.

Preparado por Universidad de Concepción, Centro de Ciencias ambientales EULA-Chile. Santiago de Chile: CONAMA.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2006. Estudio de la variabilidad climática en Chile para el siglo XXI. Preparado por Universidad de Chile, Departamento de Geofísica. Santiago de Chile: CONAMA.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2008a. Inventario nacional de gases de efecto invernadero. Preparado por POCH Ambiental y Deuman Consulting. Santiago de Chile: CONAMA.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2008b. Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012. Santiago de Chile.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2008c. Impactos productivos en el sector silvoagropecuario de Chile frente a escenarios de cambio climático. Análisis de vulnerabilidad del sector silvoagropecuario, recursos hídricos y edáficos de Chile frente a escenarios de cambio climático. Preparado por Universidad de Chile, Centro de Agricultura y Medio Ambiente. Santiago de Chile: CONAMA.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2010a. Análisis de vulnerabilidad de recursos hídricos frente a escenarios de cambio climático para las cuencas Cautín, Aconcagua, Teno e Illapel. Preparado por Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Civil. Santiago de Chile: CONAMA.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2010b. Complementos y actualización del inventario de gases de efecto invernadero (GEI) para Chile en los sectores de agricultura, uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura, y residuos antrópicos. Preparado por Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Santiago de Chile.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2010c. Desarrollo de una metodología local de cálculo de emisiones bunker para gases de efecto invernadero. Preparado por Sistemas Sustentables. Santiago de Chile: CONAMA.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2010d. Estudio de vulnerabilidad de la biodiversidad terrestre en la eco-región mediterránea, a nivel de ecosistemas y especies, y medidas de adaptación frente a escenarios de cambio climático. Preparado por Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB). Santiago de Chile.

COMITÉ CONSULTIVO DE ENERGÍA 2050, 2015. HOJA DE RUTA 2050: HACIA UNA ENERGÍA SUSTENTABLE E INCLUSIVA PARA CHILE. Septiembre 2015. Santiago, Chile. Disponible en: <http://www.energia2050.cl/uploads/libros/hojaderuta.pdf>



- COMITÉ NACIONAL ASESOR SOBRE CAMBIO GLOBAL, 2006. ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO. Santiago, enero de 2006.
- CONTRERAS, M., WINCKLER, P., MOLINA, M. (2012). Implicancias de la variación del nivel medio del mar por cambio climático en obras de ingeniería costera de Chile. *Anales del Instituto de Ingenieros*, 124(2), 54-66.
- DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA), 2007a. Estimaciones de Demanda de Agua y Proyecciones Futuras, Zona I Norte Regiones I a IV. Preparado por Ayala, Cabrera y Asociados Ltda. Ingenieros Consultores. Santiago de Chile: DGA, Ministerio de Obras Públicas.
- DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA), 2007b. Estimaciones de Demanda de Agua y Proyecciones Futuras, Zona II Regiones V a XII y Región Metropolitana. Preparado por Ayala, Cabrera y Asociados Ltda. Ingenieros Consultores. Santiago de Chile: DGA, Ministerio de Obras Públicas.
- DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA), 2009. Estrategia Nacional de Glaciares. Publicación DGA, S.I.T. N° 205, diciembre. Preparado por Centro de Estudios Científicos (CECS). Santiago de Chile: DGA, Ministerio de Obras Públicas.
- DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE (DMC), 2015. Boletín Agroclimático Mensual – Julio 2015. Disponible en línea: http://www.agroclima.cl/descargas/Boletin_agroclimatico_JULIO.2015.pdf
- ECOSECURITIES Y CENTRO DE CAMBIO GLOBAL-UC, 2010. Relación entre Agua, Energía y Cambio Climático: Estudio de alto nivel sobre el impacto económico del cambio climático en la industria minera de Argentina, Chile, Colombia y Perú.
- FALVEY, M. Y GARREAU, R., 2009. Regional cooling in a warming world: Recent temperature trends in the southeast Pacific and along the west coast of subtropical South America (1979–2006). *Journal Geophysical Research*, 114. doi:10.1029/2008JD010519.
- FONDO MONETARIO INTERNACIONAL (FMI), Data and Statistics. Disponible en línea: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2011/02/weodata/index.aspx>
- GOBIERNO DE CHILE, 2015. CONTRIBUCIÓN NACIONAL TENTATIVA DE CHILE (INDC) PARA EL ACUERDO CLIMÁTICO PARÍS 2015. Disponible en línea: <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/05/2015-INDC-web.pdf>
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA); CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN QUILAMAPU; UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN, FACULTAD DE AGRONOMÍA; Y CENTRO AGRIMED, 2009. Estudio sobre impacto, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en dos zonas agroclimáticas del sector silvoagropecuario de Chile. Chillán. Disponible en: <http://bibliotecadigital.innovacionagraria.cl/gsd/collect/iniciati/index/assoc/HASH0193.dir/EST-2008-0340%2526%2523095%253BIF.pdf>
- IPCC, 2014: 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 [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- KAS Ingeniería. (2013). Identificar los efectos en precio de la electricidad e impactos ambientales asociados a impuestos por emisión de contaminantes. Santiago: Preparado para Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD).
- MAGRIN, G.O., J.A. MARENGO, J.-P. BOULANGER, M.S. BUCKERIDGE, E. CASTELLANOS, G. POVEDA, F.R. SCARANO, AND S. VICUÑA, 2014: Central and South America. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1499-1566.
- MAPS Chile, 2014. Opciones de mitigación para enfrentar el cambio climático: resultados de Fase 2. Ministerio del Medio Ambiente; Santiago, Chile.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2010. El Cambio Climático en el Sector Silvoagropecuario de Chile. Santiago de Chile. Disponible en: <http://www.cgfmdl.cl/archivos/cambio-climatico/Cambio%20Climatico%20sector%20silvoagro%20Chile.pdf>.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2011a. Segunda Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Disponible en: <http://www.mma.gob.cl/1257/w3-article-50880.html>
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2011b. Co-beneficios de la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero. Preparado por GREENLAB UC-DICTUC. Santiago de Chile.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2011c. Medición y Mitigación de la Huella de Carbono en la Comisión Nacional del Medio Ambiente. Preparado por Pontificia Universidad Católica de Chile, Departamento de Economía Agraria; y GREEN SOLUTIONS. Santiago de Chile: MMA.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2014a. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Disponible en: <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/02/Plan-Nacional-Adaptacion-Cambio-Climatico-version-final.pdf>



MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2014b. Primer Informe Bial de Actualización de Chile Ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Disponible en: <http://portal.mma.gob.cl/primer-informe-bial-de-actualizacion-de-chile/>

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2016a.

Segunda Encuesta Nacional de Medio Ambiente. Resumen de resultados disponible en: <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/03/Segunda-Encuesta-Nacional-de-Medio-Ambiente.pdf>

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2016b.

Anteproyecto del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (2017-2022). Disponible en: <http://portal.mma.gob.cl/plan-de-accion-nacional-de-cambio-climatico-2017-2022-pancc-ii/>

NACIONES UNIDAS (ONU) Y BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID), 2007. Información para la Gestión de Riesgo de Desastres Estudio de Caso de Cinco Países: Chile.

Disponible en: http://www.eclac.org/publicaciones/xml/7/33657/Chile_completo_sin_forros_liviano.pdf

OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS (ODEPA),

2010. Estimación del impacto socioeconómico del cambio climático. Preparado por Pontificia Universidad Católica de Chile, Departamento de Economía Agraria. Santiago de Chile: ODEPA, Ministerio de Agricultura.

PANEL INTERGUBERNAMENTAL DE CAMBIO CLIMATICO

(IPCC), 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. En: Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor y H.L. Miller, eds. *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.

QUINTANA, J. AND ACEITUNO, P. 2012. Changes in the rainfall regime along the extratropical west coast of South America (Chile): 30-43°S. *Atmósfera* 25(3450):1-22.

SERVICIO HIDROGRÁFICO Y OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA DE CHILE (SHOA), 2002. GLOSARIO DE MAREA Y CORRIENTES. Disponible en: <http://www.shoa.cl/servicios/descargas/pdf/Pub3013.pdf>

SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; ALLEY, R.B.; BERNTSEN, T.; BINDOFF, N.L.; CHEN, Z.; CHIDTHAISONG, A.; GREGORY, J.M.; HEGERL, G.C.; HEIMANN, M.; HEWITSON, B.; HOSKINS, B.J.; JOOS, F.; JOUZEL, J.; KATTSOV, V.; LOHMANN, U.; MATSUNO, T.; MOLINA, M.; NICHOLLS, N.; OVERPECK, J.; RAGA, G.; RAMASWAMY, V.; REN, J.; RUSTICUCCI, M.; SOMERVILLE, R.; STOCKER, T.F.; WHETTON, P. R.; WOOD, A. AND WRATT, D. 2007. Technical Summary. In: SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K.B.; TIGNOR, M. AND MILLER, H.L., eds. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.

TRENBERTH, K.E. ; JONES, P.D.; AMBENJE, P.; BOJARIU, R.; EASTERLING, D.; KLEIN TANK, A.; PARKER, D.; RAHIMZADEH, F.; RENWICK, J.A.; RUSTICUCCI, M.; SODEN, B. AND ZHAI, P., 2007. Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K.B.; TIGNOR, M. AND MILLER, H.L., eds. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.

VICUÑA, S., GARREAUD, R. Y MCPHEE, J., 2010. Climate change impacts on the hydrology of a snowmelt driven basin in semiarid Chile. In: OPPENHEIMER, MICHAEL, ed. *Climatic Change Letters*.

Vuille, M., E. Franquist, R. Garreaud, W. S. Lavado Casimiro, and B. Cáceres (2015), Impact of the global warming hiatus on Andean temperature, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 120, doi:10.1002/2015JD023126.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI). Climate Analysis Indicator Tool. Disponible en línea: <http://cait.wri.org/login-main.php?log=7&postlogin=cait>

Piedras Rojas | MARÍA INÉS FUENTEVILLA





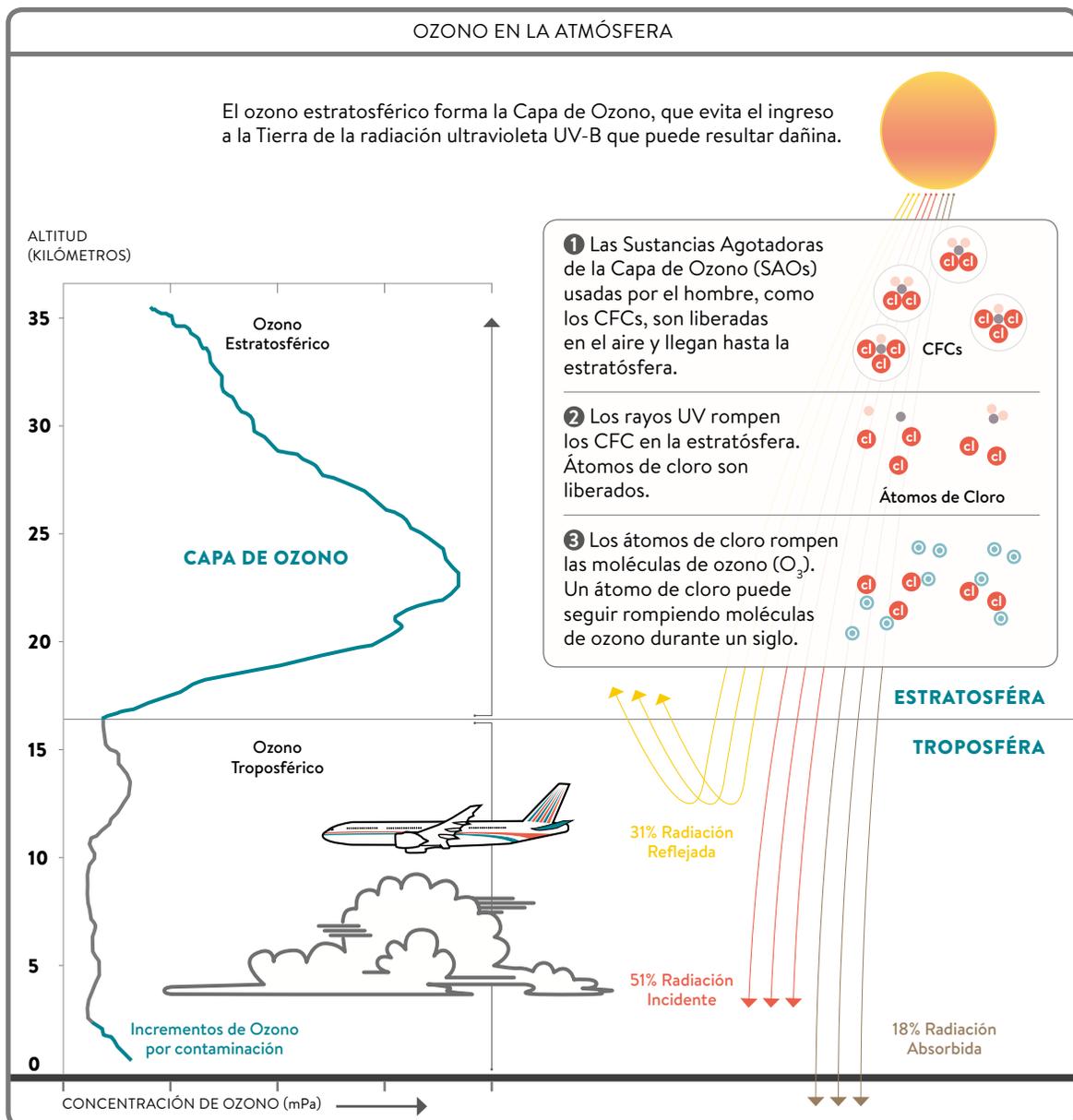
CAPA DE OZONO

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	228
1 • ANTECEDENTES	229
2 • ESTADO: AGUJERO DE OZONO ANTÁRTICO Y RADIACIÓN UV EN CHILE	231
3 • PRESIÓN: SUSTANCIAS AGOTADORAS DE LA CAPA DE OZONO	239
4 • RESPUESTA NACIONAL FRENTE AL AGOTAMIENTO DE LA CAPA DE OZONO	241
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	247

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, pueden generarse importantes problemas, tanto en seres humanos, como en 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 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.



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 permite la vida en el planeta. La radiación UV en pequeñas cantidades es esencial para la vida 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 los humanos y el medio ambiente. Provoca diversos daños a la piel e incluso cáncer de piel (melanoma y no melanoma), así como también afecciones a nivel ocular, como cataratas, y un efecto negativo sobre el sistema inmunológico. En el medio ambiente se retarda el crecimiento de las plantas, se afectan organismos unicelulares y se alteran los sistemas acuáticos.

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 del 90% del ozono¹, 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 la UVB y cuando esta capa se debilita la radiación UV aumenta, incrementándose los efectos dañinos mencionados.

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 éstas 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 aumentan los flujos de radiación solar en primavera, estos químicos se rompen y se liberan, generándose 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 un 1,5% de incremento de la radiación UV-B, que llega a la superficie terrestre (MINSAL, 2011).

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 smog fotoquímico.

01

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 a la 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 frecuente que los no-melanoma, pero la mayor causa de muerte de los cánceres de piel.

El cáncer por melanoma maligno

Según datos de la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) de la Organización Mundial de la Salud (OMS), a nivel mundial en 2012 la tasa de mortalidad por melanoma maligno fue de 0,9 por cada 100.000 habitantes en la población masculina y de 0,6 por cada 100.000 hab. en la población femenina (IARC, 2016).

La OMS también señala que una disminución del 10% en los niveles de ozono provoca 4.500 casos adicionales de cáncer de piel por melanoma maligno a nivel global (WHO, 2015).

Existen factores que aumentan el riesgo de cáncer a la 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, edad mayor, entre otros.

Fuente: MINSAL 2011 y American Cancer Society 2016.

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. Este índice 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 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.

ESPESOR DE LA CAPA DE OZONO

Por convención, se define el AOA (Agujero de Ozono Antártico), como la región en la cual la columna de ozono es igual o inferior a

220 UD
 (UNIDAD DOBSON)

02

TIPOS DE RADIACIÓN UV Y FACTORES QUE DETERMINAN LA INTENSIDAD

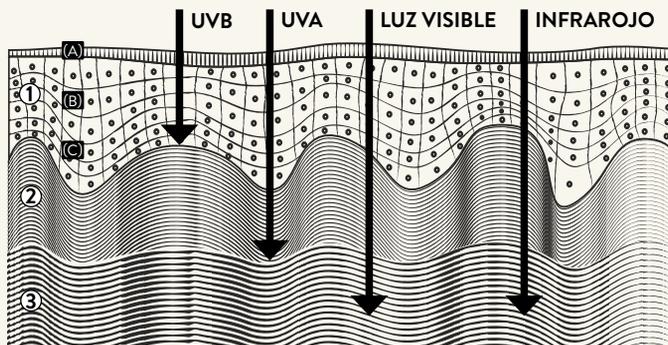
Existen tres tipos de radiación ultravioleta (UV), diferenciadas por su rango de longitud de onda: UVA, UVB y UVC. A menor longitud de onda, más dañina es la radiación UV, sin embargo, menor su capacidad de alcanzar la piel. La UVA es la de mayor longitud de onda (315-400 nanómetros (nm)), llega casi en su totalidad 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 (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.

La intensidad de la radiación UV depende de varios factores:

- ▶ **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 determina la cercanía del sol a la vertical del lugar. Esta combinación determina 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.
- ▶ **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 aumentando el ángulo que deben atravesar los rayos UV y por ende la intensidad de radiación va disminuyendo hacia esas latitudes.
- ▶ **Altitud:** la intensidad de la radiación aumenta con la altura, porque la atmósfera se hace más delgada.
- ▶ **Nubosidad:** las nubes reducen levemente la radiación UV (10% aproximadamente).

CAPAS DE LA PIEL

- ① **Epidermis** (A) CAPA CÓRNEA (B) CAPA SPINO-CELULAR (C) CAPA BASAL Y MELANOCITOS
- ② **Dermis**
- ③ **Tejido Subcutáneo**



Fuente: MINSAL 2011.

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.

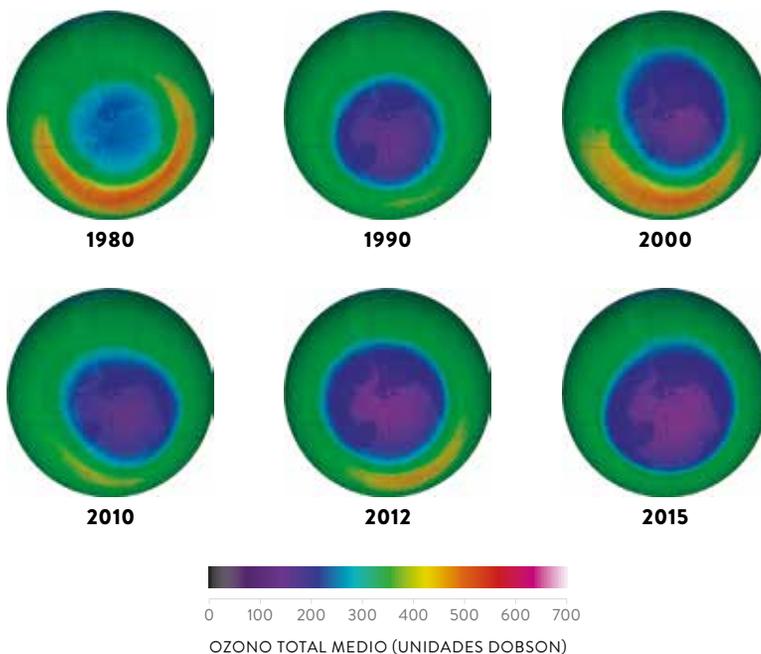
2 • ESTADO: AGUJERO DE OZONO ANTÁRTICO Y RADIACIÓN UV EN CHILE

La **Figura 1** muestra imágenes del agujero de ozono entre 1980 y 2015 presentadas por la NASA en la cual se grafica la columna total de ozono en código de colores. El color azul y morado indica una columna de ozono entre 0 y 200 UD, bajo 200UD se considera agujero en la capa de ozono. Los colores amarillos y los rojos son donde hay más ozono y por ende es más gruesa la capa de ozono. Se aprecia que un extremo del 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.

Al contrastar la figura para los años 1980 y 1990, se aprecia nítidamente la aparición del fenómeno del agujero en la capa de ozono. Entre 1990 y el 2010, se mantiene relativamente estable en cuanto a su magnitud, anotándose pequeños desplazamientos de la superficie del AOA en torno al polo sur. Si bien el agujero anota una reducción el año 2012, luego el año 2015 el problema recupera fuerza y se registra una mayor tamaño.

FIGURA 01

OZONO TOTAL OBSERVADO* promedio mensual de octubre de cada año, 1980-2015



Fuente: NASA, <http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov>

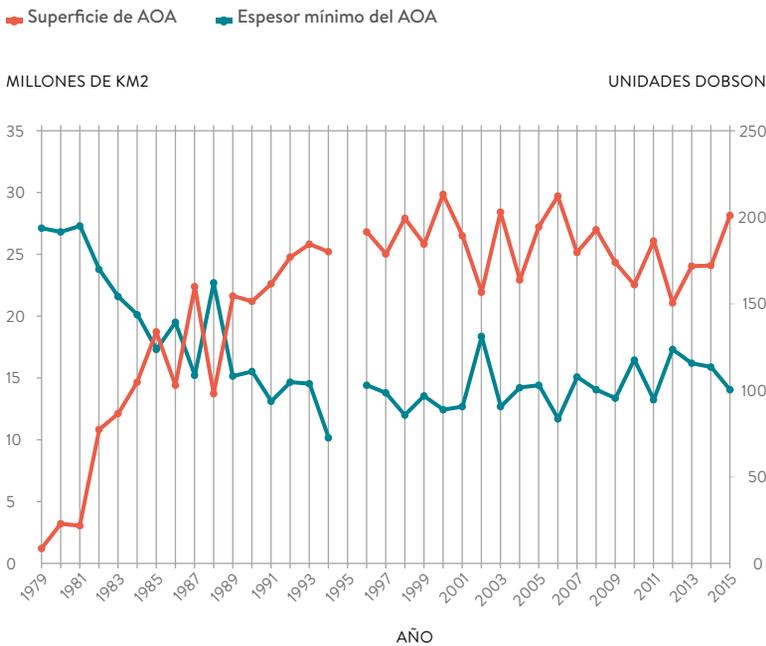
* Las imágenes representan el ozono total medio sobre el polo antártico, con intervalos de valores en Unidades Dobson en gradientes de color. Los colores morado y azul corresponden a donde hay menos ozono (capa de ozono más delgada) y los amarillos y rojos son donde hay más ozono (capa de ozono más gruesa).

La **Figura 2** muestra la evolución de las series de la superficie máxima y del espesor mínimo anual del AOA desde 1979 hasta 2015. Entre 1980 y 1993 se observan los cambios más dramáticos tanto de la superficie como del espesor. Las series muestran una tendencia a la estabilización, aunque anotando significativas variaciones interanuales. A partir de 2012, reaparecen los síntomas de un agravamiento del problema. Mientras la superficie máxima del AOA era de 1,1 millón de kilómetros cuadrados en 1979, al año 2015 alcanzó los 28,2 millones de km², el cuarto mayor registro de la serie. Por otro lado, el espesor de la columna total de ozono medido en la Antártica disminuyó a casi la mitad de los valores registrados a inicios de los años 80.

Estas conclusiones del análisis del AOA con datos de la NASA coinciden con las de mediciones en terreno realizadas por investigadores de la Universidad de Santiago de Chile en la campaña al Glaciar Unión de la Expedición Científica Antártica, del Instituto Antártico Chileno (INACH), realizada en noviembre y diciembre de 2015, la que mostró niveles mínimos récord históricos de la columna de ozono para el mes de diciembre de ese año.

FIGURA 02

SUPERFICIE MÁXIMA Y MÍNIMO ESPESOR* del Agujero de Ozono Antártico (AOA), 1979-2015



Fuente: NASA, Ozone Hole Watch.

* Ozono (UD) = Columna de Ozono medida en Unidades Dobson. Los valores mostrados corresponden al registro máximo anual de la superficie de AOA y al registro mínimo anual del espesor del AOA.

De acuerdo con datos históricos presentados por la Universidad de Magallanes, obtenidos desde instrumentos en satélite y medias latitudinales, en la **Tabla 1** se muestran medias de la columna de ozono para algunas ciudades de Chile y distintos períodos de tiempo. Se presenta la media de la serie 1978 a 1987, que corresponde a un período sin la influencia del AOA, la media de un período mayor, comprendido entre 1978 y 2010 y además el promedio de 2010. A su vez, se ha subdividido cada período de acuerdo a las estaciones del año, debido fundamentalmente a la variación estacional que muestra la capa de ozono, con valores mínimos durante el otoño-invierno y máximos en primavera-verano.

Los datos muestran que no existen grandes variaciones de la columna total de ozono en las ciudades seleccionadas, excepto para las dos localidades más australes, donde el AOA influye los valores de primavera y verano. Todos los valores presentados en el cuadro coinciden con las tendencias globales del informe del estado de la capa de ozono, publicado por el panel de expertos de la Organización Mundial de Meteorología (Scientific Assessment of Ozone Depletion, 2010). Además esta información confirma que en general el ozono total es menor en las regiones más cercanas al ecuador y mayor cerca de los polos.

En la **Tabla 2** se observa que el índice UV-B máximo en meses de verano en el período 2000-2014 se encuentra en niveles extremos en 14 de las 15 regiones del país.

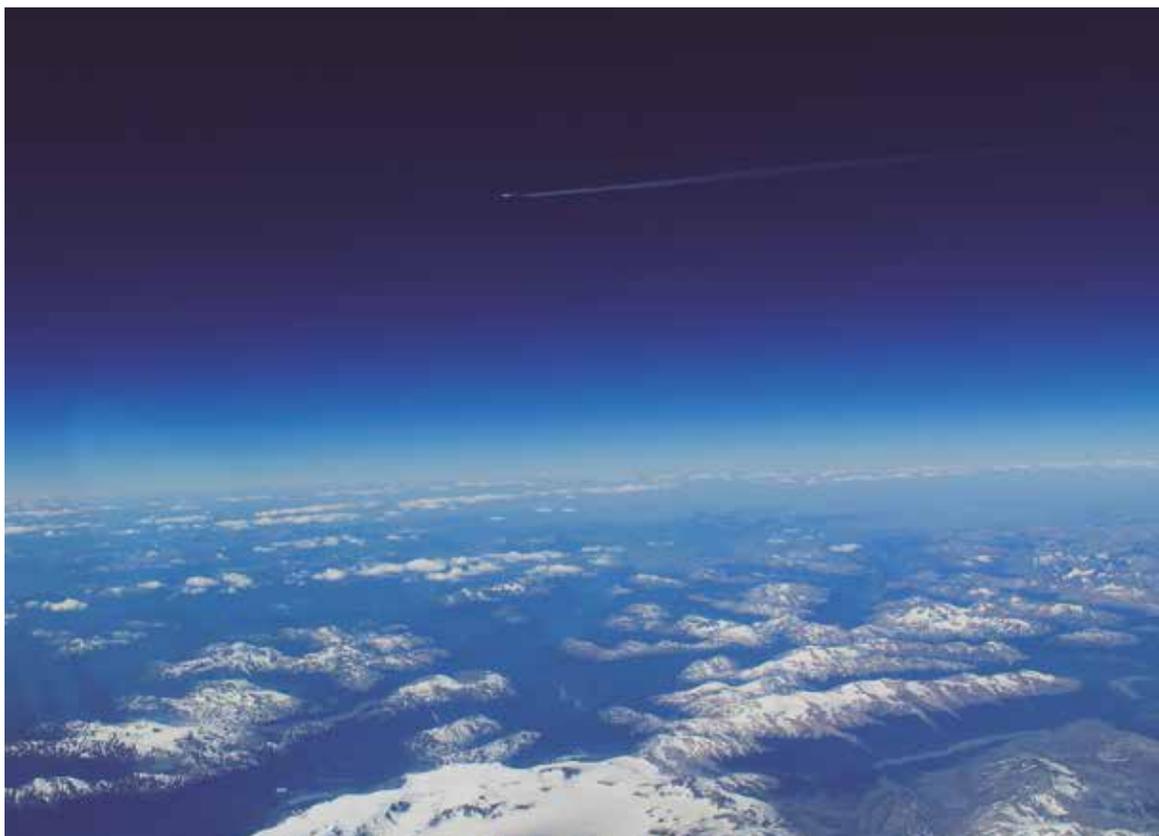


TABLA 01

MEDIAS DE COLUMNA DE OZONO (UNIDADES DOBSON) según estaciones del año y períodos, para ciudades seleccionadas de Chile.						
	VERANO (DIC-FEB)			OTOÑO (MAR-MAY)		
CIUDAD	1978-1987	1978-2010	2010	1978-1987	1978-2010	2010
Arica	263	262	263	257	255	255
Iquique	268	266	267	261	258	261
Copiapó	274	272	271	267	263	266
Valparaíso-Santiago	281	278	277	273	269	273
Concepción	288	284	283	280	275	278
Valdivia - Puerto Montt	296	290	289	287	280	282
Aysén	305	298	296	294	286	286
Punta Arenas	318	306	304	301	292	291
Base Frei - Antártica	323	311	307	305	297	295
	INVIERNO (JUN-AGO)			PRIMAVERA (SEP-NOV)		
CIUDAD	1978-1987	1978-2010	2010	1978-1987	1978-2010	2010
Arica	265	263	263	276	275	279
Iquique	276	273	274	288	286	286
Copiapó	292	287	287	302	299	297
Valparaíso-Santiago	309	303	302	317	313	310
Concepción	324	317	317	333	327	322
Valdivia - Puerto Montt	331	325	324	346	340	331
Aysén	334	327	326	357	349	338
Punta Arenas	331	322	291	365	353	342
Base Frei - Antártica	321	310	212	363	345	334

Fuente: Información proporcionada por la Univ. de Magallanes, en base a datos de la Dirección Meteorológica de Chile.



TABLA 02

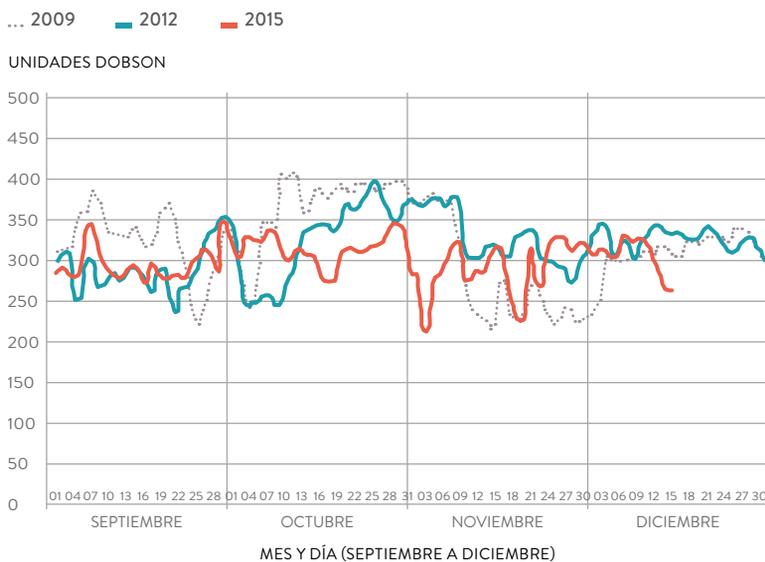
ÍNDICE UV-B MÁXIMO EN MESES DE VERANO EN LUGARES DE CHILE, 2000-2014																
		ÍNDICE UV MÁXIMO POR AÑO														
REGIÓN	ESTACIÓN	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Arica y Parinacota	Arica	-	-	-	-	-	-	13	14	16	14	14	13	14	15	12
Tarapacá	Iquique	15	16	12	12	13	13	13	12	11	11	11	13	13	-	-
Antofagasta	Antofagasta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	15	16	15
	San Pedro de Atacama	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	21	20	20
	María Elena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	17	-	-
Atacama	Caldera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	18	16
Coquimbo	La Serena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	16	15	13
Valparaíso	Valparaíso	-	-	11	13	14	12	13	14	14	12	14	13	16	16	13
	Isla de Pascua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	16	15	-
Metropolitana	Santiago	14	14	13	12	12	12	13	12	12	13	14	14	16	14	14
	Farellones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	18	-	-
O'Higgins	Rancagua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	15	14	13
Maule	Talca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	15	-	14
Biobío	Concepción	-	-	12	13	12	13	14	12	12	12	12	12	11	11	12
Araucanía	Temuco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	17	15	14
Los Ríos	Valdivia CECS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	15	14	14
Los Lagos	Puerto Montt	-	-	13	12	12	12	12	12	13	13	14	14	14	13	14
Aysén	Coyhaique	-	10	12	12	12	13	12	11	13	13	13	13	14	13	13
Magallanes y la Antártica Chilena	Punta Arenas	-	-	9	9	10	10	10	10	10	10	9	9	9	10	10
	Antártica - Eduardo Frei	-	6	6	-	-	7	7	7	8	8	8	7	7	6	7

Fuente: MMA en base a datos proporcionados por la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2015.

ÍNDICE UV-B	RIESGO DE EXPOSICIÓN	RECOMENDACIONES
11 o más	■ EXTREMO	Protección máxima, evitar radiación de medio día, usar ropa adecuada, estar a la sombra y usar filtro solar.
8 a 10	■ MUY ALTO	
6 a 7	■ ALTO	
3 a 5	■ MODERADO	Requiere protección; 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.

FIGURA 03

COLUMNA DE OZONO (UNIDADES DOBSON)
 en Punta Arenas, septiembre a diciembre de 2009, 2012 y 2015

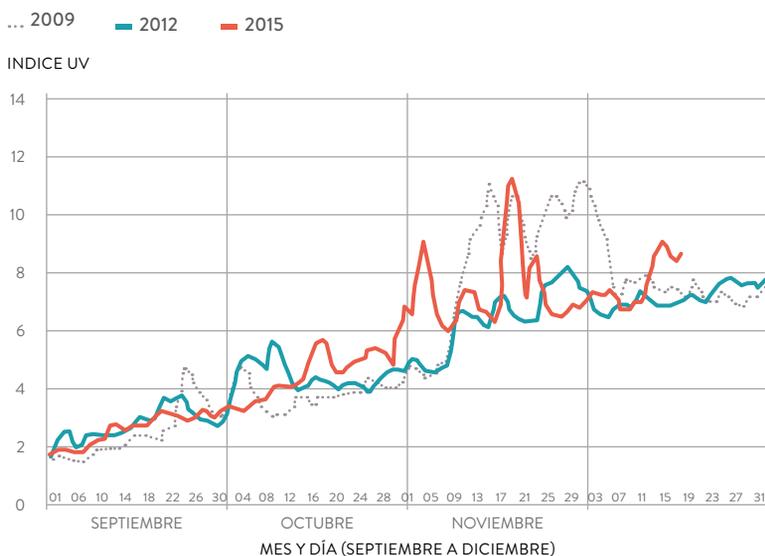


* Columna de Ozono (espesor de capa de ozono) en Unidades Dobson. Las series corresponden a la media móvil de 2 años para poder comparar las tendencias entre años con datos discontinuos.

Fuente: Tropospheric Emission Monitoring Internet Service (datos 17/12/2015).

FIGURA 04

RADIACIÓN ULTRAVIOLETA (ÍNDICE UV)
 observada en Punta Arenas, septiembre a diciembre de 2009, 2012 y 2015



* Las series corresponden a la media móvil de 2 años para poder comparar las tendencias entre años con datos discontinuos.

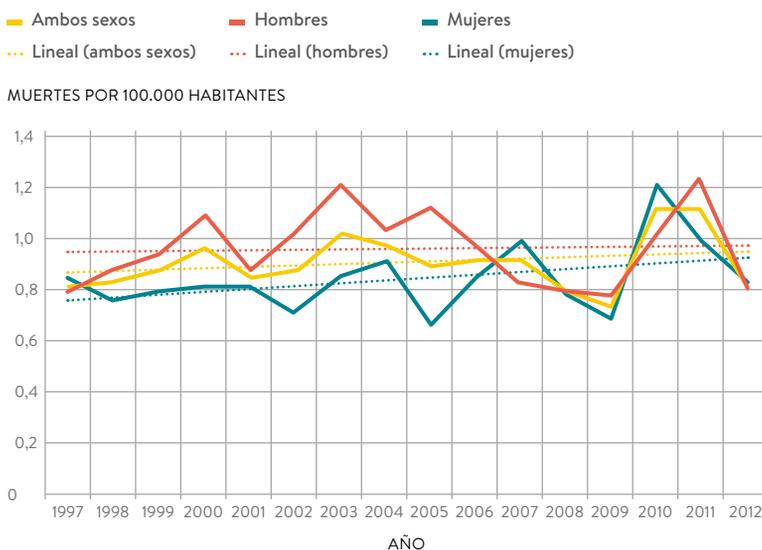
Fuente: Tropospheric Emission Monitoring Internet Service, (datos 17/12/2015).

La **Figura 3** muestra la evolución diaria de la columna total de ozono y la **Figura 4** el índice de radiación ultravioleta (IUV), ambas para la ciudad de Punta Arenas, entre los meses de septiembre a diciembre para 2009, 2012 y 2015. Para este año se aprecia que el AOA se posicionó durante varios días sobre esta zona del país, generando aumentos de radiación ultravioleta.

Expertos que trabajan en el proyecto trinacional “Desarrollo de un sistema de gestión social y ambiental de riesgos atmosféricos de Sudamérica (SABER-NET)”, liderado por la Agencia de Cooperación Internacional Japonesa (JICA), en la que participan investigadores de la Universidad de Magallanes y de Argentina, alertaron sobre un anormal adelgazamiento de la capa de ozono en el mes de noviembre de 2014. Observaron que el fenómeno ya no estaba circunscrito sólo a la Antártica, sino que en su proceso de rompimiento se había agrandado y desplazado hacia el norte, cubriendo casi la mitad del territorio de ambos países. Este proyecto comenzó en abril de 2013 y tiene una duración de 5 años.

FIGURA 05

TASA DE MORTALIDAD POR MELANOMAS MALIGNOS DE LA PIEL a nivel nacional, 1997-2012

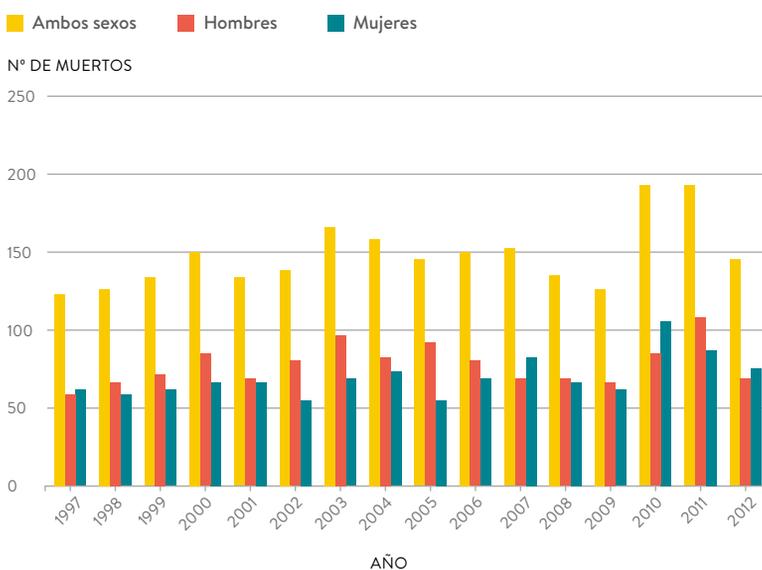


* Tasa anual de mortalidad observada (casos por cada 100.000 habitantes).

Fuente: MMA en base a datos del Ministerio de Salud, Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS), disponible en www.deis.cl (datos 1/02/2016).

FIGURA 06

MUERTOS POR MELANOMAS MALIGNOS DE LA PIEL a nivel nacional, 1997-2012



Fuente: MMA en base a datos del Ministerio de Salud, Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS), disponible en www.deis.cl (datos 1/02/2016).

La **Figura 5** muestra una leve tendencia al alza en la tasa de mortalidad por melanoma maligno de la piel a nivel nacional entre 1997 y 2012, alcanzando un 0,83 por cada 100.000 habitantes el último año. Se aprecia un crecimiento más rápido en el caso de las mujeres que en los hombres. En 2012 la tasa de mortalidad para los hombres fue de 0,81 y para las mujeres de 0,85.

En términos absolutos estas tasas de mortalidad por melanoma equivalen a 2.380 defunciones a nivel nacional acumuladas en el periodo 1997-2012, siendo de ese total un 52,7% hombres y un 47,4% mujeres. El año 2012 se registraron 145 muertes, siendo un 48,3% hombres y 51,7% mujeres (**Figura 6**).

EN EL PERIODO 1997 - 2012

2.380

Defunciones acumuladas a nivel nacional, causadas por melanomas malignos de la piel.

† 1997 ▶ 2012

145

Muertes durante 2012 por melanomas malignos de la piel.

† 2012

La **Tabla 3** muestra las tasas de mortalidad de cáncer por melanoma maligno de la piel en las regiones del país en el período 1997-2012. Se observa un comportamiento heterogéneo en las series de tiempo regionales, sin tendencias claras, pero evidenciando que en 8 regiones del país la tasa promedio del período 1997-2012 supera los 0,9 por cada 100.000 habitantes, siendo el promedio nacional de 0,83.

TABLA 03

TASA DE MORTALIDAD POR MELANOMA MALIGNO DE LA PIEL, POR REGIÓN, 1997-2012		
REGIÓN	SERIE (1997 - 2012)	PROMEDIO (1997 - 2012)
Arica y Parinacota		0,5
Tarapacá		0,5
Antofagasta		0,6
Atacama		0,8
Coquimbo		0,9
Valparaíso		1,1
Metropolitana		0,9
O'higgins		0,7
Maule		0,9
Biobío		1,0
Araucanía		1,0
Los Ríos		0,9
Los Lagos		1,0
Aysén		0,4
Magallanes y la Antártica Chilena		0,9

Fuente: MMA en base a datos del Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) del Ministerio de Salud, disponibles en www.deis.cl, (datos 1/02/2016).

3 • PRESIÓN: SUSTANCIAS AGOTADORAS DE LA CAPA DE OZONO

El problema de la capa de ozono se origina, fundamentalmente, por la liberación a la atmósfera de sustancias perjudiciales, debido a la producción industrial y al uso de sustancias que interrumpen el ciclo de formación y destrucción natural de ozono, lo que ha derivado en el debilitamiento de la capa de ozono, las llamadas Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAO). Si bien este problema es responsabilidad de todos los países del mundo, no afecta en forma proporcional a cada uno.

De acuerdo al Protocolo de Montreal³, las principales SAO corresponden a compuestos como los clorofluorocarbonos (CFC) e hidroclorofluorocarburos (HCFC), usados 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 nacional de SAO se estima como la suma de la producción más la importación menos la exportación nacional de productos que las contienen. En el caso de Chile, no existe producción de SAO y las exportaciones son poco significativas. Así, el cálculo del consumo nacional se hace en base a las estadísticas de importación de las SAO como sustancias puras y mezclas, que son controladas por el Servicio Nacional de Aduanas.

De acuerdo a éste ha tenido una disminución significativa (82%) entre 1989 y 2014, explicada 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 PAO; en cambio, en 2014 hubo consumo de solo dos de aquellas (bromuro de metilo y HCFC), sumando 236,4 toneladas PAO.

Entre 1989 y 2006 el consumo de SAO estuvo dominado por los CFC, su reducción se debe a la aplicación del Protocolo de Montreal. Por otra parte, el aumento de los HCFC se debe a que fueron sustituyendo a los CFC.

CONSUMO NACIONAL TOTAL DE SAO

Entre 1989 y 2014 ha disminuido
significativamente

▼ 82%

En 1989 se registraban consumos
de seis SAO (CFC, halones, bromuro
de metilo, metilcloroformo y
tetracloruro de carbono),
por un total de

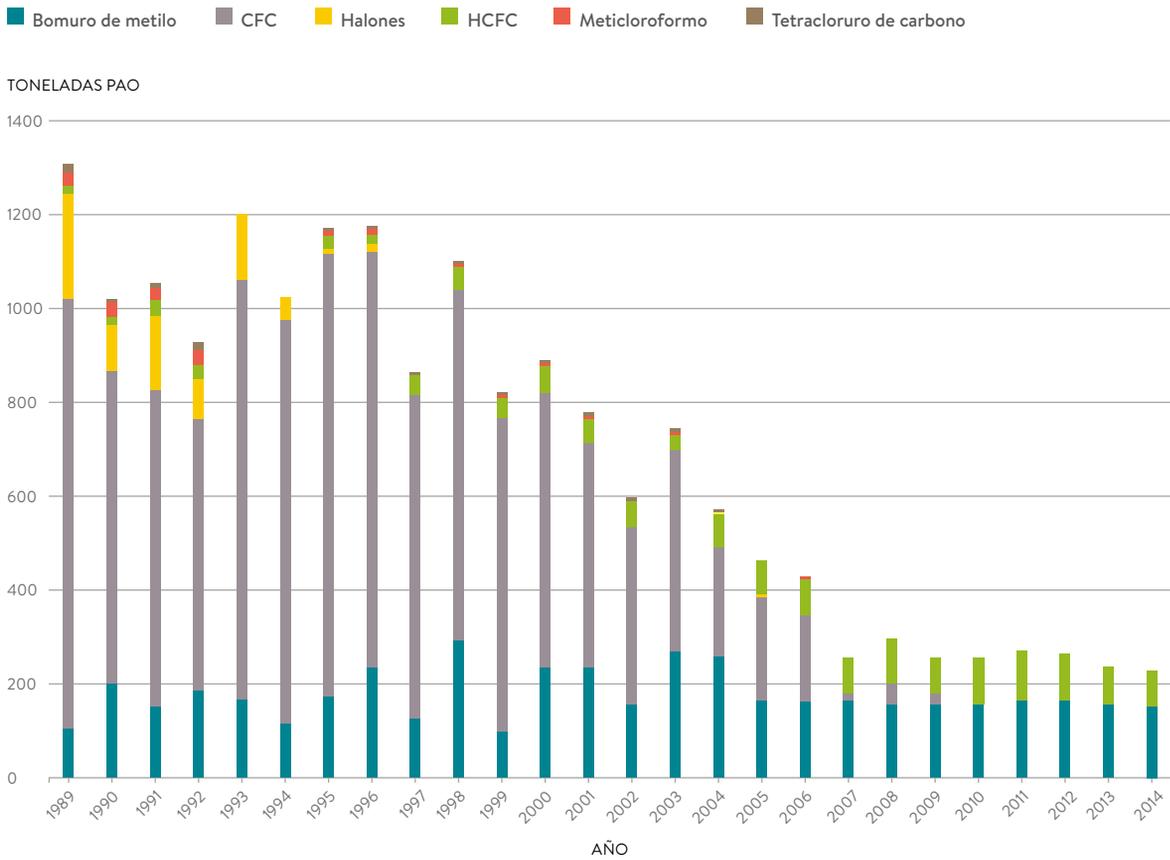
1.298,3
TONELADAS PAO

³ Tratado internacional relativo a sustancias que agotan el ozono, tiene por objetivo 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.



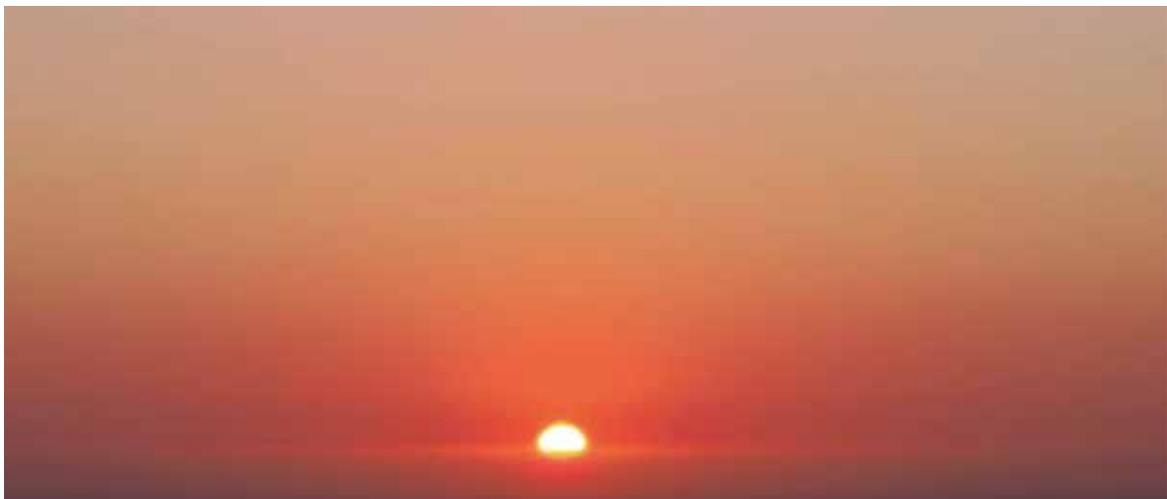
FIGURA 07

CONSUMO NACIONAL TOTAL DE SUSTANCIAS AGOTADORAS DE LA CAPA DE OZONO (toneladas PAO), 1989-2014.



* PAO = Potencial de agotamiento de la capa de ozono. Consumo nacional de SAO = importaciones de SAO.

Fuente: Elaboración propia en base a datos reportados por el Ministerio del Medio Ambiente a la Secretaría del Ozono.



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. En este marco se suscribió el Convenio de Viena, un acuerdo que promueve la investigación e intercambio de información para evaluar los impactos de las actividades humanas sobre la capa de ozono y los efectos de la alteración de ésta en la salud y el ambiente. Asimismo, pide adoptar medidas legislativas o administrativas para controlar, limitar, reducir o 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 disminuir el consumo de SAO⁴. Este protocolo establece calendarios para la reducción y eliminación de dichas sustancias. 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 70. En el caso del hemisferio sur, esto ocurrirá 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 de 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 2002⁵. La prohibición para la 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 08 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 aprecia un valor de consumo por sobre el límite estipulado para el año 2007. No obstante éste 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 SAO. 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 sólo un 2,5% del 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 del 10%, un 35% al 2020, un 67,5% al 2025 y del 97,5% al 2030, dejando el 2,5% hasta 2040.

En la **Figura 9** se muestra la participación de los distintos usos en el consumo nacional de HCFC para el año 2008, identificado en el Plan de Gestión para la Eliminación de HCFC de Chile.

CONVENIO DE VIENA

Chile ratificó el Convenio de Viena y el Protocolo de Montreal en 1990. Siendo norma vigente, el país tiene la obligación de cumplir con los calendarios de reducción y eliminación de SAO.

El Panel de Expertos del Protocolo estima que, si se cumplen con todas las obligaciones comprometidas por los países, **hacia el año 2050 la Capa de Ozono en el hemisferio norte recuperará sus niveles de los años 70. En el caso del hemisferio sur, esto ocurrirá hacia el año 2065.**

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.

⁵ D.S. 37/2007 y actual D.S. 75/2015, ambos Minsepres; y Ley 20096/2006.

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 las siglas en inglés de “HCFC Phase-out Management Plan”).

En este contexto, en diciembre de 2010, Chile presentó a la Secretaría del Fondo Multilateral (FML), por medio del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la solicitud de financiamiento de la Fase 1 de su Plan de Gestión para la Eliminación de HCFC (HPMP), el cual contiene en general 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 1, donde se trabajará en conjunto con PNUD y PNUMA como agencias implementadoras internacionales, para la ejecución de todas las líneas estratégicas, excepto la (2). Luego, en la Fase 2 (2016-2020), se incorpora a la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial ONUDI, como agencia implementadora internacional y se incluyen las actividades de la línea estratégica (2).

El plan nacional establece dos fases. La primera, entre los años 2011 y 2015, estableció actividades de reducción del consumo de HCFC en el sector de refrigeración, con apoyo en aspectos normativos y de difusión pública. Entre 2015 y 2020, se implementarán 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.

Programa país para la protección de la capa de ozono

El Programa Ozono se creó en Chile en la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) el año 1993, con el fin de asegurar el cumplimiento del Protocolo de Montreal en el país, actuando esa institución como punto focal de dicho acuerdo. Como parte de este programa, se elaboran y ejecutan proyectos de inversión o 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 (Environment Canada).

En materia normativa, el 23 de marzo de 2006 entró en vigencia la Ley N° 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 ultravioleta⁶. Además, Chile ha desarrollado otras regulaciones, decretos y resoluciones para contribuir a la disminución del consumo de las SAO, las que se detallan en el **Tabla 4**.

Asimismo, bajo la implementación del Programa País para la Protección de la Capa de Ozono, se han implementado diversos proyectos para reducir y eliminar el uso de las SAO (**Tabla 5**). En forma complementaria, se han desarrollado proyectos 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**).

⁶ La Ley Ozono (N°20.096/2006), en su Título III, sobre medidas de difusión, prevención y protección de la población, se establece (Art. 18) la obligación de que los informes meteorológicos incluyan antecedentes sobre la radiación UV y sus fracciones, y de los riesgos asociados. Asimismo, se establece (Art. 21) 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. Finalmente, para el caso de las playas, balnearios y piscinas, los carteles, avisos o anuncios pertinentes, deberán incluir la advertencia “La exposición prolongada a la radiación solar ultravioleta puede producir daños a la salud”



De manera paralela se desarrollan iniciativas para monitorear la capa de ozono. Es así como, desde 1991, el Laboratorio de Ozono y Radiación UV de la Universidad de Magallanes desarrolla investigaciones sobre los niveles de ozono en la estratósfera de Magallanes y la Antártica Chilena. Precisamente, el “Proyecto de fortalecimiento de la capacidad de medición de la capa de ozono y la radiación UV en la Patagonia Austral y su proyección hacia la comunidad”, y el que es su continuación (2013-2018), “Proyecto Desarrollo del Sistema de Gestión de Riesgos Medioambientales Atmosféricos en Sudamérica (Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development SATREPS)”, son los más relevantes, donde el Ministerio del Medio Ambiente actúa como contraparte del gobierno.

TABLA 04

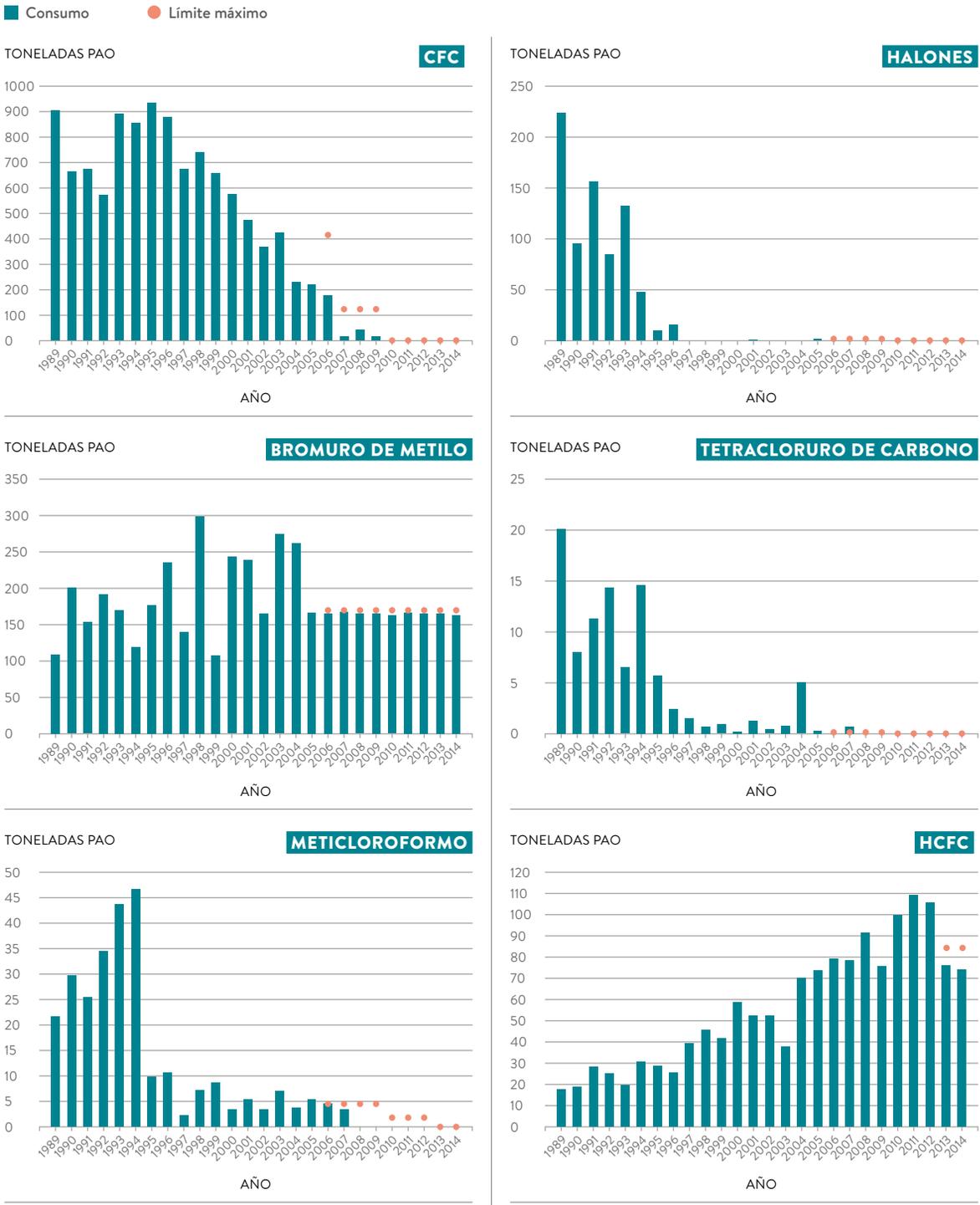
NORMAS APLICABLES A LAS SAO		
NOMBRE	AÑO	DESCRIPCIÓN
Ley N° 20.096/2006, MINSEGPRES	2006	Conocida como la “Ley Ozono”, establece los mecanismos de control de SAO.
D.S. N° 75/2012 que deroga el D.S. N°37/2007 (MINSEGPRES)	2012	Establece volúmenes máximos de importación*.
Res. N° 3577/2005 Servicio Agrícola y Ganadero	2006	Establece obligación de declarar usos de bromuro de metilo.
Res. Ex. N° 5630, 5638/2007 Res. Ex N° 10109/2012 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.
Res. N° 1059, 2010 Instituto de Salud Pública, Ministerio de Salud	2010	Establece rotulado de inhaladores de dosis medida con CFC.
Res. N° 183/2012 Res. N° 02/2013 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.

Fuente: Elaboración propia.

*Mecanismo de distribución de volúmenes máximos de importación: 80% entre importadores históricos; 18% entre importadores nuevos; 2% a criterio del Director de Aduanas.

FIGURA 08

CONSUMO NACIONAL DE SAO Y LÍMITES MÁXIMOS DE IMPORTACIONES permitidas por el Protocolo de Montreal, 1989-2014



Fuente: Elaboración propia en base a datos reportados por el Ministerio del Medio Ambiente a la Secretaría del Ozono.



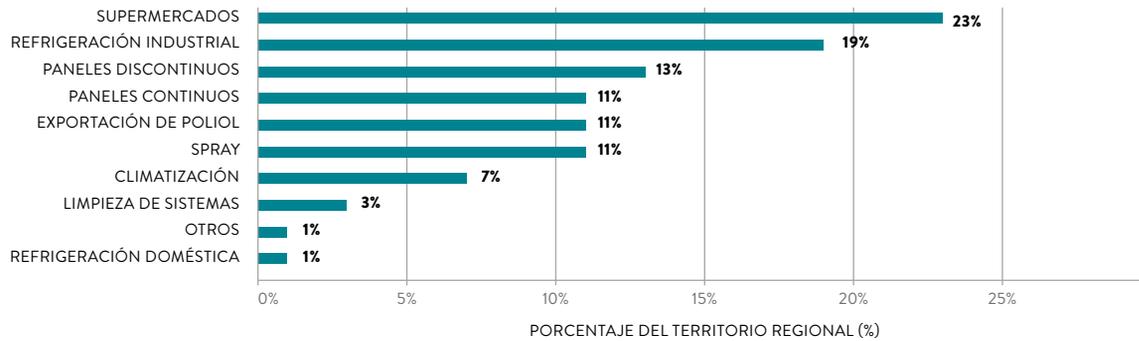
TABLA 05

PROYECTOS EJECUTADOS DESDE 2004 A LA FECHA POR AGENCIA IMPLEMENTADORA INTERNACIONAL		
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 (N° 3) y monitoreo (N° 5).	2007 - 2015
	Fase I del Plan de Gestión para la Eliminación de HCFC Componentes de Refrigeración (N° 3) y Monitoreo (N° 5).	2009 - 2010
Preparación de Fase II del Plan de Gestión para la Eliminación de HCFC (HPMP-II) – Estrategia general y componentes de espumas (N°2) y monitoreo (N° 5).	2011 - 2016	
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) Componentes normativo (N° 1) y de sensibilización (N° 4).	2003 - 2010
	Fase I del Plan de Gestión para la Eliminación de HCFC Componentes normativo (N° 1) y de sensibilización (N° 4).	2009 - 2010
	Preparación de Fase II del Plan de Gestión para la Eliminación de HCFC (HPMP-II) Componentes normativo (N° 1) y de sensibilización (N° 4)	2011 - 2016
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 (N° 3).	2010 - 2014
	Encuesta nacional sobre alternativas a las SAO.	2015 - 2016

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 09

CONSUMO NACIONAL (%) DE HCFC SEGÚN TIPO DE USO, 2008



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Unidad de Ozono del MMA.

TABLA 06

PROYECTOS EJECUTADOS DESDE 2013 A LA FECHA POR AGENCIA IMPLEMENTADORA INTERNACIONAL		
AGENCIA	PROYECTO	AÑO
PNUD	Encuesta sobre usos de HFC en Chile	2013
	Implementación de tecnología de CO2 transcrito en un supermercado en Chile	2014 - 2016
ONUDI	Preparación de proyecto para eliminar las SAO en el sector agroindustrial	2014 - 2016

Fuente: Elaboración propia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABARCA, J.F. Y CASICCIA, C., diciembre 2002. *Skin cancer and ultraviolet-B radiation under the Antarctic ozone hole: southern Chile, 1987-2000*. *Photodermatology, photoimmunology & photomedicine*, 18(6): 294-302.

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>

Casiccia, C., 2010. *Influence of the Antarctic Ozone Hole on the American South Cone 1992-2009*. Foz do Iguaçu, Brasil, 8-13 Aug.

Casiccia, C., 2008. Report of the ozone research in Chile. En: *Proceeding of the VII Meeting of the Ozone Research Managers of the Parties to the Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer, 19-21 may 2008, Geneve, Switzerland: WMO Global Ozone Research and Monitoring Project – Report n° 51*.

Casiccia, C., 2010. The ozone layer is recovering in mid-latitudes. In: *EGU General Assembly 2010, 2-7 May 2010, Vienna*.

Casiccia, C., Kirchhoff, V.W.J.H. Y Torres, A. C., 2003. *Simultaneous measurements of ozone and ultraviolet radiation: spring 2000, Punta Arenas, Chile*. En: *J. Atmos. Env.* 37(3):383-389.

Casiccia, C., Zamorano, F. Y Hernández, A., 2008. *Erythmal irradiance at the Magellan's region and Antarctic Ozone Hole 1999-2005*. *Atmósfera*, Vol. 21(1), 1-11.

Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC). (2016). *GLOBOCAN 2012: Estimated Cancer Incidence, Mortality and Prevalence Worldwide in 2012*. Disponible en: <http://globocan.iarc.fr/Default.aspx>

Kirchhoff, V.W.J.H., Casiccia, C., Zamorano, F. 20 de abril de 1997. The Ozone Hole over Punta Arenas, Chile. En: *J. Geophys. Res.*, vol 102, no D7:8945-8953.

Kirchhoff, V.W.J.H., Zamorano, F., Casiccia, C. 1997. *UV-B Enhancements at Punta Arenas, Chile*. *J.Photochem. Photobiol. B*, vol. 38: 174-177.

Ministerio de Salud de Chile (MINSAL), (2011). *Guía Técnica de Radiación Ultravioleta de Origen Solar*.

MUNAKATA, N.; SCHUCK, N.; CASICCIA, C., 2006. *Biological Monitoring of Solar UV Radiation at 17 Sites in Asia, Europe and South America from 1999 to 2004*. *J.Photochem. Photobiol. B*, doi: 10.1562/2005-07-07-RA-602, Vol 81, No.6.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2010. *Guía educativa Ozono: educación básica*.

Ronald van der A, Bas Mijling. KNMI/TEMIS, 2010. *Ozone and UV forecast, Daily updated pictures and data, Ozone, Antarctic ozone hole at 10 Oct 2010*. Disponible en: http://www.temis.nl/protocols/o3hole/o3_archive.php?date=20101010

Organización Mundial de la Salud (OMS), (2015). *Ultraviolet radiation and the INTERSUN Programme, Skin cancers, How common is skin cancer?*. Disponible en: <http://www.who.int/uv/faq/skincancer/en/index1.html>



Congestión | KARINA BAHAMONDE

ACCIDENTE
MANTENGA
DISTANCIA

24 - 24
AVANCE A AVANCE



RUIDO AMBIENTAL

CONTENIDO	
INTRODUCCIÓN	250
1 • ANTECEDENTES	250
2 • LAS FUENTES DE RUIDO AMBIENTAL	250
3 • LOS EFECTOS DEL RUIDO	252
4 • CRITERIOS INTERNACIONALES	254
5 • EL RUIDO EN CHILE	255
5.1 Mapas de Ruido de Ciudades	256
6 • ESTRATEGIA PARA LA GESTIÓN PARA EL CONTROL DEL RUIDO AMBIENTAL DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE	263
6.1 Regulaciones	264
7 • PRÓXIMAS LÍNEAS DE TRABAJO - PLANES DE ACCIÓN	266
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	267

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.

En Chile, de acuerdo a la Segunda Encuesta Nacional de Medio Ambiente (2016), que realiza el Ministerio del Medio Ambiente, el ruido es considerado como uno de los cuatro principales problemas ambientales que afectan a las personas.

En este capítulo se presenta el diagnóstico y las acciones que se desarrollan para prevenir y abordar el problema del ruido.

1 • ANTECEDENTES

El ruido es definido como cualquier sonido calificado como molesto, desagradable o inoportuno, por quien lo percibe. Por lo tanto, depende de la percepción del sujeto expuesto, así como del tiempo de exposición. En este sentido, es posible que lo que es calificado por algunos como un ruido, para otros puede ser un sonido fuerte, normal en su entorno sonoro. Pese a ello, existen niveles sonoros que provocan problemas que, según el nivel, van desde trastornos del sueño o problemas de concentración, hasta daños a la salud. Por este motivo, organismos internacionales han establecido estándares o umbrales aceptables para la exposición diaria y nocturna de las personas.

A diferencia de los sonidos, que pueden ser generados por la naturaleza, el ruido es una consecuencia directa de cualquier actividad humana y tiene importantes efectos sobre la salud de las personas, que sobrepasan a aquellos vinculados estrictamente a la audición. Si bien el ruido dependerá del ambiente en el que se encuentre el sujeto que lo percibe, los entornos acústicos más agresivos se producen en las zonas urbanas, especialmente en las grandes ciudades.

2 • LAS FUENTES DE RUIDO AMBIENTAL

En las zonas urbanas las principales fuentes de ruido están relacionadas con los medios de transporte, destacando ampliamente el tránsito rodado, reconocido internacionalmente como el responsable de más del 70% del ruido ambiental de una ciudad.

Esta situación está motivada no sólo por el aumento vertiginoso que ha experimentado el parque automotriz en los últimos años, sino también por el hecho de que, en general, las ciudades por las que circulan esos vehículos no han sido concebidas para soportarlos. El nivel básico de las emisiones de ruido del flujo vehicular viene determinado por el ruido de los motores y los tubos de escape. Otra fuente de ruido de los vehículos corresponde al originado por el contacto de los neumáticos con el pavimento, el que aumenta con la velocidad. Para los vehículos ligeros los neumáticos y las superficies son las fuentes principales de ruido a velocidades superiores a los 60 km/h.

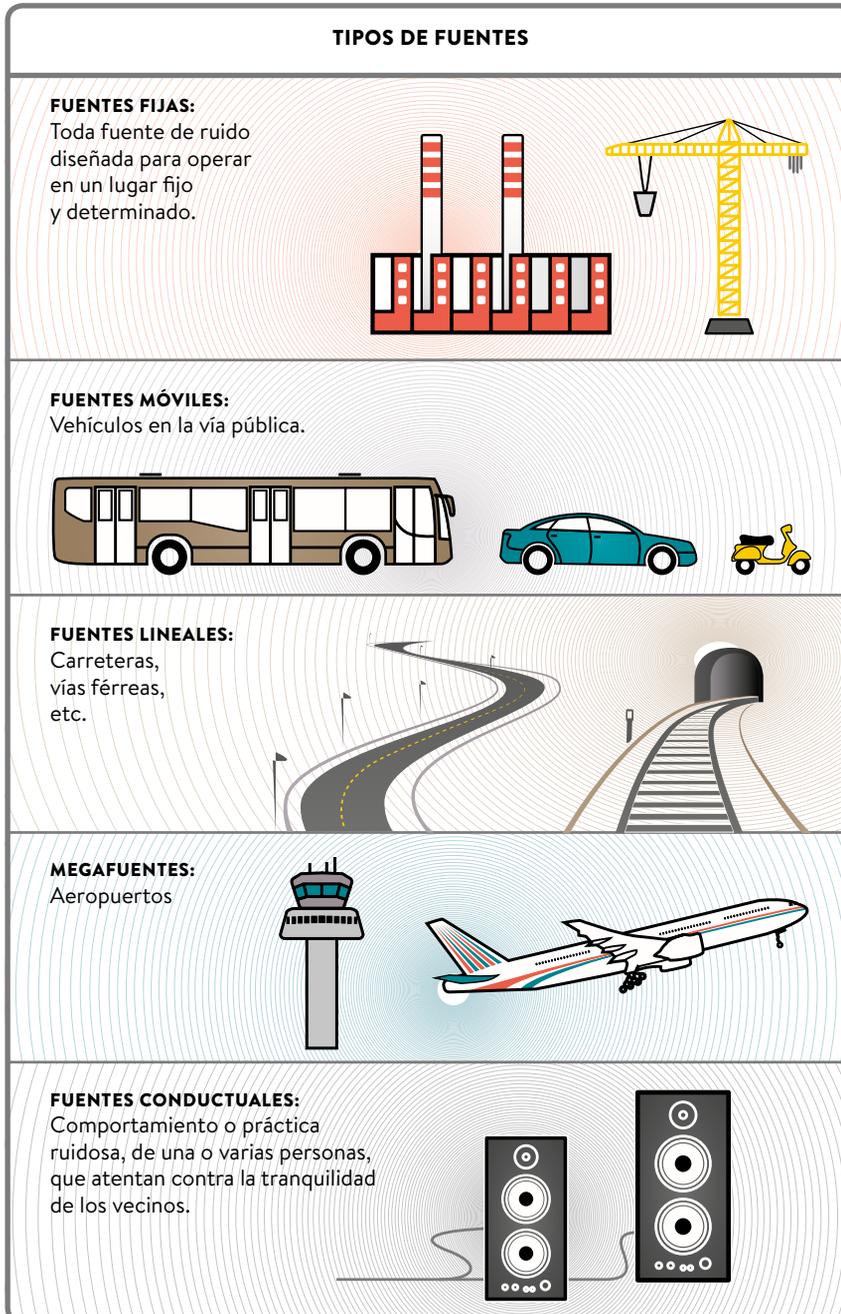
Al ruido de tránsito vehicular, se deben agregar los ruidos generados desde instalaciones industriales, talleres u obras de construcción, denominadas comúnmente “fuentes fijas”, que generalmente presentan un impacto localizado en el entorno próximo al lugar donde se encuentran emplazados. Del mismo modo, se deben agregar los producidos por los ferrocarriles y los aviones que generan altos niveles de ruido, pero durante un corto periodo de tiempo. Sin embargo, el caso de los aeropuertos reviste un



caso especial, debido a que por su continua actividad y el impacto que generan, suelen ser considerados “megafuentes” de ruido.

No sólo el transporte y las instalaciones industriales son en la actualidad los causantes de la situación acústica existente en las ciudades, pues la propia actividad humana es una fuente que contribuye a elevar los niveles de ruido, especialmente a nivel local.

FIGURA 01



3 • LOS EFECTOS DEL RUIDO

La hipoacusia fue uno de los primeros efectos comprobados del ruido, especialmente de carácter industrial. Sin embargo, actualmente existen muchas investigaciones que han arrojado evidencias respecto a los efectos del ruido ambiental en otros sistemas del organismo humano, que generan problemas a nivel cardiovascular, estrés o trastornos del sueño, entre otros.

Investigaciones realizadas utilizando el índice para medir los años de vida ajustados por la discapacidad (DALYs, por sus siglas en inglés)¹, muestran el impacto del ruido en la salud de las personas. “El grupo de trabajo de “The Environmental Burden of Disease” estimó los disability adjusted life years (DALYs) en seis países europeos, producto de estresores ambientales, en los que se incluyó el ruido del transporte (Hänninen et al., 2011).” Como resultado de estas investigaciones, se identificó al ruido como uno de los tres estresores con mayor impacto, siendo los trastornos del sueño el principal problema, dado que éste causa enfermedades cardiovasculares (Fuentes et al. 2015).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha estimado que en Europa, cada año, por causa del ruido de tránsito se pierden al menos 1 millón de años de vida saludable, incluyendo 61.000 años por enfermedades cardíacas, 45.000 por pérdidas cognitivas de niños, 903.000 por alteración del sueño, 22.000 por tinnitus (zumbidos en el oído) y 654.000 por molestia. Estos datos deben orientar las medidas de control de ruido generado por el tránsito vehicular (UACH, 2015).

El 27 de febrero de 2015, la OMS advirtió que 1.100 millones de adolescentes y jóvenes corren el riesgo de sufrir pérdida de audición, tanto por el uso de aparatos personales, como por ruido externo.

CONVENIO DE VIENA

La Organización Mundial de la Salud (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**.

De acuerdo a investigaciones, el ruido es uno de los tres estresores con mayores impactos en la salud, siendo los trastornos del sueño el principal problema, dado que este causa enfermedades cardiovasculares.

01

RUIDO Y ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES

De acuerdo con la “Teoría general del estrés”, el ruido afecta al sistema nervioso autónomo y endocrino, alterando la homeostasis (Henry, 1992; McEwen, 1998a; McEwen, 1998b). Los cambios persistentes debido a desregulación y alteración de funciones metabólicas, promueven a largo plazo, el desarrollo de enfermedades crónicas como aterosclerosis, hipertensión e isquémicas del corazón. El ruido genera reacciones de estrés, excitando el sistema simpático y endocrino. Estas reacciones se producirían incluso a niveles moderados de ruido, principalmente cuando el ruido interfiere con actividades como aprendizaje, concentración y atención (Babisch, 2011, en Fuentes et al., 2015).

¹ Los DALYs combinan los años potenciales de vida perdidos (APVP) más los años vividos con discapacidad (AVD) dentro del proceso salud enfermedad. (Revista Médica de Chile, disponible en <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872010001000005> información consultada en diciembre de 2015).



4 • CRITERIOS INTERNACIONALES

A nivel internacional, tanto la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE²) como la Comunidad Europea, recomiendan valores aceptables de ruido ambiental. Ambos organismos plantean una diferenciación para los períodos diurnos y nocturnos, en base a parámetros estándar de ruido, que permiten representar un promedio energético del ruido para cada uno de los períodos señalados. Tales valores, representan estándares referenciales que permiten generar un indicador ambiental común, el que permite medir los avances en materia de gestión en control de ruido ambiental en los países miembros.

La OMS publicó un estudio referente al ruido nocturno y sus efectos en la salud, Night Noise Guidelines, NNG, for Europe (2009), donde señala que para la prevención primaria de efectos subclínicos adversos en la salud de la población, relacionados con el ruido nocturno, se recomienda que no debe estar expuesta a niveles de ruido superior a 40 dBA de Lnight, outside, durante dicho período, específicamente cuando la mayoría de la gente se encuentra durmiendo. Este valor puede ser considerado como un valor límite para proteger a la población de los efectos adversos del ruido nocturno sobre la salud, especialmente a los grupos más vulnerables como niños, enfermos crónicos y ancianos. No obstante, señala que para sectores en los que no es factible cumplir con esta meta, en el corto plazo, podrían considerarse niveles mayores, pero solo temporalmente y con un máximo de 55 dBA.

Por su parte, la OCDE establece recomendaciones a sus países miembros, respecto a políticas de control de ruido, tales como:

- ▶ **Reforzar regulaciones existentes**, especialmente las relacionadas con fuentes móviles y aeronaves.
- ▶ **Promover la fabricación de productos más silenciosos**, etiquetado de productos, incentivos económicos y acciones informativas.
- ▶ **Establecer mecanismos de financiamiento**; proteger a la población más expuesta, por medio del manejo del transporte, instalación de barreras acústicas, aislamiento de edificios.
- ▶ **Prevención** de nuevas situaciones ruidosas a través del ordenamiento territorial, especialmente en áreas urbanas.

RECOMENDACIONES OCDE-UE

Período Diurno



Período nocturno



² Chile es país miembro de la OCDE desde el año 2009.



Puente Costanera, Santiago | KARINA BAHAMONDE

5 • EL RUIDO EN CHILE

La presencia de niveles excesivos de ruido en las ciudades es un problema que afecta cada vez en forma más importante a los habitantes de nuestro país. Este no sólo se circunscribe a los problemas de tránsito en las zonas urbanas, sino que también se extiende a otras áreas como proyectos en la explotación minera, puertos, aeropuertos, etc. Si bien en la mayoría de los casos, los ruidos ambientales a los que están expuestas las personas en las ciudades no son de características tan graves en el corto plazo, sí lo pueden ser en el largo plazo.

Antes de la dictación de la Ley 19.300 sobre Bases para el Medio Ambiente, en el año 1994, en Chile existían algunas iniciativas puntuales en materia de control del ruido y una gran dispersión respecto a la reglamentación, la cual históricamente se fue desarrollando de manera reactiva ante problemas específicos. Además, varios municipios contaban con ordenanzas generales sobre el tema, acordes con su realidad local.

A partir de la Ley 19.300, la gestión del control del ruido se estableció de forma integral y se definió abordarlo en forma multisectorial. Además de definir el ruido como un contaminante, esta ley estableció instrumentos de gestión ambiental, entre los cuales se encuentran las normas ambientales y el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), pilares fundamentales para la gestión de este contaminante.

Desde un comienzo el trabajo tuvo especial énfasis en la coordinación con otros sectores, fundamentalmente con el sector Salud y Transportes, así como también en la elaboración de directrices para la dictación de normas ambientales. La gestión inicial se enfocó en la revisión de la regulación existente y en establecer requisitos mínimos para los proyectos que se someterían al SEIA. Ello significó un desafío para los privados, quienes deben cumplir con las regulaciones, especialmente para las consultoras ambientales, quienes prestan servicios de evaluación del impacto acústico.

Hasta ahora, la gestión se ha centrado en el control de las fuentes, especialmente en la dictación de normas de emisión. Se evidencia la necesidad de reforzar, por ejemplo, las exigencias de aislamiento acústico de las edificaciones (fachadas), además de analizar la posibilidad de elaborar una norma de calidad de ruido u otras regulaciones de certificación de productos y equipos, entre otras medidas.

Por otra parte existen deficiencias en el ámbito de la fiscalización y del ordenamiento territorial. Las debilidades en fiscalización son principalmente motivadas por la multiplicidad de fuentes generadoras de ruido. El ordenamiento territorial se ha realizado sin considerar la variable ruido por lo que muchos conflictos son provocados por la incompatibilidad de las actividades que se realizan en una zona determinada.

En materia de infraestructura vial y de gestión de tránsito, las emisiones de ruido no se consideran explícitamente como factor de diseño, lo cual puede significar que se pierdan oportunidades de reducir impactos masivos sobre la calidad acústica de las áreas colindantes.

Un aspecto adicional que dificulta la gestión en el control de ruido ambiental, corresponde a la escasa conciencia que se tiene en general, en relación a los efectos en la salud humana. Por ello la implementación de políticas requiere ser complementada con campañas de sensibilización dirigidas a la comunidad en general.

DENUNCIAS POR RUIDO

Las denuncias por ruidos molestos son realizadas a la Superintendencia del Medio Ambiente.

De acuerdo con sus registros, los rubros que concentran la mayor cantidad de denuncias entre 2013 y 2015 corresponden a:

- 1 DISCOTEQUE** 
- 2 INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE** 
- 3 AGROINDUSTRIAS** 

5.1 Mapas de ruido de ciudades

Los mapas de ruido son representaciones gráficas de los niveles de ruido existentes en un área geográfica, para un momento determinado. Habitualmente los niveles de ruido son representados por medio de colores de manera similar a las curvas topográficas en un mapa.

A nivel internacional, Europa, mediante la Directiva 2002/49/CE, se encuentra a la vanguardia de los mapas de ruido, así como de los planes de acción que se implementan a partir de sus resultados. Este modelo presenta ventajas, debido a que las acciones de los planes constituyen obligaciones para los países miembros.

En el caso de Chile, se pueden distinguir dos grandes etapas: la primera consistió en estudios con mediciones, tales como el estudio efectuado en Santiago en 1989 por la Intendencia Metropolitana y la Universidad de Santiago de Chile y su posterior actualización en 2001, realizada por el Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente, SESMA. La segunda, caracterizada por los estudios basados en modelación, es decir, que no requieren un trabajo en terreno como sucedía anteriormente. En este último caso, Chile lleva la delantera entre los países vecinos, ya que cuenta con una línea de estudio nacional en mapas de ruido de ciudades, utilizando como referencia la mencionada Directiva Europea. Como resultado de este trabajo ya se han realizado los mapas de ruido de la comuna de Santiago (Fase III - 2010), el Gran Santiago (Fase IV - 2011), Valdivia, Temuco-Padre Las Casas y Coquimbo-La Serena (Fase V 2013-2015)³.

A fines de 2015, se dio inicio a la Fase VI de la línea mapas de ruido de ciudades, con la actualización del mapa de ruido del Gran Santiago, con el objetivo de complementar y gestionar la información de ruido ambiental existente para esta zona y levantar información respecto a las principales vías de infraestructura de transporte en la Región Metropolitana.

i Mapas de Ruido

La elaboración de mapas de ruido comenzó a fines de los años 70 en la vecindad de los aeropuertos, cuando la exposición al ruido de la población residente en las cercanías de estos se convierte en un problema severo. En los Estados Unidos el transporte aéreo creció muy rápido con el desarrollo económico que siguió al fin de la Segunda Guerra Mundial. Ya en los años 60 el ruido de los aviones era un tema grave y los esfuerzos para controlar y reducir el ruido generaron estudios sobre el diseño de aeronaves y la planificación de los aeropuertos. Se establecieron limitaciones a los niveles de ruido y se adoptaron fuertes restricciones legales que continúan hasta hoy.

Las administraciones medio ambientales y los municipios se dieron cuenta de que las quejas de la población expuesta no podían enfrentarse sólo con mediciones de ruido en lugares puntuales. Los estudios sobre grandes áreas geográficas involucraron mediciones y predicciones que condujeron finalmente a los mapas de ruido. Hoy, los mapas ofrecen una vista de la distribución de los niveles de ruido en una gran superficie, convirtiéndose en una herramienta para la planificación y para los propósitos de gestión del ruido ambiental. (UACH, 2015)

³ Las fases I y II de la línea mapas de ruido de ciudades se configuraron como caso piloto, en el cual se realizaron los mapas de ruido preliminares de Antofagasta y de la comuna de Providencia, Santiago.

¿PARA QUÉ SIRVEN LOS MAPAS DE RUIDO?

Los mapas de ruido constituyen una herramienta fundamental en la gestión para el control del ruido ambiental, ya que permiten evidenciar la presencia y magnitud del ruido, así como su distribución y la extensión de las áreas afectadas, permitiendo orientar la toma de decisiones en diferentes ámbitos, destacando los siguientes:

- ▶ **Ordenamiento Territorial:** permite considerar el ruido como variable de decisión en el diseño y actualización de los Instrumentos de Planificación Territorial, IPT, y así compatibilizar las diversas actividades que se emplazan en una zona.
- ▶ **Aislamiento Acústico:** a partir de la caracterización del ruido en una determinada vía, es posible reconocer las necesidades de aislamiento acústico de las fachadas, en consideración a la sensibilidad de la actividad que se pretende emplazar y al ruido existente en la zona donde se construirá.
- ▶ **Normativa Ambiental:** al disponer de los resultados de las principales ciudades del país, se estará en condiciones de iniciar un trabajo en miras de comenzar el proceso de elaboración de una norma de calidad de ruido, sin perjuicio de alimentar el desarrollo de otros procesos normativos (normas de emisión).
- ▶ **Prevención de Conflictos Acústicos:** a partir de la identificación del ruido existente, es posible reconocer las zonas tranquilas (Quiet Zones), donde se debe evitar el aumento de la situación sonora, mediante la implementación de exigencias para la instalación y apertura de actividades ruidosas, así como zonas donde es necesario actuar y donde no es conveniente permitir el emplazamiento de actividades sensibles.
- ▶ **Selección de Viviendas:** en el marco de la adquisición o arriendo de una propiedad, los mapas de ruido permiten reconocer aquellos lugares potencialmente aptos para el uso residencial.
- ▶ **Educación y Sensibilización:** dado que el ruido es un contaminante invisible, el disponer de mapas de ruido permite evidenciar la existencia, concentración y distribución de este en la ciudad, dejando en evidencia la exposición a la que nos enfrentamos.
- ▶ **Monitoreo de Metas Ambientales:** en consideración a la actualización periódica de los mapas de ruido, es posible estudiar y reconocer la evolución de la situación sonora, permitiendo verificar la eficacia de las medidas y metas ambientales que se persigan alcanzar.
- ▶ **Otras aplicaciones:** los mapas de ruido tienen múltiples aplicaciones, las que dependerán básicamente de las coberturas cartográficas con las cuales sea posible cruzar la información. Pueden utilizarse para determinar el lugar de emplazamiento de un nuevo hospital o colegio, así como para optimizar la fiscalización, entre otras.

5.1.1 Mapas de ruido – Fase V

Valdivia / Coquimbo - La Serena / Temuco - Padre Las Casas

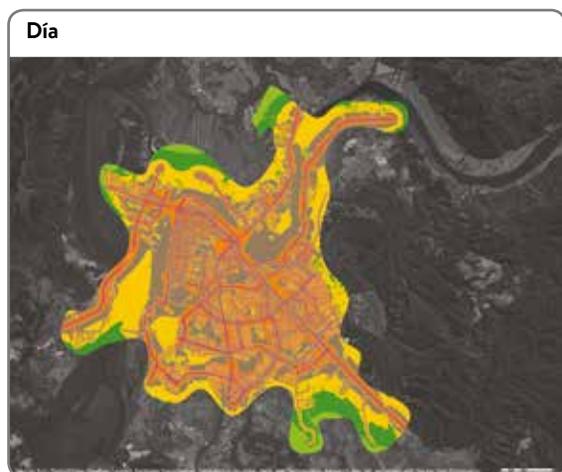
Entre 2013 y 2015, se elaboraron los mapas de la ciudad de Valdivia, así como de las conurbaciones La Serena-Coquimbo y Temuco-Padre Las Casas. Las fuentes de ruido modeladas corresponden al tránsito vehicular -en los tres casos- y al tránsito ferroviario para Temuco-Padre Las Casas y La Serena-Coquimbo.

NIVELES SONOROS dBA

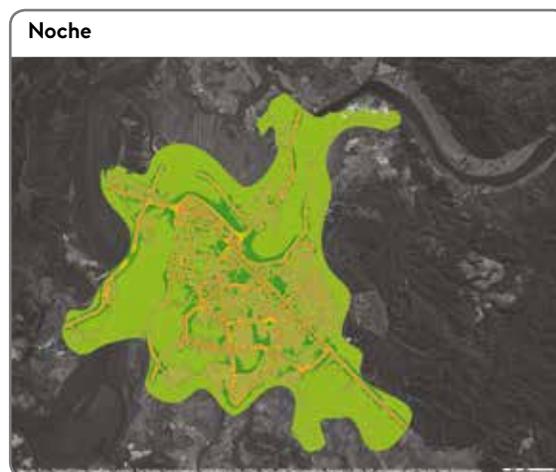


MAPA 01

VALDIVIA



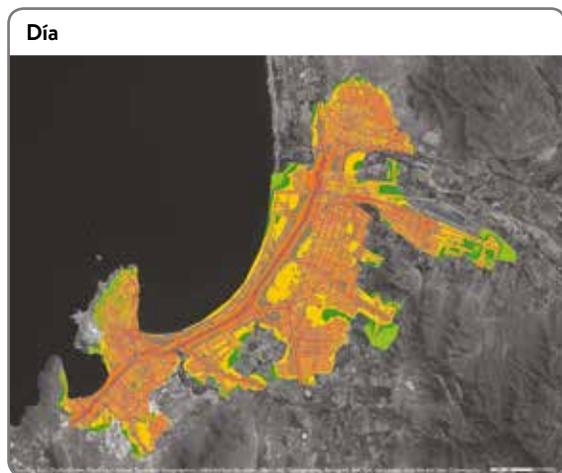
Niveles Sonoros (Ld dBA)



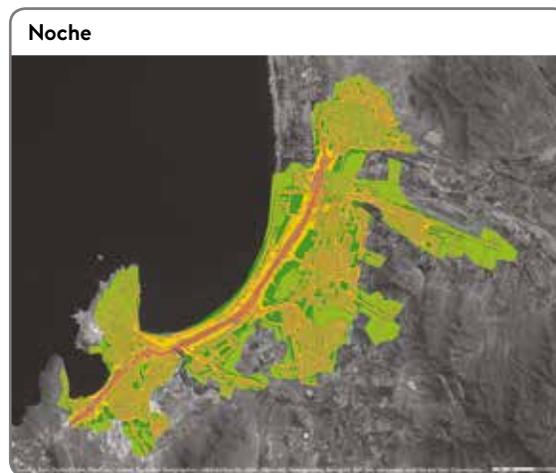
Niveles Sonoros (Ln dBA)

MAPA 02

COQUIMBO-LA SERENA



Niveles Sonoros (Ld dBA)

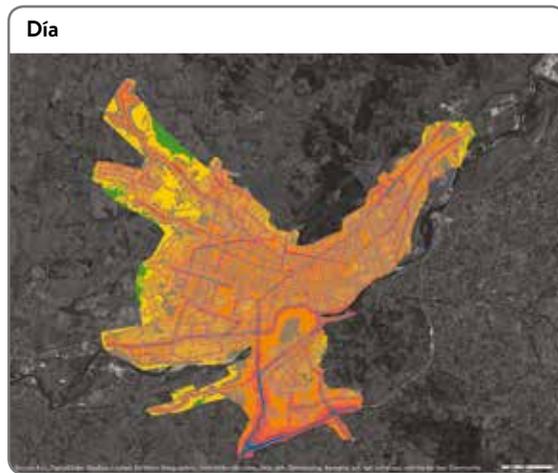


Niveles Sonoros (Ln dBA)

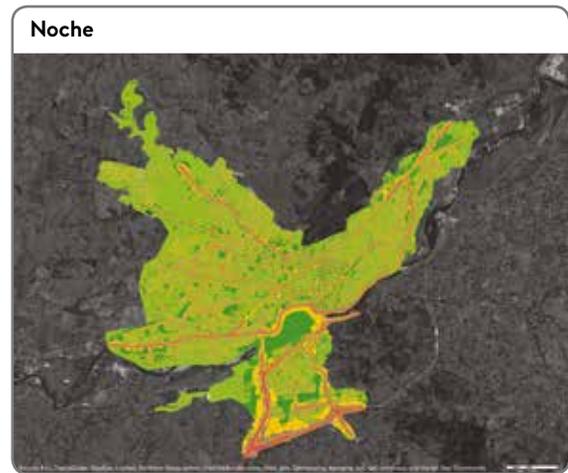


MAPA 03

TEMUCO-PADRE LAS CASAS



Niveles Sonoros (Ld dBA)



Niveles Sonoros (Ln dBA)

5.1.2 Algunos resultados de la Fase V

Según la información que entregaron los mapas de ruido de las conurbaciones de La Serena-Coquimbo, Temuco-Padre Las Casas y la ciudad de Valdivia, se analizaron los niveles modelados, de acuerdo a valores recomendados de exposición al ruido, a fin de determinar, por ejemplo, la exposición al ruido de tránsito en establecimientos educacionales y de salud. En este análisis se consideraron los criterios de evaluación establecidos por la Unión Europea [SILENCE 2009], en concordancia con lo indicado por los criterios OCDE mencionados y la OMS.

a) Impacto del ruido ambiental en establecimientos educacionales

Para el análisis, se consideró la infraestructura de educación, según escala regional y comunal, sobre las directrices del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, MINVU: universidades, liceos, colegios y academias [DDU 2009]. De tales establecimientos, se consideró la fachada más expuesta al ruido, ya que la afeción real estará dada por diversos factores ajenos al alcance de este estudio, como por ejemplo: la calidad acústica de la edificación, la orientación y ubicación de las zonas más sensibles por sobre otras menos sensibles (por ejemplo: salas de clases o bibliotecas en comparación con gimnasios y pasillos), etc.

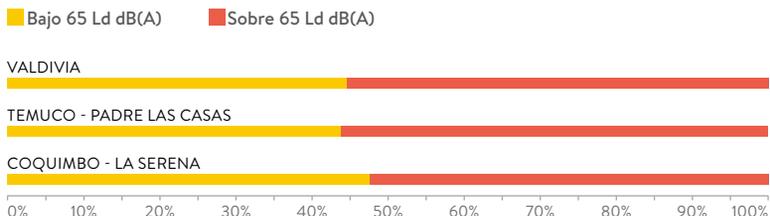
b) Impacto del ruido ambiental en establecimientos de salud

Al igual que en el caso anterior, se consideró la infraestructura de salud, según las directrices del MINVU: hospitales, clínicas, centros de rehabilitación y cementerios [DDU 2009]. De tales establecimientos, se consideró la fachada más expuesta al ruido, atendiendo a las mismas consideraciones que en el caso anterior.

FIGURA 02

PORCENTAJE DE ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES EXPUESTOS A NIVELES DE RUIDO

EN VALDIVIA, TEMUCO - PADRE LAS CASAS Y COQUIMBO - LA SERENA, SEGÚN CRITERIOS INTERNACIONALES.

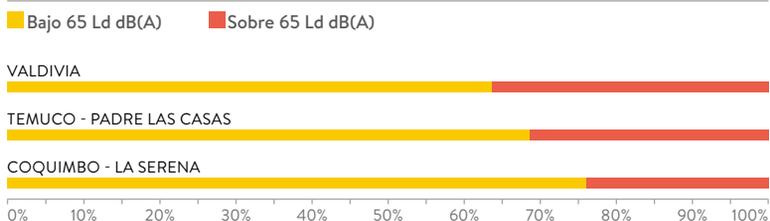


De los datos se aprecia que alrededor del 50% de los establecimientos educacionales están expuestos a niveles sobre los criterios recomendados internacionalmente.

FIGURA 03

PORCENTAJE DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD EXPUESTOS A NIVELES DE RUIDO

EN VALDIVIA, TEMUCO - PADRE LAS CASAS Y COQUIMBO - LA SERENA, SEGÚN CRITERIOS INTERNACIONALES.



De los datos se aprecia que menos del 40% de los establecimientos de salud están expuestos a niveles sobre los criterios recomendados internacionalmente.

c) Aporte del sector transporte público al ruido ambiental

Para estimar la influencia promedio de la locomoción colectiva pesada, se realizó un ejercicio de modelación y comparación en aquellas vías que incluyen este tipo de flujo vehicular⁴.

Estimación de influencia de la locomoción colectiva en el ruido ambiental en Valdivia

Para estimar el aporte de la locomoción colectiva pesada (microbuses) en el ruido ambiental de la ciudad de Valdivia, se incluyeron 41 mediciones de calles de la ciudad, en lugares en donde se identificaron flujos de este tipo de locomoción. En la figura 4 se puede apreciar la diferencia entre ambos casos.

Estimación de influencia de la locomoción colectiva en el ruido en Temuco - Padre Las Casas

En este caso se incluyeron 48 mediciones de calles de la ciudad donde se identificaron flujos de locomoción colectiva.

Estimación de influencia de la locomoción colectiva en el ruido ambiental en La Serena – Coquimbo

Se incluyeron 51 mediciones de calles de la ciudad donde se identificaron flujos de locomoción colectiva.

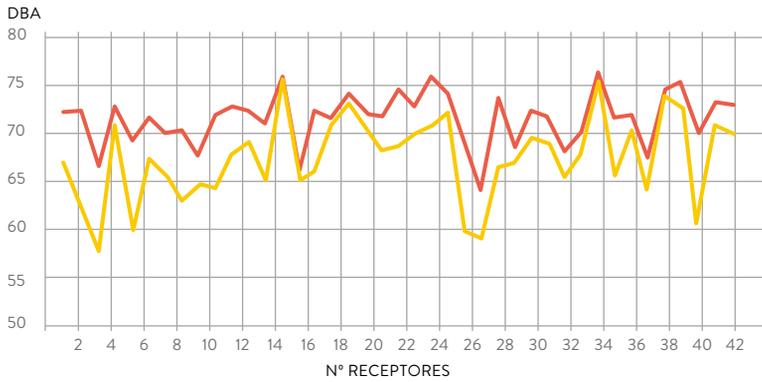
⁴ Cabe señalar que se trata de un ejercicio de estimación, sin embargo, entrega un orden de magnitud.



FIGURA 04, 05 y 06

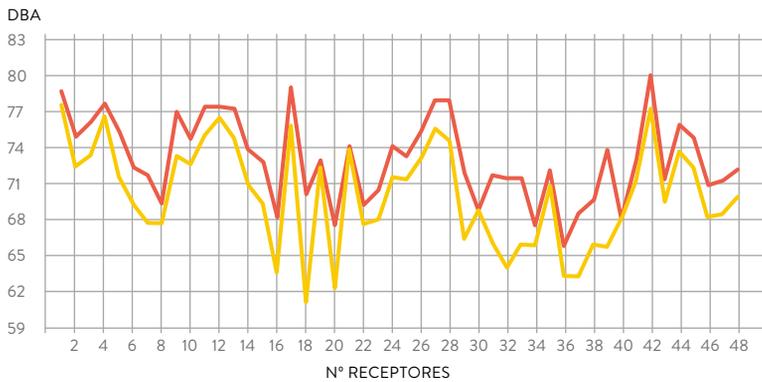
VALDIVIA / Comparación influencia locomoción colectiva en el ruido ambiental

— Nivel Día c/micros (dBA) — Nivel Día s/micros (dBA)



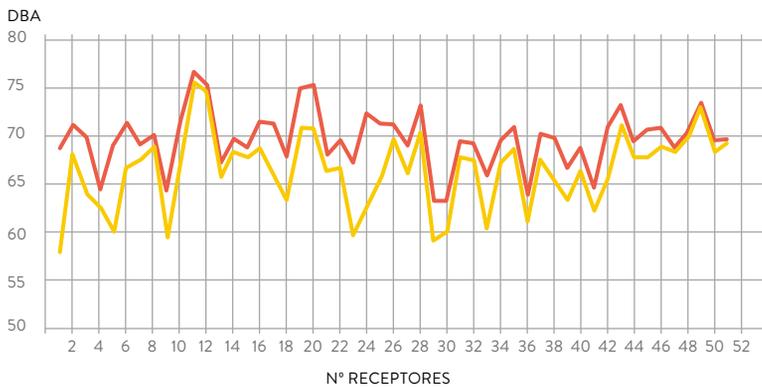
TEMUCO - P. LAS CASAS / Comparación influencia locomoción colectiva en el ruido ambiental

— Nivel Día c/micros (dBA) — Nivel Día s/micros (dBA)



LA SERENA - COQUIMBO / Comparación influencia locomoción colectiva en el ruido ambiental

— Nivel Día c/micros (dBA) — Nivel Día s/micros (dBA)



ESTUDIOS ADICIONALES EN VALDIVIA

Estudio subjetivo de acústica ambiental en Valdivia

Junto con la elaboración de los mapas de ruido, en Valdivia se realizó una encuesta online sobre acústica ambiental⁵. Entre los principales resultados destaca que un 46% de la población se declara medianamente sensible al ruido ambiental, un 26% muy sensible y un 3% nada sensible. Este último valor es singular, ya que demuestra una mayor sensibilidad que los habitantes de la comuna de Santiago, donde el 17% de la población indicó ser “nada sensible”.

La población de la comuna de Valdivia identifica con claridad los efectos del ruido en ellos: un 3,4% indica que el ruido siempre lo pone nervioso y un 16% que a menudo lo pone nervioso; en tanto, a un 4,4% el ruido siempre le genera insomnio y a un 15% a menudo. Por otra parte, un 5,3% afirma que el ruido ambiental siempre le produce dolor de cabeza y un 11% responde que a menudo le genera dolor de cabeza.

Estudio de paisaje sonoro en Valdivia

Los paisajes sonoros constituyen un elemento significativo del medio ambiente humano, definen el entorno sonoro que nos rodea permanentemente y afectan el bienestar de las personas y su calidad de vida. Pueden ser evaluados en términos positivos y/o negativos. Como ejemplos de paisajes sonoros positivos se puede mencionar el sonido del mar o un entorno por el cual fluye un río o el sonido de la lluvia. Por el contrario, un paisaje sonoro negativo sería un entorno con altos niveles de ruido, perjudiciales para la salud física y mental de las personas, donde el sonido constituye un elemento de desorden, desagrado y molestia.

El estudio del paisaje sonoro puede ser empleado como herramienta para la conservación del medio ambiente, brindando información útil respecto de las interacciones entre el sonido y el entorno acústico de una determinada zona geográfica.

En el caso de Valdivia se seleccionaron 16 paisajes sonoros, que incluyeron las áreas verdes más visitadas en la ciudad (Jardín botánico, Parque Harnecker, Parque Krammer, etc.), ambientes considerados característicos de la ciudad (lluvias y tormentas, cantos de aves, feria fluvial, lobos marinos, etc.) y ambientes en torno a tipos de calles de la ciudad (local, servicios y colectoras con/sin locomoción colectiva, respectivamente). Este material permite relevar el aporte de los sonidos de ciertos lugares de la ciudad, complementando el mapa de ruido.

Con los registros efectuados, se elaboró un CD Mapa Sonoro de Valdivia, el cual se encuentra disponible para ser escuchado en el Centro de Documentación, CDOC, del Ministerio del Medio Ambiente⁶.

⁵ Esta encuesta formó parte del estudio realizado por la Universidad Austral de Chile en 2015.

⁶ También disponible en <http://mapa.acusticauach.cl>

Instrumental utilizado para el registro de paisajes sonoros en Valdivia. Dummy Head Neumann, KU 100.



6 • ESTRATEGIA DE GESTIÓN PARA EL CONTROL DEL RUIDO AMBIENTAL

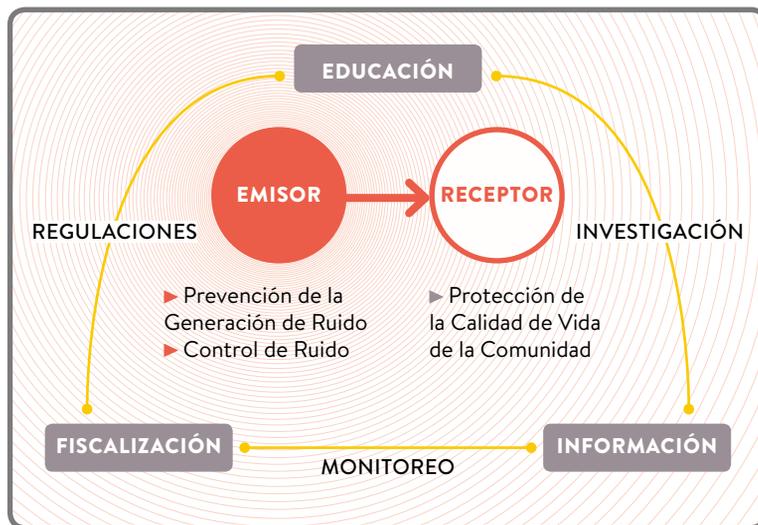
Los efectos que el ruido ambiental tiene en las personas, así como el aumento que evidencia debido al crecimiento de las ciudades y del tránsito, motivaron el desarrollo de una Estrategia para el Control del Ruido Ambiental en el país, la cual si bien se basa en el diagnóstico local, incorpora experiencias y criterios internacionales.

La estrategia toma como punto de partida la relación emisor-receptor definiéndose prioridades y objetivos: la prevención de la generación de ruido, el control de las fuentes y la protección de la calidad de vida de la población.

Así, la estrategia contempla 3 líneas de trabajo:

- 1 **Regulaciones:** que contemplan el diseño, elaboración y revisión de la normativa ambiental para el ruido, así como la coordinación para la elaboración e implementación de regulaciones complementarias.
- 2 **Información:** orientada a la generación y mejoramiento de información sobre ruido ambiental.
- 3 **Difusión:** enfocada al desarrollo de programas de sensibilización y educación.

FIGURA 07



ESTRATEGIA PARA LA GESTIÓN DEL CONTROL DEL RUIDO AMBIENTAL



6.1 Regulaciones

Tal como se mencionó anteriormente, en el ámbito normativo, la gestión para controlar el ruido ha estado enfocada a regular las fuentes emisoras.

- ▶ Decreto Supremo N°38/2011 MMA - Norma de emisión de ruidos generados por fuentes que indica, elaborada a partir de la revisión del Decreto Supremo N°146/97 MINSEGPRES. Esta norma establece los niveles máximos permisibles de emisión de ruido, tanto para el período diurno, como nocturno, generados por fuentes fijas, tales como las actividades industriales, comerciales, recreacionales y de servicios, entre otras, lo que debe ser verificado en el lugar donde se encuentra el receptor. La actualización de la normativa implicó modificar algunos conceptos y establecer nuevos límites máximos de ruido para el período nocturno, a fin de resguardar el período de descanso de las personas. La fiscalización de esta norma es responsabilidad de la Superintendencia del Medio Ambiente, la que puede establecer sub programas de fiscalización con otros organismos, como el Ministerio de Salud.
- ▶ Decreto Supremo N°129/02 MTT - Norma de emisión de ruidos para buses de locomoción colectiva urbana y rural. Mediante esta norma se establecen niveles máximos de emisión para los buses que ingresan al país. Asimismo, el control del cumplimiento normativo se realiza al momento de realizar las revisiones técnicas y la fiscalización es responsabilidad del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.
- ▶ Decreto Supremo N°7/2015 MMA - Norma de emisión para vehículos livianos, medianos y motos. Esta es una norma sólo de ingreso, y al igual que en el caso de los buses, el cumplimiento normativo debe ser acreditado al ingresar al parque vehicular nacional. La Superintendencia del Medio Ambiente fiscaliza la norma, sin perjuicio de las atribuciones que le corresponden al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

6.1.1 Actualización de la normativa

La Norma de Emisión de Ruidos para Buses de Locomoción Colectiva Urbana y Rural (D.S. N°129/02 MTT), vigente desde el año 2003, se encuentra en proceso de revisión, iniciado en febrero de 2015.

La principal modificación es el establecimiento de nuevos niveles de emisión de ruido para los buses de locomoción colectiva que ingresen al país, a partir de la entrada en vigencia de la nueva norma. El criterio propuesto es ajustar los niveles a los existentes en regulaciones internacionales. En este componente se encuentra la línea de mapas de ruido.

6.2 Difusión

Parte importante de la gestión orientada a controlar el ruido ambiental debe ser apoyada y complementada por las acciones que las personas puedan desarrollar. En este sentido, es importante educar y sensibilizar a la población respecto a los efectos que el ruido tiene en la calidad de vida y en la salud.

Por este motivo, continuamente se realizan charlas de sensibilización, se difunde la normativa y también se realizan publicaciones en los medios de comunicación.

DÍA INTERNACIONAL DE CONCIENCIA SOBRE EL RUIDO (INAD)

El último miércoles del mes de abril se conmemora el Día Internacional de Conciencia Sobre el Ruido. En esta ocasión se hace un llamado tomar conciencia sobre el ruido como elemento contaminante, presente en todas las ciudades del país y con el cual convivimos a diario. La invitación es a tomar medidas para minimizar la emisión de ruido, como por ejemplo realizar un buen mantenimiento a los vehículos, especialmente al silenciador y no usar tronadores, evitar acelerar bruscamente en los semáforos o en las esquinas, utilizar la bocina solo cuando sea necesario o en casos de emergencia.

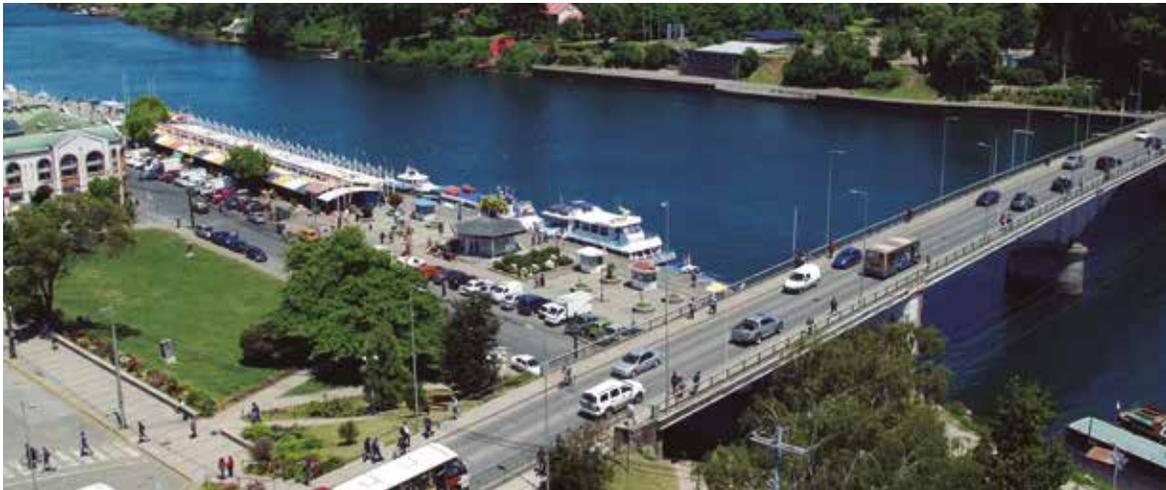


7 • PRÓXIMAS LÍNEAS DE TRABAJO - PLANES DE ACCIÓN

La Directiva Europea 2002/49/CE [13], junto con definir el concepto de mapas de ruido, establece que los Estados miembros deben elaborar planes de acción encaminados a abordar las cuestiones relativas al ruido y a sus efectos, incluida si fuese necesaria la reducción del ruido con respecto a los lugares próximos a los grandes ejes viales, grandes ejes ferroviarios, grandes aeropuertos y respecto a las aglomeraciones. Los Planes de Acción contienen un conjunto de medidas prioritarias que, a escala local, tienen por objeto proteger la salud y el bienestar de los ciudadanos, con el fin de reducir los niveles de ruido ambiental y preservar las zonas tranquilas.

En base a la experiencia europea y como parte de la actualización del Mapa de Ruido del Gran Santiago, que se encuentra en desarrollo al momento de esta publicación, el Ministerio del Medio Ambiente ha definido incorporar el diseño de un plan de acción, que permita analizar técnica y legalmente la efectividad y eficiencia de un instrumento de gestión de esta naturaleza.

Las medidas concretas de los planes de acción quedan a discreción de las autoridades competentes, pero deben abordar las prioridades que puedan identificarse como consecuencia de la superación de determinados valores límite o según otros criterios a aplicar, especialmente en las zonas más importantes, definidas de acuerdo con los mapas de ruido.





REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Schafer, R. Murray (1994). *The Soundscape: Our Sonic Environment and the Tuning of the World*. Vermont: Destiny Books.

Fuentes, E., Lobos, V., Valdebenito, I. (2015). *Efectos no auditivos del ruido ambiental: plausibilidad biológica y revisión de revisiones sistemáticas*.

Universidad Austral de Chile (2015). *Elaboración y Análisis de Mapas de Ruido de Tres Conurbaciones Mediante Software de Modelación*. Licitación N° 608897-50-LP13 del Ministerio del Medio Ambiente.

Alvis, Nelson, Valenzuela María Teresa, (2010). *Los QALYs y DALYs como indicadores sintéticos de salud*. Revista Médica de Chile. Disponible en <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sciarttext&pid=S0034-98872010001000005>

AURA/CTIO | DANIEL MÚÑIZAGA





CIELOS PARA LA OBSERVACIÓN ASTRONÓMICA

CONTENIDO	
INTRODUCCIÓN	270
1 • ANTECEDENTES	270
2 • CHILE, CENTRO DE LA OBSERVACIÓN ASTRONÓMICA MUNDIAL	271
2.1 Grandes descubrimientos realizados desde Chile	273
3 • PRINCIPALES OBSERVATORIOS	282
4 • PROYECTOS EN DESARROLLO: NUEVAS MÁQUINAS DEL TIEMPO	284
5 • CONTAMINACIÓN LUMÍNICA	288
5.1 Contaminación lumínica en la zona norte	288
5.2 Fuentes emisoras	288
6 • PROTECCIÓN DE LOS CIELOS DE LA ZONA NORTE	290
6.1 Mesa “Ventanas al Universo”	290
7 • LA NUEVA NORMA LUMÍNICA	291
7.1 Estado de avance de la implementación de la norma	292
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	293

INTRODUCCIÓN

Las condiciones privilegiadas de los cielos de la zona norte de Chile han permitido que estos constituyan una ventana desde la cual los científicos entienden cada vez mejor el lugar y el momento del Universo en el cual vivimos. La importante capacidad astronómica instalada en la zona norte del país, que se incrementará en la próxima década al 70% del total existente a nivel mundial, evidencian la necesidad de valorar y proteger este patrimonio, no solo de Chile, sino de la humanidad.

Este capítulo busca contribuir a la comprensión y al reconocimiento de la importancia que tiene, para todos, el trabajo científico sobre astronomía que se desarrolla en Chile. En un trabajo colaborativo, sin fronteras, se han podido develar zonas impensadas del Universo y dar respuestas a varias interrogantes que han acompañado al ser humano desde sus inicios.

1 • ANTECEDENTES

Observar más allá de nuestro cielo y saber que somos espectadores del pasado es parte del conocimiento que se ha alcanzado gracias al trabajo científico y a la observación astronómica.

Conservar los cielos del norte de Chile mediante el control de la contaminación lumínica, el uso de tecnologías y prácticas de iluminación apropiadas, es una responsabilidad de todos los chilenos para con la humanidad. Por ello, en este informe se busca mostrar los principales aportes realizados desde los observatorios astronómicos instalados en Chile, así como los esfuerzos que el país está realizando para asegurar que los cielos del norte sigan siendo una ventana al Universo¹.

"Nuestras raíces se encuentran arriba, en el Cosmos, cada uno de los átomos que conforman nuestro cuerpo se formaron en el Big Bang hace 13 mil 700 millones de años, particularmente el hidrógeno que constituye el agua, que es la mayor parte de nuestro cuerpo y los otros elementos químicos, el calcio, el hierro, el oxígeno que respiramos, vienen del interior del corazón de las estrellas" (Mario Hamuy, Premio Nacional de Ciencias 2015, entrevista ANIP 2015).

EL UNIVERSO DESDE CHILE

Las condiciones privilegiadas de los cielos de la zona norte de Chile, sin duda, constituyen un patrimonio nacional (para muchos mundial) que se debe resguardar y todos podemos contribuir en esta tarea.

¹ Tal como se hace en astronomía y en la ciencia en general, este capítulo es el fruto de la contribución de varias personas. En este caso, gracias a la coordinación del Instituto Milenio de Astrofísica de Chile, y en su construcción participaron los astrónomos Mario Hamuy, Manuela Zoccali, Guillermo Blanc, Juan Carlos Beamín y Ezequiel Treister, quienes desde su experiencia y conocimiento abren un importante espacio para despertar la reflexión y la curiosidad por saber más de nuestro Universo.





2 • CHILE, CENTRO DE LA OBSERVACIÓN ASTRONÓMICA MUNDIAL

Durante los últimos veinte años, los cielos de Chile han brindado un laboratorio natural en el cual miles de astrónomos, tanto chilenos como extranjeros, han estudiado los misterios del Cosmos y encontrado respuestas a algunas de las preguntas más fundamentales que nos hayamos hecho. Preguntas y respuestas que nos acercan a entender el origen y lugar del ser humano en el Universo.

Actualmente, en el norte de Chile, se encuentran instalados siete de los 18 telescopios ópticos más grandes del mundo, con un diámetro mayor a 6 metros. Esta situación se repite también en otras longitudes de onda, por ejemplo en el milimétrico/sub-mm² donde el complejo de radiotelescopios ALMA es el más poderoso y moderno del mundo.

Estos instrumentos han jugado un rol fundamental en prácticamente todos los descubrimientos astronómicos realizados en los últimos años. Con la llegada a Chile de la nueva generación de telescopios gigantes, como el telescopio gigante de Magallanes (GMT) en Las Campanas, y el telescopio Europeo Extremadamente Grande (E-ELT) en Cerro Armazones, será posible detectar y estudiar muchos otros planetas en detalle y ver señales de atmósferas en planetas cada vez más pequeños, en un avance por responder una de las preguntas más importantes que se ha hecho la humanidad a lo largo de la historia: ¿existe vida fuera de nuestra Tierra? Es posible que la respuesta a esa pregunta se conozca en los próximos años desde la cima de una montaña del norte de Chile.

² Se trata de una banda del espectro electromagnético que permite realizar observaciones que no requieren la emisión de luz visible o infrarroja.



Al interior de la Gran Nube de Magallanes, el Very Large Telescope de ESO en el Observatorio Paranal, en Chile, permitió obtener esta vista de la nebulosa LHA 120-N 44, que rodea el cúmulo de estrellas NGC 1929. ESO/MANU MEJIAS

La vista de campo completo sobre el Observatorio La Silla. | P. HORÁLEK/ESO





2.1 Grandes descubrimientos realizados desde Chile

OBSERVACIONES DESDE CHILE

2.1.1 Planetas extrasolares, atmósferas y la primera imagen de un exo-planeta

Investigar la presencia de planetas alrededor de otras estrellas presentaba tremendos desafíos técnicos. La cantidad de luz que emite una estrella es alrededor de un millón de veces superior que la luz que refleja un planeta gigante como Júpiter. Debido a la complejidad de poder detectar un planeta de forma directa, a finales del siglo XX los astrónomos comenzaron a pensar en diversas formas indirectas, como es la medición de los cambios periódicos en la velocidad de las estrellas (método de velocidades radiales).

Cientos de los descubrimientos de planetas realizados desde 2003 se han hecho, y se siguen realizando, desde un telescopio ubicado en el observatorio La Silla, en la Región de Coquimbo.

La utilización de este método obtuvo su primer logro en 1995, cuando se anunció el descubrimiento de 51 Pegasi b. Un planeta del tipo gigante gaseoso —tipo Júpiter— orbitando a una estrella similar al Sol pero en una órbita extremadamente cercana a su estrella, mucho más cerca de lo que Mercurio orbita al Sol.

Desde entonces se han descubierto nuevos planetas usando este mismo método. Cientos de ellos, descubiertos desde 2003, a través de un telescopio ubicado en el observatorio La Silla, en la Región de Coquimbo de nuestro país, en particular en el telescopio de 3,6 metros junto a su estable y preciso espectrógrafo de alta resolución HARPS (High Accuracy Radial velocity Planet Searcher).

Entre dichos descubrimientos destaca el sistema Gliese 581, en particular el planeta Gliese 581 g, cuya masa es solo 2.2 veces la de nuestra Tierra y tiene una órbita en lo que se conoce como la zona habitable, es decir, que la temperatura en dicho planeta permitiría la existencia de agua en estado líquido en la superficie.

Pero hay otras formas de encontrar planetas extra solares. Una de ellas es la observación constante de las estrellas en el cielo, con el fin de detectar cambios en la cantidad de luz que recibimos de la estrella. En 1999 un equipo de astrónomos descubrió el primer planeta usando esta técnica.

En abril de 2005, el observatorio Europeo Austral (ESO por sus siglas en Inglés) anunció que desde el observatorio VLT en cerro Paranal (Antofagasta), se había tomado, por primera vez, una imagen directa de un planeta extrasolar. Estas observaciones realizadas desde el norte de Chile circularon por todo el mundo, anunciando el comienzo de una nueva era en la búsqueda y estudios de planetas extrasolares (**Imagen 1**).

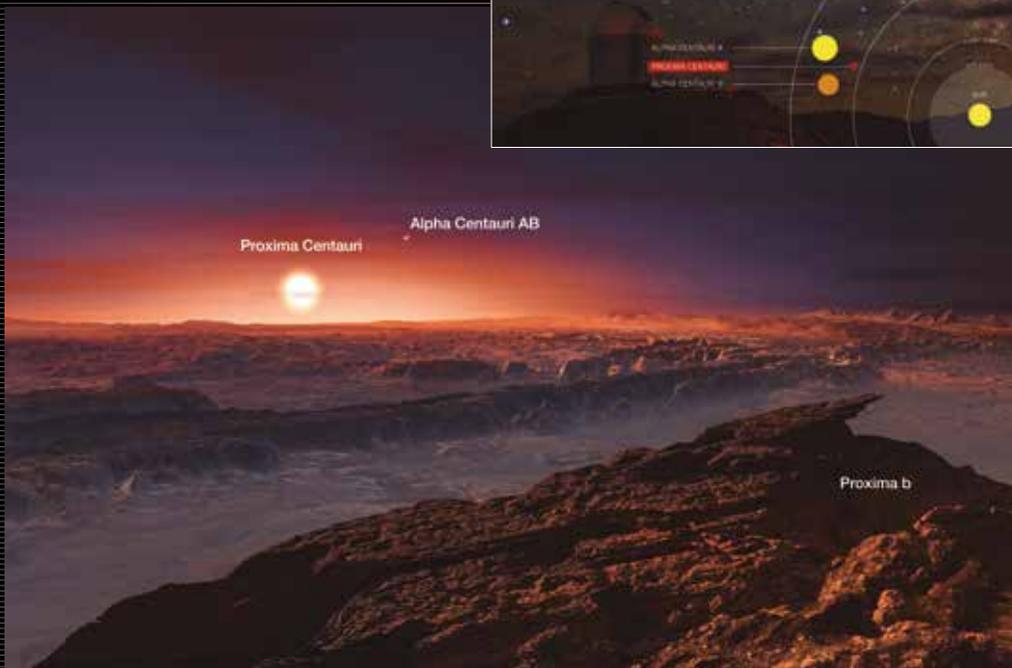
Actualmente, en los observatorios ubicados en el norte de Chile se están llevando a cabo exitosos proyectos, algunos en conjunto con observatorios en distintas partes del mundo, que siguen encontrando sistemas planetarios, como es el caso del proyecto HAT-South que ha identificado una quincena de nuevos planetas extrasolares.

En agosto de 2016 se confirmó la existencia de un exoplaneta que orbita la estrella Próxima Centauri, la más cercana a la Tierra (ubicada a poco más de 4 millones de años luz). Se trata del planeta Próxima Centauri b el cual presenta características similares a la Tierra, de hecho, su temperatura permite pensar la existencia de agua líquida en su superficie y, con ello, se abre la posibilidad de que también exista vida.

Este descubrimiento fue posible gracias a un trabajo colaborativo en el marco del proyecto Pale Red Dot. Las observaciones de este proyecto partieron en enero de 2016 y fueron realizadas con el instrumento HARPS (High Accuracy Radial velocity Planet Searcher, por sus siglas en inglés), instalado en el Telescopio de 3.6 metros de ESO en el Observatorio La Silla. Además, se contó con el apoyo de los telescopios que constituyen el sistema BOOTES (Burst Optical Observer and Transient Exploring System, u Observador Óptico de Estallidos y Sistema de Exploración en Tránsito), junto con la Red Global de Telescopios del Observatorio Las Cumbres (LCOGT). Los resultados de este proyecto, sumado a observaciones anteriores, permitieron determinar la existencia de este exoplaneta.

Si bien se han descubierto muchos exoplanetas, lo relevante de Próxima Centauri b es su similitud con la Tierra. Tiene características rocosas, posee una masa mayor en 1,3 veces que nuestro planeta, se calcula que su temperatura sería de unos 4° y se encuentra en la zona habitable de Próxima Centauri.

Credito: ESO/Pale Red Dot



Credito: ESO/M. Kornmesser



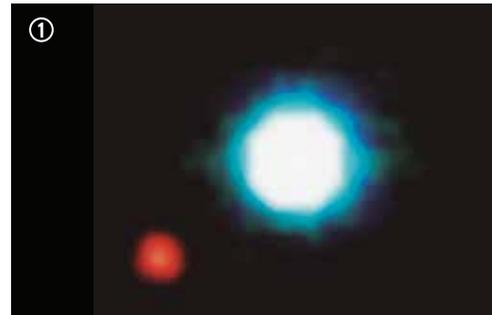
A fines de 2014, el observatorio sub-milimétrico ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array por sus siglas en inglés) instalado en el llano Chajnantor, en el Desierto de Atacama, tomó una imagen de un sistema planetario en formación. Un disco de gas y polvo alrededor de una estrella joven, en el cual se aprecian franjas vacías, debido a la presencia de proto-planetas que han ido incorporando, por gravedad, todas las partículas y los fragmentos en órbita a la misma distancia de la estrella. De esta forma, ya se tiene una confirmación importante de los modelos de formación del Sistema Solar y de sus equivalentes lejanos (**Imagen 2 y 3**).

Asimismo, durante 2014 y 2015 en el Observatorio Campanas, en Gemini Sur y en VLT, comenzaron sus observaciones tres instrumentos dedicados y optimizados para poder detectar planetas extrasolares de forma directa y planetas en formación. Estos instrumentos cuentan con características únicas para lograr imágenes de alto contraste e increíble resolución espacial, permitiendo entender mejor cómo se forman los sistemas planetarios y qué fracción de estrellas posee gigantes gaseosos en órbitas muy grandes³.

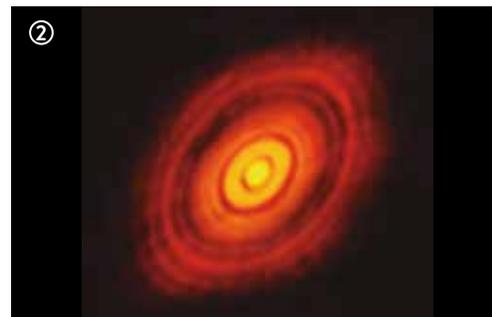
Hemos llegado a una era en la que descubrir más y más planetas es casi rutina en el mundo astronómico, pero hay nuevos desafíos, tales como conocer la clase de atmósfera de los planetas extrasolares. Gracias a instrumentos como FORS2 o HAWK-I en VLT e IMACS en Las Campanas, se han logrado detectar señales de nubes y algunos elementos como el Sodio en las atmósferas de dichos planetas.

³ En VLT (SPHERE), en las Campanas (Mag AO) y en Gemini Sur (GPI).

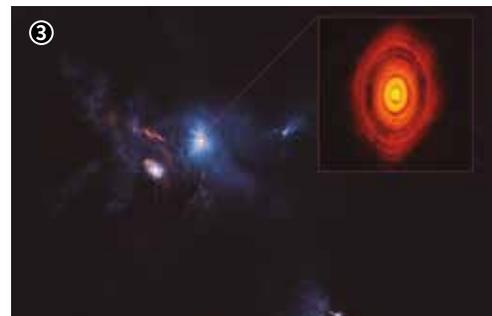
OBSERVACIÓN DESDE CHILE



1. Esta imagen compuesta muestra un exoplaneta (el punto rojo abajo a la izquierda), orbitando a la enana marrón 2M1207 (al centro). 2M1207b es la primera imagen directa de un exoplaneta descubierto orbitando una enana marrón. Fue tomada por primera vez por el VLT en 2004. Su identidad y características planetarias fueron confirmadas después de un año de observaciones en 2005. ESO.



2. Esta nítida imagen muestra el disco protoplanetario que rodea a la joven estrella HL Tauri. Esta es la primera imagen de ALMA en la que se supera la nitidez que suelen alcanzar las imágenes del Hubble. ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)



3. Composición de imágenes que muestran a la joven estrella HL Tauri y sus alrededores, en base a datos de ALMA (ampliada en el marco superior derecho) y por el telescopio espacial Hubble de NASA/ESA (resto de la imagen). ALMA (ESO/NAOJ/NRAO/NASA/ESA)

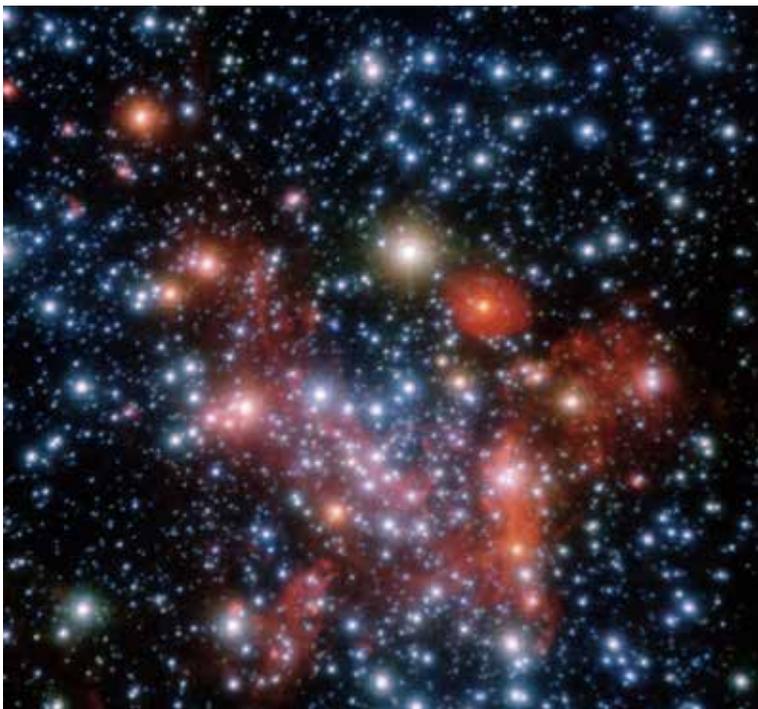
2.1.2 Un agujero negro súper masivo en el centro de nuestra galaxia.

En el centro de la Vía Láctea se encuentra un agujero negro supermasivo, se le conoce como SgrA*, sería el más cercano a la Tierra, y estaría a una distancia aproximada de 26.000 años luz. Desde Chile se estudia este agujero negro.

Con la llegada al país de nuevos detectores infra-rojos con mejor resolución, mayor sensibilidad y novedosas técnicas de observación, a principios de los años 90 se pudo identificar un grupo de estrellas muy cerca de SgrA*. Desde el telescopio NTT, ubicado en el observatorio La Silla, se tomaron imágenes del centro galáctico, lográndose detalles sin precedentes de esta región. Para mediados de la misma década se tenían los primeros movimientos de algunas estrellas.

En 2002, se publicó un artículo basado en datos de distintos telescopios e instrumentos, casi todos de la ESO en La Silla o Paranal, que incluía detalles de una órbita en particular. Una estrella denominada S2 tenía 2/3 de su órbita recorrida desde que se había comenzado a observar, una órbita de solo 15.2 años, que pasaba a sólo 17 horas luz desde el punto al cual orbitaba (algo así como 3.5 veces la distancia de Neptuno al Sol). El resultado era claro: el recorrido realizado demuestra que orbita un objeto, el cual tiene aproximadamente 3.5 millones de veces la masa del Sol, con ello se confirmó que en el centro de la Vía Láctea hay un agujero negro supermasivo.

Hoy se cuenta con GRAVITY, instrumento que ya comenzó a probarse en VLT (Observatorio Paranal), el que permitirá observar las órbitas de las estrellas más cercanas al agujero negro, con una precisión sin precedentes.



Las partes centrales de nuestra galaxia, la Vía Láctea, observadas en el infrarrojo cercano con el instrumento NACO del Very Large Telescope de ESO. Siguiendo los movimientos de las estrellas más cercanas al centro durante más de 16 años, los astrónomos fueron capaces de determinar la masa del agujero negro súpermasivo que yace en su interior. ESO/S. GILLESSEN ET AL.



2.1.3 Supernovas y la expansión acelerada del Universo

Una de las preguntas más relevantes que se planteaba en astronomía a fines del siglo XX, era qué tan rápido o qué tan lento se estaba frenando el Universo. Cuando Edwin Hubble descubrió que el Universo se expandía⁴ la conclusión lógica era que antes el Universo era más pequeño. Si seguimos hacia atrás en el tiempo se llegaría a que todo el Universo estaba en un solo punto. La teoría que explicaba el origen del Universo mediante una gran explosión llegó a conocerse como Big-Bang, pero si dicho Universo había nacido a partir de una explosión y aún se estaba expandiendo, la lógica y el sentido común indicaba que dicha expansión debe ser cada vez más lenta, es decir: el Universo debía ir frenando su expansión.

Durante la década de los noventa, una colaboración de científicos chileno-estadounidense denominado proyecto Calán-Tololo, se propuso la búsqueda de supernovas en el hemisferio austral e investigar su utilidad como patrones lumínicos. Tras cuatro años, se observaron unas 50 supernovas, lográndose algunas de las mejores mediciones de la variación de luz (curvas de luz) que se tengan hasta ese momento. Para esos años no se podía vislumbrar lo importante que sería dicha propiedad, para medir distancias y con ello contribuir a la comprensión que hoy tenemos del Universo.

02

SUPERNOVAS

Las supernovas son fenómenos muy energéticos producidos por la completa o parcial explosión de una estrella, en la fase final de su vida. Dependiendo de si la estrella está aislada o se encuentra en un sistema binario, se producen dos tipos distintos de Supernovas. Ambas llegan a ser tan luminosas como toda la galaxia donde se producen, pero la luz que emiten tiene características distintas.

La gran luminosidad de las supernovas hace que podamos verlas a distancias enormes, tan distantes como miles de millones de años luz y debido a que la luz viaja a una velocidad finita, cuanto más miramos lejos, tanto más miramos atrás en el tiempo. Con las Supernovas es posible ver el Universo cuando era muy joven.

⁴ En 1929, Edwin Hubble revolucionó la cosmología al descubrir que el Universo se está expandiendo.



Cielo | JOSE GERSTLE

Fue en Chile, mediante las supernovas descubiertas por el proyecto Calan-Tololo que se sentaron las bases para estandarizar el brillo de estas y trazar la expansión del Universo “local”. Ahora bien, para ver el cambio en la velocidad de expansión⁵, se necesitaron otros dos proyectos más, que tuvieron como objetivo buscar supernovas a distancias mucho mayores, el “High-Z SN search” (Búsqueda de supernovas a alto redshift) y el “Supernova Cosmology Project”.

Una vez más observatorios ubicados en Chile y Estados Unidos jugaron un papel clave para el desarrollo de dichos proyectos. Este trabajo conjunto, entre astrónomos chilenos y estadounidenses, permitió generar una metodología para medir la distancia de las galaxias lejanas, con una precisión hasta entonces inexistente.

En 1998, ambos proyectos presentaron sus resultados, y la sorpresa no pudo ser mayor: el factor de “desaceleración” del Universo era negativo. Las mediciones de las supernovas distantes contradecían toda lógica, e indicaban con datos científicos que el universo, a diferencia de lo que hasta entonces se pensaba, se expande aceleradamente. Durante los años siguientes, la evidencia a favor de la idea de un Universo en expansión acelerada siguió acumulándose, hasta el punto que en el año 2011 dicho descubrimiento fue galardonado con el Premio Nobel de Física, reconociéndose la importante contribución de las investigaciones realizadas en Chile, a través del proyecto Calán-Tololo (**Imagen 2**).

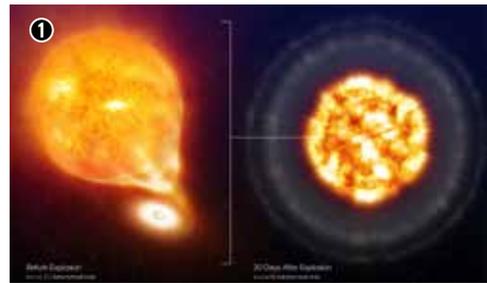
Actualmente desde nuestro país varios proyectos se dedican a la búsqueda de supernovas, ya que es necesario entender mejor como son las explosiones y cuál es la física en dichos objetos.

Hacia 2021 llegará a un cerro vecino a La Serena el observatorio Large Synoptic Survey Telescope (LSST) cuya principal motivación es justamente mapear todo el cielo austral en búsqueda de objetos muy lejanos que varían su brillo, tales como las Supernovas.

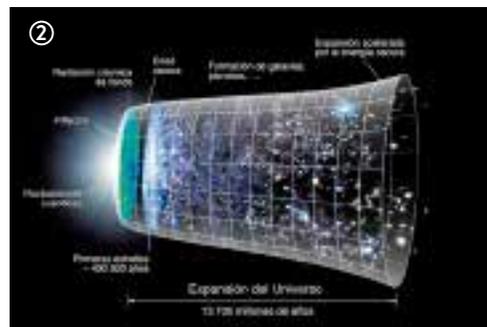
Responder a la pregunta de cómo se expande el Universo, abrió muchas nuevas interrogantes: ¿qué hace que el Universo se expanda de forma acelerada? ¿cuál es la composición del Universo? ¿cuál es el destino final del Universo?

Hoy, casi 20 años después del descubrimiento de la aceleración de la expansión del Universo, los cielos de Chile siguen siendo el laboratorio donde se trata de resolver este misterio. Varios experimentos, entre los que destaca el instrumento DECam (Dark Energy Camera) el telescopio de 4 metros de Cerro Tololo, usan tecnología de punta para dilucidar la naturaleza de la llamada “Energía Oscura”, la cual se cree estaría detrás de la expansión acelerada del Universo.

SUPERNOVAS Y EXPANSIÓN DEL UNIVERSO



1. Impresión artística de una supernova tipo antes y después de su explosión. ESO



2. Expansión acelerada del Universo. INSTITUTO MILENIO DE ASTROFÍSICA

⁵ En ese momento se pensaba que lo más probable es que la expansión del Universo se estuviera desacelerando.

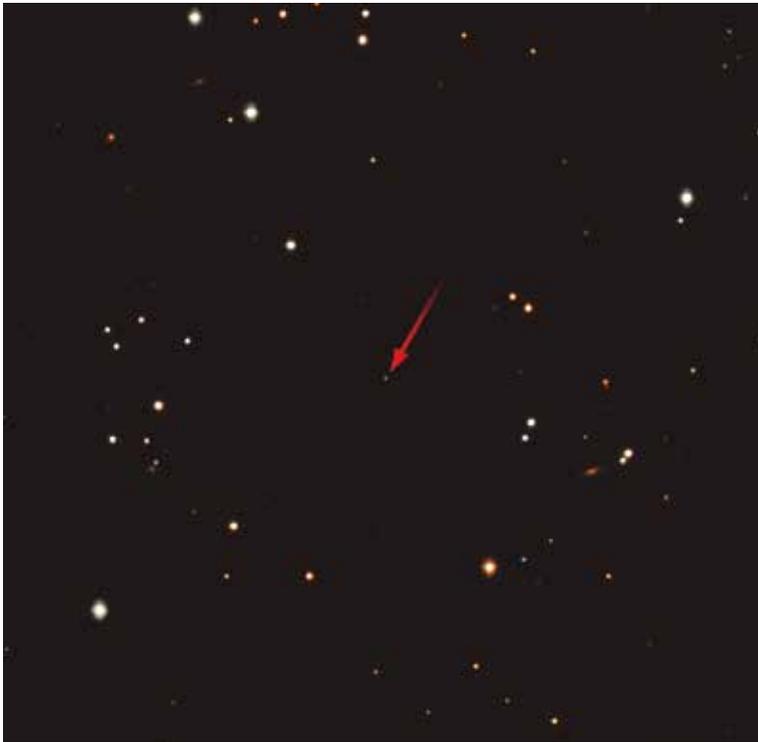
Donde hay una aceleración hay una fuerza. El descubrimiento de la aceleración de la expansión cósmica en 1998, en el cual tuvieron una participación crucial los telescopios del Observatorio de Cerro Tololo instalado en Chile, inauguró un enigma que todavía no se ha resuelto: ¿Cuál es la fuerza que impulsa la expansión del universo y hace que sea cada vez más rápida? Para los cosmólogos se trata de la llamada "energía oscura", porque detrás de una fuerza también puede definirse una energía, que es un principio más elemental desde el cual puede calcularse la fuerza, que a su vez causa la aceleración de la masa. En realidad no sabemos lo que es. No sabemos cuál es el principio actuando detrás de todo esto. Más aún, una fuerza como esa ni siquiera está incluida en el "menú" de opciones del llamado "Modelo Estándar" de la física de partículas. Tenía reservado un lugar paradójico en las ecuaciones de Einstein de la Relatividad General (él la llamó "Constante Cosmológica"), pero, una vez más, eso es sólo un elegante disfraz matemático. Hay experimentos en marcha para tratar de entender un poco mejor de qué se trata, cómo evolucionó a lo largo de la historia del universo, pero todavía estamos en etapas muy básicas de entendimiento conceptual. Lo que no deja de ser lógico. Descubrimos la energía oscura hace menos de 20 años.



Primeros resultados de un nuevo e inmenso rastreo de materia oscura en los cielos del sur utilizando el VST (VLT Survey Telescope) de ESO, instalado en el Observatorio Paranal, en Chile. El proyecto es conocido como el sondeo KIDS (Kilo-Degree Survey). KILO-DEGREE SURVEY COLLABORATION/A. TUDORICA & C. HEYMANS/ESO

2.1.4 Brotes de rayos Gamma

También referente al Universo lejano, observaciones realizadas desde el norte de Chile han permitido medir la distancia a la explosión de rayos Gamma más lejana confirmada hasta hoy, para la fuente GRB 090423, emitida solo unos 600 millones de años después del Big Bang. Realizar esta medición requiere combinar los grandes telescopios instalados en el norte de Chile con las excelentes condiciones atmosféricas existentes. En este caso, gracias a las observaciones del Very Large Telescope, se pudo establecer la distancia, siendo el objeto más lejano descubierto hasta ahora.



El 27 de octubre de 2015, el satélite Swift de NASA/ASI/UKSA descubrió su explosión de rayos gamma (GRB, por sus siglas en inglés) número 1000. Este importante acontecimiento fue posteriormente observado y detallado por los telescopios de ESO en los observatorios La Silla y Paranal en el norte de Chile. Esta imagen muestra el resplandor óptico e infrarrojo de este objeto, capturado por el sistema de GROND en el telescopio MPG/ESO de 2,2 metros en el Observatorio La Silla de ESO. Lo que parece una tenue estrella en el centro de la imagen, es en realidad el GRB, el que parece pequeño pero es porque está a mucha distancia. ESO/GROND



Ilustración artística | ESO/A. ROQUETTE



2.1.5 Galaxias satélites de la Vía Láctea

Muchos de los instrumentos que forman parte de los observatorios astronómicos instalados en el norte de Chile, además de permitir estudiar el Universo en las escalas más grandes que conocemos, están revolucionando la forma en la que vemos nuestro vecindario local, nuestra galaxia (la Vía Láctea) y los sistemas que la rodean.

Desde Chile se han detectado y estudiado algunas de las galaxias más pequeñas y antiguas del Universo, las que vemos orbitando a la Vía Láctea como pequeños satélites. Estos objetos conservan información fundamental para poder entender cómo se formaron las primeras estrellas en el Universo temprano y cómo la materia se organiza y distribuye por el espacio a lo largo de la historia del Cosmos. Estos estudios han permitido, por ejemplo, descubrir en los cielos de Chile la estrella más antigua jamás observada en nuestra Galaxia y mapear la posición de millones de estrellas en el cielo para así reconstruir la forma que tiene la Vía Láctea con un nivel de detalle nunca antes visto.



En esta fotografía dos galaxias espirales, similares en apariencia a la Vía Láctea, están participando en un ballet cósmico que en unos pocos billones de años terminará en una completa fusión galáctica – las dos galaxias se convertirán en una sola más grande. Esta fotografía fue captada con el Faint Object Spectrograph and Camera de ESO (EFOSC2) a través de tres filtros de banda ancha (B, V, R). EFOSC2 tiene un campo visual de 4.1 x 4.1 arcminutos y está adosado al telescopio de 3,6 metros en el Observatorio La Silla de ESO en Chile. ESO

3 • PRINCIPALES OBSERVATORIOS

1 ALMA (Observatorio Atacama Large Millimeter/ submillimeter Array)

Se trata de un radiotelescopio formado por 66 antenas de 12 y 7 metros de diámetro. Ubicado a 5.000 metros sobre el nivel del mar, en el llano de Chajnantor (que en la lengua Kunza significa “lugar de despegue”), en pleno Desierto de Atacama. A diferencia de los telescopios ópticos, los radiotelescopios captan las ondas de radio provenientes del Universo, que son reflejadas en la superficie de su disco. Gracias a su forma parabólica concentra en el punto focal. En este punto focal se encuentra un receptor que recibe las ondas de radio, las amplifica y digitaliza, permitiendo que su información —que incluye la intensidad de las ondas captadas y la posición exacta del punto en el Universo del cual provienen— pueda ser convertida en imágenes (ALMA, s/f, pág. 11).

“ALMA es un interferómetro⁶, que puede funcionar como un único telescopio gigante equivalente a una antena de 16 kilómetros de diámetro” (ALMA, s/f, pág. 12).

2 OBSERVATORIO PARANAL

Observatorio de la Organización Europea para la Investigación Astronómica en el Hemisferio Austral (ESO). **Ubicación:** se encuentra sobre el Cerro Paranal, a 2.635,43 msnm, en la Cordillera de la Costa, a 130 km al sur de Antofagasta y a 12 km de la costa. **Telescopios:** Cuatro telescopios de 8,2 m ó Very Large Telescope (VLT). Cuatro telescopios auxiliares para interferometría de 1,8 m. Dos telescopios de campo amplio, VISTA (Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy) de 4m y VST (VLT Survey Telescope) de 2.6 m. **Sitio Web:** <http://www.eso.org/sci/facilities/lpo/>

3 OBSERVATORIO CERRO ARMAZONES

Observatorio del Instituto de Astronomía de la Universidad Católica del Norte y el Instituto de Astronomía de la Universidad de Bochum. **Ubicación:** se encuentra a 130 km al sureste de la ciudad de Antofagasta, a 3.064 metros sobre el nivel del mar. **Telescopios:** posee tres telescopios de 1.5 m, 84 cm y 41 cm de diámetro. Asimismo, en este lugar se ubicará el European Extremely Large Telescope (E-ELT), de ESO, el cual contará con un espejo primario de 39 metros y será el telescopio óptico e infrarrojo cercano más grande del mundo.

⁶ Un interferómetro es un instrumento que utiliza las interferencias de ondas, para medir las longitudes de ondas.



Vía Láctea desde Observatorio Paranal | ESO/H.H. HEYER





4 OBSERVATORIO LAS CAMPANAS

Observatorio operado por Institución Carnegie de Washington. **Ubicación:** Cerro Manqui, cercano al cerro Las Campanas, 160 km al norte de La Serena, entre los límites de las regiones de Atacama y Coquimbo, a 2380 metros sobre el nivel del mar. **Telescopios:** Magallanes I y II, de 6,5 m cada uno; Du Pont de 2,5 m; Swope, de 1 m. **Sitio Web:** www.lco.cl

5 OBSERVATORIO LA SILLA

Es el primer observatorio de la Organización Europea para la Investigación Astronómica en el Hemisferio Austral (ESO). Las observaciones realizadas en La Silla han sido las base de muchos descubrimientos, dando lugar a una gran cantidad de publicaciones anuales. **Ubicación:** se encuentra a 160 km al norte de La Serena, entre los límites de las regiones de Atacama y Coquimbo, a 2400 metros sobre el nivel del mar. **Telescopios:** Tres telescopios de 3,6 m, 3,5 m y 2,2 m operados por el ESO. Dos telescopios de 1,2 m y 1,5 m operados por Suiza y Dinamarca. Y el telescopio Schmidt de 1 metro. **Sitio Web:** <http://www.eso.org/sci/facilities/lpo/>

6 OBSERVATORIO INTERAMERICANO DE CERRO TOLOLO (CTIO)

Inaugurado en 1967, es el primer observatorio internacional que se construyó en el país. Este observatorio forma parte del National Optical Astronomy Observatory (NOAO), operado por AURA, bajo un acuerdo de cooperación con la National Science Foundation (NSF). **Ubicación:** Cerro Tololo, a 80 km al este de la ciudad de La Serena, Región de Coquimbo, a 2200 metros sobre el nivel del mar. **Telescopios:** 5 telescopios operativos. Blanco de 4 metros, otro de 1,5 metros, uno de 0,9 m, el YALO de 1 m, además del Curtis/Schmidt.

Página Web: www.ctio.noao.edu/

7 SOUTHERN ASTROPHISICAL RESEARCH (SOAR)

Se trata de un telescopio de 4,1 m construido por el Ministerio de Ciencias de Brasil, National Optical Astronomy Observatory (NOAO) University of North Carolina at Chapel Hill (UNC), Michigan State University (MSU). **Ubicación:** Cerro Pachón, a 80 km de la ciudad de La Serena, Región de Coquimbo, a 2.700 metros sobre el nivel del mar. **Telescopios:** óptico de 4,1 metros de diámetro y de tipo azimutal. **Sitio Web:** www.soartelescope.org/

8 OBSERVATORIO GEMINI SUR

Este observatorio es operado por un consorcio de países (Estados Unidos, Reino Unido, Canadá, Australia, Brasil, Argentina y Chile AURA (Association of Universities for Research in Astronomy)). Este consorcio también opera el telescopio Gemini Norte, ubicado en Hawái. **Ubicación:** 80 km de la ciudad de La Serena en el Cerro Pachón, Región de Coquimbo a 2.700 metros sobre el nivel del mar. **Telescopio:** óptico/infrarrojo de 8,1 metros. **Sitio Web:** www.gemini.edu/



4 • PROYECTOS EN DESARROLLO: LAS NUEVAS MÁQUINAS DEL TIEMPO

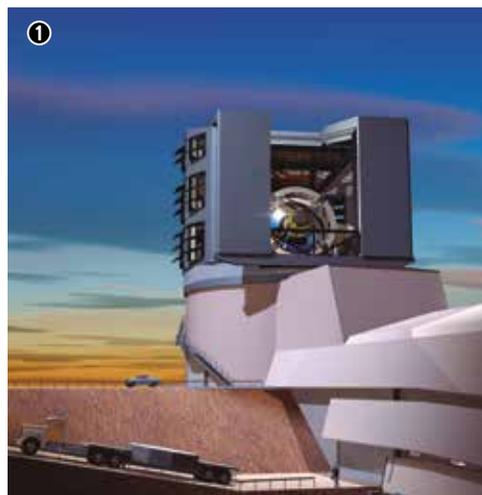
Chile concentra alrededor del 40% de la capacidad de observación astronómica a nivel mundial. Como se ha señalado, este porcentaje aumentará en los próximos años, cuando comiencen a operar los nuevos proyectos, que involucran la instalación de telescopios, los cuales vendrán a revolucionar la observación astronómica y a ubicar a Chile en el centro de este ámbito científico, albergando aproximadamente un 70% de la capacidad de observación astronómica mundial.

Se trata de instrumentos de avanzada tecnología, que permitirán mirar al pasado, como verdaderas **máquinas del tiempo**.

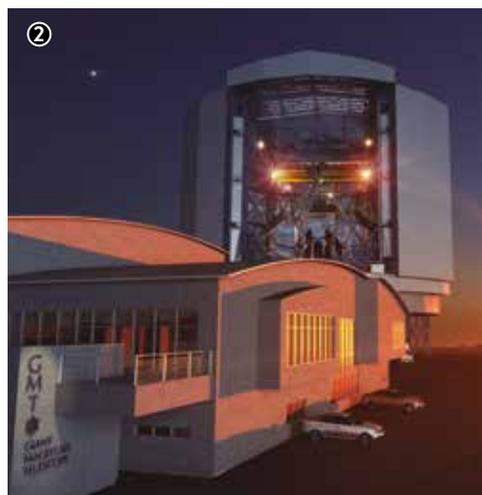
❶ **Large Synoptic Survey Telescope (LSST):** el 14 de abril de 2015, en la Región de Coquimbo, se dio inicio a la construcción del Gran Telescopio de Exploración Sinóptica, (LSST, por sus siglas en inglés), el que entregará valiosa información para entender la Vía Láctea, la población de asteroides y también contribuir a la comprensión de la energía oscura, que está acelerando la expansión del Universo.

El LSST, se ubicará en el Cerro Pachón y contará con un telescopio de 8,4 metros y una cámara de 1,6 metros y de tres billones de píxeles, mediante los cuales se podrán capturar imágenes de todo el cielo visible, durante 10 años. Se trata de un telescopio que hará posible construir la más completa imagen del Universo, evidenciando cambios o movimientos, así como también identificar asteroides potencialmente peligrosos. Se espera que el telescopio comience a entregar imágenes a partir de 2019 y se encuentre totalmente operativo en 2022.

❷ **Giant Magellane Telescope (GMT):** en noviembre de 2015, se inició el proceso de construcción del Telescopio Gigante de Magallanes, el cual estará emplazado en el Cerro Las Campanas en la Región de Atacama, a 2.400 msnm. El inicio de operaciones está programado para 2021. En dicho momento será el telescopio más grande a nivel mundial y permitirá observar el Universo con una nitidez diez veces superior al Telescopio Espacial Hubble. Será como viajar en el tiempo, permitiendo mirar un poco después de la explosión del Big Bang, cuando se formaron las primeras estrellas y galaxias. Esta alta capacidad y posibilidad de explorar el Universo con una claridad nunca antes vista, permitirá investigar los orígenes de los elementos que constituyen nuestro planeta y al ser humano. Asimismo, buscará rastros de procesos biológicos en planetas fuera de nuestra galaxia.



1. Large Synoptic Survey Telescope (LSST) (obtenido el 4 de marzo de 2016 en <http://www.lsst.org/about>)



2. Giant Magellane Telescope (GMT) (obtenido el 4 de marzo de 2016 en <http://www.gmto.org/gallery/>) | GMTO



❸ **European Extremely Large Telescope (E-ELT):** Se ubicará en el Cerro Armazones, en la Región de Antofagasta, a unos 20 kilómetros del Cerro Paranal, donde se ubica el Very Large Telescope, el cual también es operado por la Organización Europea para la Investigación Astronómica en el Hemisferio Austral (ESO). Se trata de un telescopio de 39 metros de diámetro, el más grande a nivel mundial. Se espera que cuando comience a operar, en 2024, permita revolucionar la observación astronómica y el conocimiento que actualmente se tiene en esta materia. “El E-ELT recogerá 100.000.000 de veces más luz que el ojo humano, 8.000.000 de veces más que el telescopio de Galileo”. (www.eso.org)

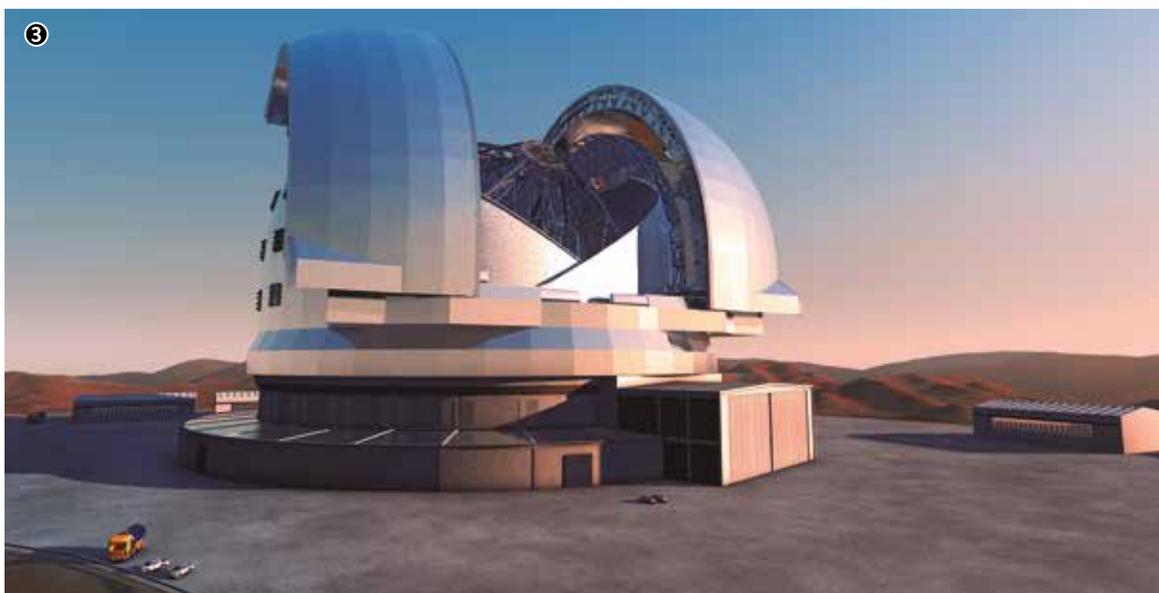
El E-ELT permitirá el avance de la astronomía en temas como la búsqueda de vida en el Universo, el conocimiento de las primeras estrellas y galaxias, así como también respecto a la materia oscura y la energía oscura. Uno de los desafíos más importantes de este telescopio corresponde al estudio del proceso de expansión acelerada del Universo.

“El E-ELT buscará planetas extrasolares, es decir, planetas que orbitan en torno a otras estrellas. Esto incluirá, no solo el descubrimiento de planetas de masas similares a la Tierra a través de mediciones indirectas (como el movimiento de estrellas perturbadas por planetas que las orbitan) sino también la obtención directa de imágenes de planetas más grandes y, posiblemente, incluso la caracterización de sus atmósferas”. (www.eso.org)

OBSERVACIÓN ASTRONÓMICA

En los próximos años Chile contará con instrumentos de avanzada tecnología, que **permitirán mirar al pasado, como verdaderas máquinas del tiempo.**

La instalación de estos nuevos telescopios, que vendrán a revolucionar la observación astronómica, ubicarán a Chile en el centro de este ámbito científico, albergando aproximadamente un 70% de la capacidad de observación astronómica mundial.



3. Impresión artística del European Extremely Large Telescope (E-ELT). El E-ELT será el telescopio óptico/infrarrojo de mayor tamaño del mundo — el ojo más grande en el cielo. | ESO

ASTROTURISMO EN CHILE

Junto con el interés científico que despiertan los cielos del norte de Chile, también se ha generado el llamado astroturismo, que comprende a las personas que tienen interés en acercarse a la observación astronómica y a los lugares y observatorios privilegiados para realizarla.

En este contexto, Astroturismo Chile, iniciativa conformada por actores públicos y privados que busca promover y potenciar el turismo astronómico en Chile, desarrolló un estudio sobre demanda en astroturismo del país⁷.

Asimismo, elaboraron la llamada Hoja de Ruta para el Astroturismo en Chile 2016- 2025, mediante la cual se busca mejorar la calidad, el atractivo de la oferta astroturística, de manera sustentable, que permita situar a Chile como el principal destino en este tipo de turismo.

De acuerdo con el diagnóstico realizado por Astroturismo Chile, las regiones que cuentan con la mayor concentración de oferta astroturística son: Coquimbo, Antofagasta y Metropolitana.

En cuanto a las características de los visitantes, de acuerdo a la encuesta, más del 70% corresponde a turistas nacionales.

TABLA 01

VISITAS EN 2014, POR TIPO DE OFERENTE ASTROTURÍSTICO Se excluyen visitas escolares			
REGIÓN	CASOS	CANTIDAD DE VISITANTES	% DE VISITAS POR REGIÓN
Antofagasta	10	33.424	13%
Atacama	2	6.500	2%
Coquimbo	25	114.298	44%
Valparaíso	2	5.200	2%
Bíobio	5	6.685	3%
L.B.O'Higgins	2	9.100	3%
Metropolitana	10	87.410	33%
TOTAL	56	262.617	100%

Fuente: Astroturismo Chile 2015.

⁷ En el marco de los proyectos financiados por la línea de Bienes Públicos para la Competitividad de la Corporación de Fomento de la Producción, CORFO.



5 • CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

Uno de los principales factores que amenazan la calidad para la observación astronómica de los cielos del norte del país es la contaminación lumínica. Se trata de un problema que afecta principalmente a las ciudades y se produce cuando se aumenta el nivel de luz en el ambiente nocturno, producto de iluminación artificial. Esto se genera cuando la luz no es eficientemente dirigida para iluminar el suelo o las construcciones, sino que se dispersa hacia el cielo, afectando la posibilidad de ver las estrellas y el cielo nocturno. Este tipo de contaminación tiene impactos negativos, tanto para la observación astronómica, como para la salud de las personas y la biodiversidad.

La contaminación lumínica tiene como manifestación más evidente el aumento del brillo del cielo nocturno, por reflexión y difusión de la luz artificial en los gases y en las partículas del aire urbano, de forma que se disminuye la visibilidad de las estrellas y demás objetos celestes (MMA, 2012).

5.1 Contaminación lumínica en la zona norte

Las condiciones privilegiadas para la observación astronómica de la zona norte de Chile se ven cada vez más en riesgo, debido al crecimiento urbano de las ciudades cercanas a los observatorios. Ante la presencia de líneas de emisión de fuentes de luz artificial, los observatorios requieren más tiempo de exposición para realizar espectroscopia⁸ de objetos tenues.

Si bien desde fines de los años 90³ el país ha buscado proteger la calidad de los cielos mediante regulaciones a las emisiones, así como mediante directrices sobre instalaciones de luminarias de exterior, ha sido necesario aumentar dichas exigencias normativas, a fin de asegurar el cuidado de este patrimonio.

5.2 Fuentes emisoras

La principal fuente emisora de contaminación lumínica es el alumbrado público y luego el alumbrado publicitario. Asimismo, actividades como la construcción

⁸ La espectroscopia es el estudio de la interacción entre la radiación electromagnética y la materia, con absorción o emisión de energía radiante. En astronomía, el objeto de estudio es el espectro de la radiación electromagnética, incluida la luz visible, que radia desde estrellas y otros objetos celestes.



Panorámica de Observatorio Cerro Tololo |ESO





o la minería, pueden constituir fuentes de contaminación lumínica.

Junto con el alumbrado público, el tipo de fuente de luz utilizado también es una de las condiciones que afecta la calidad de los cielos nocturnos. De la misma forma, la ubicación o la dirección hacia la cual se ubica la iluminación es otra de las causas de la contaminación lumínica.

Las peores fuentes de luz exterior para la astronomía son las incandescentes (como la ampollita común de uso casero), ya que emiten un espectro continuo de muchas bandas de color que bloquean la información espectral proveniente de objetos cósmicos tenues. Las fuentes que emiten luz en bandas características de color son menos dañinas para la observación, pues no contaminan el espectro completo. Sin embargo, algunas de estas pueden ser igualmente dañinas.

TABLA 02

DISTANCIA DE LOS OBSERVATORIOS ASTRONÓMICOS con las principales ciudades del norte del País, en km							
NOMBRE	Antofagasta 404 MIL HAB.	Calama 178 MIL HAB.	Copiapó 163 MIL. HAB.	Vallenar 48 MIL HAB.	Coquimbo La Serena 486 MIL HAB.	Ovalle 172 MIL HAB.	Vicuña 24 MIL HAB.
❶ TAO	-	135	-	-	-	-	-
❷ Paranal	108	-	-	-	-	-	-
❸ E-ELT	105	-	-	-	-	-	-
❹ Las Campanas	-	-	185	49	115	181	112
❺ La Silla	-	-	213	75	93	155	85
❻ Tololo	-	-	-	177	55	60	17
❼ SOAR	-	-	-	184	62	60	22
❽ Gemini Sur	-	-	-	184	62	60	23
❾ LSST	-	-	-	185	61	58	23

Fuente: Chile, MMA, 2012.



6 • PROTECCIÓN DE LOS CIELOS

La importancia que tiene la observación astronómica para el avance científico ha relevado a un primer plano los lugares que aún cuentan con las condiciones para desarrollar este trabajo.

En este contexto, en la conferencia de contaminación lumínica del año 2007 realizada en La Palma, España, surgió la idea por parte de la Unión Astronómica Internacional (IAU, por sus siglas en inglés), de postular los sitios astronómicos como Patrimonio de la Humanidad. Ello, ante la imposibilidad de inscribir los “cielos” para la observación astronómica como parte de dicho patrimonio.

Posteriormente, el Comité del Patrimonio Mundial de la UNESCO, en su 34ª reunión celebrada Brasilia (Brasil 2010), aprobó el estudio sobre los Sitios Patrimonio de la Astronomía y Arqueoastronomía, elaborado en el marco del Año Internacional de la Astronomía 2009. Dicho estudio identifica ciertos lugares del mundo como patrimonio astronómico, entre los cuales se encuentra el Norte de Chile, Canarias, Hawaii y Namibia, denominados como “Ventanas del Universo”.

De acuerdo con el estudio, “la conservación efectiva de las áreas oscuras requiere el establecimiento de criterios apropiados para su gestión, especialmente en lo que respecta a la mitigación o eliminación de la contaminación lumínica”. (Clive Ruggles and Michel Cotte, 2010).

En este contexto, la Unión Astronómica Internacional creó la Comisión de Patrimonio Mundial, mediante la cual se busca promover la protección de algunos de los más importantes lugares de observación astronómica. En agosto de 2015, durante la XXIX Asamblea General de la Unión Astronómica Internacional, se convocó a los países participantes a coordinar los esfuerzos para llevar adelante esta iniciativa. En dicha ocasión Chile anunció la creación de una mesa de trabajo “Ventanas al Universo”, como un punto focal de esta iniciativa internacional. Asimismo, durante la asamblea Chile fue elegido como Coordinador de la Red Mundial de Observatorios Astronómicos de Valor Patrimonial.

6.1 Mesa “Ventanas al Universo”

La mesa de trabajo Ventanas al Universo de Chile es coordinada por la Dirección de Energía, Ciencia y Tecnología e Innovación del Ministerio de Relaciones Exteriores y la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos (DIBAM). Asimismo participan directores de los observatorios, el Ministerio del Medio Ambiente, la Oficina de Protección de la Calidad del Cielo del Norte de Chile, OPCC, el Consejo de Monumentos Nacionales y la Comisión de la Unesco del Ministerio de Educación.

05

SITIOS ASTRONÓMICOS COMO PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD

Hay muy pocos lugares del planeta donde nos encontremos con una combinación única de circunstancias ambientales y naturales: espacios bien conservados con muy poca alteración de la calidad natural del cielo, realmente oscuros, con una gran porcentaje de días con cielos despejados y con una nitidez y transparencia máximas.

Estos sitios excepcionales, incluidos sus componentes naturales, pueden ser considerados como “paisajes de la ciencia y el conocimiento”. Como era de esperar, los mayores observatorios del mundo contemporáneo, verdaderos monumentos científicos, se encuentran en estos lugares y son, en mayor o menor medida, las fuentes históricas de la cultura astronómica nativa. Es el caso de Hawaii, Canarias y el norte de Chile, un conjunto de sitios que, dentro de este contexto, tienen un significado universal excepcional como grupo.

- ❶ Arizona (Mexico - Baja California)
- ❷ Hawaii (Mauna Kea - Haleakala)
- ❸ Islas Canarias (La Palma - Teide)
- ❹ Norte de Chile
- ❺ Sudáfrica



Obtenido el 24 de marzo de 2016 en http://www.starlight2007.net/index.php?option=com_content&view=article&id=171&Itemid=159&lang=es



Esta mesa de trabajo tiene como objetivo coordinar la estrategia y las acciones necesarias para avanzar en la declaratoria de Monumento Nacional para los sitios astronómicos en Chile, en el marco de lograr la nominación de los mismos como Patrimonio de la Humanidad ante la UNESCO.

7 • LA NUEVA NORMA LUMÍNICA

En 1998 Chile promulgó la Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica (Decreto Supremo 686/98 del Ministerio de Economía), con el fin de prevenir la contaminación lumínica y proteger los cielos de la zona norte del país. Si bien la norma implicó un aporte en la reducción de la contaminación lumínica del orden del 30%, además de generar un ahorro energético en las zonas reguladas, paulatinamente se comenzó a evidenciar un cierto estancamiento en el nivel de cumplimiento de la norma, respecto al recambio de luminarias de alumbrado público.

En este contexto, y tras varios años desde la entrada en vigencia de dicha norma, comenzó la revisión de esta regulación. Como resultado de ella en 2013 se publica el Decreto Supremo N°43/2012 del Ministerio del Medio Ambiente, el cual recoge la experiencia y los estándares internacionales, utilizados en lugares como Italia, España y Estados Unidos, en los cuales se desarrolla observación e investigación astronómica.

La nueva norma establece mayores exigencias para el alumbrado de exteriores, para luminarias de diferente tecnología (incluida la tecnología LED) como para avisos o letreros. En particular, la regulación restringe la emisión de flujo radiante hacia el hemisferio superior, además de restringir ciertas emisiones espectrales de las lámparas, salvo aplicaciones puntuales que expresamente se indican.

Fuentes emisoras reguladas

De acuerdo con la norma, las fuentes emisoras son las lámparas, cualquiera sea su tecnología, que se instalen en luminarias, en proyectores o por sí solas, que se utilicen en lo que se denomina alumbrado de exteriores. También se incluyen los avisos, letreros luminosos, proyectores u otros dispositivos de iluminación posibles de ser movidos mientras se operan y otros similares.

No se consideran como alumbrado de exteriores, por ejemplo, la iluminación producida por la combustión de gas natural u otros combustibles, la de los vehículos y las luces de emergencia necesarias para la seguridad pública.

¿Cuáles son las principales exigencias del D.S. N°43/12 MMA?

- ▶ Restricción completa de flujo radiante emitido hacia el hemisferio superior.
- ▶ Restricción de espectro.
- ▶ Incorporación límite por emisión reflejada en calzada (sobre iluminación)
- ▶ Incorporación de los avisos y letreros luminosos.
- ▶ Eliminación restricciones horarias del D.S. N°686/98 MINECON.
- ▶ Exigencias para lámparas de filamento incandescente, de descarga de alta intensidad y de estado sólido (LED).

CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

La norma implicó un aporte en la reducción de la contaminación lumínica

▼ 30%

Además de generar un ahorro energético en las zonas reguladas, permitirán mirar al pasado, como verdaderas máquinas del tiempo.

Fiscalización

La fiscalización pasa a ser una atribución de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). Asimismo, el control del cumplimiento de estas exigencias, se realiza mediante una certificación de los límites de emisión a cargo de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, previo a la instalación de las lámparas. Una vez instaladas, la SMA verificará la luminancia de los letreros luminosos ya instalados y la correcta instalación de todas las fuentes emisoras, conforme con lo establecido en la norma.

¿Cuáles son los plazos de cumplimiento de la nueva norma?

La nueva norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica entró en vigencia el 3 de mayo de 2014. Las fuentes emisoras existentes con anterioridad a la entrada en vigencia, deben cumplir con esta al momento de ser sustituida la fuente o en un plazo máximo de 5 años a contar de la entrada en vigencia. Sin perjuicio de lo anterior, mientras, deben cumplir con las exigencias del D.S. N°686/98 MINECON. Por su parte, las fuentes emisoras nuevas deberán cumplir en el momento que sean instaladas.

7.1 Estado de avance de la implementación de la norma.

El DS N°43/12 del Ministerio del Medio Ambiente entró en plena operación mediante la implementación del sistema de certificación de lámparas, a partir de la oficialización de los protocolos de certificación de luminarias y la autorización del primer laboratorio de certificación por parte de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC). Dichos protocolos son los procedimientos estandarizados de medición o ensayo que deben realizarse a las lámparas de modo de certificar el cumplimiento de algunas de las principales exigencias de la norma, protocolos que debieron ser elaborados y validados por una mesa técnica coordinada por la SMA e integrada por la SEC, el Ministerio de Energía y el MMA.

Los protocolos de certificación (tanto para tecnología de descarga, incandescente y LED) fueron aprobados mediante la Res Ex N°731, del 26 de agosto de 2015, por la Superintendencia del Medio Ambiente, SMA y publicados en el Diario Oficial el día 31 de Agosto de 2015.

Si bien incluye nuevos estándares y exigencias para asegurar la protección de los cielos del norte de Chile, el éxito de esta normativa depende, en gran medida, del compromiso y la participación de todos quienes viven o visitan la zona norte del país.

① Aluminado de Exteriores:

El alumbrado ambiental, alumbrado deportivo y recreacional, alumbrado funcional, alumbrado industrial, alumbrado ornamental y decorativo.

Lámpara: Dispositivo construido con el fin de producir flujo luminoso.

Luminaria: El aparato que sirve para distribuir, filtrar o transformar la luz de la lámpara, o lámparas, y que incluye todas las piezas necesarias para fijarlas, protegerlas y conectarlas al circuito de alimentación.

Letreros luminosos: Aquellos correspondientes a carteles, anuncios, mobiliario urbano, cabinas telefónicas y similares, iluminados desde su interior o mediante emisión directa, con imágenes estáticas o dinámicas, tales como pantallas de comunicación visual.

Luminancia: Es la razón existente entre la intensidad lumínica en dirección a un observador y la proyección en esa misma dirección del área emisora.

Lumen: Unidad del Sistema Internacional del Flujo Luminoso emitido en la unidad de ángulo sólido (ester-radián) por una fuente puntual uniforme que tiene una intensidad luminosa de una candela.

Radiancia Espectral: Intensidad de energía radiada por unidad de superficie, longitud de onda y ángulo sólido.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asociación Nacional de Investigadores en Postgrado, ANIP (2015). Entrevista a Mario Hamuy. Obtenida el 18 de diciembre de 2015 en <http://www.anip.cl/?p=12156>

Astroturismo Chile, Estudio sobre demanda en astroturismo en Chile, 2015. Obtenido el 18 de enero de 2016 en <http://astroturismochile.cl/wp-content/uploads/2015/12/Estudio-de-Demanda-Final.pdf>

Astroturismo Chile, Hoja de Ruta para el Astroturismo en Chile 2016-2025. Obtenido el 26 de abril de 2016 en <http://astroturismochile.cl/wp-content/uploads/2016/04/HDR-Resumen-baja.pdf>

Clive Ruggles and Michel Cotte, 2010. *Heritage Sites of Astronomy and Archaeoastronomy in the context of the UNESCO World Heritage Convention*. Francia. International Council on Monuments and Sites and the International Astronomical Union.

Chile, Ministerio del Medio Ambiente (2012). Análisis general del impacto económico y social de la Modificación del DS 686/98. Santiago: Autor.

Observatorio Europeo Austral. (2016). Comunicado Científico. *Se descubre un planeta en la zona habitable que rodea a la estrella más cercana*. Disponible en <http://www.eso.org/public/spain/news/eso1629/>. Obtenido el 15 de octubre de 2016.

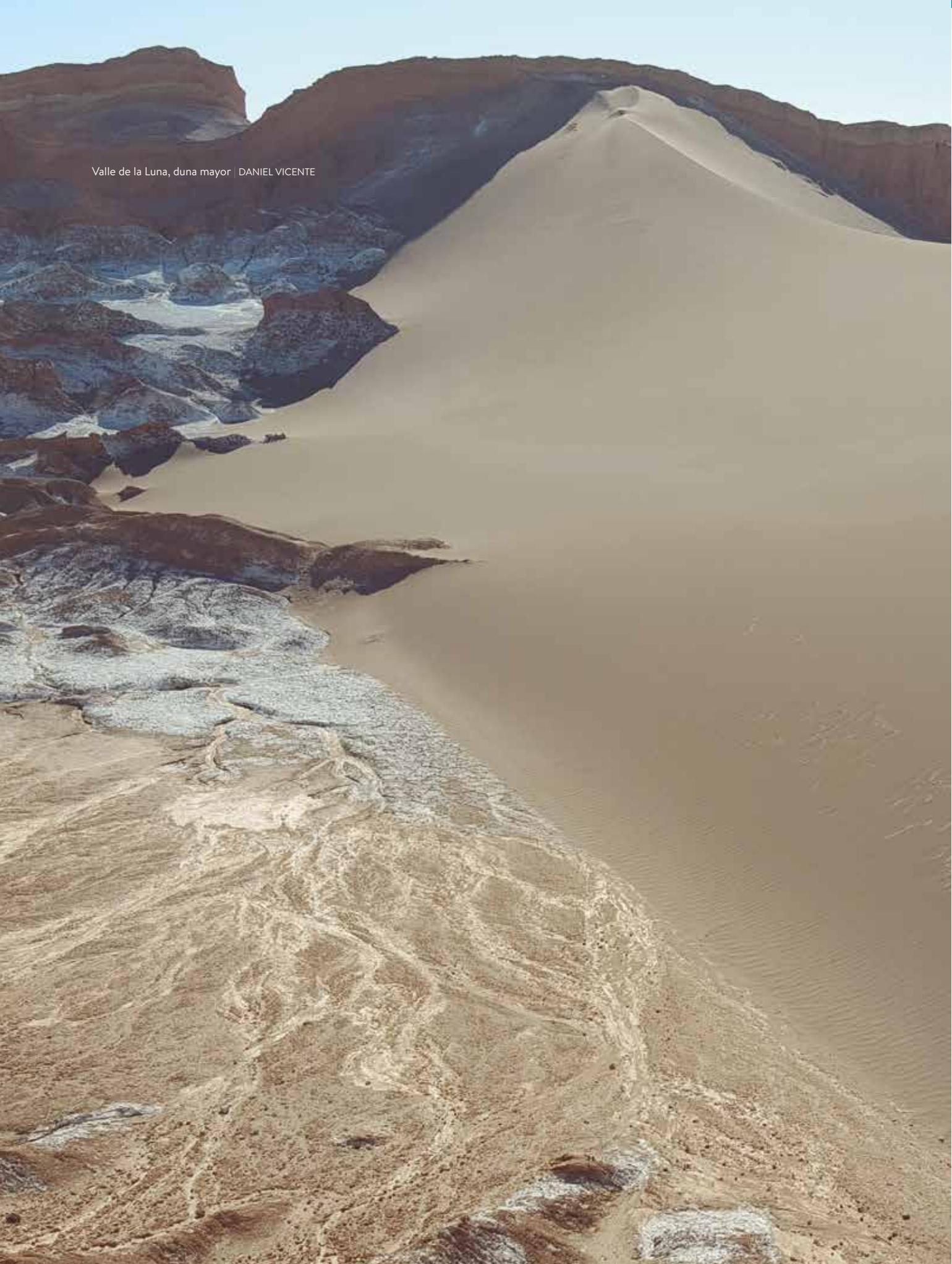
Robert Massey, *Ver más allá de las estrellas: la importancia de la astronomía*. Disponible en <http://mexico.cnn.com/tecnologia/2015/03/23/ver-mas-alla-de-las-estrellas-la-importancia-de-la-astronomia>. Obtenido el 27 de noviembre de 2015.

An Expanded View of the Universe Science with the European Extremely Large Telescope https://www.eso.org/public/archives/brochures/pdfsm/brochure_0025.pdf

E-ELT The European Extremely Large Telescope The World's Biggest Eye on the Sky https://www.eso.org/public/archives/brochures/pdfsm/brochure_0022.pdf

The European Extremely Large Telescope - The World's Biggest Eye on the Sky https://www.eso.org/public/archives/handouts/pdf/handout_0013.pdf

Valle de la Luna, duna mayor | DANIEL VICENTE





SUELOS

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	296
1 • ANTECEDENTES	296
1.1 Servicios ecosistémicos que provee el suelo	296
2 • SUELOS EN CHILE	299
2.1 Aptitud de suelos	299
2.2 Degradación del suelo	301
3 • PRESIONES	312
3.1 Pérdida o degradación por cambio de uso de suelo	312
3.2 Actividades productivas	318
4 • RESPUESTAS	321
4.1 Gestión de sitios con potencial presencia de contaminantes	322
4.2 Programa de combate a la desertificación	323
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	324

INTRODUCCIÓN

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

Si bien en 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).

El suelo es la capa más delgada de tierra y debido a que su formación es muy lenta, se le considera un elemento no renovable. Este componente entrega bienes y servicios fundamentales para los ecosistemas, la vida silvestre que los componen y para la vida de las personas, tales como almacenar y filtrar agua, consumo de carbono, o también las condiciones para el cultivo de alimentos más saludables. Se estima que el 95% de la alimentación a nivel mundial proviene directa o indirectamente de los suelos. Asimismo, alrededor de un cuarto de la biodiversidad del planeta se encuentra en este componente ambiental (FAO, 2015 (b)).

Es importante mencionar que la gestión y la conceptualización del suelo han ido evolucionando. En un comienzo se le consideró un medio para el crecimiento de las plantas, luego se reconoció como una unidad integral, dinámica, que requiere conservación y en este contexto se fueron desarrollando una serie de conceptos, modelos e investigaciones para conocer mejor su formación y evolución. Actualmente, existen muchas áreas de trabajo especializadas, que buscan una mayor comprensión de este componente, ante el reconocimiento de que forma parte de un sistema mayor, que requiere ser cuidado porque constituye un elemento fundamental para la vida (FAO, ITPS, 2015).

1.1 Servicios ecosistémicos que provee el suelo

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. Entre las principales funciones del suelo, se encuentra su rol en el ciclo de nutrientes como filtro y regulador del agua, del clima, como soporte de actividad humana, como hábitat, entre otros. Precisamente, una de sus funciones más relevantes en la actualidad se vinculan con el aporte del suelo a la captura de carbono, tema clave para el cambio climático.

❗ A fin de relevar la importancia de este componente ambiental, en 2015 se celebró el “Año Internacional del Suelo”. Durante este período se desarrollaron diversas iniciativas para difundir la importancia del suelo.

❗ **Pedología:** ciencia que se dedica al estudio de los suelos, su estructura y formación.

TABLA 01

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y LAS FUNCIONES DEL SUELO QUE LOS SOPORTAN	
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	FUNCIONES DEL SUELO
<p>Servicios de apoyo: son necesarios para la producción de todos los demás servicios ecosistémicos; sus impactos sobre las personas son a menudo indirectos o se producen durante un tiempo muy largo.</p>	
FORMACIÓN DEL SUELO	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Meteorización de los minerales primarios y liberación de nutrientes. ▶ Transformación y acumulación de materia orgánica. ▶ Creación de estructuras (agregados, horizontes) para el intercambio gaseoso (oxígeno incluido) con la superficie de nutrientes y de agua necesarios para el crecimiento de la raíz. ▶ Creación de superficies cargadas para la retención de iones y su intercambio requeridos para la alimentación de las plantas.
PRODUCCIÓN PRIMARIA	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Soporte para la germinación y crecimiento de las plantas. ▶ El suministro de nutrientes y agua para las plantas y otras formas de vida. ▶ Soporte para la biodiversidad en y sobre el suelo.
CICLO DE NUTRIENTES	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Transformación de materiales orgánicos y facilitación del ciclo del carbono y del nitrógeno, esenciales para toda forma de vida. ▶ Retención y liberación de nutrientes en superficies cargadas (eléctricamente hablando).
<p>Servicios de regulación: beneficios obtenidos de la regulación de los procesos de los ecosistemas.</p>	
CALIDAD DEL AGUA	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Filtrado y almacenamiento de sustancias del agua en el suelo. ▶ Transformación de contaminantes.
SUMINISTRO DE AGUA	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Regulación de la infiltración y del flujo del agua en el suelo. ▶ Drenaje del exceso de agua fuera de suelo e ingreso en las aguas subterráneas y superficiales.
CLIMA	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Regulación de emisiones de CO₂, N₂O y CH₄.
EROSIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Reducción de pérdidas de suelo.

CONTINÚA ►

<p>Servicios de aprovisionamiento: productos (mercancías) obtenidos de los ecosistemas que benefician directamente a las personas.</p>	
<p>ALIMENTOS</p>	<p>▶ Provee agua, nutrientes y soporte físico para el crecimiento de plantas para el consumo humano y animal.</p>
<p>AGUA</p>	<p>▶ Retención y purificación del agua.</p>
<p>FIBRA Y COMBUSTIBLES</p>	<p>▶ Provee agua, nutrientes y soporte físico para el crecimiento de plantas para bioenergía y fibra.</p>
<p>MATERIALES DE LA TIERRA</p>	<p>▶ Provisión de tierra vegetal, áridos, turba , etc.</p>
<p>ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIE</p>	<p>▶ Apoyo a las viviendas humanas y relacionadas a infraestructura.</p>
<p>REFUGIO</p>	<p>▶ Provee hábitat para especies de vertebrados, invertebrados, plantas superiores, algas, hongos, bacterias, etc.</p>
<p>RECURSOS GENÉTICOS</p>	<p>▶ Fuente de materiales biológicos únicos.</p>
<p>Servicios culturales: beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas a través de enriquecimiento espiritual, experiencias estéticas, preservación del patrimonio y la recreación.</p>	
<p>ESTÉTICOS Y ESPIRITUALES</p>	<p>▶ La preservación de la diversidad paisajística, natural y cultural ▶ Fuente de pigmentos y colorantes.</p>
<p>PATRIMONIO</p>	<p>▶ Preservación de registros arqueológicos</p>

Fuente: FAO, ITPS, 2015.

2 • SUELOS EN CHILE

El desarrollo de los suelos está asociado a factores geológicos, geomorfológicos, climáticos y a la actividad volcánica que está presente en todos los eventos modeladores del paisaje natural (Casanova et al. 2004). En este sentido, las propiedades de los suelos influidas por dichas características, así como el uso que se le da en términos productivos, determinan el potencial de la tierra, su capacidad de resiliencia y su recuperación ante procesos de degradación. A su vez, son fundamentales para explicar su capacidad para brindar servicios ecosistémicos.

Es importante considerar que las propiedades de los suelos, como los servicios ecosistémicos que prestan, son dinámicos, también lo es su capacidad de resistencia y recuperación. En este contexto y tal como señala el Panel de Recursos Naturales del PNUMA (IRP por sus siglas en inglés), es importante evaluar el potencial de la tierra, a fin de identificar posibles usos y entre estos los potenciales usos sustentables.

De acuerdo con el IRP, conocer el potencial de la tierra implica identificar lugares en los que existen prácticas productivas poco sustentables, brechas de rendimiento y promover sistemas de gestión que mejoren el uso, tanto en términos de eficiencia, como de eficacia.

En Chile, el enfoque tradicional para el levantamiento de información sobre los suelos ha estado asociado a temas agrológicos, sin embargo, la importancia de este componente tanto en materia de producción alimentaria, como en su rol e interrelación con el resto de los componentes ambientales, está promoviendo gradualmente una mirada distinta y la necesidad de levantar información que permita conocer el estado y el potencial en el cual se encuentra. Actualmente el país dispone información oficial agrológica, la cual incluye características morfológicas, físicas, químicas y clasificaciones interpretativas de los suelos.

2.1 Aptitud de suelos

Chile continental tiene una superficie territorial superior a 75 millones de hectáreas, de las cuales cerca de un 54% corresponde a suelo productivo. Para definir las características del suelo y conocer su adaptabilidad a los diferentes usos silvoagropecuarios, se utilizan clasificaciones de suelos. De las clasificaciones interpretativas, la más utilizada es la Clase de Capacidad de Uso de los suelos (CCUS), una ordenación de los suelos existentes para señalar su relativa adaptabilidad a ciertos cultivos. Además, indica las dificultades y riesgos que se pueden presentar al usarlos. Está basada en la capacidad de la Tierra para producir, señalando sus limitaciones naturales.

Las Clases de Capacidad de Uso son ocho, que se designan con números romanos del I al VIII, ordenadas según sus crecientes limitaciones y riesgos en el uso (**ver diagrama ►**).

De acuerdo a los estudios agrológicos realizados por el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), entre 1996 y 2009, que abarcaron una superficie cercana a las 18 millones de hectáreas, entre las regiones de Atacama y Aysén, se pudo identificar las distintas categorías de CCUS a nivel regional. En la **Figura 1** se presenta la superficie de suelos por región, según sus distintas capacidades y limitaciones para la elección de cultivos.

DISTRIBUCIÓN DE LAS CLASES DE CAPACIDAD DE USO

AUMENTA LA INTENSIDAD DE USO ►

CLASES DE CAPACIDAD DE USO	PASTOREO				CULTIVO			
	Vida Silvestre	Limitado	Moderado	Intensivo	Limitado	Moderado	Intensivo	Muy Intensivo
I	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
II	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
III	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
IV	✓	✓	✓	✓	✓			
V	✓	✓	✓	✓				
VI	✓	✓	✓					
VII	✓	✓						
VIII	✓							

Aumentan las limitaciones y riesgos en el sentido vertical ►
 Sólo la **Clase I** sostendría cultivos muy intensivos.

I	EXTREMADAMENTE LENTA
II	MUY LENTA
III	LENTA
IV	MODERADAD
V	VARIABLE
VI	RÁPIDA
VII	MUY RÁPIDA
VIII	EXTREMADAMENTE RÁPIDA



2.2 Degradación 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.

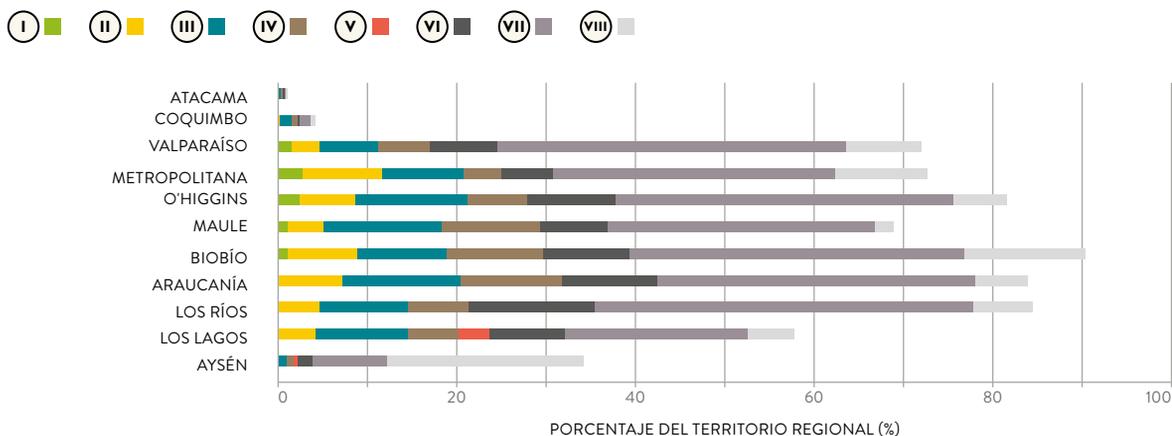
En tanto, la degradación de la tierra constituye un problema más amplio que incluye todos los cambios negativos en la capacidad del ecosistema para prestar bienes y servicios (FAO, 2015).

La degradación de la tierra es un problema ambiental que va en aumento y cada vez afecta a más personas. A principios de los 90’ se estimaba que cerca del 20% de la superficie terrestre, excluyendo las zonas hiperáridas, presentaba procesos de degradación de la tierra (Oldeman et al., 1991 en ENCCRV, 2015). Asimismo, se calcula que anualmente “se pierden unas 24.000 millones de toneladas de suelo fértil” (CNULD, 2011).

Este problema puede traer consecuencias tales como la pérdida de las capacidades productivas, así como de los servicios y funciones de este componente ambiental. La degradación de los suelos se debe fundamentalmente a la erosión, al uso degradante de este, ya sea por prácticas silvoagropecuarias poco sustentables, actividades industriales, asentamientos humanos, como a factores climáticos, contaminación y a la pérdida de cubierta vegetal.

FIGURA 01

SUPERFICIE REGIONAL DE SUELOS, SEGÚN CLASES DE CAPACIDAD DE USO



Fuente: Estudios agrológicos CIREN (1996-2009).

2.2.1 Erosión

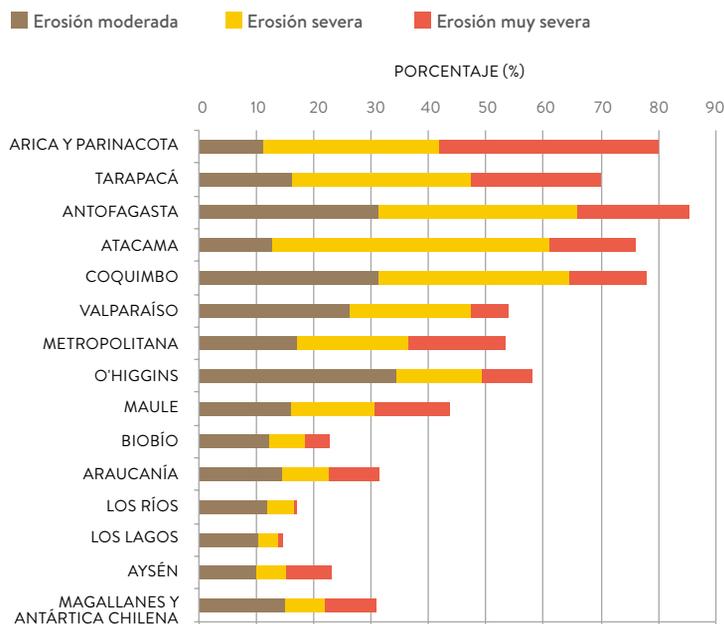
En Chile, según afirma el CIREN, la erosión es la causa más importante de la degradación de los suelos. De acuerdo a Soil Survey División Staff (1993), la erosión corresponde al desprendimiento y movimiento de los materiales del suelo desde un lugar a otro. Esta se produce cuando la fuerza de determinados agentes externos, entre ellos el agua y el viento, es superior a la fuerza de cohesión que une a las partículas del suelo, por lo tanto como consecuencia, las partículas son desagregadas pudiendo ser transportadas por estos agentes u otros, produciéndose la desaparición parcial o total del horizonte superficial o incluso de todo el suelo.

En 2010, el CIREN determinó la erosión actual y potencial de Chile, mediante técnicas de geomática y teledetección. De acuerdo con los resultados, cerca de 38 millones de hectáreas del territorio nacional presentan algún grado de erosión. En el **Mapa 1**, se puede apreciar el resultado obtenido a nivel nacional, diferenciado por categoría de erosión.

En la **Figura 2** se muestra el porcentaje de la superficie regional que se encuentra afectada por erosión moderada, severa y muy severa. En la zona norte de Chile, particularmente en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, más del 60% de la superficie regional se encuentra afectada por estas tres categorías de erosión, sin embargo, en estos casos se trata principalmente de un origen geológico (natural).

FIGURA 02

PORCENTAJE DE LA SUPERFICIE REGIONAL AFECTADA CON EROSIÓN*



Fuente: Elaboración propia en base a datos de CIREN, 2010.

* Este porcentaje excluye los suelos ocupados por asentamientos humanos, cuerpos de agua, minería, relaves, vertederos, playas y dunas.

TABLA 02

CLASIFICACIÓN DE EROSIÓN DE SUELOS

Erosión muy severa

Suelos no apropiados para cultivos. Existe una pérdida del suelo superior al 80% del suelo original.

Erosión severa

La pérdida de suelo es del orden del 60% a 80%. Ocasionalmente presenta surcos y cárcavas.

Erosión moderada

El suelo original se ha perdido entre 40% a 60%.

Erosión ligera

Suelo ligeramente inclinado u ondulado con cobertura vegetal nativa semidensa.

Erosión nula / sin erosión

No presenta alteraciones o signos de pérdida de suelo.

Erosión no aparente

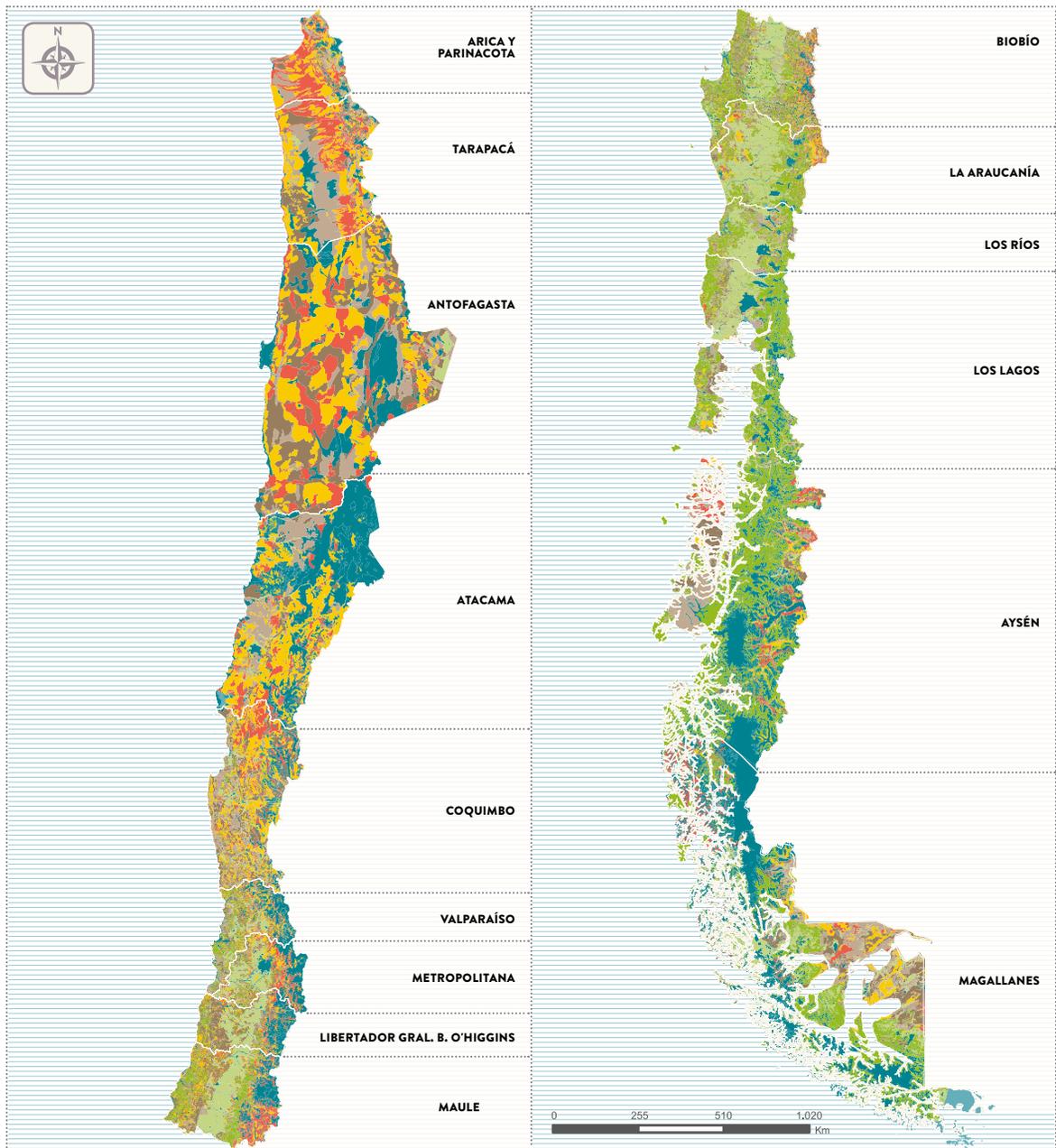
Sectores cubiertos por vegetación muy densa o sujetos a buenas prácticas de manejo.

Fuente: CIREN, 2010.



MAPA 01

EROSIÓN ACTUAL A NIVEL NACIONAL



"Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al artículo 2º, letra g del DFL 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum WGS84 y es de carácter referencial".

EROSIÓN ACTUAL

- Erosión muy severa
- Erosión severa
- Erosión moderada
- Erosión ligera
- Sin erosión
- Erosión no aparente
- Áreas de exclusión
- Otros usos

Fuente: Elaboración propia en base a datos de CIREN, 2010.

Máxima erosión | MARCELO BENAVENTE

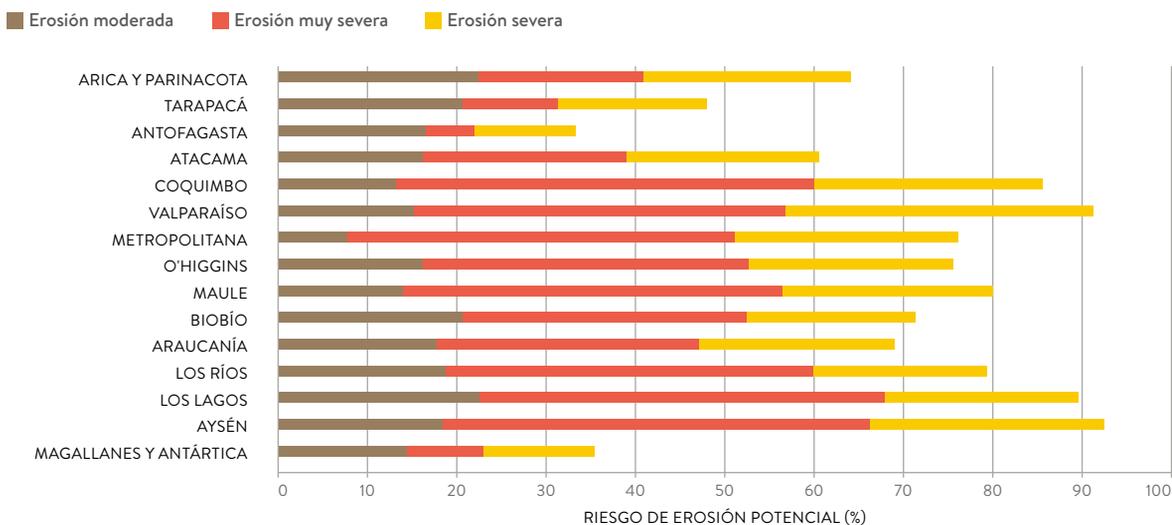


En la zona central —regiones de Valparaíso al Maule—, donde predomina una erosión antrópica o acelerada, los porcentajes de erosión, desde moderada a muy severa, alcanzan alrededor del 40% de la superficie regional. En tanto, desde la Región del Biobío comienza a descender el porcentaje de erosión, debido a la cobertura boscosa, y a mayores niveles de materia orgánica. Por su parte, las regiones de Los Ríos y Los Lagos presentan los menores niveles de erosión severa y muy severa, con porcentajes inferiores al 5%.

Junto con el mapa de erosión actual, el CIREN estableció la cartografía de erosión potencial, que se refiere a la máxima tasa de erosión en caso de que desapareciera 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 03

RIESGO DE EROSIÓN POTENCIAL POR REGIÓN*



Fuente: Elaboración propia en base a datos de CIREN, 2010.

* Este porcentaje excluye los suelos ocupados por asentamientos humanos, cuerpos de agua, minería, relaves, vertederos, playas y dunas.

2.2.2 Desertificación

Se trata de un proceso de degradación gradual de las tierras con consecuencias ambientales, como la pérdida de flora y fauna, teniendo a su vez efectos socioeconómicos como son la pobreza y migración. De acuerdo a la definición de la CNULD (1994), se entiende como desertificación “la degradación de tierras en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultantes de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas”. Según la Corporación Forestal Nacional (CONAF), este proceso no es un fenómeno exclusivo de los desiertos actuales, sino que ocurre porque los ecosistemas de tierras secas son extremadamente frágiles ante la sobreexplotación y el aprovechamiento inadecuado de la tierra.

El fenómeno también tiene efectos en el cambio climático. De acuerdo con Niemeijer (2005), se estima que cada año las tierras secas liberan 300 millones de toneladas de carbono, lo que constituye cerca del 4% de las emisiones mundiales, sumando todas las fuentes. Se estima que Chile, junto a países del África Sub-Sahariana, sería uno de los más afectados por el incremento de la desertificación, la degradación de tierra y la sequía (Alfaro, 2013).

En 1999 CONAF, realizó el mapa Preliminar de la Desertificación en Chile, mediante el cual se estableció que de un total de 290 comunas rurales estudiadas, 270 presentaban algún grado de desertificación, 76 mostraban un grave proceso de desertificación y 108 comunas se encontraban con niveles moderados. Asimismo, en ese momento se estimó que más de un millón de personas estarían afectadas. En 2005, la Corporación analizó las áreas afectadas por desertificación a fin de establecer una priorización de intervención, determinándose que 11.803.351,2 hectáreas correspondían a áreas de primera prioridad (Alfaro, 2013).

En el marco de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV), que lidera la CONAF¹, se ha actualizado el Plan de Acción Nacional Contra la Desertificación de Chile (PANCD-Chile) para el periodo 2016-2030, el cual se ha alineado con la Estrategia Decenal de la CNULD, la Iniciativa de Degradación Neutral de la Tierra y los Objetivos del Desarrollo Sostenible. Entre los productos generados en la actualización del PANCD se encuentra el mapa de riesgo sobre desertificación en Chile, basado en una metodología de análisis multicriterio que pondera factores como la aridez, el riesgo de erosión actual, los incendios forestales y factores socioeconómicos, tal como se aprecia en la **Figura 4**.

El área de estudio correspondió al territorio continental chileno, aproximadamente 75 millones de hectáreas. En las **Tabla 3 y 4** se muestran algunos de los resultados. Cerca del 22% de la superficie del país, más de 16 millones de hectáreas, tiene algún grado de riesgo a desertificación en sus diferentes categorías (leves, moderadas, graves) y un 38% de la población del país estaría siendo afectada por este riesgo. Asimismo, un 12% de la superficie del país está afectada por una sequía grave, lo que involucra al 57% de la población nacional.

En el **Mapa 2**, se muestra el riesgo de degradación de las tierras a nivel nacional, para el cual se utiliza la misma metodología del riesgo a desertificación salvo que no se incluye la aridez. De acuerdo con los resultados, el 79% del territorio nacional tiene algún grado de riesgo de degradación de las tierras, lo que afectaría a un 67% de la población.

FIGURA 04

MODELO MULTICRITERIO DE RIESGO A DESERTIFICACIÓN



Fuente: CONAF, 2016.

¹ En su calidad de Punto Focal Nacional ante la Convención de Lucha contra la Desertificación y del enfoque para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero.



TABLA 03

RIESGO A DESERTIFICACIÓN A NIVEL NACIONAL EN SUS DIFERENTES CATEGORÍAS						
	N° DE COMUNAS	% DE COMUNAS	POBLACIÓN	% DE POBLACIÓN	(Ha) SUPERFICIE	% DE SUPERFICIE
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	4.819.032	6,4
Sin Desertificación	7	2	61.218	0,3	3.649.475	4,8
No Aplica	150	43,5	5.621.054	31,2	55.411.347	73,3
Urbano	32	9,3	5.507.282	30,6	203.064	0,3
TOTALES	345	100	18.006.215	100	75.643.277	100

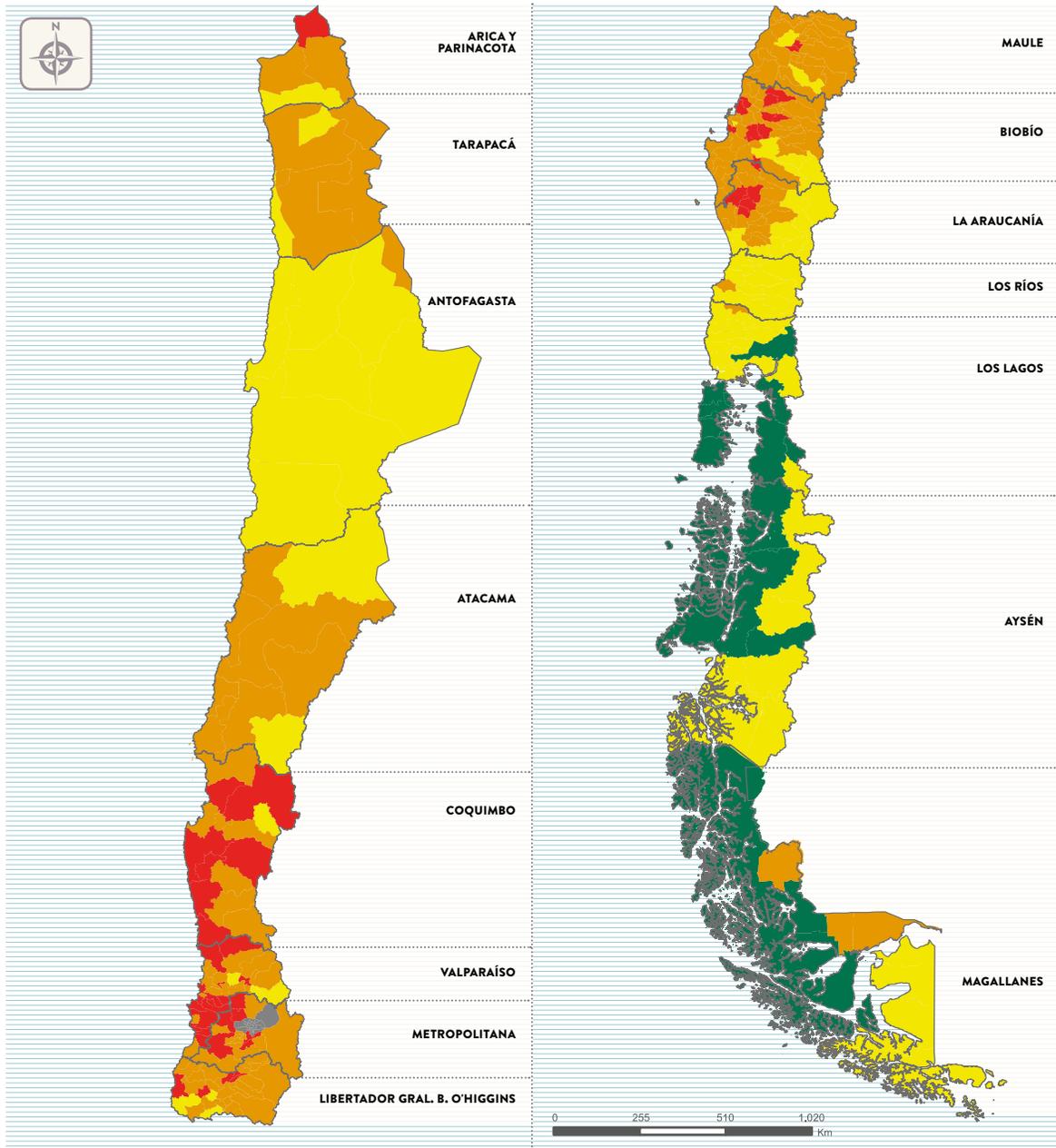
Fuente: CONAF, 2016.

TABLA 04

CANTIDAD DE COMUNAS, POBLACIÓN Y SUPERFICIE CON SEQUÍA A NIVEL NACIONAL EN SUS DIFERENTES CATEGORÍAS						
	N° DE COMUNAS	% DE COMUNAS	POBLACIÓN	% DE POBLACIÓN	(Ha) SUPERFICIE	% DE SUPERFICIE
Sequía Grave	128	37,1	10.217.408	56,7	9.102.283	12
Sequía Moderada	135	39,1	4.494.897	25	19.031.823	25,2
Sequía Leve	54	15,7	1.528.428	8,5	26.636.833	35,2
Sin Sequía	28	8,1	1.765.482	9,8	20.872.288	27,6
TOTAL GENERAL	345	100	18.006.215	100	75.643.227	100

Fuente: CONAF, 2016.

RIESGO DE DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS



"Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al artículo 2°, letra g del DFL 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum WGS84 y es de carácter referencial".

NIVEL DE DEGRADACIÓN

- Degradación Grave
- Degradación Moderada
- Dergadación Leve
- Sin Degradación
- Uso Urbano

Fuente: CONAF, 2016.

2.2.3 Contaminación de suelos

El desarrollo productivo, industrial y energético a lo largo del país, constituyen presiones para el suelo y también pueden ser potenciales fuentes de contaminación². En Chile se han realizado avances para generar información en algunas zonas del país donde actividades productivas estarían impactando este componente, así como la salud y la calidad de vida de las personas.

Desde el año 2012, el Ministerio del Medio Ambiente implementa una Guía Metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes, en base a la cual se han identificado y priorizado sitios a nivel nacional. Cabe señalar que los suelos con potencial presencia de contaminantes corresponden a un lugar o terreno delimitado geográficamente en el que se desarrollan o han desarrollado actividades potencialmente contaminantes. Incluyen suelos abandonados y activos o en operación.

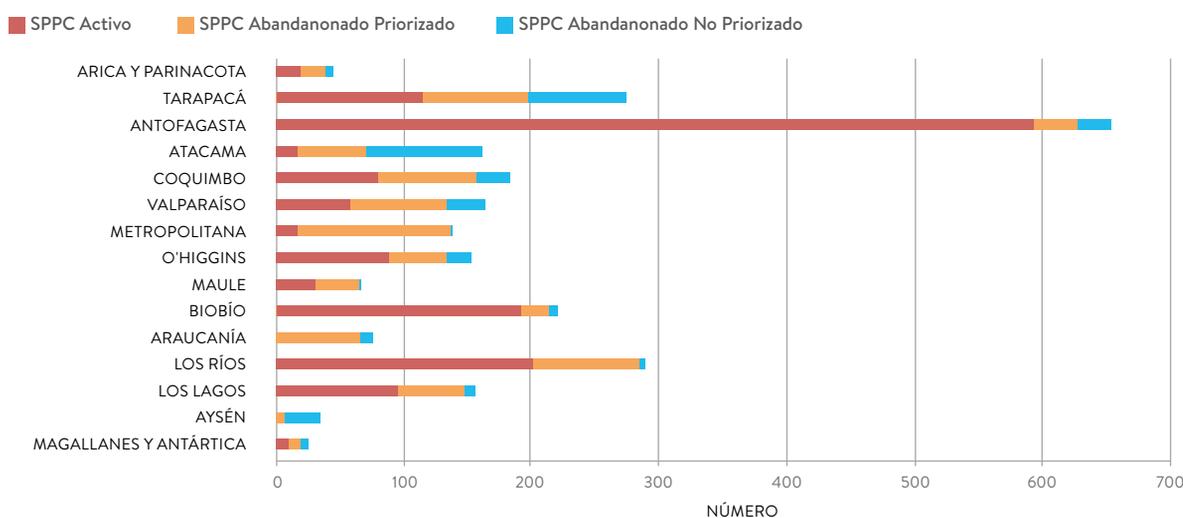
La guía metodológica está compuesta por tres fases:

- ▶ **Fase I:** Identificación, priorización y jerarquización de los suelos con potencial presencia de contaminantes a escala regional.
- ▶ **Fase II:** Investigación preliminar y confirmatoria en aquellos suelos/sitios jerarquizados para evaluar si existe contaminación.
- ▶ **Fase III:** Evaluación del riesgo ambiental y un plan de acción para su gestión. La evaluación de riesgo ambiental tiene por objetivo establecer el riesgo que la contaminación potencial presente en un lugar determinado, supone como sujetos de protección a la población y el medioambiente.

² La contaminación de suelos puede constituir un riesgo dependiendo de la exposición o contacto de las personas o ecosistemas con los contaminantes. De acuerdo con la Guía Metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes (Res. N° 406/2013), riesgo es definido como la probabilidad de ocurrencia de un efecto adverso en las personas o el ecosistema.

FIGURA 05

SUELOS CON POTENCIAL PRESENCIA DE CONTAMINANTES A NIVEL NACIONAL AL 2015



Fuente: MMA, 2016.

La identificación, priorización y jerarquización de estos lugares permite enfocar la gestión ambiental a fin de resguardar la salud y calidad de vida de las personas. Luego de esta fase se requiere pasar a la determinación de la existencia o no de suelo con presencia de contaminantes y de establecerse aquello, se realiza una evaluación de riesgo. En función de los resultados, se definen las acciones a seguir.

Junto con lo anterior, se han desarrollado estudios específicos en lugares donde debido a la gran actividad productiva soportada, se relevó la necesidad de investigar ciertas sustancias químicas en cuanto a su concentración y distribución.

Comunas de Puchuncaví y Quintero

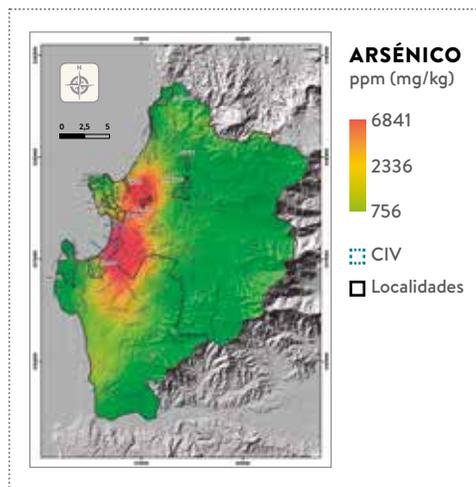
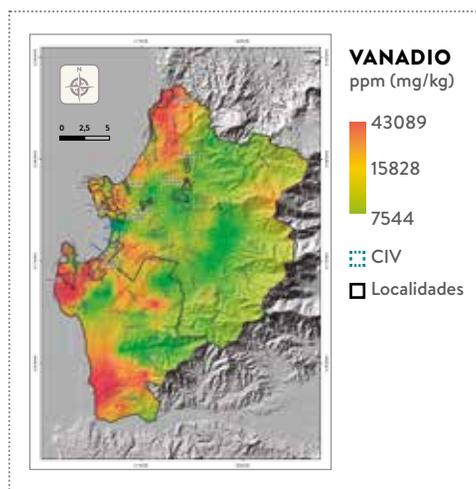
Las comunas de Puchuncaví y Quintero, ubicadas en la Región de Valparaíso, albergan el Complejo Industrial Ventanas (CIV), que reúne a 14 empresas entre las cuales se cuenta la Fundición y Refinería Ventanas, centrales termoeléctricas y bodegas de almacenamiento de cobre, entre otras. Dichas actividades generan descargas de residuos líquidos al mar, emisiones atmosféricas y depósitos de cenizas en el suelo.

Para generar insumos y determinar factores de riesgo ambiental en la zona, en 2014, a solicitud del MMA, se realizó un estudio para medir la concentración y distribución espacial de metales y metaloides en los suelos de las comunas de Quintero y Puchuncaví.

En una primera etapa se determinó la concentración natural (background) de metales y metaloides en suelos³. Según los análisis, “los elementos que presentan mayores concentraciones son el mercurio, arsénico, plomo, cadmio, cobre y hierro”, ya que entre un 66% y 99% de los puntos muestreados supera los valores background. “Las concentraciones de cobre, molibdeno, arsénico, plomo, cadmio, selenio y mercurio, son notoriamente más altas en las cercanías del CIV”. En general, se concluye que “las concentraciones actuales de metales (y metaloides) en la zona de estudio, a excepción del níquel, son significativamente mayores a las concentraciones naturales” (PGS, 2015 p.108).

En relación a la distribución espacial, el estudio concluye que existe una correlación entre arsénico, cobre, plomo, molibdeno, cadmio, mercurio y en menor medida el zinc, los cuales “probablemente se podrían asociar a alguna etapa en el proceso metalúrgico de fundición y refinación de mineral de cobre”. Asimismo, el “selenio, telurio y antimonio también están correlacionados y “probablemente se podría relacionar al proceso de tratamiento y recuperación de plata, oro, telurio, antimonio y selenio”. El vanadio y hierro, en tanto, probablemente se podrían asociar a termoeléctricas de la zona y/o a actividad de refinación de petróleo (PGS, 2015).

PUCHUNCAVÍ Y QUINTEROS



³Determinar el background no es una tarea fácil de realizar, más aún cuando se presentan zonas con un alto nivel de intervención, a lo largo de los años. Según Environmental Protection Agency (EPA), “las localidades de muestras background, deben ser áreas que no hayan recibido contaminación, pero deben tener las mismas características básicas que el sitio en cuestión”. Por lo tanto, para la toma de muestras que permitan calcular el valor background, se seleccionaron sitios de referencia que tuviesen características pedológicas y geológicas similares a los suelos de las comunas de Quintero y Puchuncaví.

Comunas de Copiapó y Tierra Amarilla:

Estas comunas se encuentran ubicadas en la Provincia de Copiapó, Región de Atacama, ambas se han desarrollado principalmente en base a la actividad minera y a la agricultura. En estas comunas se ubican pasivos ambientales mineros (PAM) producto de dicha actividad.

En este contexto, en 2011 y 2012, se realizaron estudios en sitios con potencial presencia de contaminantes, que podrían constituir un riesgo para la salud de la población. De 23 sitios identificados, se priorizaron 8. Para la investigación confirmatoria se obtuvieron muestras de acuerdo a las recomendaciones del Protocolo de Muestreo de Contaminantes Metálicos en Relaves Mineros elaborado por CENMA (2011) y también en base a guías internacionales.

En 2014 se realizó el estudio “Evaluación y gestión del riesgo a la salud humana en áreas de los relaves Pabellón y Totoralillo, comuna de Tierra Amarilla, Región de Atacama”. Por medio de éste se implementó la 1º etapa de la fase III de la “Guía Metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes”, considerándose la evaluación de la exposición, la toxicidad, caracterización del riesgo y análisis de incertidumbre. Los resultados demuestran que estos sitios presentan índices de plomo, mercurio y arsénico. En este contexto, se propuso una serie de líneas de acción, recomendándose medidas como comunicación del riesgo, técnicas de remediación, programas de seguimiento de la salud de la población, entre otros (CENMA, 2016).

En base a estos antecedentes, se desarrollará un diagnóstico, además de evaluar potenciales riesgos y elaborar el plan de gestión de los sitios Nantoco, Pabellón y Totoralillo.

TABLA 05

SITIOS Y PRINCIPALES RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN CONFIRMATORIA	
SITIOS EVALUADOS	PRINCIPALES RESULTADOS
CASTELLÓN	Presenta enriquecimiento moderado de Cobre y Boro.
SAN JUAN	Presenta un enriquecimiento moderado de Plomo y Boro.
PORVENIR	Presenta un enriquecimiento de Plomo, Hierro y Boro.
TANIA	Presenta enriquecimiento de Cobre, Plomo y Hierro y Boro e indicios de presencia de Arsénico.*
LLAUCAVÉN	Presenta enriquecimiento de Cadmio, Cobre, Bario, Cobalto, Molibdeno y Hierro e indicios de presencia de Arsénico y Plomo.*
ESCORIAL NANTOCO	Presenta enriquecimiento de numerosos elementos de interés ambiental e importantes indicios de presencia de Mercurio, Arsénico y Plomo.
TOTALILLO	Presenta enriquecimiento de numerosos elementos de interés ambiental e importantes indicios de presencia de Mercurio, Arsénico y Plomo.*
PABELLÓN	Presenta enriquecimiento de numerosos elementos de interés ambiental e importantes indicios de presencia de Mercurio, Arsénico y Plomo.*

Fuente: Elaboración propia en base a datos de CENMA, 2011 y 2012.

* Se recomienda continuar la evaluación de riesgos.

3 • PRESIONES

3.1 Pérdida o degradación por cambio de uso de suelo

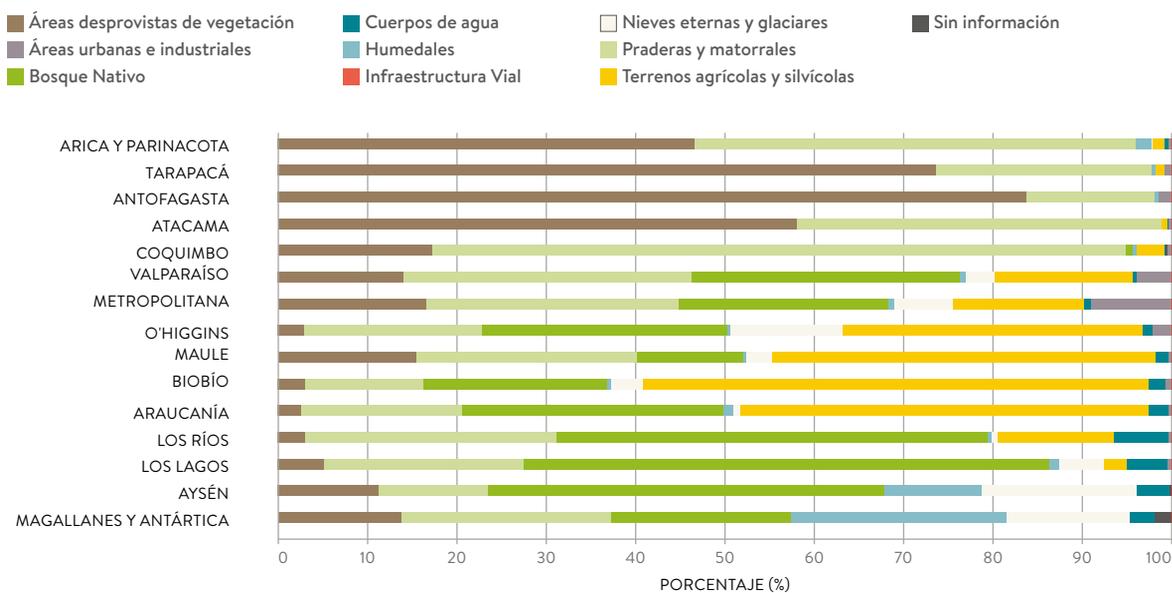
El uso del suelo en actividades que lo modifican, constituye una de las presiones más importantes que afectan la calidad de este componente ambiental. En Chile la información base para conocer el uso de los suelos a nivel nacional es el Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile, formulado por la CONAF, sin embargo, su construcción y actualización es regional, por lo que contiene información de distintos años. En este contexto, el Ministerio del Medio Ambiente desarrolló un proyecto para unificar la información geográfica oficial y disponible, con una mirada hacia una planificación territorial que contribuya a la protección de la biodiversidad y el desarrollo sustentable, basada en el catastro de CONAF. De esta manera, se elaboró una cartografía base para conocer la ocupación del suelo a nivel nacional⁴.

PLANIFICACIÓN

El Ministerio del Medio Ambiente, desarrolló un proyecto para unificar la información geográfica oficial y disponible, con una mirada hacia una **planificación territorial que contribuya a la protección de la biodiversidad y el desarrollo sustentable.**

FIGURA 06

PORCENTAJE DE USO DE SUELO POR REGIÓN, SEGÚN CATEGORÍA, AÑO 2014

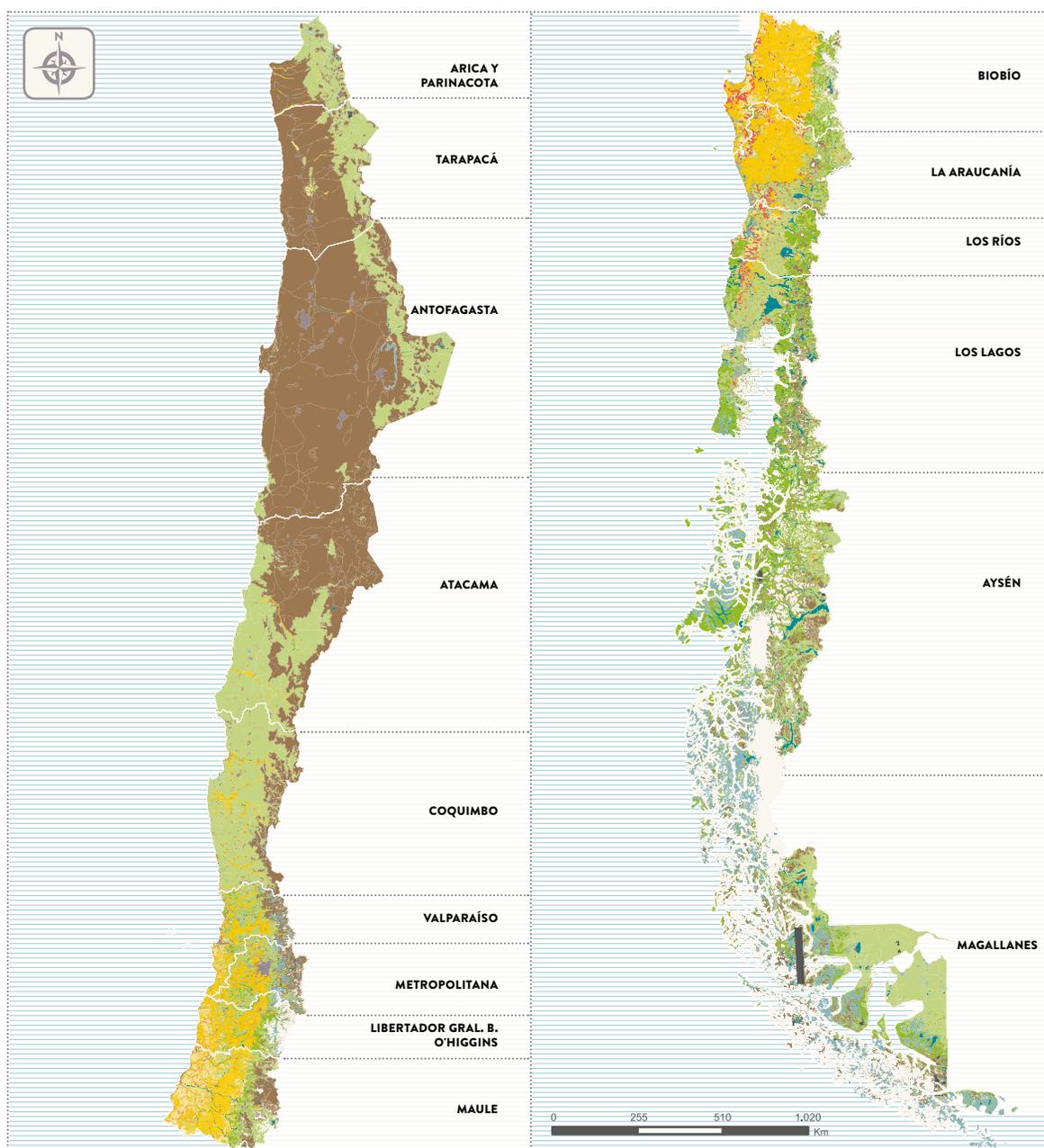


Fuente: MMA, 2015.

⁴ Por ocupación del suelo se entenderá el estudio de las características de la superficie terrestre, incluyendo sus propiedades biofísicas y el tipo de uso (Equipo Técnico Nacional SIOSE, 2011 en MMA, 2015). Se utilizó información del Catastro de CONAF, manchas urbanas del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, inventario forestal del Instituto Nacional Forestal, inventario de praderas del Servicio Agrícola Ganadero, Inventario de humedales del Ministerio del Medio Ambiente e información del Ministerio de Obras Públicas.

MAPA 03

SUPERFICIES ESTIMADAS PARA LA NUEVA COBERTURA DE OCUPACIÓN DEL TERRITORIO



- | | | | |
|------------------------------------|------------------------|------------------------------|-----------------------|
| ■ Áreas desprovistas de vegetación | ■ Cuerpos de agua | □ Nieves eternas y glaciares | ■ Terrenos silvícolas |
| ■ Áreas urbanas e industriales | ■ Humedales | ■ Praderas y matorrales | ■ Sin información |
| ■ Bosque Nativo | ■ Infraestructura Vial | ■ Terrenos agrícolas | |

Fuente: Elaboración propia en base a "Base de datos nacional actualizada de la ocupación del territorio desde la perspectiva ecológica y multisectorial". MMA, 2015.

3.1.1 Expansión urbana

La expansión urbana constituye una de las grandes presiones para el suelo y sus usos. El crecimiento de las ciudades chilenas, especialmente en la zona central, “se ha producido casi exclusivamente, sobre suelos agrícolas” (Rivas y Traub, 2013, p.1). Además del impacto que esta situación tiene respecto a la producción de cultivos, es importante considerar las consecuencias ambientales, asociadas a las funciones del suelo para el equilibrio y soporte de los servicios ecosistémicos: eliminación de suelo, sellamiento de suelo, compactación; contaminación.

Si bien en el país existen mecanismos para regular el ordenamiento territorial, en la práctica, la ocupación del territorio no siempre se ha realizado en base a una visión que involucre la variable ambiental y el desarrollo sostenible. Asimismo, la regulación territorial presenta ciertas falencias que han potenciado el cambio de uso de suelo agrícola, por ejemplo, las llamadas parcelas de agrado. Efectivamente, mediante el Decreto Supremo N°3.516 de 1980, que tenía por objetivo evitar el fenómeno de la migración campo ciudad por parte de personas beneficiarias de la reforma agraria⁵, se permitió la subdivisión de terrenos agrícolas para la construcción de una vivienda, sin tener que cambiar el uso de suelo mediante un plan regulador urbano. La subdivisión mínima establecida fue de 0,5 hectáreas, así se buscó evitar que los campesinos perdieran todas sus tierras. (Ladrón de Guevara, 2012)

En la práctica, el Decreto N° 3.516 ha facilitado la pérdida de suelos agrícolas, transformando el ámbito rural y su potencial agroalimentario. En el caso de la Región Metropolitana, ha significado “la urbanización del campo al margen de los instrumentos de ordenamiento territorial, que regulan solo los espacios urbanos” (Naranjo, 2009).

De acuerdo con Naranjo (2009) en la provincia de Chacabuco se subdividió el 60,13% de la superficie mediante dicho decreto, esto es, 122.542 hectáreas. En el caso de la comuna de Til Til, entre 1994 y 1997 se subdividieron 26.639 hectáreas (41% de la superficie comunal). En el caso de Colina, 837 predios agrícolas dieron paso a 48.641 lotes. Naranjo señala también que un 30,7% de la superficie de Paine y un 45,7% de la superficie de El Monte fueron acogidas al Decreto N° 3.516.

USO DE SUELO AGRÍCOLA

El crecimiento de las ciudades chilenas, especialmente en la zona central, “se ha producido casi exclusivamente, sobre suelos agrícolas” (Rivas y Traub, 2013, p.1). Además del impacto que esta situación tiene respecto a la producción de cultivos, **es importante considerar las consecuencias ambientales, asociadas a las funciones que el suelo tiene para el equilibrio y soporte de los servicios ecosistémicos.**

⁵ Por falta de recursos vendían sus terrenos en condiciones muy poco favorables, generando un importante problema social en las urbes.

IMPACTO DE LA EXPANSIÓN URBANA SOBRE EL SECTOR AGRÍCOLA EN LA RM

De acuerdo al estudio “Impacto de la expansión urbana sobre el sector agrícola en la Región Metropolitana de Santiago” (ODEPA, 2012), en el período 1997- 2011 en esta región se autorizó el cambio de uso de suelo por un total de 4.727 hectáreas⁶. De ese total, 2.927 hectáreas correspondieron a suelo agrícola, de las clases II y III⁷.

Por otra parte, el estudio señala que entre 1997 y 2006 se realizaron modificaciones al Plan Regulador Metropolitano de Santiago, se incorporaron las “Zonas de Desarrollo Urbano Condicionado (ZDUC) y las Zonas de Interés Silvoagropecuario Mixto (ISAM11), que constituyen territorios de emplazamiento o de acogida para subdivisiones de predios agrícolas con fines agro-residenciales (parcelas de agrado) de las provincias de Chacabuco, Melipilla y Talagante. La superficie total involucrada en el caso de las ZDUC fue de 7.942 ha, afectando a suelos Clase III, IV, VI y VII. En el caso de las ISAM 11, la superficie total involucrada fue de 1.468 ha, afectando a suelos de Clase II y III.

De acuerdo con el estudio, la superficie total de suelos agrícolas afectados por las áreas urbanas y urbanizables del Plano Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS 2006) fue de 38.976 ha, de las cuales, 11.241 ha corresponden a suelos Clases II, 18.108 ha a Clase III, 4.898 ha a Clase I y 4.729 ha a Clase IV.

TABLA 06

SUPERFICIE (HA) DE SUELOS AGRÍCOLAS POR CLASE DE CAPACIDAD DE USO DE LA REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO AFECTADOS POR EL PRMS 2006					
PROVINCIAS	CLASES DE CAPACIDAD DE USO				
	I	II	III	IV	TOTAL
Santiago	1.437	3.146	5.459	844	10.886
Chacabuco	698	2.095	3.962	2.864	9.618
Maipo	2.176	1.969	2.765	218	7.129
Cordillera	116	1.520	2.691	399	4.726
Talagante	70	1.596	2.098	129	3.893
Melipilla	401	916	1.133	275	2.725
TOTAL RM	4.898	11.241	18.108	4.729	38.976
% Participación	13	29	46	12	100

Fuente: ODEPA, 2012.

⁶ De acuerdo a lo que señala el mismo estudio, esta cifra puede ser superior.

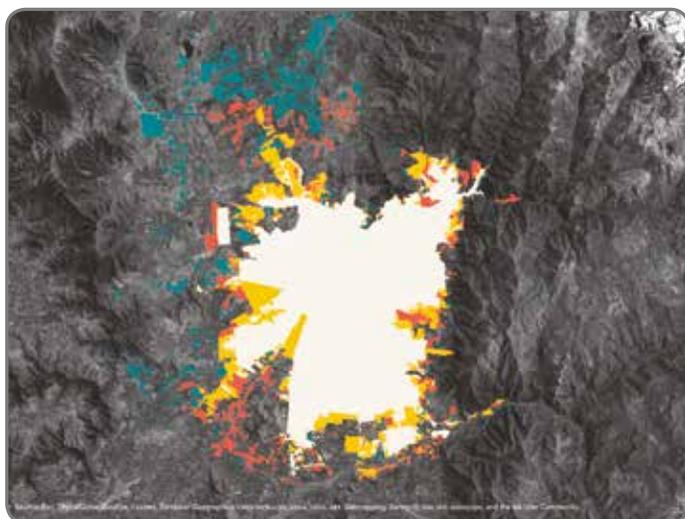
⁷ Las clases II y III tienen ligeras y moderadas restricciones para cultivos.

A nivel nacional, también es posible apreciar el crecimiento de las ciudades, especialmente de las capitales regionales. A continuación se presentan mapas que muestran el avance de la superficie construida en ciudades chilenas. Este trabajo es una contribución del Centro de Inteligencia Territorial de la Universidad Adolfo Ibáñez (UAI) y se enmarca en la actualización del cálculo de la superficie construida para las áreas urbanas de las principales ciudades de Chile, llevado a cabo por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) en 2007 y 2011⁸.

Los mapas muestran la expansión urbana entre los años 2003- 2011 y 2015. La actualización de 2015⁹ se realizó mediante el trabajo de imágenes satelitales Landsat 8.

⁸ En 2007 se midió la superficie ocupada por las ciudades de Chile de más de 15.000 habitantes: 1993 – 2003 (Maturana y Muñoz, 2007). En 2011, se realizó una revisión de cada centro urbano: Superficie construida en las ciudades chilenas CEHU-DDU MINVU, 2011. Comisión de Estudios Habitacionales y Urbanos, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

⁹ Este trabajo fue liderado por Ricardo Truffello.



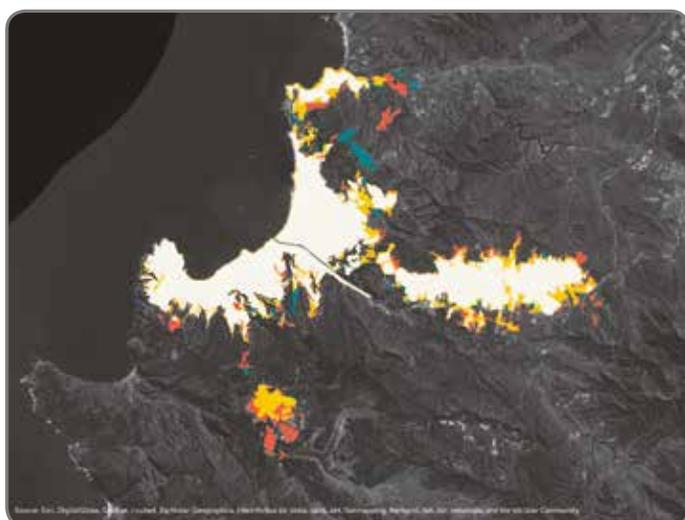
MAPA 04

GRAN SANTIAGO

EXPANSIÓN URBANA POR AÑO

- Situación 1993
- Expansión 2003
- Expansión 2011
- Expansión 2015

Elaborado por el CIT, 2016, en base a información del MINVU, 2013 y de CIT 2015.



MAPA 05

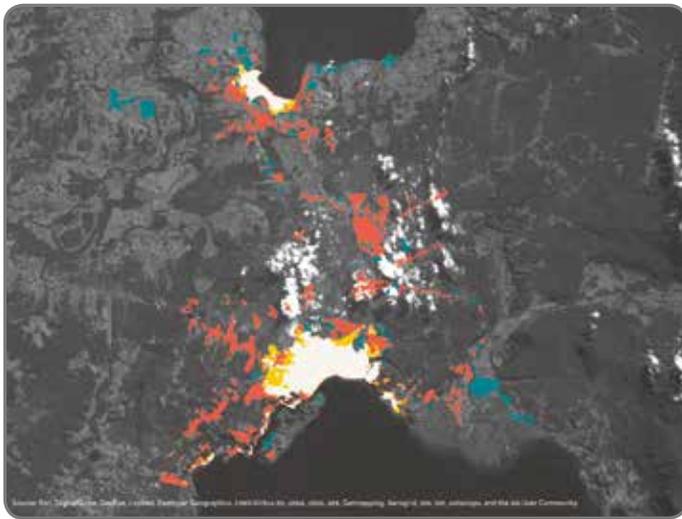
GRAN VALPARAÍSO*

EXPANSIÓN URBANA POR AÑO

- Situación 1993
- Expansión 2003
- Expansión 2011
- Expansión 2015

Elaborado por el CIT, 2016, en base a información del MINVU, 2013 y de CIT 2015.

*Quilpué, Villa Alemana, Valparaíso, Placilla, Concón.



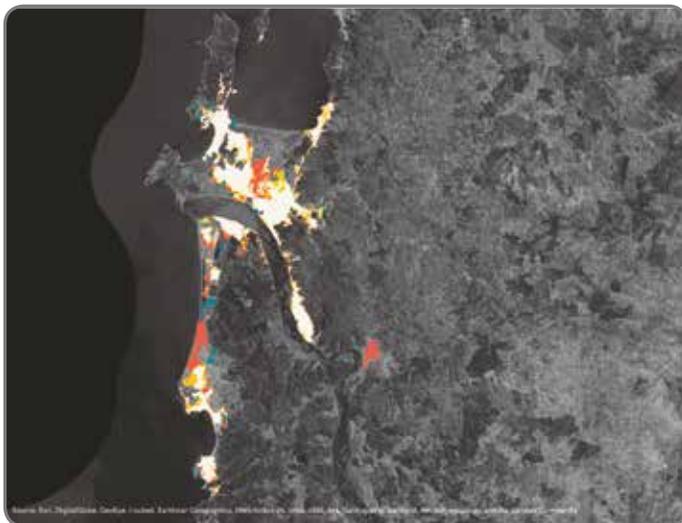
MAPA 06

CONURBACIÓN PTO. MONTT - PTO. VARAS

EXPANSIÓN URBANA POR AÑO

- Situación 1993
- Expansión 2003
- Expansión 2011
- Expansión 2015

Elaborado por el CIT, 2016, en base a información del MINVU, 2013 y de CIT 2015.



MAPA 07

GRAN CONCEPCIÓN*

EXPANSIÓN URBANA POR AÑO

- Situación 1993
- Expansión 2003
- Expansión 2011
- Expansión 2015

Elaborado por el CIT, 2016, en base a información del MINVU, 2013 y de CIT 2015.

**Incluye Penco, Concepción, Chiguayante, San Pedro de la Paz, Coronel. Para el año 2011 y 2015 se incluyó en el análisis la ciudad de Hualqui.*

3.2 Actividades productivas

Entre las actividades productivas que tienen más impacto en la degradación de los suelos en Chile, se encuentra la minería, actividades industriales y prácticas agrícolas.

La minería, una de las principales actividades económicas del país, se concentra principalmente en la zona norte, en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo, pero tiene un desarrollo importante hasta la Región de O'Higgins.

Pese a la importancia económica de la actividad minera y a que generalmente no se desarrolla cerca de la población, existen externalidades que impactan al suelo y al medio ambiente y que, pueden afectar negativamente a las personas.

Precisamente, la seguridad y la gestión en materia de relaves y otros residuos mineros constituyen uno de los temas que más preocupación han generado en la población, especialmente en aquellas faenas abandonadas. En este contexto, es fundamental contar con información respecto a la ubicación y a las características de los relaves, a fin de identificar riesgos para la población y el medio ambiente.

Según el catastro de depósitos de relaves del Servicio Nacional de Geología y Minería, SERNAGEOMIN, a diciembre de 2015 se registraron 718 relaves a nivel nacional, 124 de los cuales son abandonados, 119 activos y 437 no activos¹⁰. 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.

Los relaves activos más grandes, considerando la capacidad aprobada, se ubican en la Región de Antofagasta, tal como se aprecia en la **Tabla 07**.

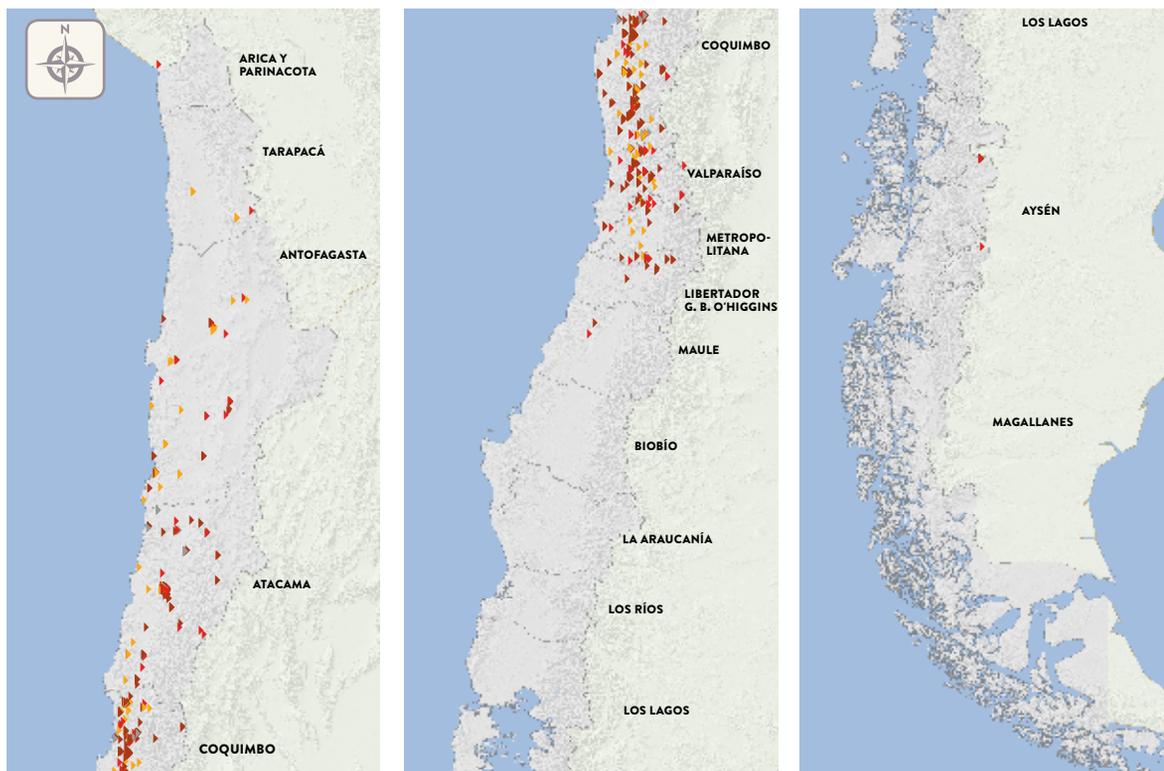
TABLA 07

RELAVES ACTIVOS CON MAYOR CAPACIDAD APROBADA			
REGIÓN	COMUNA	DEPÓSITO	TONELAJE APROBADO
Antofagasta	Antofagasta	Laguna Seca	4.500.000.000
Antofagasta	Calama	Talabre	2.103.950.000
Metropolitana	Tiltil	Ovejería	1.930.000.000
Coquimbo	Los Vilos	El Mauro	1.700.000.000
Antofagasta	Sierra Gorda	Sierra Gorda	1.350.000.000
	Pica	Pampa Pabellon	1.040.000.000
Metropolitana	Colina	Las Tortolas	1.000.000.000
Antofagasta	Sierra Gorda	Proyecto Esperanza	750.000.000
Atacama	Tierra Amarilla	Depósito de Arenas	570.000.000
Atacama	Tierra Amarilla	Candelaria	484.664.667

Fuente: SERNAGEOMIN, 2014.

¹⁰ 32 relaves registrados no cuentan con información sobre su estado en el catastro de SERNAGEOMIN

MAPA 08

DISTRIBUCIÓN DE RELAVES MINEROS*

"Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al artículo 2º, letra g del DFL 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum WGS84 y es de carácter referencial".

ESTADO DEPÓSITOS DE RELAVES

- ▶ Activo
- ▶ No activo
- ▶ Abandonado
- ▶ Sin información

Fuente: Elaboración propia en base a datos de SERNAGEOMIN.

La actividad industrial también puede ser potencial fuente de contaminación para los suelos y el medio ambiente. Si bien en Chile existe el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), procedimiento que busca evaluar y prevenir posibles impactos negativos de dichas actividades, la inexistencia de normativas específicas para resguardar la calidad del suelo, dificulta su adecuada protección.

Tal como en el caso de la minería, ciertos procesos industriales también generan presiones al medio ambiente, a través de sus emisiones al aire, agua, como mediante la generación de residuos. En Chile las actividades potencialmente contaminantes corresponden a “aquellas que utilizan, manipulan, manejan, almacenan, tratan o disponen sustancias, que por sus características físico-químicas, biológicas y toxicológicas, producen o pueden producir daños momentáneos o permanentes a la salud humana, animal o vegetal” (MMA, 2012).

Actualmente, en el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) existen más de 19 mil establecimientos cuyos procesos productivos o actividades son regulados por alguna normativa. Dichos establecimientos deben realizar su declaración respecto a emisiones al aire, al agua, generación y disposición de residuos, así como respecto al origen y destino de residuos peligrosos.

En el caso de la agricultura, los aspectos centrales que pueden impactar al suelo tienen que ver con las técnicas de cultivo, asociadas al empleo de plaguicidas y pesticidas, utilización de suelos altamente erodables, plantados a favor de la pendiente, monocultivos, infiltración de purines de producción ganadera, entre otros. En el caso de la utilización de fertilizantes, plaguicidas o pesticidas, de manera excesiva, el impacto concreto se verifica en las plantas o vegetación y por esta vía pueden constituir un riesgo para los animales y también para las personas.

De acuerdo con los estudios agrológicos de CIREN, la mayor cantidad de suelos de las clase I, II y III se encuentran entre la región 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 (ODEPA, 2012).

Según información del SAG (2013), la agricultura convencional tiende a aumentar el uso de agua y la pérdida de la fertilidad del suelo. Cerca del 40% de los suelos agrícolas tienen grados de erosión, reducción de fertilidad o sobrepastoreo. Los crecientes grados de degradación causan grandes modificaciones en el ciclo biogeoquímico del Carbono, Nitrógeno y Fósforo.

Por otra parte, si bien en Chile existe un control de los fertilizantes y plaguicidas, el uso inadecuado de plaguicidas en la agricultura ha traído consigo, entre otras cosas, la aparición de nuevas plagas, enfermedades y el aumento de su resistencia. 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 (2013), en 2011 el total nacional de superficie orgánica certificada fue de 119.953 hectáreas, ubicadas mayoritariamente en las regiones del Biobío, Maule y Aysén.

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.

SUELOS AGRÍCOLAS

Especialmente entre Valparaíso y Maule, se concentra la producción de hortalizas del país

75% PRODUCCIÓN NACIONAL

40% SUELOS AGRÍCOLAS

Tienen grados de erosión, reducción de fertilidad o sobrepastoreo.

4 • RESPUESTAS

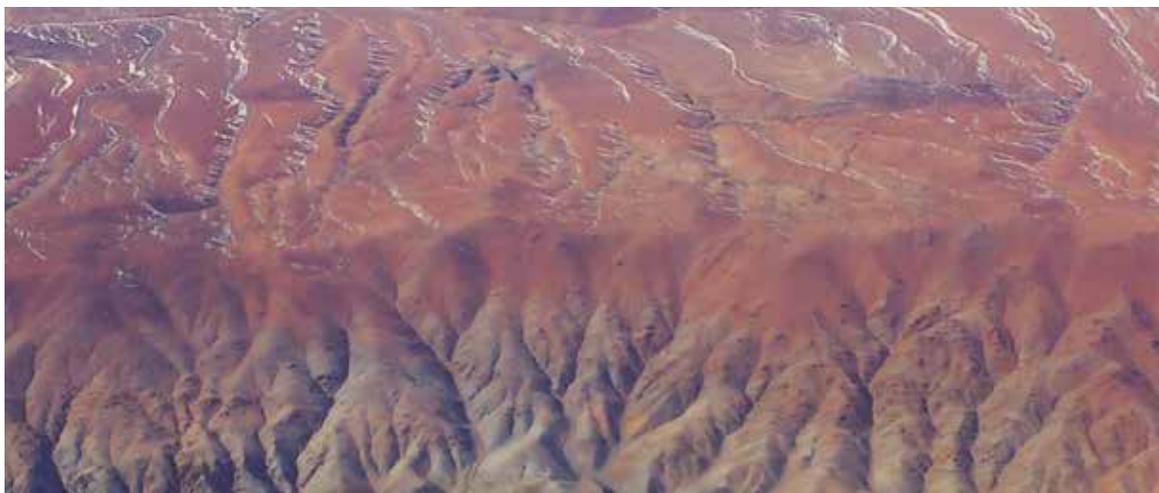
Si bien Chile no cuenta con una norma específica sobre suelos, a partir de la reforma a la Ley 19.300 de 2010, en su Artículo 39, se establece que “la ley velará porque el uso del suelo se haga en forma racional, a fin de evitar su pérdida y degradación”. Asimismo, entre las funciones del Ministerio del Medio Ambiente, se encuentra: “proponer políticas y formular normas, planes y programas en materia de residuos y suelos contaminados, así como la evaluación del riesgo de productos químicos, organismos genéticamente modificados y otras sustancias que puedan afectar el medio ambiente” (Artículo 70, letra g). Junto con ello, el suelo también es considerado como uno de los componentes que se deben proteger como parte de la Evaluación de Impacto Ambiental.

Reconociendo lo anterior, el Ministerio del Medio Ambiente inició un proceso de análisis y discusión con los servicios públicos con competencia en materias de gestión de suelos, que busca generar sinergias para una regulación de los mismos, reconociendo la contaminación como un eje prioritario. Como hito inicial del proceso, se creó el Comité Interinstitucional de Gestión y Regulación del Suelo, mediante la Resolución Exenta N°1.302 el 03 de diciembre de 2015.

Dicho Comité se encuentra formado por representantes del Ministerio de Salud, de Minería, de Vivienda y Urbanismo, de Agricultura y del Medio Ambiente. El objetivo de esta instancia es compartir, analizar y discutir información, visiones e intereses de cada servicio público. Además, se convocó a expertos como apoyo en materias ambientales y asociadas a la gestión y regulación del suelo que permita generar consultas, facilitar información técnica, intercambiar y discutir experiencias y conocimientos.

A nivel sectorial, también existen normativas asociadas al uso del suelo:

- ▶ **Ley General de Urbanismo y Construcciones:** desde la perspectiva de la planificación y ordenamiento territorial regula las zonas para asentamientos humanos.
- ▶ **Ley 18.755,** Establece Normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero. Define que entre sus funciones se encuentra la conservación y uso del suelo.
- ▶ **Ley 18.450** sobre fomento de la inversión privada en obras de riego y drenaje.



- ▶ **Decreto Ley N° 701**, sobre fomento forestal, orientado a regular los terrenos forestales e incentivar la forestación
- ▶ **Ley 20.283** sobre 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
- ▶ **Decreto N° 82** del Ministerio de Agricultura, mediante el cual se aprueba reglamento de suelos, aguas y humedales.

En relación a la actividad minera, el país cuenta con la Ley 20.551 que Regula el Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras. Dicha ley obliga a que todas las faenas mineras elaboren un plan de cierre de las operaciones, de manera previa al inicio de estas, el cual debe ser aprobado por SERNAGEOMIN. Con este plan se busca mitigar los efectos que se generan como consecuencia de la actividad minera, asegurando la estabilidad física y química de las instalaciones, de acuerdo con la normativa ambiental.

Respecto a los relaves, el SERNAGEOMIN tiene un Programa de Caracterización Geoquímica de los Depósitos de Relaves del País. Asimismo, desde 2014 cuenta con un Departamento de Depósitos de Relaves que se preocupa, entre otras materias, de mejorar el control de la normativa que regula la autorización sectorial para el diseño, construcción, operación y cierre de los depósitos de relaves (D.S N°248 de 2006). Con este fin, esta unidad se encuentra ejecutando un plan de visitas a terreno para corroborar y levantar la mayor cantidad de información posible respecto a las características de los relaves.

Asimismo, existen algunos programas que tienen un impacto en el componente suelo.

4.1 Gestión de sitios con potencial presencia de contaminantes

Los sitios con potencial presencia de contaminantes, se gestionan en el marco de la Resolución N°406 de fecha 15.05.2013 del MMA, que aprobó la “Guía Metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial con Presencia de Contaminantes y sus Anexos”, y que dejó sin efecto la Resolución Exenta N°1690 de 2011.

TABLA 08

ESQUEMA DE ACTIVIDADES ASOCIADAS A LA GESTIÓN DE SPPC		
NIVEL	ACTIVIDADES	PRINCIPALES RESULTADOS
REGIONAL Identificación, Priorización y Jerarquización	Levantamiento de información	Actividades potencialmente contaminantes por región
	Identificación y georreferenciación de SPPC	Listado de SPPC georreferenciado
	Priorización de SPPC	Listado priorizado de SPPC
	Inspección de SPPC	Listado jerarquizado de SPPC
SITIO ESPECÍFICO Evaluación Preliminar del Riesgo	Investigación preliminar	Modelo conceptual de la presencia de contaminantes
	Investigación confirmatoria	Determinación cuantitativa de la presencia de contaminantes
SITIO ESPECÍFICO Evaluación del Riesgo y su Gestión	Evaluación de riesgo ambiental	Índice de riesgo
	Plan de acción	Gestión del riesgo

Fuente: MMA, 2012.

Esta metodología tiene por objetivo definir los procedimientos para estandarizar la investigación de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes en el país. Se compone de fases, tal como se aprecia en la **Tabla 8**.

Los procedimientos definidos en esta Guía pueden ser orientados y aplicados a todos los Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes, o solo a una parte de ellos, como por ejemplo a los suelos abandonados.

Entre 2013 y 2015 las Secretarías Regionales Ministeriales han implementado exitosamente la fase 1 de la Guía Metodológica. Los estudios correspondientes a la fase 2 y 3 están siendo desarrollados en algunas regiones.

4.2 Programa de combate a la desertificación

En 1997 Chile formuló un Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación (PAN), el que se actualizó estableciendo direccionamientos para el período 2016-2030, en alineación con la Estrategia Decenal de la CNULD (proyectada a 2018), la Iniciativa de Degradación Neutral de la Tierra y los Objetivos del Desarrollo Sostenible, ODS.

El marco general para abordar la desertificación en Chile está dado por la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV). Dicha estrategia tiene como objetivo apoyar la recuperación y protección del bosque nativo y formaciones xerofíticas, así como potenciar el establecimiento de formaciones vegetacionales en suelos factibles de ser plantados, como medidas de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y lucha contra la desertificación.

La ENCCRV se centra en abordar las principales causas de la deforestación, degradación forestal y de recursos vegetacionales, entre los que se consideran los efectos del cambio climático, la desertificación y la sequía, estableciéndose como actividad estratégica para afrontarlos el promover una gestión adaptativa de los recursos vegetacionales en este ámbito con acciones concretas como:

- ▶ Creación de un sistema permanente de monitoreo de los efectos de la sequía en formaciones vegetacionales nativas.
- ▶ Elaboración de estudios focalizados sobre los ciclos hidrológicos en comunidades vegetacionales nativas presentes en áreas de escasez hídrica, analizando el impacto de la actividad humana y los efectos sobre la degradación de los ecosistemas.
- ▶ Fortalecer y ampliar programas de conservación ex situ, selección y mejora genética de recursos vegetacionales para la adaptación al cambio climático.
- ▶ Fortalecer y ampliar programas para la generación y evaluación de métodos y esquemas silviculturales de forestación, restauración y manejo productivo, adaptados al cambio climático.

La lógica de acción pretende integrar el conocimiento y las necesidades de los actores involucrados para la localización de las áreas y factores de riesgo que permitan estimar los potenciales beneficios y costos de ejecución de las medidas de intervención y su seguimiento, analizando brechas técnicas y económicas para determinar las soluciones óptimas y obtener recursos para su implementación y mantenimiento en el tiempo.

PROGRAMA DE COMBATE A LA DESERTIFICACIÓN

La lógica de acción pretende integrar el conocimiento y las necesidades de los actores involucrados para la localización de las áreas y factores de riesgo que permitan estimar los potenciales beneficios y costos de ejecución de las medidas de intervención y su seguimiento, **analizando brechas técnicas y económicas para determinar las soluciones óptimas y obtener recursos para su implementación y mantenimiento en el tiempo.**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, W. (2013). Estado de la Desertificación y la sequía en Chile. Documento Técnico N° 213. Corporación Nacional Forestal, CONAF, Santiago.
- Casanova, M., Vera W., Salazar O. y Walter Luzio Leighton, (2004). *Edafología, Guía de Clases Prácticas*. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Ingeniería y Suelos.
- Centro Nacional del Medio Ambiente, CENMA, (2011). "Investigación Preliminar y Confirmatoria de suelos con potencial presencia de contaminantes (SPPC). Comunas de Copiapó y Tierra Amarilla".
- Centro Nacional del Medio Ambiente, CENMA, (2012). "Investigación Preliminar y Confirmatoria de suelos con potencial presencia de contaminantes (SPPC). Comunas de Copiapó y Tierra Amarilla".
- Centro Nacional del Medio Ambiente, CENMA, (2016). "Evaluación y gestión de riesgo a la salud humana en áreas de los relaves de Pabellón y Totoralillo, Comuna de Tierra Amarilla, Región de Atacama".
- Centro de Información de Recursos Naturales, CIREN, (2010). *Informe Final, Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile*. Santiago.
- Centro de Información de Recursos Naturales, CIREN, (2015). *Minuta Estudios Agrológicos CIREN*. Santiago.
- Centro de Inteligencia Territorial, (2015). *Superficie Construida en Ciudades Chilenas 2015*. Universidad Adolfo Ibáñez Santiago.
- Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación, CNULD, (1994).
- Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación, CNULD, (2011). *Las Tierras y los suelos en el contexto de una economía verde para lograr el desarrollo sostenible, la seguridad alimentaria y la erradicación de la pobreza*.
- Corporación Nacional Forestal, CONAF, (2015). *Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales*, nota Informativa 02. Santiago.
- Corporación Nacional Forestal, CONAF, (2016). *Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Degradación de la Tierra y la Sequía, PANCD-Chile 2016-2030, alineado con la Estrategia Decenal de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNLUD), la Iniciativa de Degradación Neutral de la Tierra y los Objetivos de Desarrollo Sostenible en el Marco de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales de Chile*. Santiago.
- Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz Gaistardo, C., Encina Rojas, A., Jones, A., Krasilnikov, P., Mendonça Santos Brefin, M.L., Montanarella, L., Muniz Ugarte, O., Schad, P., Vara Rodríguez, M.I., Vargas, R. (Eds.), (2014). *Atlas de suelos de América Latina y el Caribe, Comisión Europea - Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, L-2995 Luxembourg*, pp. 176.
- Ladrón de Guevara, C., (2012). *Qué hacer con las Parcelas de Agrado. Crear bosques de amortiguación o cinturones verdes*. Obtenido el día 3 de febrero de 2016 del sitio Web de: <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2012/05/30/%C2%BFque-hacer-con-las-%E2%80%9Cparcelas-de-agrado%E2%80%9D-crear-bosques-de-amortiguacion-o-cinturones-verdes/>
- Ministerio del Medio Ambiente, (2012). *Metodología para la Identificación y Evaluación Preliminar de Suelos Abandonados con Presencia de Contaminantes*, para Santiago.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo, MINVU, (2011). *Superficie construida en las ciudades chilenas "CEHU-DDU MINVU"*. Comisión de Estudios Habitacionales y Urbanos, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Santiago.
- Naranjo, G., (2009). *El rol de la ciudad infiltrada en la reconfiguración de la periferia metropolitana de Santiago de Chile*. Obtenido el día 3 de febrero de 2016 del sitio Web de: <http://estudiosgeograficos.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeograficos/article/view/116>
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, ODEPA, (Coord.), (2012). "Estudio de Impacto de la Expansión Urbana Sobre el Sector Agrícola en la Región Metropolitana de Santiago". Santiago.
- Rivas, T. y Traub, A., (2013). *Expansión urbana y suelo agrícola: revisión de la situación en la Región Metropolitana*. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias del Ministerio de Agricultura. Santiago. Obtenido el día 3 de febrero de 2016 del sitio Web de: http://www.odepa.cl/wp-content/files_mf/1387811651expansionUrbana.pdf
- Santibáñez, F., Santibáñez, P., Caroca C., (2011). *Interacciones entre el Cambio Climático y la Degradación de Tierras*. Simposio Nacional de la Ciencia del Suelo, boletín número 24, pp. 11-18. Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo, Santiago.
- Servicio Agrícola y Ganadero, SAG, (2013). *Agricultura Orgánica Nacional Bases Técnicas y Situación Actual*. Santiago.
- Servicio Nacional de Geología y Minería, SERNAGEOMIN, (2014). *Anuario de la Minería de Chile*. Servicio Nacional de Geología y Minería.

Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, and Intergovernmental Technical Panel on Soils, ITOS, (2015). *Status of the World's Soil Resources, Main Report, Rome, Italia*. Obtenido el día 22 de diciembre de 2015 del sitio Web de: <http://www.fao.org/documents/card/es/c/c6814873-efc3-41db-b7d3-2081a10ede50/>

Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, 2015 (a). *Portal Año Internacional de los Suelos*. Obtenido el día 22 de diciembre de 2015 del sitio Web de: <http://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/357182/>

Food and agriculture Organization of the United Nations, FAO, 2015 (b). Portal de Suelos de la FAO. Obtenido el día 22 de diciembre de 2015 del sitio Web de: <http://www.fao.org/soils-portal/degradacion-del-suelo/es/>

International Resource Panel, (2014, October). Decoupling land use from land degradation through the application of land potential evaluation systems. Working Draft. United Nations Environment Programme.

Koch, A., McBratney, A., Adams, M., Field, D., Hill, R., Crawford, J., Minasny, B., Lal, R., Abbott, L., O'Donnell, A., Angers, D., Baldock, J., Barbier, E., Binkley, D., Parton, W., Wall, D. H., Bird, M., Bouma, J., Chenu, C., Flora, C. B., Goulding, K., Grunwald, S., Hempel, J., Jastrow, J., Lehmann, J., Lorenz, K., Morgan, C. L., Rice, C. W., Whitehead, D., Young, I. and Zimmermann, M. (2013). *Soil Security: Solving the Global Soil Crisis. Glob Policy*, 4: 434–441. doi:10.1111/1758-5899.12096.

Mc Bratney, A., Field, D., Koch, A., (2014). *The Dimensions of Soil Security. Geoderma*, v. 213, pp. 203-213. Obtenido el día 23 diciembre de 2015 del sitio Web de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706113002954>

NO ENSUCIE
SU CAMINO





RESIDUOS

CONTENIDO	
INTRODUCCIÓN	328
1 • ANTECEDENTES	328
2 • PRESIÓN: GENERACIÓN DE RESIDUOS	330
2.1 Generación de Residuos a nivel nacional	330
2.2 Generación de Residuos a nivel municipal	331
2.3 Generación de Residuos Industriales no peligrosos	338
2.4 Generación de Lodos de Plantas de Tratamientos de Aguas Servidas	344
2.5 Generación de Residuos Peligrosos	346
3 • ACCIONES PARA ENFRENTAR LA PROBLEMÁTICA DE RESIDUOS	350
4 • LEY MARCO PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS, LA RESPONSABILIDAD EXTENDIDA DEL PRODUCTOR Y FOMENTO AL RECICLAJE	354
4.1 Avanzando hacia la Responsabilidad Extendida del Productor	354
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	357

INTRODUCCIÓN

La principal problemática de los residuos en el país está relacionada con la falta de reciclaje, ya que los residuos, tanto municipales como industriales, son enviados mayoritariamente a disposición final (93,4% y 80%, respectivamente). Esta problemática de larga data, requiere un actuar decidido por el conjunto de la sociedad, con el fin de disminuir la cantidad de residuos que se disponen, así como promover la prevención y valorización de residuos. Actualmente se ven avances en esa dirección con la reciente aprobación de la Ley Marco para la Gestión de Residuos, Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje, pero aún falta mucho por avanzar en comparación con el resto de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE, que tienen una tasa de valorización de residuos sólidos municipales del 24% versus el 5,6% de Chile.

1 • ANTECEDENTES

En la mayoría de los países desarrollados, la cantidad de residuos que se envían a sitios de disposición final es limitada, producto de las altas tasas de reciclaje y la incineración con recuperación de energía, situación muy distinta a Chile. En el año 2014, en el país se generaron un total de 45,3 millones de toneladas de residuos de acuerdo a las declaraciones realizadas en 2015 por municipios, industrias y plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS)¹ y². Se trata del primer año en que la declaración es obligatoria, tal cual lo establece la actual normativa³.

Cabe señalar que estas cifras no representan el total de la generación nacional de residuos, debido a que en este primer año de declaración, sólo se recibió información de 173 municipios, los que representan el 50% del total nacional. Respecto a los residuos industriales no peligrosos, la cifra incluye el número de establecimientos industriales que se encuentran activos en el SINADER⁴.

En nuestra normativa existen distintas definiciones de residuos. En el caso de este informe la definición que se utilizará será la indicada en el D.S. N° 1/2013 MMA del Reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes, el cual lo define como: sustancia u objeto que: (i) se valoriza o elimina, (ii) está destinado a ser valorizado o eliminado, o (iii) debe, por las disposiciones de la normativa vigente ser valorizado o eliminado.

Se pueden distinguir dos alternativas para el tratamiento de residuos: su valorización o su eliminación. El término valorización no se refiere a un valor económico, sino a un "valor ambiental" y se refiere al aprovechamiento de los recursos presentes en los residuos, a través de su reutilización (aprovechar el producto), reciclaje (aprovechar una parte o el total del material presente en el residuo) o su valorización energética (aprovechar el valor calorífico del residuo). La eliminación se refiere a un manejo sin aprovechar los recursos presentes en los residuos, incluyendo disposición final y la incineración sin recuperación de energía.



¹ Para los residuos municipales o asimilables a domiciliarios se considera la disposición final llevada a cabo en: basural, vertedero y relleno sanitario. En el caso de los residuos industriales no peligrosos se considera como la disposición final: otros tipos de disposición final no especificados, relleno sanitario, vertedero, depósito de seguridad, monorelleno, recepción de lodos en plantas de tratamiento de aguas servidas e incineración sin recuperación de energía.

² Los residuos industriales fueron obtenidos de la declaración por registros administrativos de 2.195 establecimientos a nivel nacional para el caso de los residuos industriales no peligrosos, y 3.839 establecimientos a nivel nacional para los residuos industriales peligrosos.

³ Artículos 26 y 27 del Decreto Supremo N°1/2013 del MMA.

⁴ En el caso de los residuos industriales no peligrosos, actualmente se desconoce el universo de establecimientos obligados a reportar. Esta situación debería cambiar con los programas de fiscalización de la Superintendencia del Medio Ambiente y el Ministerio de Salud.



El manejo de residuos se refiere a todas las acciones operativas a las que se somete un residuo incluyendo recolección, almacenamiento, transporte, pre-tratamiento y tratamiento.

La composición de los residuos sólidos municipales está relacionada con el nivel de vida y las actividades económicas que se desarrollan en una región. Esta varía de acuerdo al tiempo y área geográfica.

Se puede señalar como ejemplo que los residuos biodegradables, tales como los generados en ferias, parques y jardines, se pueden degradar, en forma aeróbica o anaeróbica, a causa de la descomposición causada por los microorganismos. Por otro lado, envases de vidrio, cartón y plástico se pueden reciclar, produciendo nuevos envases u otros productos.

Clasificación de los residuos

SEGÚN SUS CARACTERÍSTICAS:

- ▶ **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 o químicamente, ni de ninguna otra manera. No es biodegradable y tampoco afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto.

SEGÚN SU ORIGEN:

- ▶ **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 municipales a los derivados del aseo de vías públicas, áreas verdes y playas.
- ▶ **Residuo industrial:** residuo resultante de los procesos de fabricación, transformación, utilización, consumo, limpieza y mantenimiento, generados por la actividad industrial. Corresponden a residuos sólidos, líquidos o combinaciones de estos, que por sus características físicas, químicas o microbiológicas, no pueden asimilarse a los residuos domésticos⁵.

⁵Definición del Decreto Supremo N°594/1999 del Ministerio de Salud.

2 • PRESIÓN: GENERACIÓN DE RESIDUOS

2.1 Generación de residuos a nivel nacional

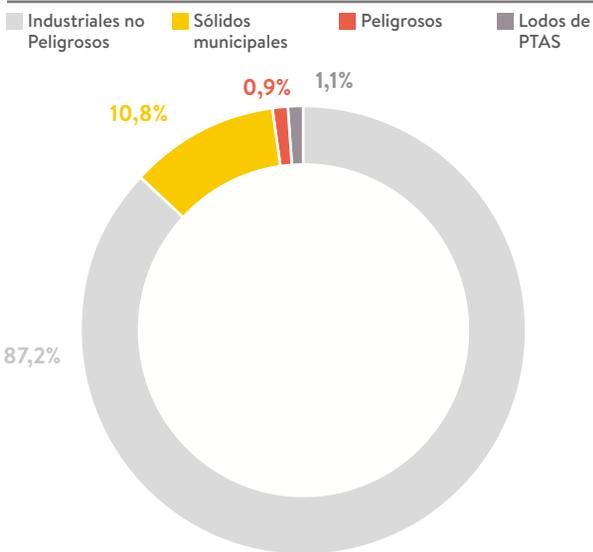
El país ha dado un salto cualitativo y cuantitativo en materia de estadísticas de residuos, respecto al Primer Informe del Estado del Medio Ambiente (2012). Ello se debe a que en el primer informe se publicaron estadísticas en base a encuestas y estimaciones, mientras que en este segundo informe, se cuenta con registros administrativos, validados por los generadores y destinatarios, mediante una declaración jurada⁶. No obstante, debe tenerse presente que no declararon todos, por lo cual es esperable que en los próximos años, la cantidad total de residuos declarados a nivel nacional, aumente sustancialmente.

Efectivamente, durante el año 2015, por primera vez, los generadores y destinatarios de residuos industriales y municipales del país declararon en el Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER) del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC)⁷.

De esta forma, en base a la información declarada por municipios, industrias y plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS), la generación de residuos⁸ correspondiente al año 2014, llegó a 45,3 millones de toneladas, de las cuales alrededor de 4,9 millones de toneladas (10,8%) corresponden a residuos sólidos municipales, 39,5 millones de toneladas (87,2%) a residuos industriales no peligrosos, 440 mil toneladas (0,9%) a residuos peligrosos y 492 mil toneladas (1,1%) a lodos de PTAS (**Figura 1**).

FIGURA 01

GENERACIÓN DE RESIDUOS A NIVEL NACIONAL EN 2014



Fuente: SINADER, RETC 2015.

SINADER

Durante el año 2015, por primera vez, los generadores y destinatarios de residuos industriales y municipales del país declararon en el Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER) del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC).

⁶ "Al momento de enviar a través de la Ventanilla Única la información sobre emisiones, residuos y/o transferencias de contaminantes, el establecimiento obligado suscribirá electrónicamente una declaración jurada dando fe de la veracidad de la información ingresada como asimismo que no existen omisiones al respecto" (Artículo 16, D.S. N°1/2013 MMA).

⁷ El Decreto Supremo N° 1/2013 del Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes establece las siguientes obligaciones: **Artículo 26.-** Generador de Residuos. Los establecimientos que generen anualmente más de 12 toneladas de residuos no sometidos a reglamentos específicos, estarán obligados a declarar al 30 de marzo de cada año sus residuos generados el año anterior, a través del Sistema de Ventanilla Única del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC). Lo anterior, sin perjuicio de las obligaciones emanadas de los DS N° 148 de 2003, y DS N° 6 de 2009, ambos del Ministerio de Salud, así como del DS N° 4 de 2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, en relación a lo dispuesto al artículo 18 letra d) del presente reglamento. **Artículo 27.-** Residuos Municipales. Las municipalidades deberán declarar, antes del 30 de marzo de cada año, los residuos recolectados por estas o por terceros contratados por ella, durante el año anterior, a través del Sistema de Ventanilla Única del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC). **Artículo 28.-** Destinatarios de Residuos. Los destinatarios de residuos, que reciban anualmente más de 12 toneladas de residuos, deberán declarar los residuos recepcionados el año anterior a través del Sistema de Ventanilla Única del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), al 30 de marzo de cada año. Lo anterior, sin perjuicio de las obligaciones emanadas de los DS N° 148 de 2003, DS N° 189 de 2005, y DS N° 6 de 2009, todos del Ministerio de Salud, así como el DS N° 4 de 2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

⁸ Incluye residuos: municipales, industriales no peligrosos, peligrosos y lodos de PTAS.

2.2 Generación de residuos a nivel municipal

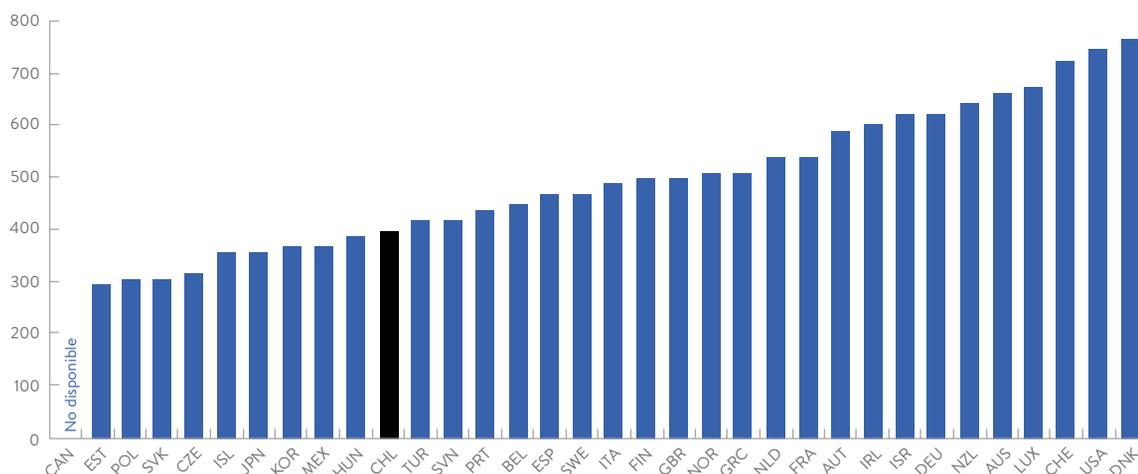
La gestión de los residuos municipales, entendida como: recolección, transporte y disposición, es un servicio que prestan las respectivas municipalidades en cada comuna. Esta actividad, si bien es regulada y fiscalizada, a partir del año 2015 debe ser declarada obligatoriamente al Ministerio del Medio Ambiente, a través de una plataforma web llamada Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER). Este proceso anual de declaraciones de residuos municipales, permitirá la confección de series históricas con la caracterización de los residuos generados y dispuestos por comuna, como también el fortalecimiento de la fiscalización por parte de la autoridad.

Existen dos factores que influyen preponderantemente en la generación de residuos sólidos municipales: el número de habitantes y la población flotante. El número de habitantes corresponde al principal factor del que depende la generación total de residuos sólidos municipales. No obstante, también la población flotante turística incide en la generación de residuos, especialmente en las zonas costeras. (Ver **Figura 4**).

Si comparamos la generación de residuos sólidos municipales per cápita a nivel de países OCDE, Chile presenta una tasa promedio diaria de 1,1 kilogramos, es decir, 396 kilogramos anuales por persona, esta cifra es relativamente baja en relación al resto de los países OCDE, tal como se aprecia en la **Figura 2**.

FIGURA 02

GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PER CÁPITA PAÍSES OCDE, 2013



Fuente: OCDE, EDA Chile, 2016.

En la **Tabla 1** se presenta la generación estimada de residuos municipales en base a la población proyectada al 2014, considerando una producción per cápita promedio anual de 1,1 kilos/hab-día, versus la cantidad de residuos declarados en el SINADER por los 173 municipios. Además, en la **Tabla 2** se presenta el grado de cumplimiento de las municipalidades respecto a la declaración de los residuos municipales para el año 2014.

TABLA 01

GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES A NIVEL REGIONAL ESTIMADO Y REPORTADO			
REGIONES	POBLACIÓN PROYECTADA 2014	CANTIDAD ESTIMADA (toneladas/año)	CANTIDAD REPORTADA SINADER (toneladas/año)
Arica y Parinacota	235.081	97.817	1.560
Tarapacá	328.782	136.806	141.521
Antofagasta	613.328	255.206	1.100
Atacama	308.247	128.262	76.445
Coquimbo	759.228	315.915	354.121
Valparaíso	1.811.973	753.962	424.498
Metropolitana	7.228.581	3.007.813	2.418.081
O'Higgins	910.577	378.891	125.405
Maule	1.035.593	430.910	228.012
Biobío	2.100.494	874.016	565.344
Araucanía	983.499	409.234	196.291
Los Ríos	401.548	167.084	134.586
Los Lagos	834.714	347.324	158.311
Aysén	107.334	44.662	24.842
Magallanes y la Antártica	163.748	68.136	38.562
TOTAL GENERAL	17.822.727	7.416.037	4.888.680

Fuente: INE; SINADER, RETC 2015.



Es importante destacar que el país está avanzando en la elaboración de una política pública seria en materia de residuos, para contar con la mejor información que permita tomar decisiones acertadas en una materia de gran valor para toda la ciudadanía, como es la gestión adecuada de estos.

TABLA 02

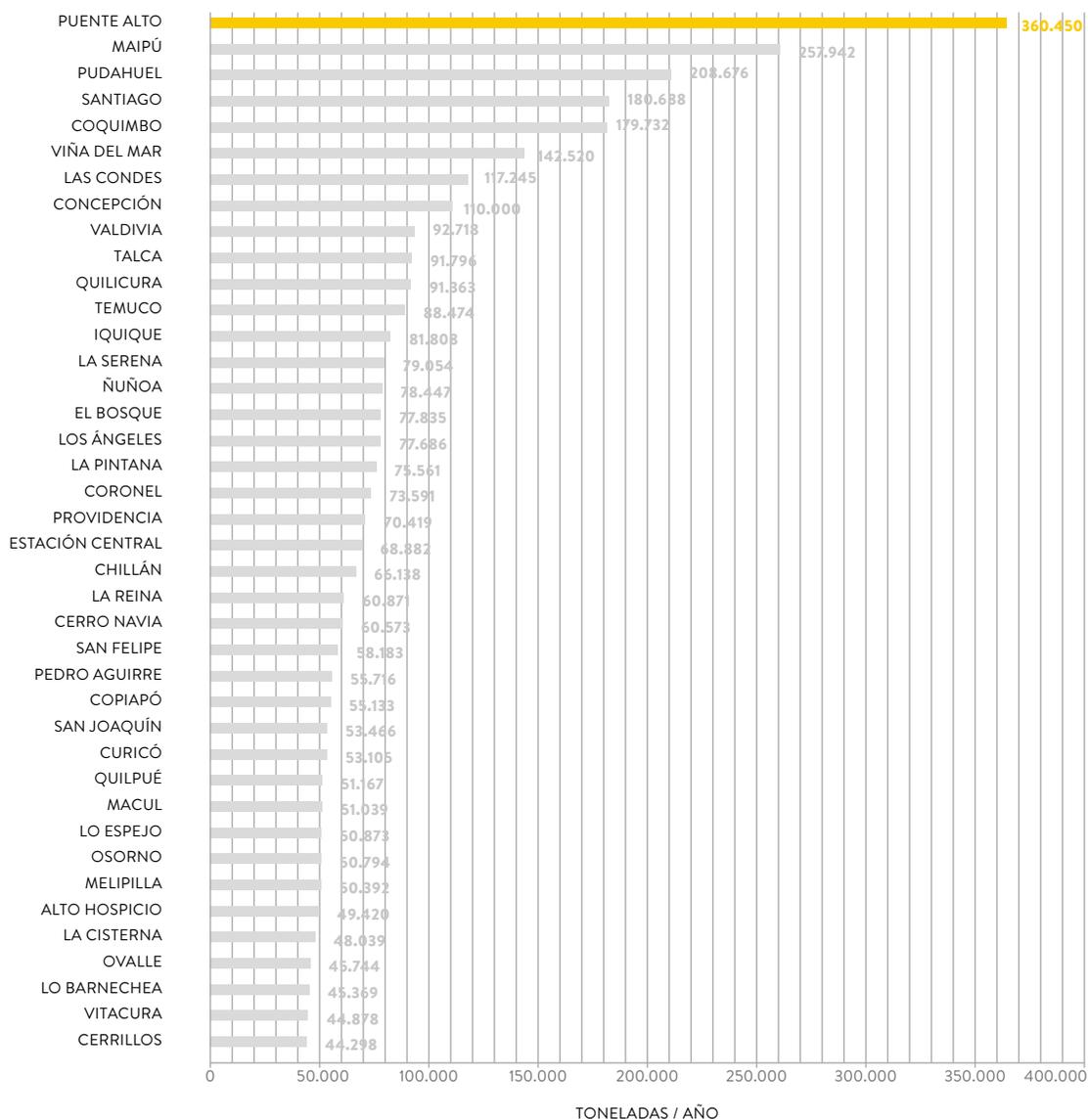
CUMPLIMIENTO DE LOS MUNICIPIOS EN REPORTAR EN SISTEMA SINADER			
REGIONES	TOTAL MUNICIPIOS	MUNICIPIOS REPORTARON EN SINADER	CUMPLIMIENTO (%)
Arica y Parinacota	4	1	25%
Tarapacá	7	7	100%
Antofagasta	8	1	13%
Atacama	9	3	33%
Coquimbo	15	12	80%
Valparaíso	38	17	45%
Metropolitana	52	35	67%
O'Higgins	33	16	48%
Maule	30	13	43%
Biobío	54	24	44%
Araucanía	32	15	47%
Los Ríos	12	8	67%
Los Lagos	30	16	53%
Aysén	10	4	40%
Magallanes y la Antártica	11	1	9%
TOTAL GENERAL	345	173	50%

Fuente: INE; SINADER, RETC 2015.

El 43,8% de los residuos municipales generados en el país corresponden a la Región Metropolitana, la cual concentra el 40,6% de la población total del país. La **Figura 3** presenta las 40 comunas con más altas tasas de generación de residuos sólidos municipales, de las que declararon sus residuos, donde destaca la comuna de Puente Alto, que además es la más poblada del país. Otras comunas con altas tasas de población son La Florida, Antofagasta y Valparaíso, pero no reportaron sus residuos municipales en los periodos normados.

FIGURA 03

COMUNAS CON LA MAYOR GENERACIÓN DE RESIDUOS MUNICIPALES EN 2014*

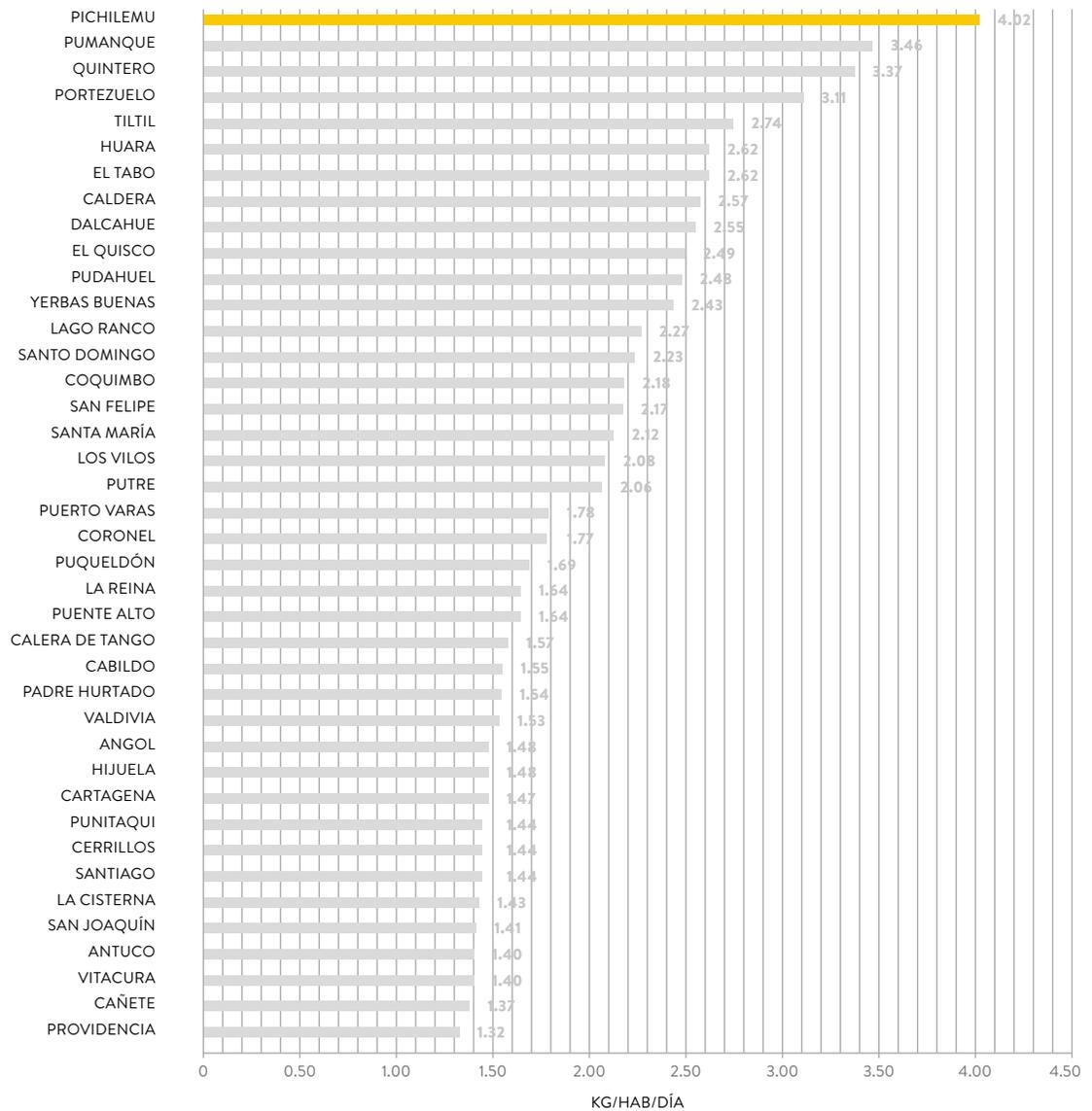


Fuente: SINADER, RETC 2015.

* Sólo incluye a los 172 municipios que declararon.



La comuna de Pichilemu registra la mayor generación per cápita, con 4,02 kg/hab-día, esto debido a la población flotante que llega al lugar, principalmente durante el verano (**Figura 4**).

FIGURA 04
COMUNAS CON LA MAYOR TASA PER CÁPITA DE RESIDUOS MUNICIPALES EN 2014*


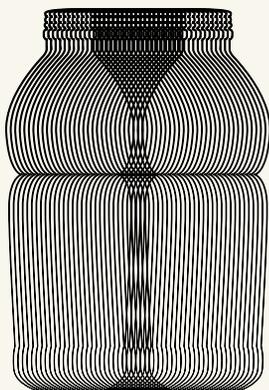
Fuente: SINADER, RETC 2015.

*La información reportada por los municipios no fue validada en todos los casos, posiblemente estos datos se irán ajustando con las futuras declaraciones anuales.



INCIDENCIA DE LA POBLACIÓN FLOTANTE EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS MUNICIPALES

A pesar de no ser una de la comunas con mayor cantidad de habitantes a nivel nacional, Pichilemu registra una gran cantidad de población flotante, especialmente en la temporada de verano, donde tanto los turistas nacionales como internacionales aumentan considerablemente la generación de residuos sólidos municipales. Cabe señalar, que sin los registros administrativos reportados a través del SINADER, éste sería un dato complejo de estimar o conocer de manera convencional.





Composición de residuos municipales a nivel nacional

Para determinar la composición de los residuos municipales el Ministerio del Medio Ambiente estableció el uso de la Lista Europea de Residuos (LER), principalmente por dos razones, la primera porque dicha clasificación se adapta en gran medida a las necesidades que tiene el país para su gestión de residuos y, en segundo lugar, por la plena compatibilidad con los cuestionarios del estado del medio ambiente en materia de residuos que el país debe reportar a la OCDE. Además, esta lista facilita la clasificación de los residuos en función de su origen y naturaleza, considerando los procesos o actividades que generan finalmente los distintos tipos de residuos.

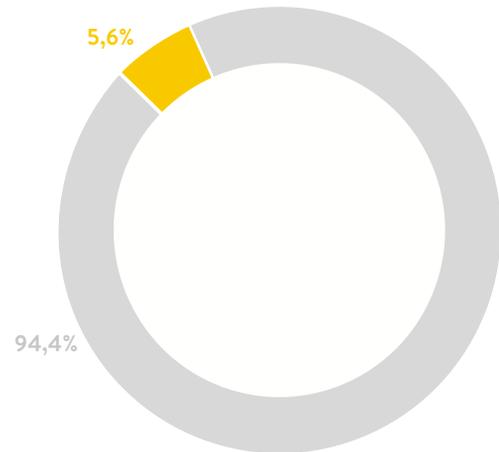
En la **Figura 5** podemos apreciar que el 94,4% de los residuos municipales van directamente a destino final, el 5,6% corresponden a residuos sólidos municipales valorizados.

Del 5,6% de los residuos que son valorizados a nivel nacional, los principales productos corresponden a los papeles y cartones, con una participación del 61%, residuos biodegradables de cocinas y restaurantes, con el 15% y el vidrio con un 14% (Ver **Figura 6**). Cabe señalar, que categoría "otros" incluye la suma de residuos que no superan las 500 toneladas al año como: ropa, tejidos, metales, aceites y grasas comestibles, equipos electrónicos desechados y baterías que no contienen componentes peligrosos.

FIGURA 05

TIPO DE TRATAMIENTO DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN 2014*

- Residuos sólidos municipales valorizados
- Residuos sólidos municipales a disposición final



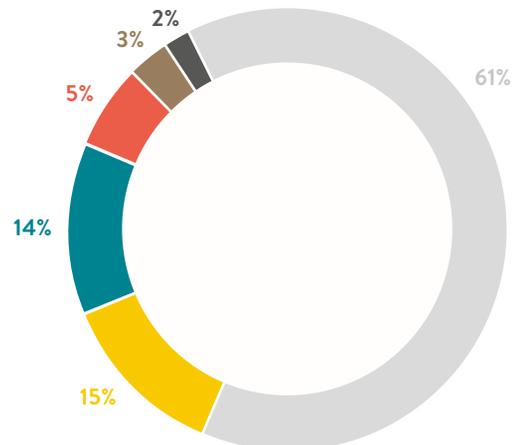
Fuente: SINADER, RETC 2015.

* De acuerdo a la clasificación LER.

FIGURA 06

COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES VALORIZADOS EN 2014

- Papel y Cartón
- Vidrio
- Plásticos
- Madera
- Residuos Biodegradables de cocinas y restaurant
- Otros



Fuente: SINADER, RETC 2015.

2.3 Generación de residuos industriales no peligrosos ^{9y10}

La información respecto a residuos industriales era bastante limitada hasta el año 2014, aunque existían estimaciones sobre generación de residuos industriales, hospitalarios, mineros, de construcción y silvoagropecuarios. Estas indicaban que en 2009 se generaban 10,4 millones de toneladas. Tras la declaración en el SINADER, el total de estos tipos de residuos ascendió a 39,5 millones de toneladas, representando el 87,2% del total de los residuos generados en el país. Es importante señalar que se trata de la primera declaración, por tanto, se espera que en los próximos años esta cifra sea más representativa de la realidad nacional, toda vez que el universo de establecimientos que reportaron en 2014 alcanzaron los 2.194 establecimientos, pero se estima que esta cifra debería ir aumentando en las próximas declaraciones.

En la **Figura 7** se presenta un panorama regional respecto a la distribución en la generación de residuos industriales no peligrosos. La Región Metropolitana, donde se encuentra la mayoría de los establecimientos industriales del país, concentra el 60% de la generación nacional de residuos industriales no peligrosos.

En la **Tabla 3** se establece la distribución regional de los establecimientos que declararon sus residuos industriales no peligrosos para el año 2014.

RESIDUOS INDUSTRIALES

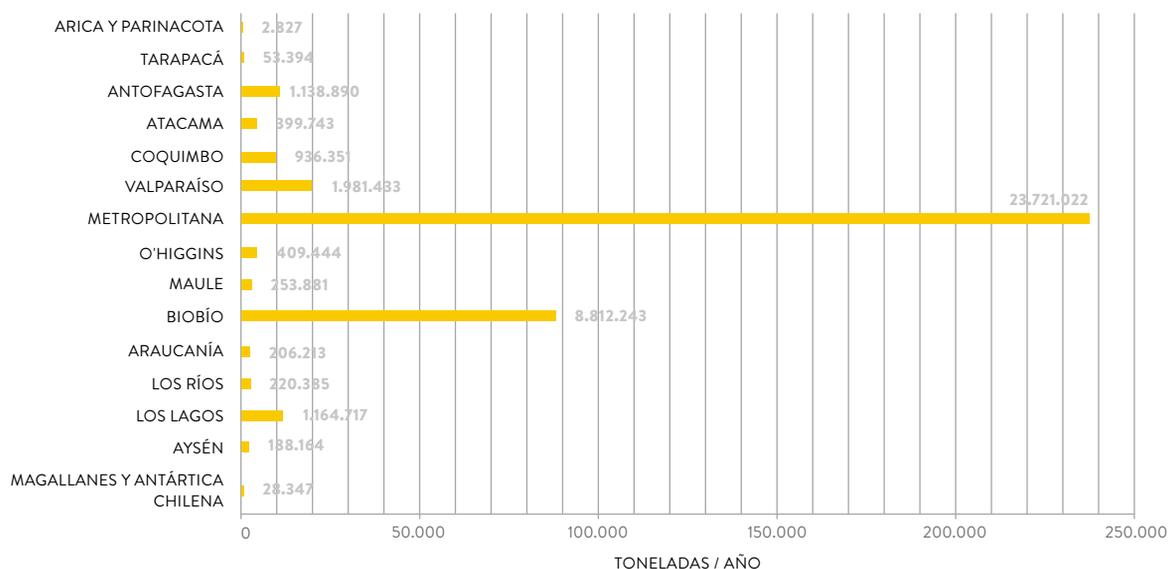
Es importante destacar que a pesar de no ser el universo total de establecimientos obligados a reportar, los residuos industriales no peligrosos del año 2014 alcanzaron las 39,5 millones de toneladas.

⁹ Para este informe no se considera la generación y el manejo de los residuos radioactivos, reglamentada y fiscalizada por la Comisión Chilena de Energía Nuclear.

¹⁰ El D.S. N° 1/2013 del MMA Reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes en el artículo 3° letra j) señala que "para efectos de la aplicación del presente reglamento y siempre que la disposición final no se realice en conjunto con residuos sólidos domésticos u otros similares, no se considerarán residuos los estériles, minerales de baja ley, minerales tratados por lixiviación, relaves o escorias provenientes de operaciones de extracción, beneficio o procesamiento de minerales.

FIGURA 07

GENERACIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES NO PELIGROSOS POR REGIÓN, 2014



Fuente: SINADER, RETC 2015.

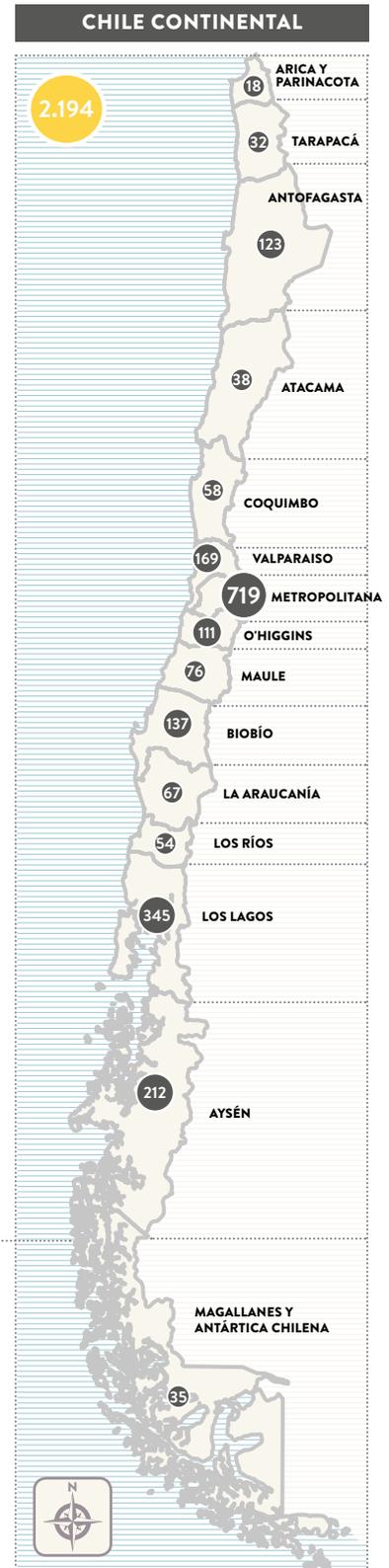
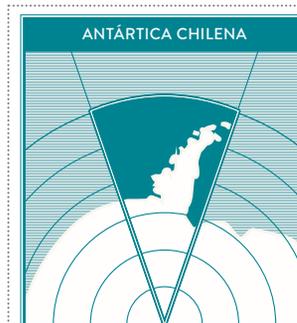


TABLA 03

CANTIDAD DE ESTABLECIMIENTOS POR REGIÓN QUE DECLARARON RESIDUOS INDUSTRIALES NO PELIGROSOS, 2014	
REGIONES	N° ESTABLECIMIENTO GENERADORES INDUSTRIALES
Arica y Parinacota	18
Tarapacá	32
Antofagasta	123
Atacama	38
Coquimbo	58
Valparaíso	169
Metropolitana	719
O'Higgins	111
Maule	76
Biobío	137
Araucanía	67
Los Ríos	54
Los Lagos	345
Aysén	212
Magallanes y la Antártica	35
TOTAL GENERAL	2.194

Fuente: SINADER, RETC 2015.

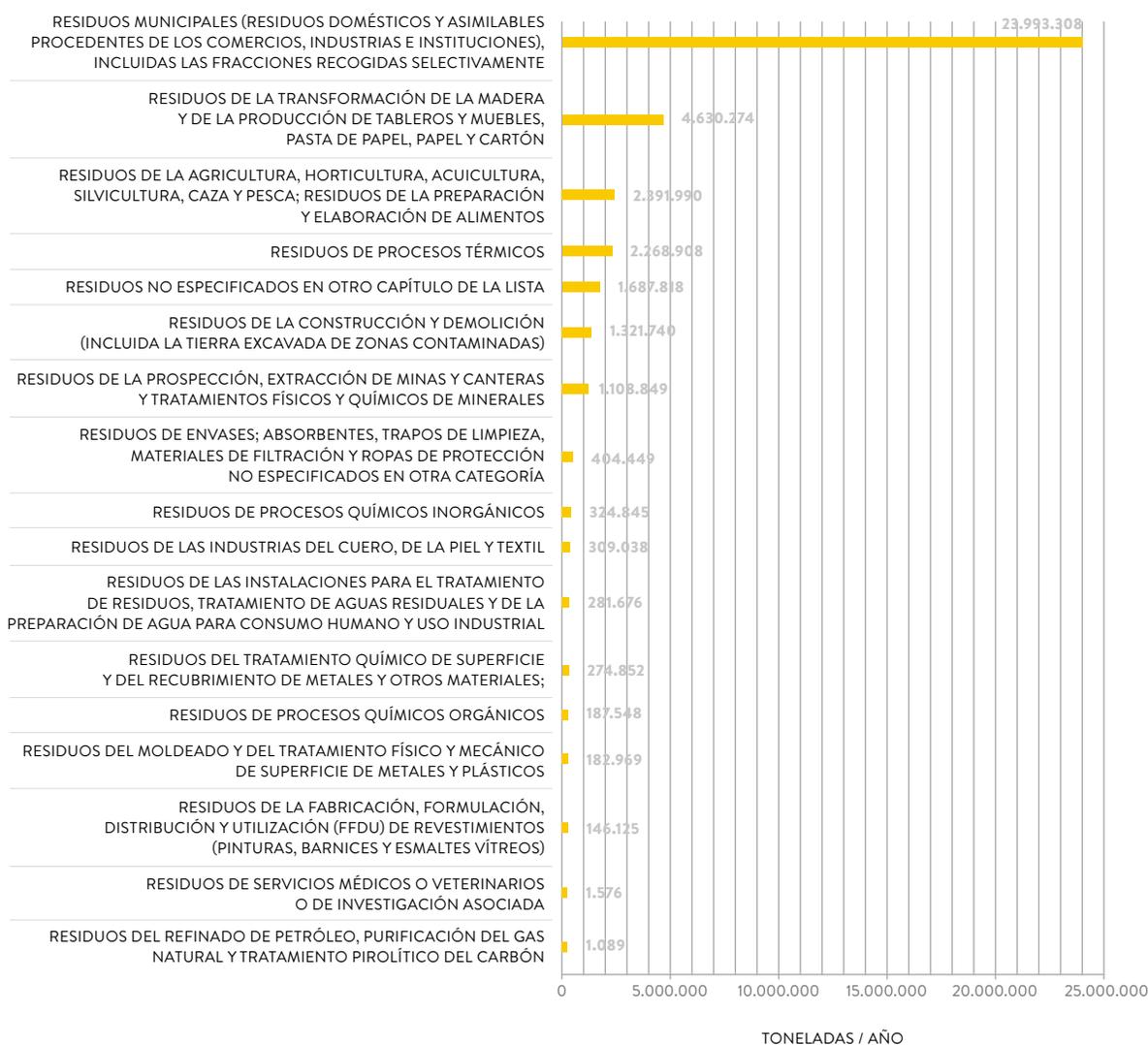
"Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al artículo 2°, letra g del DFL 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum WGS84 y es de carácter referencial".



Tal como en el caso de los residuos sólidos municipales, para determinar la composición de los residuos industriales no peligrosos, el MMA estableció el uso de la Lista Europea de Residuos (LER). En la **Figura 8** podemos apreciar que del total de residuos industriales no peligrosos, casi un 61% corresponde a la clasificación de residuos sólidos municipales, es decir que se asimilan a los residuos sólidos domiciliarios. Es importante señalar que esta recolección es realizada por terceros contratados por la propia industria.

FIGURA 08

COMPOSICIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES NO PELIGROSOS EN 2014 de acuerdo a Clasificación LER



Fuente: SINADER, RETC 2015.



De acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) el sector Industria Manufacturera concentra el 58,7% de la generación de los residuos industriales no peligrosos, como se aprecia en la **Tabla 4**.

TABLA 04

GENERACIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES NO PELIGROSOS EN 2014 DE ACUERDO AL CÓDIGO CIIU*			
CÓDIGO CIIU	CLASIFICACIÓN INDUSTRIAL INTERNACIONAL UNIFORME (CIIU)	GENERACIÓN TOTAL (TONELADAS)	% DEL TOTAL
A	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	394.617	1
B	Pesca	430.283	1,1
C	Explotación de minas y canteras	1.070.417	2,7
D	Industria manufacturera	23.188.742	58,7
E	Suministro de electricidad	1.601.070	4,1
F	Construcción	1.102.899	2,8
G	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos	1.647.708	4,2
H	Hoteles y restaurantes	385.481	1
I	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	284.400	0,7
J	Intermediación financiera	116	0,0
K	Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	7.394.081	18,7
L	Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	794.618	2
M	Enseñanza	215.721	0,5
N	Servicios sociales y de salud	986.888	2,5
O	Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales	20.013	0,1
TOTAL		39.517.055	100

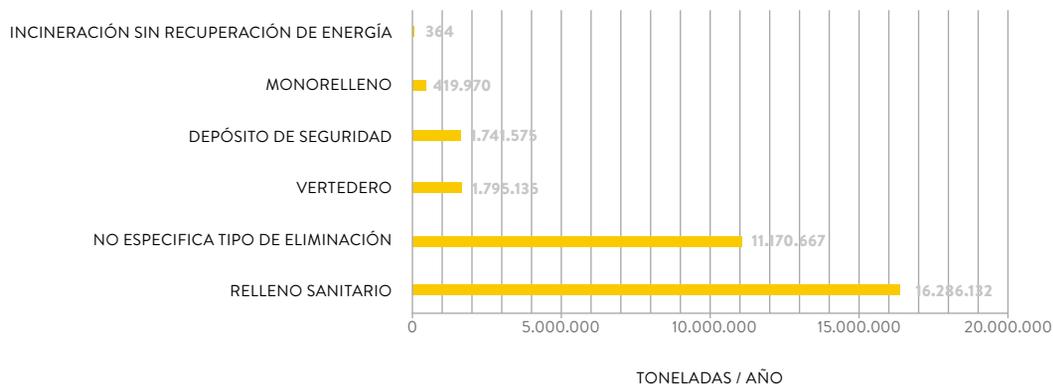
Fuente: SINADER, RETC 2015.

*Los datos pueden estar subestimados en algunos sectores, debido a que no todos los establecimientos declararon.

Lamentablemente, al igual que los residuos municipales, para el caso de los residuos industriales no peligrosos el mayor porcentaje de ellos (80%) va a disposición final mientras que el 20% es valorizado, tal como se aprecia en la **Figura 9 y 10**.

FIGURA 09

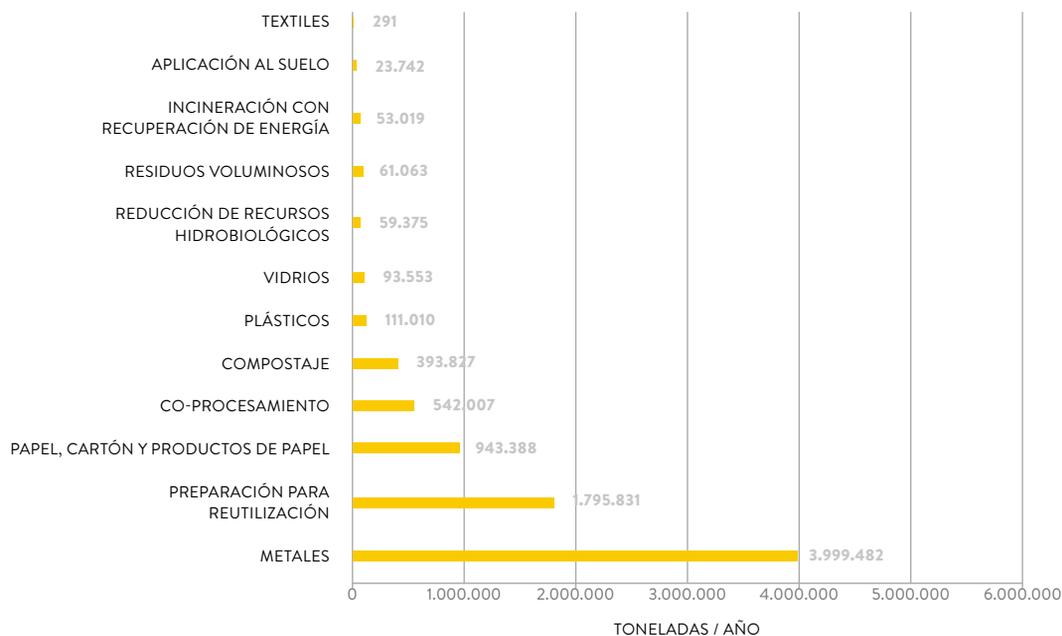
TIPO DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS INDUSTRIALES NO PELIGROSOS EN 2014



Fuente: SINADER, RETC 2015.

FIGURA 10

TIPO DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES NO PELIGROSOS EN 2014



Fuente: SINADER, RETC 2015.



De acuerdo a lo declarado por los establecimientos a través del SINADER, se constata que 8 millones de toneladas (que corresponde a un 20% del total de residuos industriales generados) se valoriza. El mayor porcentaje (49,5%) corresponde al reciclaje de metales (**Figura 11**).

RESIDUOS INDUSTRIALES NO PELIGROSOS

80%

va a disposición final
sin ningún tipo de tratamiento

20%

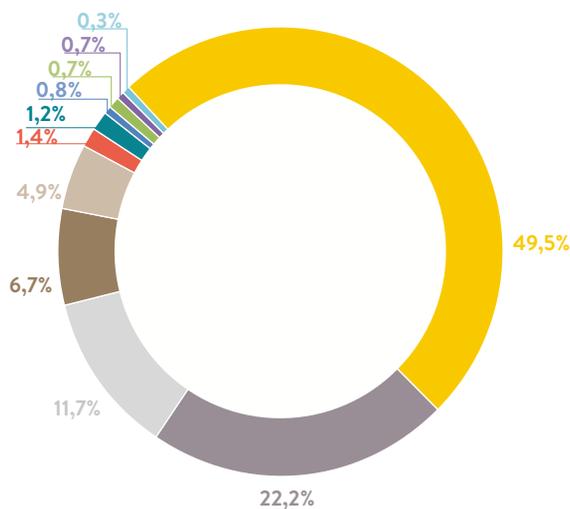
del total de residuos industriales se valoriza (8 millones de toneladas)

De los residuos industriales no peligrosos valorizados, el mayor porcentaje (49,5%) corresponde al reciclaje de metales

3,9 MILLONES DE TON.

FIGURA 11

VALORIZACIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES NO PELIGROSOS EN 2014 (expresado en participación porcentual)



Fuente: SINADER, RETC 2015.

① Preparación para reutilización

Se entiende por preparación para la reutilización como la acción de revisión, limpieza o reparación, mediante la cual productos o componentes de productos desechados se acondicionan para que puedan reutilizarse sin ninguna otra transformación previa. (Ley 20.920, 2016).

2.4 Generación de lodos de plantas de tratamientos de aguas servidas

Desde 2009 el país cuenta con el D.S. N°4 del MINSEGPRES, para el manejo de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS), sin embargo, hasta el año 2015 no existían estadísticas que permitieran dimensionar la generación y tipo de disposición de este residuo.

Desde la promulgación del D.S. N° 1 /2013 del MMA, se establece la obligación de que estos residuos sean reportados a través del Sistema de Ventanilla Única del RETC¹¹ en el SINADER.

De acuerdo con la declaración realizada por las plantas de tratamiento de aguas servidas, en 2014 la generación total de lodos en el país alcanzó las 492.846 toneladas. En la **Figura 12** se puede apreciar la distribución regional de la generación y disposición de los lodos.

Tal como se aprecia en la **Figura 13**, el 51% de lodos, que corresponde a 322.360 toneladas, se dispusieron en rellenos sanitarios o monorrellenos, mientras que 170.485 toneladas, que representan el 35%, se destinaron a suelos, cubriendo una superficie total de más de 1.000 hectáreas. De esta superficie, el 77% correspondió a plantaciones forestales, tal como se presenta en la **Figura 14**.

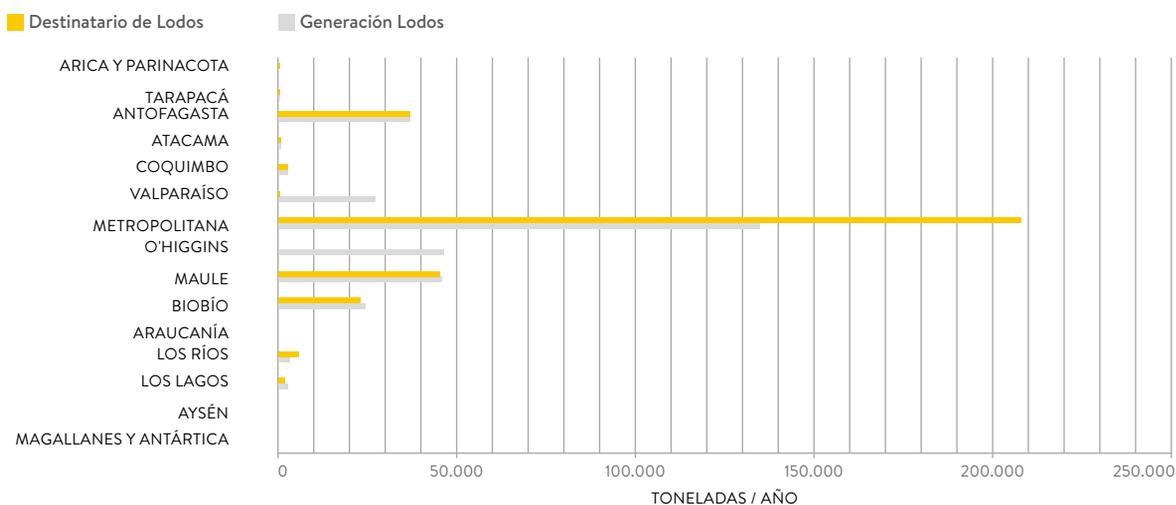
GENERACIÓN DE LODOS

Para el año 2014, la generación total de lodos declarados por las plantas de tratamiento de aguas servidas del país alcanzó 492.846 toneladas, de las cuales 322.360 Toneladas se dispusieron en rellenos sanitarios o monorrellenos y 170.485 toneladas se destinaron a suelos.

¹¹ Sistema electrónico que contempla un formulario único disponible en el portal electrónico del RETC y a través del cual se accederá a los sistemas de declaración de los órganos fiscalizadores para dar cumplimiento a la obligación de reporte de los establecimientos emisores o generadores.

FIGURA 12

GENERACIÓN Y DISPOSICIÓN DE LODOS DE PLANTAS DE AGUAS SERVIDAS A NIVEL REGIONAL EN 2014

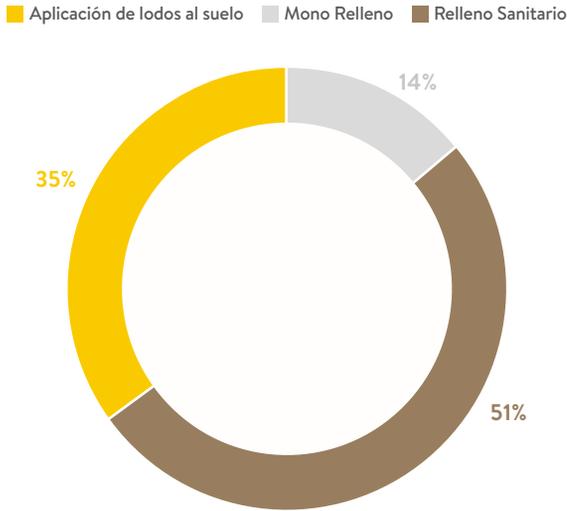


Fuente: SINADER, RETC 2015



FIGURA 13

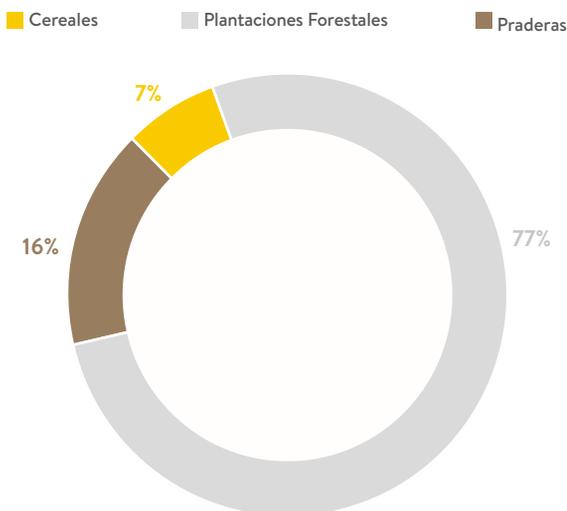
PORCENTAJE POR TIPO DE DISPOSICIÓN FINAL DE LODOS GENERADOS POR PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS EN 2014



Fuente: SINADER, RETC 2015.

FIGURA 14

APLICACIÓN DE LODOS AL SUELO EN 2014 según porcentaje de tipo de cultivo

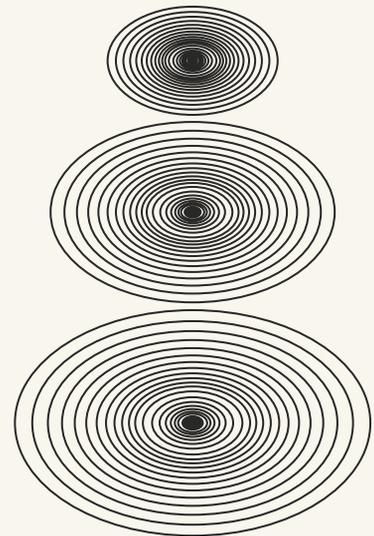


Fuente: SINADER, RETC 2015.

02

LODOS PROVENIENTES DE PLANTAS DE AGUAS SERVIDAS

La mayoría de los lodos provenientes de Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas o Establecimientos Industriales que generan residuos de estas características, son enviados a sitios de disposición final, como rellenos sanitarios o monorellenos autorizados, por lo que resulta importante verificar que la disposición final se realice de acuerdo a los requisitos de compactación, espesores mínimos de material de cobertura y considere un control de deformaciones o grietas, que puedan generar riesgos en la gestión de estos residuos y ocasionar situaciones como las ocurridas en enero de 2016 en el Relleno Sanitario Santa Marta, perteneciente al Consorcio Santa Marta S.A.



2.5 Generación de residuos peligrosos

Las estadísticas de los residuos peligrosos se inician en 2006. Antes de la entrada en vigencia del reglamento sobre manejo de residuos peligrosos (D.S. N°148 del MINSAL), en 2005, la estimación de la generación de este tipo de residuos era de alrededor de 30.000 toneladas al año.

Dicho reglamento estableció una definición de residuo peligroso¹² y creó un sistema de declaración y seguimiento para los grandes generadores de estos residuos (establecimientos o actividades que anualmente generen más de 12 kilogramos de residuos tóxicos agudos o más de 12 toneladas de residuos peligrosos). De esta manera, a partir de 2006 se implementó el Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos (SIDREP). Los datos generados por SIDREP muestran un aumento continuo en la declaración de residuos hasta un total de 440.687 toneladas en el año 2014, como se puede apreciar en la **Figura 15**¹³.

Si bien la cantidad de establecimientos industriales que reportan en SIDREP ha aumentado permanentemente, en los últimos años la generación de residuos no ha mostrado un incremento sostenido, más bien tiende a permanecer sobre las 400.000 toneladas.

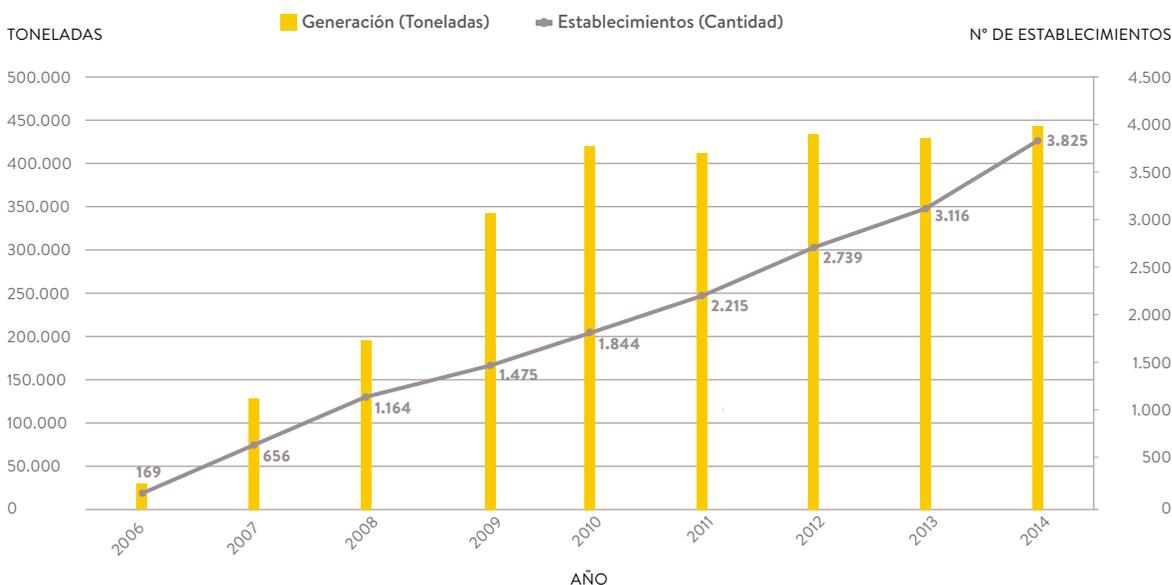
De acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme, el sector Explotación de Minas y Canteras concentra el 38,9% de la generación de los residuos peligrosos, como se aprecia en la **Tabla 5**. Por su parte, la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins es la que genera la mayor cantidad de residuos peligrosos para el año 2014, con más de 91 mil toneladas anuales, en tanto, la Región Metropolitana es la que concentra la mayor cantidad de eliminación o destino final con más de 193 mil toneladas, como se presenta en la **Figura 17**.

¹² 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.

¹³ Hay una cantidad de establecimientos que declaran en papel, pero dado que no existe capacidad para manejar esta información, esta cantidad es desconocida.

FIGURA 15

GENERACIÓN POR AÑO DE RESIDUOS PELIGROSOS VERSUS CANTIDAD DE ESTABLECIMIENTOS, Serie 2006 - 2014



Fuente: SIDREP, RETC 2015.



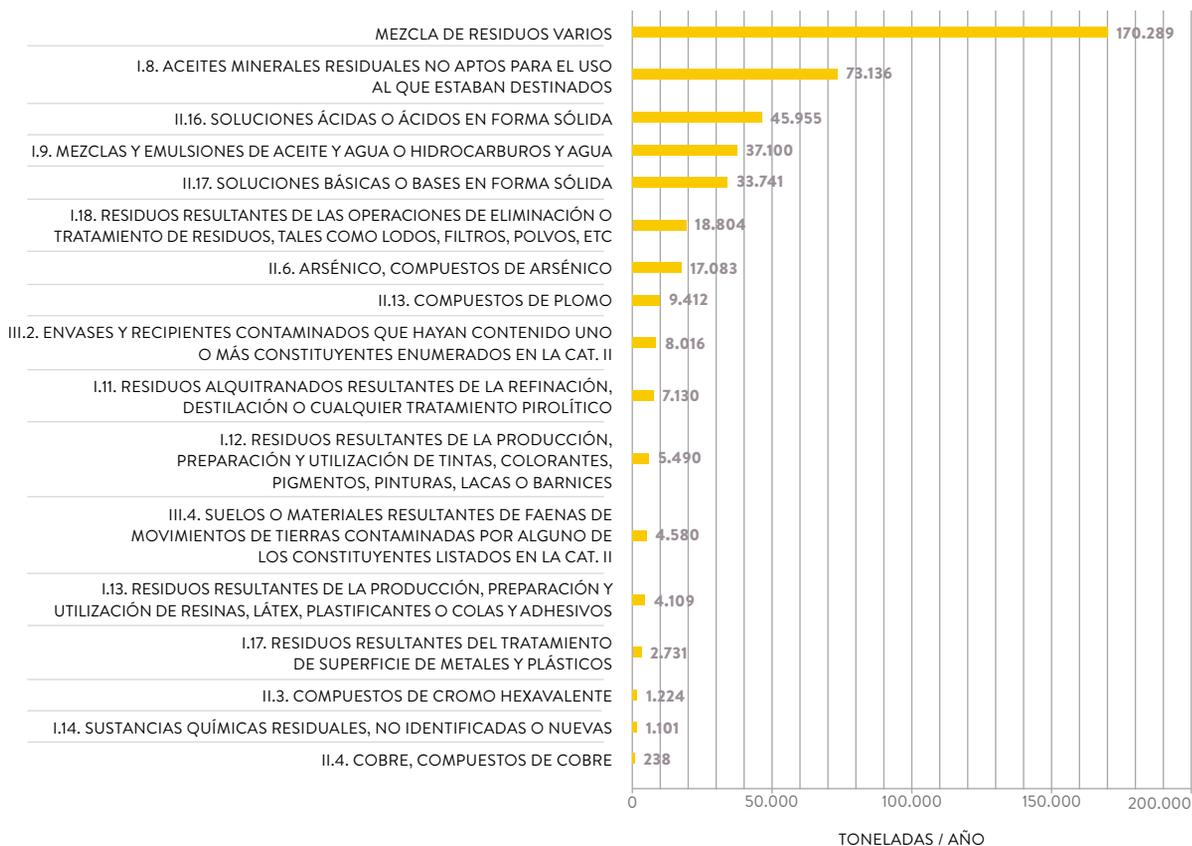
TABLA 05

PARTICIPACIÓN DE SECTORES PRODUCTIVOS EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS POR CIU, 2014			
CÓDIGO CIU	CIU NIVEL 1	GENERACIÓN (TONELADAS)	PORCENTAJE
A	Agricultura, caza y silvicultura	830	0,19%
B	Pesca	982	0,22%
C	Explotación de minas y canteras	171.464	38,9%
D	Industrias manufactureras	159.915	36,3%
E	Suministro de electricidad, gas y agua	45.914	10,4%
F	Construcción	1.547	0,35%
G	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos	13.555	3,1%
H	Hoteles y Restaurantes	3	0,001%
I	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	17.944	4,1%
J	Intermediación financiera		
k	Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	6.921	1,6%
L	Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	666	0,15%
M	Enseñanza	63	0,01%
N	Servicios sociales y de salud	1.831	0,42%
O	Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales	19.051	4,3%
	TOTAL GENERAL	440.687	100%

Fuente: SIDREP, RETC 2015.

FIGURA 16

**GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS EN 2014 *
 SEGÚN CLASIFICACIÓN DE LISTADOS D.S. N°148/2003 MINSAL**



Fuente: SIDREP, RETC 2015.

*Mezcla de residuos varios, corresponde a la suma de las fracciones de residuos específicos clasificados según los listados del D.S. N°148/2003 MINSAL, y que debido al elevado número de subclasificaciones y a la cantidad relativamente baja de manera individual de éstos, se consolidaron en dicha categoría, a fin de presentar el gráfico de manera comprensible.

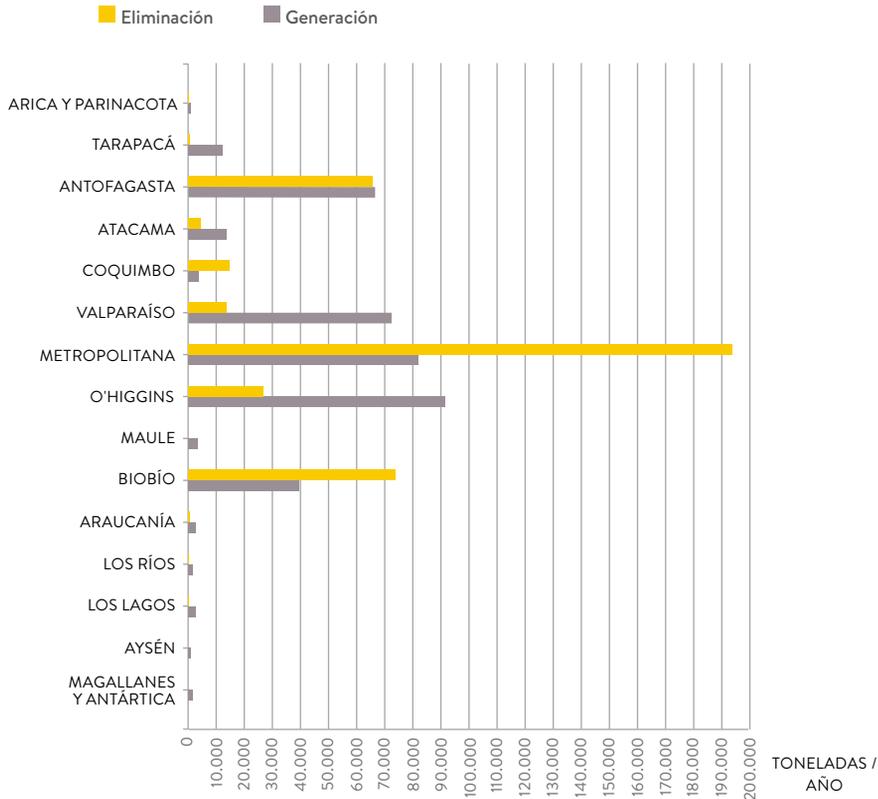
Vertedero El Molle | KARINA BAHAMONDE





FIGURA 17

ORIGEN Y DESTINO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS EN 2014 a nivel regional



Fuente: SIDREP, RETC 2015.

RESIDUOS PELIGROSOS

La Región Metropolitana concentra la mayor cantidad de eliminación de residuos peligrosos

193.000
TONELADAS

La Región del Libertador General Bernardo O'Higgins es la que registra la mayor generación de residuos peligrosos en 2014

91.000
TONELADAS



3 • ACCIONES PARA ENFRENTAR LA PROBLEMÁTICA DE RESIDUOS

En Chile el marco normativo asociado a residuos data del año 1967, con la publicación en el Diario Oficial del Código Sanitario, que regula aspectos específicos asociados a higiene y seguridad del ambiente y de los lugares de trabajo. En la **Tabla 5** se listan las leyes y decretos vigentes hasta la fecha.

TABLA 06

LEYES Y DECRETOS ASOCIADOS A LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	
AÑO DE VIGENCIA	LEYES Y DECRETOS
1967	D.F.L. N°725, del Ministerio de Salud, que establece el Código Sanitario.
1992	D.S. N°685 en que Chile 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.
1994	Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, que incorpora el tema de los residuos en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental artículo 10 letras i) y o).
2000	D.S. N°594 del MINSAL sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo (proviene del D.S. 745 del año 1993).
2004	D.S. N°148 del MINSAL, que establece el Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos.
2007	D.S. N°45, de MINSEGPRES, el cual establece la norma de emisión para la incineración y co-incineración.
2008	D.S. N°189 del MINSAL, que regula las condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios.
2009	D.S. N°6 del MINSAL, sobre el manejo de residuos generados en establecimientos de atención de salud.
2009	D.S. N°4 de MINSEGPRES, para el manejo de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas.
2010	Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, modificada por la Ley 20.417, establece como función del Ministerio del Medio Ambiente: <ul style="list-style-type: none"> ▶ 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).
2012	D.S. N°3 del MMA, que establece el reglamento para el manejo de lodos provenientes de plantas de tratamiento de efluentes de la industria procesadora de frutas y hortalizas.
2013	D.S. N°1 del MMA, que establece el reglamento del registro de emisiones y transferencias de contaminantes
2016	Ley 20.920 Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje

Fuente: Ley Chile, consulta marzo 2016 www.leychile.cl

Programa Nacional de Residuos Sólidos de la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE)

Desde 2007, la SUBDERE cuenta con el Programa Nacional de Residuos Sólidos, cuyo objetivo es mejorar las condiciones de salubridad y calidad ambiental de centros urbanos y rurales, como también la implementación de sistemas integrales y sostenibles para el manejo eficiente de residuos sólidos domiciliarios (RSD).

El programa contempla la construcción de nuevos rellenos sanitarios, adquisición de maquinaria y equipos, cierre de vertederos, capacitación y asesoramiento a las municipalidades, fortalecimiento de la capacidad de fiscalización, control sanitario y ambiental del Estado, entre otros. En el **Tabla 6** se presentan los avances del Programa al 2015.

TABLA 07

PROGRAMA NACIONAL DE RESIDUOS SÓLIDOS A NIVEL REGIONAL, 2015									
REGIÓN	CIERRE DE VERTEDEROS		CONSTRUCCIÓN DE RELLENOS			PLANES DE GESTIÓN			PROYECTOS DE MINIMIZACIÓN
	ESTUDIOS DE PLANES DE CIERRE	VERTEDEROS CERRADOS	ESTUDIOS	RELLENOS DISEÑADOS	RELLENOS EN CONSTRUCCIÓN	PLANES COMUNALES	PLANES REGIONALES EN DESARROLLO	PLANES APROBADOS	
Arica y Parinacota	1	1	1	1	-	2	1	-	1
Tarapacá	1	3	2	3	-	-	-	1	-
Antofagasta			1	4	4	-	1	-	1
Atacama	7	1	1	-	2	-	1	-	-
Coquimbo	4	2	1	-	-	-	-	1	1
Valparaíso	3	-	-	2	-	1	1	-	3
Metropolitana	1	-	-	-	-	-	-	-	7
O'Higgins	1	-	-	-	-	-	-	1	3
El Maule	2	-	-	2	-	-	1	-	9
Biobío	11	5	-	1	2	9	1	-	1
Araucanía	3	15	11	2	-	2	-	-	2
Los Ríos	4	3	2	1	-	-	2	-	3
Los Lagos	11	6	10	2	2	-	-	-	2
Aysén	1	-	1	3	7	-	1	-	-
Magallanes	-	1	1	2	-	1	1	-	1
TOTALES	50	37	31	23	17	15	10	3	34

Fuente: Subdere, 2015.

Sistema de Certificación Ambiental Municipal del Ministerio del Medio Ambiente

El Ministerio del Medio Ambiente trabaja con instrumentos de gestión ambiental voluntarios, tal como el Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM), que opera a lo largo del territorio nacional y está basado en estándares nacionales e internacionales como la ISO 14.001 y EMAS (Reglamento Comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría). El SCAM busca la integración del factor ambiental en el quehacer municipal logrando incorporarlo a nivel de orgánica municipal, 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, los 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.

De los 345 municipios del país un 40% se encuentra en el SCAM, como se aprecia en la **Figura 18**

De los 139 Municipios que a 2015 se encuentran en alguna etapa dentro del Sistema de Certificación Ambiental Municipal, solo 81 municipalidades declararon los residuos gestionados en su comuna, lo que corresponde al 58% de los municipios certificados ambientalmente (**Figura 19**).

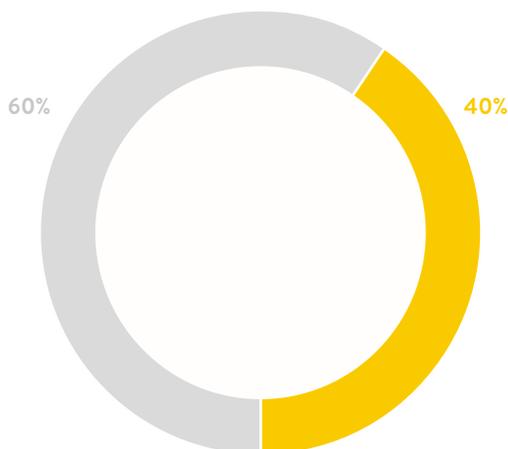
En la **Tabla 7** se muestran los municipios que más toneladas valorizaron, en relación al total de residuos municipales gestionados en sus comunas. Este esfuerzo se debe profundizar y promover como ejemplo a otros municipios.

Es interesante considerar que hay comunas que han impulsado y desarrollado servicios de retiro segregado, puntos limpios, programas de recuperación, entre otros, acciones que no fueron declaradas en SINADER.

FIGURA 18

MUNICIPIOS EN EL SCAM EN 2015

- Municipalidades que no se encuentran certificadas por el SCAM
- Municipalidades certificadas por el SCAM

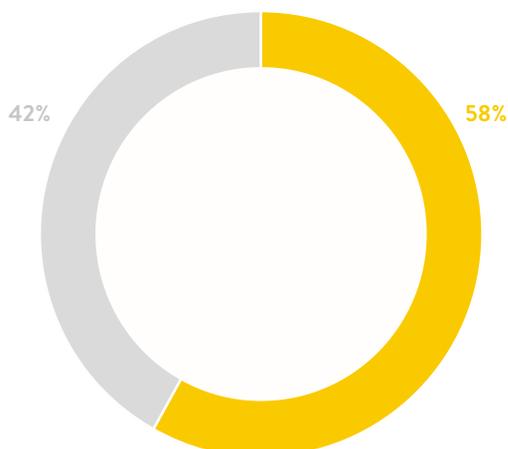


Fuente: Departamento de Gestión Ambiental Local, 2016.

FIGURA 19

MUNICIPIOS DEL SCAM QUE DECLARARON EN EL SINADER EN 2015

- Municipios participantes del SCAM, que no declararon en SINADER
- Municipios participantes del SCAM, que han declarado en SINADER



Fuente: SINADER, RETC, 2015.



TABLA 08

MUNICIPALIDADES QUE MÁS VALORIZARON PARTE DE SUS RESIDUOS GENERADOS EN EL AÑO 2014	
COMUNAS	CANTIDAD (T/AÑO)
Santiago	2.348,7
Maipú	2.188,3
Putre	1.560,0
Puente Alto	1.530,7
Lo Barnechea	1.056,4
Alto Biobio	972,0
Viña del Mar	931,0
Angol	822,0
Pucón	528,6
Paine	445,0
Independencia	361,7
San Miguel	303,6
Tiltil	249,0
San Joaquín	153,4
San Antonio	133,7
Calera de Tango	110,2
Limache	63,0
La Reina	62,9
Villarica	52,0
Padre Hurtado	46,4
TOTAL	13.918,4

Fuente: SINADER, RETC 2015.

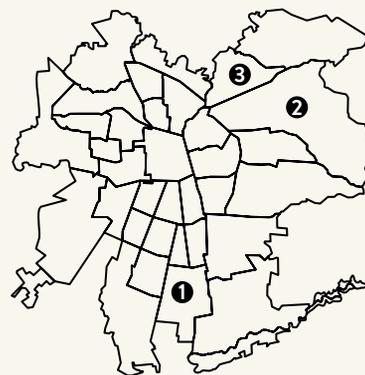
03

MUNICIPIOS CON PROGRAMAS DE RECICLAJE NO DECLARADOS EN SINADER

Aunque existen municipalidades que desarrollan programas de valorización de residuos, en las declaraciones anuales efectuadas en SINADER para el año 2014, varios de estos municipios no presentan información de valorización de residuos, sino que indican que estos residuos solo fueron enviados a disposición final.

En la Región Metropolitana destacan los programas que desarrollan las municipalidades de: La Pintana, Las Condes, Vitacura, por mencionar algunas de las cuales declararon solo eliminación en rellenos sanitarios y no en destinos asociados a reciclaje y valorización.

- ❶ La Pintana
- ❷ Las Condes
- ❸ Vitacura



4 • LEY MARCO PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS, LA RESPONSABILIDAD EXTENDIDA DEL PRODUCTOR Y FOMENTO AL RECICLAJE

4.1 Avanzando hacia la Responsabilidad Extendida del Productor.

Aunque se han realizado importantes avances en el manejo de residuos municipales a nivel país, desde el punto de vista regulatorio el énfasis de la gestión de residuos ha sido puesto solo en la disposición final y ha quedado en evidencia que concentrar los esfuerzos en resolver sanitaria y ambientalmente la disposición final no es suficiente, y es necesario redefinir el enfoque de la gestión de los residuos, de tal modo que se incluya la valorización de estos en todos sus aspectos. Asimismo, las condiciones actuales de mercado en Chile no permiten internalizar de manera completa la externalidad negativa generada por el manejo de un residuo, ni racionalizar la disposición final de éstos.

Actualmente, la mayoría de los municipios limitan su gestión sólo a la disposición final de los residuos sólidos municipales a través de contratos con empresas privadas o mediante el manejo propio. Sin perjuicio de lo anterior, algunos municipios han formalizado el reciclaje a través de contratos para la recolección diferenciada. Junto con ello, existe un mercado informal de recicladores e intermediarios para la recolección de papel y cartón, chatarra metálica y otros residuos reciclables.

Para enfrentar la complejidad de este problema, ya en el año 2005 el Consejo Directivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente aprobó la Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Esta política tiene como objetivo *“lograr que el manejo de residuos sólidos se realice con el mínimo riesgo para la salud de la población y el medio ambiente, propiciando una visión integral de los residuos, que asegure un desarrollo sustentable y eficiente del sector”* y en la cual se señala el concepto de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) como un elemento importante para la reglamentación de residuos en la Unión Europea y otros países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), considerando relevante su desarrollo en Chile.

Por su parte, en la Evaluación de Desempeño Ambiental del país, realizada por la OCDE el año 2005, se estableció una serie de recomendaciones para fomentar la valorización de residuos en Chile, tales como: *“Profundizar la aplicación de los principios el que contamina paga y el usuario paga mediante cargos apropiados sobre el manejo de residuos”* y *“evaluar las posibilidades de introducir instrumentos económicos nuevos como cargos por residuos peligrosos, entre otros”*. Los instrumentos económicos que propone la OCDE usan las fuerzas del mercado como impulsoras del cumplimiento de las metas ambientales. Este tipo de mecanismos permite entonces internalizar, en el momento mismo del acto de consumo, la externalidad negativa asociada al producto demandado. Entre los instrumentos económicos más utilizados para el control de externalidades se reconocen instrumentos de precio y cantidad. En el contexto internacional, más de 45 países utilizan instrumentos de cantidad para promocionar la valorización de residuos a través del mecanismo conocido como Responsabilidad Extendida al Productor (REP). La REP corresponde a un régimen especial de gestión de residuos conforme al cual los productores son responsables de la organización y financiamiento de la gestión de los residuos de productos que comercialicen en el país definidos como prioritarios.

Considerando estas recomendaciones se inició la elaboración de un proyecto de ley y en paralelo se crearon mesas de trabajo con cuatro sectores sobre la implementación de la responsabilidad extendida del productor en forma voluntaria, enfocados en productos considerados prioritarios por los volúmenes de sus residuos o las externalidades negativas asociadas al manejo de estos. Los sectores que fueron parte de las mesas de trabajo correspondieron a: *neumá-*

ticos, aceites lubricantes, equipos de informática y baterías de plomo ácido. Además, se firmó un “Acuerdo de Producción Limpia” con 4 empresas del sector neumáticos y en el año 2010, se sumó una nueva mesa de trabajo para el sector *envases y embalajes.*

Entre 2008 y 2014, el Ministerio del Medio Ambiente contrató una serie de estudios de diagnóstico respecto a la producción de ciertos productos prioritarios, el manejo de los respectivos residuos y el análisis de los impactos económicos, ambientales y sociales de la implementación de la REP.

En el mes de agosto del año 2013, se presenta el proyecto de Ley Marco para la Gestión de Residuos y Responsabilidad Extendida del Productor y posteriormente a la discusión de este proyecto, en abril del 2016, el Congreso Nacional despachó dicha ley, la cual fue publicada en el Diario Oficial el 1 de junio de 2016 como Ley Marco para la Gestión de Residuos, Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje. Esta ley regula las obligaciones de generadores, importadores y exportadores de residuos. Entre ellas, los productores de los llamados productos prioritarios, deberán organizar y financiar la recolección de los residuos de dichos productos en todo el territorio nacional, así como su almacenamiento, transporte y tratamiento, asegurando que su gestión se realice por gestores autorizados y registrados ante la autoridad respectiva, a fin de cumplir las metas de recolección y valorización de residuos fijadas por el Ministerio del Medio Ambiente.

Esta ley incluye 6 productos prioritarios a ser regulados, estos son:

- a) Aceites Lubricantes
- b) Aparatos eléctricos y electrónicos
- c) Envases y embalajes
- d) Neumáticos
- e) Pilas
- f) Baterías

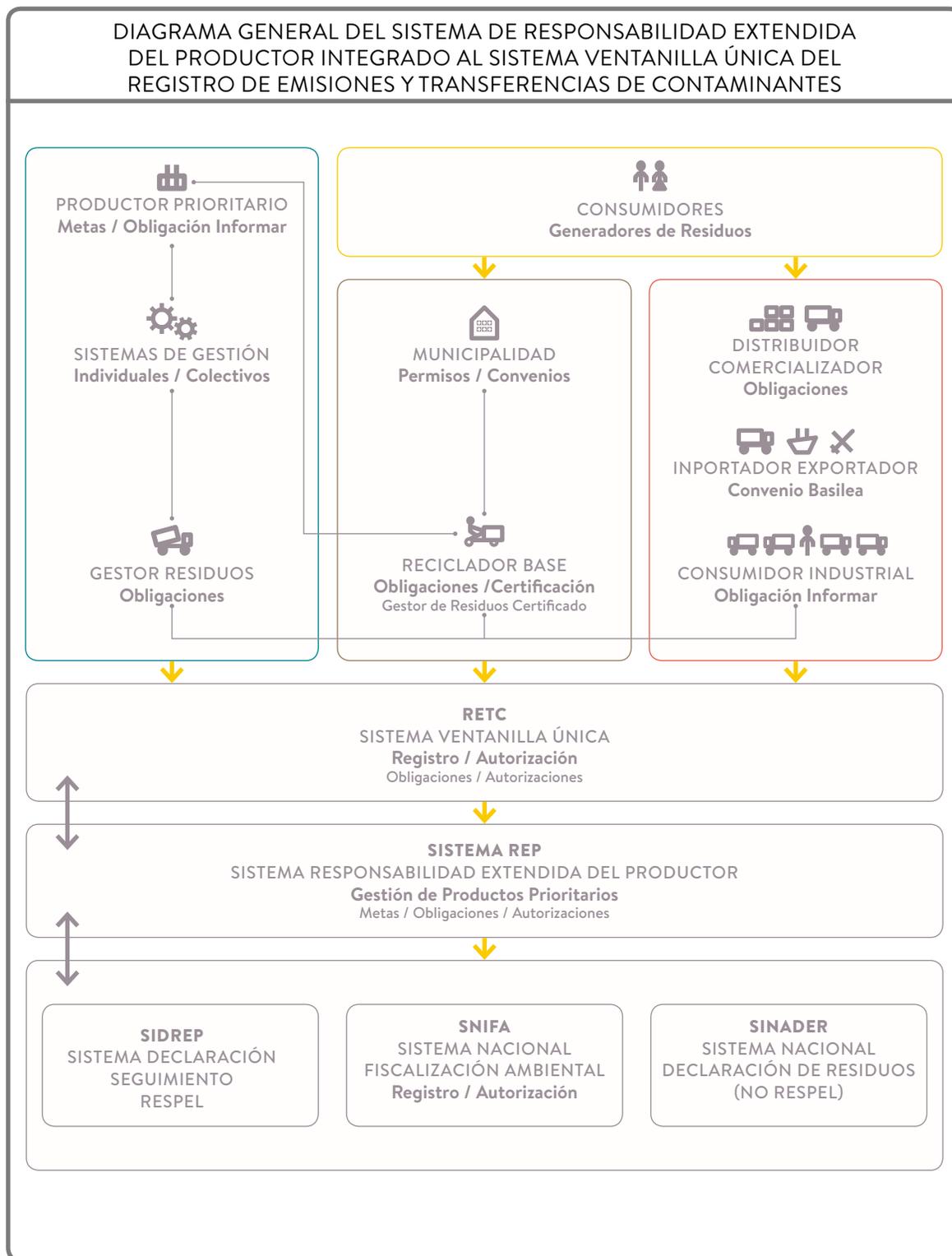
Es importante considerar que la información de residuos municipales e industriales no peligrosos que ha sido reportada por municipios y establecimientos industriales a nivel nacional en el SINADER, se transformará en un insumo base para el éxito de la REP, ya que para cumplir su objetivo de disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización, la autoridad debe contar con datos cuantitativos sobre la trazabilidad de los residuos en Chile. Es decir, debe conocer el flujo que se inicia desde la generación hasta el destino final, verificando los distintos tipos de tratamiento aplicados de acuerdo a su clasificación específica.

La ley considera un Sistema de Información sobre Responsabilidad Extendida del Productor (vía portal web), que se encontrará integrado al Sistema Ventanilla Única del RETC, fortaleciendo con ello la gestión de la información a nivel nacional, contribuyendo a la verificación de las declaraciones de residuos que son reportadas a través de los sistemas SINADER y SIDREP.

Es relevante indicar que a través del Sistema Ventanilla Única del RETC, se deberá cumplir la obligación de registro para los distintos tipos de usuarios, entre ellos: productores prioritarios, sistemas de gestión, recicladores de base, distribuidores, comercializadores, importadores, exportadores, consumidores industriales y gestores de residuos de productos prioritarios.

A continuación se presenta un diagrama preliminar del Sistema de Responsabilidad Extendida del Productor integrado al Sistema Ventanilla Única del RETC.

FIGURA 20



Fuente: MMA, 2016.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Colomar Mendoza, F. J. y Gallardo Izquierdo, A.(2007). Tratamiento y gestión de residuos sólidos. Universidad Politécnica de Valencia. Limusa. ISBN 13 978 968 18 7036 2

Datos INE: ACTUALIZACIÓN DE POBLACIÓN 2002-2012 Y PROYECCIONES 2013-2020 (Comunas) Link: http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/familias/demograficas_vitales.php

Gunter Pauli, The Blue Economy. Paradigm Publishers, 2010, Cap. 1, pago por generación de residuos., ISBN 978-0-912111-90-2.

Ministerio del Medio Ambiente, (2013). Presentación Proyecto de Ley Marco para la Gestión de Residuos y la Responsabilidad Extendida del Productor.

Ministerio del Medio Ambiente, (2016). Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes, www.retc.cl

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE (2016). Evaluaciones del Desempeño Ambiente, Chile.

Puig Ventosa, I. (2007) Fiscalidad verde y residuos. Daphnia, 43, p. 17-18. ISTAS-CCOO.

Senado de la República de Chile (2016). Boletín 9094-12, Establece marco para la gestión de residuos y responsabilidad extendida del productor.

Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR), (2013). Seminario de Turismo Municipal. Población Flotante 2013. Obtenido el 19 de Enero de 2016 del sitio web de: <http://www.academia.subdere.gov.cl/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=256>

Una mirada verde FRANCISCO DONOSO



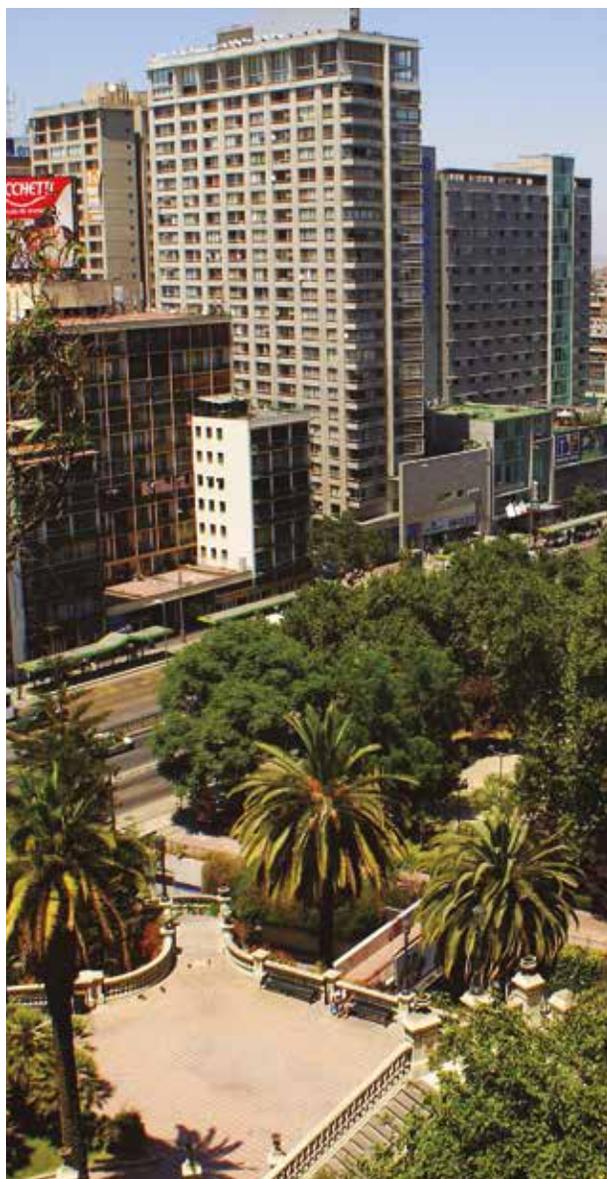


INFRAESTRUCTURA VERDE URBANA

CONTENIDO	
INTRODUCCIÓN	360
1 • ANTECEDENTES	361
2 • LA INFRAESTRUCTURA VERDE EN LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL	365
3 • ELEMENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA INFRAESTRUCTURA VERDE URBANA	369
3.1 Áreas verdes	369
3.2 Parques urbanos	374
3.3 Arbolado urbano	377
3.4 Corredores verdes	383
3.5 Techos verdes y muros verdes	386
4 • ACCIONES RELACIONADAS CON ELEMENTOS DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE	387
4.1 Áreas verdes	387
4.2 Programa de arborización, Corporación Nacional Forestal (CONAF)	387
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	390

INTRODUCCIÓN

La infraestructura verde urbana tiene por objetivo mejorar la capacidad de la naturaleza para generar bienes y servicios ecosistémicos en la ciudad, siendo la biodiversidad su eje central. Los beneficios otorgados permiten fomentar una mejor calidad de vida y bienestar humano, mejoran la biodiversidad, aumentan la protección contra el cambio climático y se desarrolla un enfoque integrado de desarrollo, que promueve un uso sustentable y planificado del territorio (Unión Europea, 2014).



Cerro Santa Lucia | KARINA BAHAMONDE

INFRAESTRUCTURA VERDE

BENEFICIOS 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.



BENEFICIOS 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 y transporte, así como espacios para el ocio y oportunidades para potenciar el turismo, entre otros.



BENEFICIOS CAMBIO CLIMÁTICO

Mitigación de inundaciones, almacenamiento y retención de carbono, prevención de catástrofes, entre otros.



BENEFICIOS PARA LA 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.



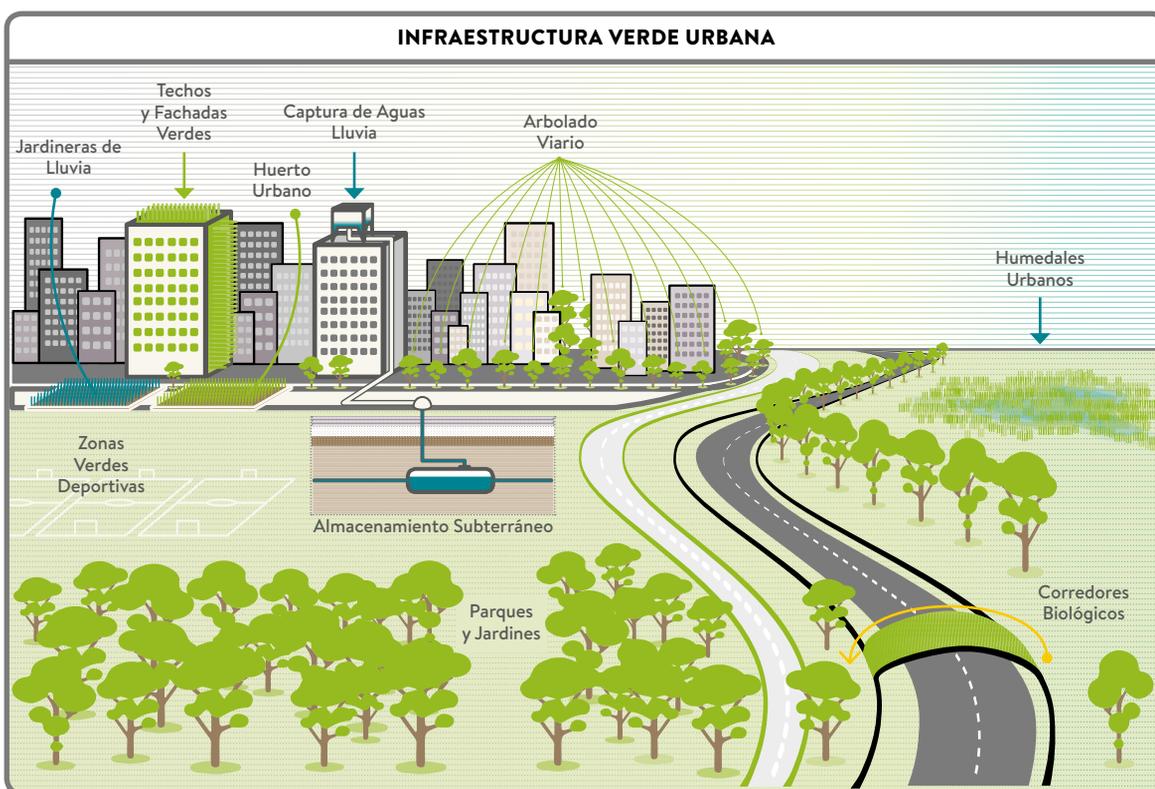
Fuente: Unión Europea, 2014.

1 • ANTECEDENTES

La infraestructura verde es un concepto emergente que busca contribuir a la sostenibilidad de los paisajes urbanos, desde la planificación de redes interconectadas de espacios naturales y seminaturales que apoyen los procesos y funciones ecológicas, favoreciendo así el bienestar humano. La infraestructura verde urbana propicia la integración de la naturaleza en la ciudad, contribuye a la mitigación de impactos ambientales y a la adaptación al cambio climático, permitiendo la creación de ciudades más sustentables (Benedict & McMahon, 2006, Ahem, 2007, Tzoulas et al. 2007)

La urbanización de las ciudades ha generado la desaparición y fragmentación de ecosistemas, lo cual ha afectado de manera negativa las funciones y servicios que proveen. Por ello, se requiere de una planificación que permita avanzar hacia la comprensión y valoración del rol de la naturaleza en el bienestar humano, poniendo énfasis en la conectividad y los procesos ecológicos que interactúan en los espacios urbanos.

La infraestructura verde busca compatibilizar el crecimiento urbano con la protección del medio ambiente, destacando la importancia que los espacios verdes tienen como generadores de beneficios para los habitantes de las ciudades, destacando la regulación de temperatura, purificación del aire, disminución de ruidos, espacios para correr, caminar o andar en bicicleta, lugares para la recreación, el ocio y el contacto con la naturaleza, mejorar la calidad visual del paisaje entre otros (Ribeiro y Barao, 2006; Conine et al., 2004; citado en www.corredoresverdes.cl, 2016).

FIGURA 01

Fuente: Elaboración Propia.

Este tipo de planificación considera los espacios verdes más allá de su valor paisajístico, para la recreación o el ocio. De acuerdo con Vásquez (2016), considera una serie de manifestaciones materiales que tienen propósitos, tecnologías y escalas diferentes. Por ello se habla de que la infraestructura verde involucra espacios multifuncionales diferentes, según la escala con la cual se esté trabajando.

La infraestructura verde proporciona un nuevo enfoque en materia de planificación territorial y de planificación urbana, ya que lleva consigo un enfoque integrador, estratégico y sistémico de los espacios abiertos urbanos, lo que permite proyectar al largo plazo e ir más allá de su apreciación recreacional y de belleza escénica.

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

La infraestructura verde urbana persigue mejorar y potenciar los servicios ecosistémicos en la ciudad. Incluye los espacios verdes urbanos (arbolado de calles, parques y jardines, zonas verdes deportivas, huertos urbanos), otros elementos seminaturales o artificiales (fachadas y tejados verdes, jardines de lluvia, pavimentos permeables) e incorpora nuevos diseños y formas de gestión más eficientes que emulan los procesos naturales y mejoran la biocapacidad urbana” (CEA. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2014).

01

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

La naturaleza brinda una serie de beneficios que la sociedad aprovecha, pero que en muchas ocasiones subvalora. Con el objeto de comprender el valor que los ecosistemas tienen para el bienestar humano se utiliza el concepto de servicios ecosistémicos el cual corresponde a “la contribución directa e indirecta de los ecosistemas al bienestar humano” (Teeb 2014).

En la evaluación de ecosistemas del milenio (2005) los servicios ecosistémicos son clasificados en cuatro grupos: provisión, regulación, culturales y de soporte. Los servicios de provisión son aquellos que generan recursos materiales, productos y bienes (alimento, agua, combustible, fibras, entre otros); los de regulación son aquellos que se obtienen de la regulación de los procesos de los ecosistemas (regulación del clima, control de enfermedades, regulación del agua, entre otros); los culturales corresponden a aquellos beneficios no materiales derivados de los ecosistemas (espirituales y religiosos, de recreación, estéticos, educativos, entre otros); los servicios de soporte son aquellos servicios necesarios para la producción de los demás servicios ambientales (formación del suelo, ciclos biogeoquímicos, producción primaria, entre otros).



Parque Bustamante | SEBASTIAN SOZA



Características de la infraestructura verde

Multifuncional

El diseño multifuncional de la infraestructura verde implica la coexistencia de distintos usos en un mismo espacio, permitiendo satisfacer distintas necesidades de manera simultánea, transformándolo en un instrumento transversal que apoya el desarrollo de ciudades sustentables (CEA. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2014).

El factor multifuncional es lo que diferencia a las infraestructuras verdes de las llamadas infraestructuras grises o de concreto, que sólo permiten satisfacer una o dos necesidades, las que debido a su origen monofuncional no permiten incluir los procesos ecológicos. Dentro de las infraestructuras grises se encuentran las carreteras, redes de distribución de energía, agua potable, alcantarillado, entre otras.

Multiescala

La infraestructura verde permite realizar una planificación multiescala, que requiere un conocimiento explícito de las relaciones y conectividad de los procesos ecológicos que se dan simultáneamente en múltiples escalas, y cómo estos patrones y procesos interactúan en entornos urbanos (Ahern, 2007).

La planificación en varias escalas permite diversos niveles de intervención debido a que cada escala presenta diferentes necesidades y posibilidades de actuación. Las intervenciones van desde la más amplia, a nivel nacional, hasta la más reducida (urbana y de barrio), pasando por la escala intermedia (local y municipal), concibiéndose la infraestructura verde de una manera diferente en cada una de ellas (CEA. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2014).



Parque Bicentenario | KARINA BAHAMONDE

ESCALA NACIONAL

- ▶ Políticas públicas
 - ▶ Planes sectoriales
 - ▶ Compromisos presidenciales
- Escala de mayor jerarquía, se relaciona a la toma de decisiones de autoridades, generalmente asociadas a las políticas y directrices del ámbito público. Ejemplos: política de desarrollo urbano, estrategias de desarrollo regional, plan regional de ordenamiento territorial.

ESCALA INTERMEDIA

- ▶ Planes comunales
 - ▶ Programas comunales
- Esta escala intermedia juega un rol de nexo entre lo local y lo regional o nacional. Ejemplo: planes reguladores comunales, Plan Chile Área Verde, programas de arborización.



ESCALA LOCAL

- ▶ Proyecto
 - ▶ Diseño Urbano
- Implica una decisión a nivel local con actores municipales y de comunidades. Ejemplo: Parque Renato Poblete, mejoras en el inmobiliario y arbolado de las áreas verdes vecinales.



Fuente: Adaptación CEA. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2014.

LA INFRAESTRUCTURA ECOLÓGICA

Benedict y McMahon (2002), señalan que la Infraestructura Ecológica es “el Sistema de Soporte de la Vida Natural, que corresponde a una red interconectada de cursos de agua, humedales, bosques, hábitats de vida silvestre y otras áreas naturales, además de parques y otras tierras de conservación y territorios con producción silvoagropecuaria sustentable, que mantienen los procesos ecológicos naturales, conservan los recursos de agua y aire y contribuyen a la salud y calidad de vida de la población”.

La Infraestructura Ecológica provee la conectividad funcional y espacial necesaria para asegurar los flujos de especies, de genes, de masa y energía que están en la base de procesos ecológicos. En este sentido, va más allá de la lógica atomizada de áreas conspicuas y aisladas funcionalmente, proponiendo una red interconectada de áreas que, en su conjunto, contribuyen a mantener la biodiversidad, proteger los procesos ecosistémicos y asegurar la provisión de servicios imprescindibles al bienestar de la sociedad en el corto y largo plazo. Hoy en día, se reconoce el significativo aporte de la Infraestructura Ecológica como mecanismo de adaptación al cambio climático (Matthews et al, 2015; Andrade et al, 2010). En tal sentido, el Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad, incluido en la Estrategia Nacional de la Biodiversidad, la promueve como parte de sus acciones.

La infraestructura ecológica está conformada por áreas protegidas, por otras que son gestionadas sustentablemente y también por aquellas cuya restauración es condición para recuperar la conectividad funcional de la infraestructura ecológica. Así, a la tradicional creación de áreas protegidas, podrán ir sumándose otro tipo de fórmulas de gestión para la conservación de la biodiversidad y la restauración ecológica, tales como, zonas de amortiguación, corredores biológicos, paisajes de conservación (denominadas “áreas de soporte” de la biodiversidad), etc. De este modo, áreas con alto valor ecológico, como también procesos, instrumentos y metas de gestión asociados, concurrirán a la zonificación de la infraestructura ecológica.

La Infraestructura Ecológica puede ser planificada a diversas escalas coherentemente conectadas, desde la nacional e incluso supra nacional, a la regional y local. Cabe destacar que el Ministerio del Medio Ambiente se encuentra impulsando los primeros estudios para la identificación de la Infraestructura Ecológica Regional. Un primer esfuerzo se desarrolla con el apoyo de la Universidad de Concepción, en la Región de Biobío y se espera concretar un segundo trabajo en la Región Metropolitana. Se espera que estas iniciativas contribuyan a territorializar los objetivos de biodiversidad y a focalizar los recursos e instrumentos en pos de una mejor conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

2 • LA INFRAESTRUCTURA VERDE EN LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

La planificación territorial urbanística en Chile cuenta con una serie de instrumentos de carácter normativo: Plan Regulador Intercomunal (PRI)¹, Plan Regulador Comunal (PRC)² y Plan Seccional³. Los órganos responsables dependen de la escala del instrumento, 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, un instrumento 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 a 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, deberían ser un aporte a la sustentabilidad urbana.

La infraestructura verde debe ser concebida como un aporte al proceso de planificación de las ciudades y un medio para mejorar y contribuir a la sustentabilidad de estas, ya que permite dar un enfoque integral y más amplio a los espacios verdes, incorporando así el aporte en término de servicios ecosistémicos. Así lo señala Reyes (USACH 2015, pp: 76), quien afirma que “la adopción de la sustentabilidad, que vincula la potencial oferta de servicios ecosistémicos (dimensión ecológica) con las necesidades de la población (dimensión social) es indispensable para la generación de políticas de largo alcance, que integren de manera armoniosa las funciones de la vegetación con las necesidades de las comunidades humanas”.

Los instrumentos de planificación existentes en el país permiten la creación de áreas verdes y espacios públicos que puedan contribuir a la adopción del enfoque de infraestructura verde, sin embargo, ello está sujeto a la restricciones presupuestarias que enfrenta la gestión local municipal. Lo anterior se origina por un restringido presupuesto municipal centrado solo en la mantención de las áreas verdes ya establecidas, así también, los espacios públicos son la debilidad de muchos municipios que deben priorizar temáticas de salud y educación, u otras de mayor urgencia. Ello queda reflejado por ejemplo en las urbes más grandes del país (Valparaíso, Santiago y Concepción), en donde los patrones de segregación urbana son evidentes teniendo así una correlación entre condición socioeconómica y morfología urbana, tamaños de predios, porcentaje de ocupación de suelos y superficie de áreas verdes (Reyes, en USACH, 2015) y con ello menor calidad y cantidad de servicios ecosistémicos.

¹ *Planificación Urbana Intercomunal aquella 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*

² *Planificación Urbana Comunal aquella 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 y Construcciones.*

³ *Para cuando la aplicación del Plan Regulador Comunal, requiera de estudios más detallados, se realizaran 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.*

Esta segregación urbana, condiciona la cantidad y calidad de servicios ecosistémicos que podría presentar una adecuada infraestructura verde en las ciudades. Como ejemplo de ello, se tiene el estudio realizado en el Área Metropolitana de Santiago por De la Maza et al., (2004, pp: 353) que identificó para las comunas de mayor nivel socioeconómico 84 especies vegetales con una densidad de 28 especies por hectárea y en las comunas de menor nivel socioeconómico se identificaron 64 especies con una densidad de 16 especies por hectárea. En cuanto a la superficie arbórea. De acuerdo a Hernández (2007, pp. 4-5) las comunas con mayores ingresos socioeconómico, ubicadas en el sector nororiente del Área Metropolitana de Santiago (AMS), tienen altos porcentajes de cobertura arbórea. Por ejemplo, Vitacura presenta un 44%, La Reina un 38,3% y Las Condes un 37,3%. Las comunas con menores ingresos, ubicadas en el sector poniente y sur del AMS, presentan menores porcentajes de cobertura, tal es el caso de Pudahuel, con sólo un 4,3% de cobertura arbórea y Puente Alto con 6,44%. El sector centro del AMS también presenta valores bajos de cobertura arbórea: Estación Central un 1,45% y Santiago un 1,61%. Estos antecedentes, permiten inferir que los servicios ecosistémicos en las comunas de menores ingresos serán entonces de menor calidad y cantidad.

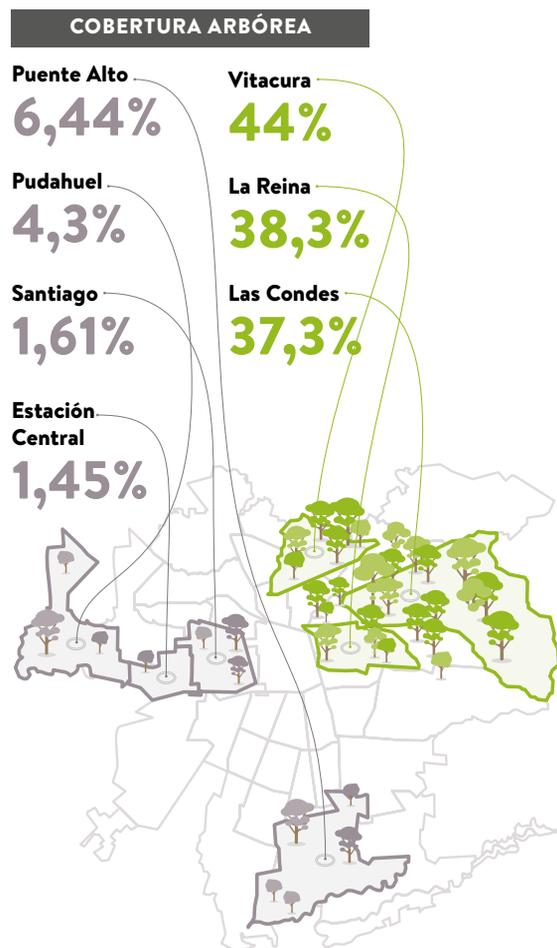
Otro aspecto que ha propiciado la realidad actual de los espacios públicos y de áreas verdes en la ciudad, es la normativa urbana que regula los nuevos proyectos de urbanización, la cual ha contribuido a la creación de pequeñas áreas verdes poco funcionales para la adopción del concepto de infraestructura verde. Esta situación se debe a que la normativa urbana de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) establece que para las nuevas urbanizaciones, se deben crear áreas verdes proporcionales al tamaño de la urbanización (entre un 7 y un 10%), sin considerar las densidades habitacionales asociadas. Como resultado de ello, viviendas de menor superficie sin parques comunales o intercomunales, con patios y antejardines de baja superficie o incluso sin ellos, lo que hace más vulnerable a la población (Reyes, en USACH 2015; Bascuñán et al., 2006).

El desafío que hoy enfrenta la planificación urbana para avanzar hacia ciudades más sustentables puede ser apoyado a través de la adopción de la infraestructura verde ya que “reconoce los componentes claves del territorio y sus interacciones, apuntando a la integración de los asentamientos humanos con el territorio” (Riveros et al., en USACH, 2015, pp: 104).

La infraestructura verde va en la línea de los procesos de elaboración de los instrumentos de planificación territorial que incorporan objetivos de recuperación, protección y resguardo de espacios naturales de sectores ribereños, quebradas, bordes costeros, entre otros, los cuales otorgan una serie de beneficios a la población y a su vez permiten la planificación de espacios multifuncionales.

Para que la planificación de las ciudades chilenas tenga una orientación más amigable con el medio ambiente, se debe plantear como desafío incorporar el concepto de infraestructura verde en la discusión de planes y programas urbanos. La academia ya ha iniciado investigaciones en esta línea y el sector público también está avanzando en la incorporación de espacios públicos que van más allá de lo estético.

La Evaluación Ambiental Estratégica, (EAE) puede contribuir a la integración del concepto de infraestructura verde en la planificación territorial del país, facilitando enfoques integrados en la definición de estrategias de planificación e inversión, al incorporar temas como áreas de riesgos naturales, resguardo de áreas de valor ambiental, manejo ambiental de las áreas de sacrificio, entre otros.



Fuente: Elaboración propia en base a Hernández 2007.

INFRAESTRUCTURA VERDE EN LAS CIUDADES DE ANTOFAGASTA, COPIAPÓ, CONCEPCIÓN, TEMUCO Y PUERTO MONTT

A fin de conocer la red de espacios verdes existentes en las ciudades del país, se analizó la infraestructura verde de 5 ciudades intermedias: Antofagasta, Copiapó, Concepción, Temuco y Puerto Montt

Se analizó la cobertura vegetal de espacios manejados y no manejados, silvestres y artificiales, en distintas zonas urbanas y periurbanas. La información fue analizada a través de imágenes satelitales de mediana resolución (Landsat) y se clasificó la Infraestructura Verde en dos grandes componentes:

► **Áreas verdes:** consideró parques, plazas, y otras áreas verdes cubiertas casi exclusivamente por vegetación, incluyendo árboles, arbustos y pastos. Además, cultivos perennes o plantaciones forestales ubicadas en el interior del perímetro urbano.

► **Estructuras mixtas:** consideró las áreas que tienen mezcla de vegetación, construcciones, y suelo desnudo, pero con una importante cobertura vegetal. Incluye zonas residenciales con vegetación en jardines y patios, arbolado público y espacios verdes residuales asociados a la vialidad.

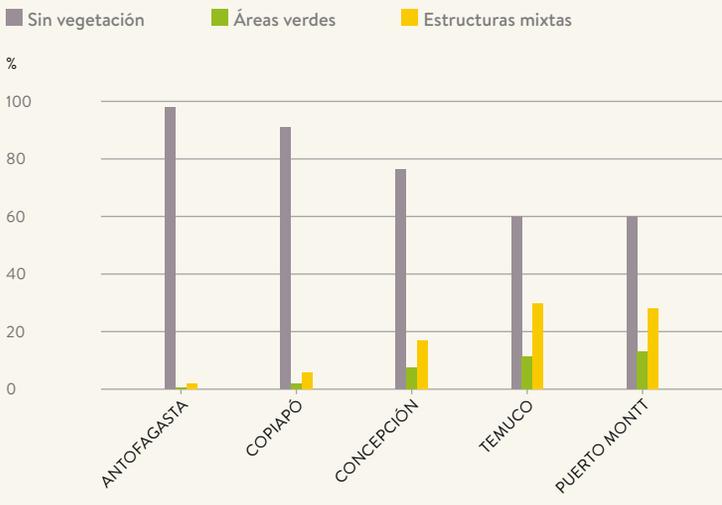
De acuerdo con los resultados, la superficie de infraestructura verde existente en las 5 ciudades analizadas presenta una significativa tendencia al incremento de norte a sur. En la ciudad de Antofagasta la infraestructura verde cubre apenas el 3% de la superficie urbana, mientras que en Puerto Montt supera ligeramente el 40% de la superficie urbana. La diversidad de áreas verdes es mayor en Concepción, Temuco y Puerto Montt, ya que cuentan con parques, plazas, monumentos naturales (ej. Cerro Ñielol en Temuco), avenidas parque, y extensas zonas cubiertas con vegetación espontánea. En estas ciudades las estructuras mixtas superan en superficie a las áreas verdes, lo cual indica que las viviendas tienen abundante cobertura vegetal, y también una buena cobertura de arbolado urbano. En estas ciudades los terrenos eriazos tienen mayor cobertura vegetal, especialmente en invierno y primavera.

En cuanto a la distribución espacial de la infraestructura verde, los parches de vegetación de las ciudades del sur se encuentran distribuidos de manera más homogénea, son de mayor tamaño y están más próximos entre sí. Situación que facilita establecer una conectividad estructural entre los parches de vegetación existentes, configurando corredores verdes dentro de la ciudad.

El estudio analizó la temperatura superficial de toda la ciudad, estableciendo las diferencias existentes entre las zonas de la ciudad con áreas verdes y las sin vegetación. Si bien las diferencias de temperatura promedio son bajas, hay parches de vegetación que alcanzan diferencias superiores a los 2°C en Concepción, Temuco y Puerto Montt. La mayor capacidad de enfriamiento se asocia a mayor tamaño del área verde y mayor cobertura arbórea.

FIGURA 02

INFRAESTRUCTURA VERDE EN CIUDADES CHILENAS



Fuente: Reyes y Hernández, 2016.

3 • ELEMENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA INFRAESTRUCTURA VERDE URBANA

A pesar de que en Chile no existe una planificación urbana basada en una red de espacios verdes que promueva la mantención y mejoramiento de los servicios que la naturaleza otorga, existe una serie de iniciativas públicas y privadas que han permitido el desarrollo de áreas verdes que compatibilizan el medio ambiente con el crecimiento de la ciudad

3.1 Áreas Verdes

Las áreas verdes, en específico las públicas, a las cuales tiene libre acceso la población, enfrentan una realidad de deficiencia en cantidad y calidad. Así lo expresan diferentes estudios de Chile (Reyes & Figueroa, 2010; Reyes et al., 2012; Fundación Mi Parque, 20011, Dascal 1993 y 1994). Se reconoce la importancia que tiene la extensión del área verde, el equipamiento que presenta, el estado en que se encuentra y la accesibilidad para la población.

Estas áreas (plazas, parques, u otros) en la realidad son concebidos como una extensión de aquellos hogares que no tienen espacios abiertos propios para el uso y goce de las familias. Esta situación se explica, por el crecimiento en altura que han experimentado las ciudades en los últimos años y también por la reducida superficie que tienen las viviendas sociales, las que escasamente consideran espacios para jardines privados o patios.

En este sentido, las demandas de la población por mejores condiciones de vida, mayor equidad social y mejores oportunidades, también están ligadas al cómo se han construido este tipo de espacios urbanos y por ello la ciudadanía espera mejorar su calidad de vida con estos últimos.

De acuerdo con los resultados de la encuesta de percepción de calidad de vida urbana realizada el año 2010 por Adimark y el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, la ausencia de áreas verdes es importante para la calidad de vida de las personas. Del total de 103 comunas que participaron en la encuesta, 91 comunas obtuvieron que más del 50% de las personas considera la carencia de áreas verdes como un problema. En la **Figura 3** se muestran los resultados de la encuesta y su relación con el ingreso total del hogar, según CASEN 2009. Se observa que las comunas con mayores ingresos no consideran la carencia de áreas verdes como un problema importante para su calidad de vida, situación que se justifica debido a que estas comunas presentan mayores superficies de áreas verdes públicas y privadas y además sus hogares presentan espacios abiertos propios para la recreación.

ÁREAS VERDES

En Chile, la definición oficial de área verde se presenta en la Ley de Urbanismo y Construcción en su Ordenanza General, donde se define como una “superficie de terreno destinada preferentemente al esparcimiento o circulación peatonal, conformada generalmente por especies vegetales y otros elementos complementarios” (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2007, p. 4).

En la actualidad el concepto va más allá de los aspectos recreacionales y paisajísticos. se tiene una visión ampliada que considera las áreas verdes como zonas verdes fundamentales para proveer funciones y servicios socioecosistémicos y de gran importancia para el diseño de una infraestructura verde urbana (CEA. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2014).

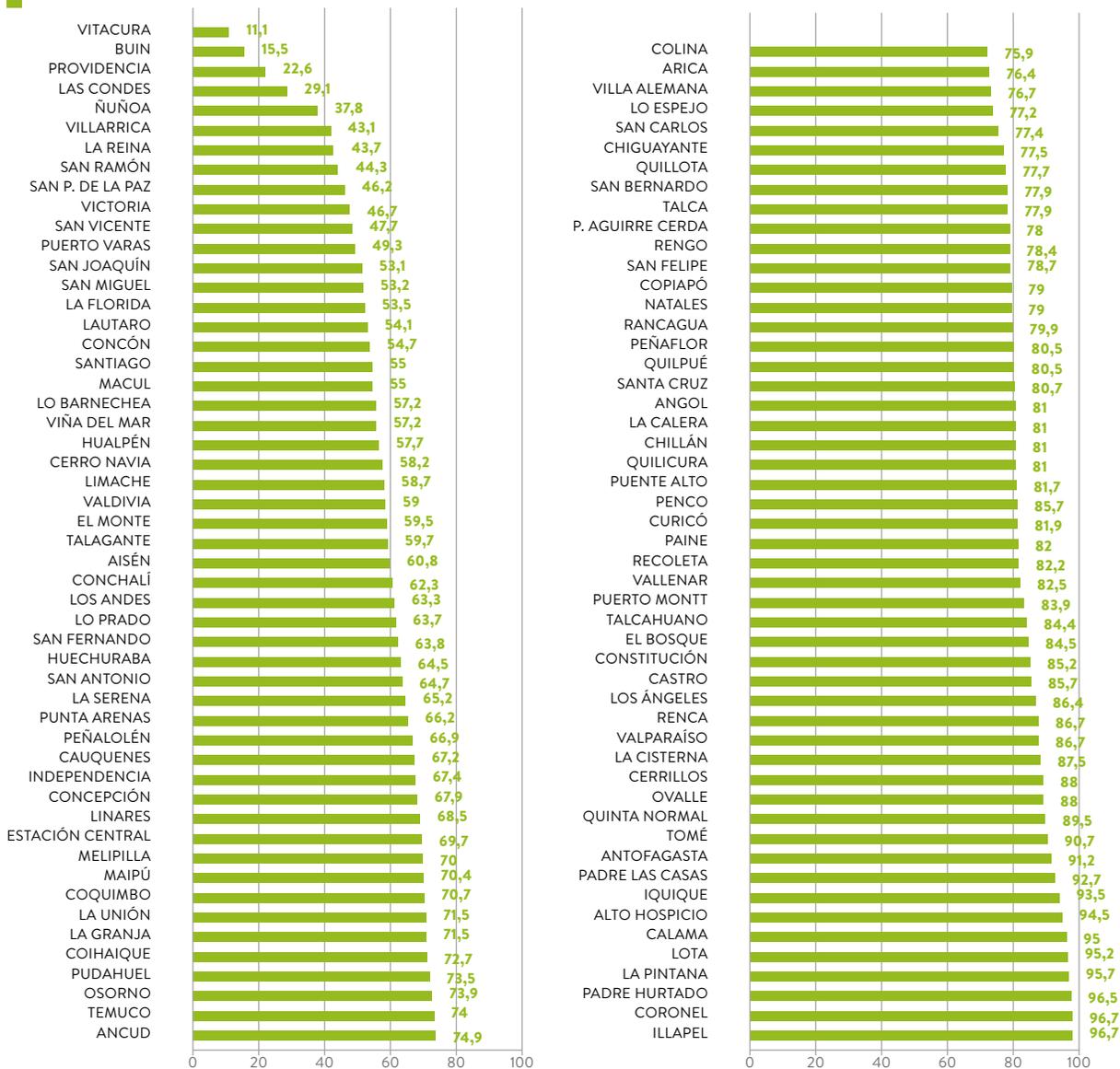


Parque Bustamante | SEBASTIÁN SOZA

FIGURA 03

IMPORTANCIA DE LA CARENCIA DE ÁREAS VERDES POR COMUNA

Porcentaje de personas que consideran que la carencia de áreas verdes es un problema importante en su comuna (2010)



Fuente: Adimark y Ministerio de Vivienda y Urbanismo 2010, CASEN 2009.

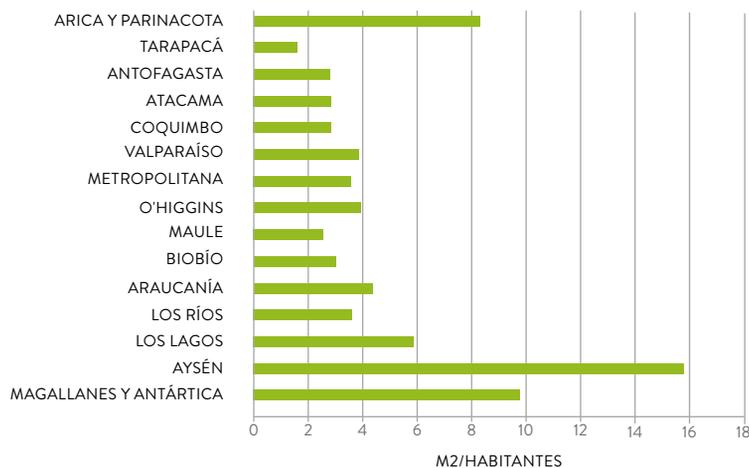


3.1.2 Áreas verdes con mantenimiento municipal

La **Figura 4** se muestra la superficie de áreas verdes con mantenimiento municipal (urbano y rural), la cuales no incluyen información de áreas privadas.

FIGURA 04

SUPERFICIE DE ÁREAS VERDES CON MANTENIMIENTO POR HABITANTE, 2014

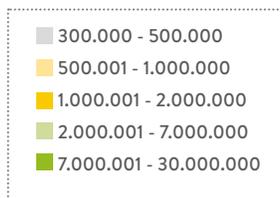


Fuente: Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE) 2015, Instituto Nacional de Estadísticas (INE) 2015.

3.1.3 Superficie y Mantenimiento Áreas Verdes

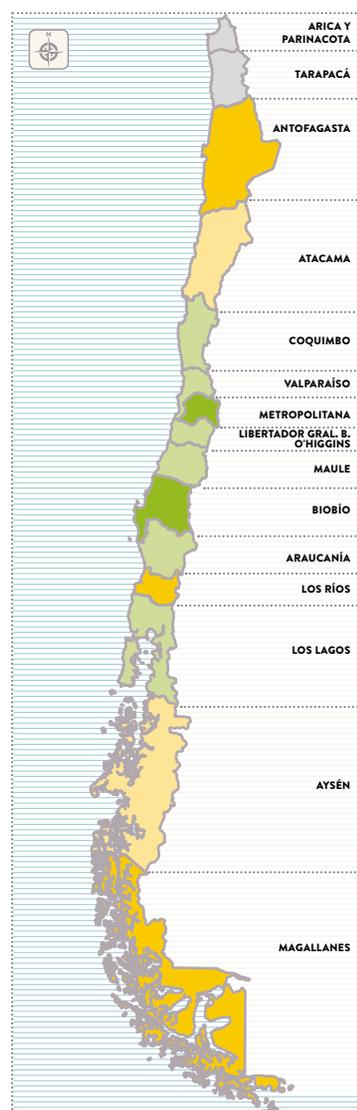
Con el objeto de mejorar la gestión de áreas verdes urbanas, en 2014 el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) realizó un estudio de costos de mantención de áreas verdes (Reyes et al, 2014). Se analizaron las áreas verdes totales (públicas y privadas), en base a información obtenida a través del análisis de imágenes satelitales⁴. El país se dividió en macrozonas (**Tabla 1**).

La macrozona zona centro presenta la mayor cantidad de áreas verdes y en la zona del norte chico son más escasas. Las menores superficies (m²), de áreas verdes por habitante se encuentran en Concepción, Coquimbo y Antofagasta, mientras que las mayores cantidades se encuentran en Talcahuano y Las Condes (Reyes et al., 2014) (**Figura 5**).



MAPA 01

SUPERFICIE DE ÁREAS VERDES CON MANTENIMIENTO POR REGIÓN (M2)



⁴ Cuyas estadísticas se diferencian de las publicadas en el Sistema Nacional de Estadísticas Municipales, SINIM.

"Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al artículo 2°, letra g del DFL 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum WGS84 y es de carácter referencial".

En cuanto a los costos de mantención obtenidos, el componente más importante de los costos es la mano de obra, equivalente al 60% y 75% del costo total. Existen modificaciones en el diseño, manejo y técnicas de riego que permitirían disminuir costos, y optimizar el uso del recurso agua. Algunos municipios de las zonas norte a centro del país, han implementado medidas de ahorro de agua seleccionando especies con bajos requerimientos de riego, resistentes a la radiación solar y a las altas temperaturas, adaptadas al stress hídrico, así como también la disminución de la superficie cubierta con césped. (Reyes et al., 2014). (Tabla 2)

TABLA 01

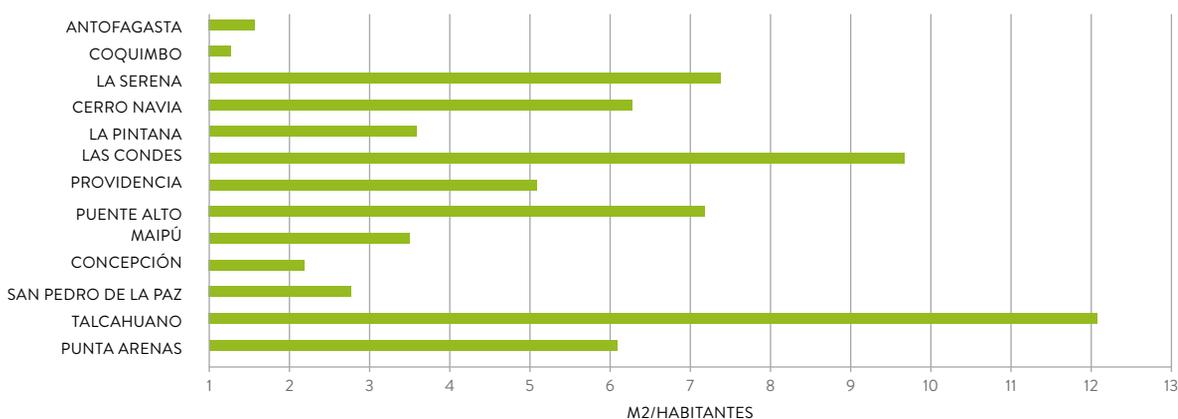
ÁREAS VERDES POR MACROZONA				
MACROZONA	COMUNA	POBLACIÓN PROYECTADA AL AÑO 2012 (CENSO 2002)	ÁREAS VERDES SUPERIORES A 1000 M2 (M2)	ÁREA VERDE TOTAL POR HABITANTE
Norte	Antofagasta	378.923	615.496	1,6
Norte Chico	Coquimbo	219.639	288.078	1,3
	La Serena	82.973	614.033	7,4
Centro	Cerro Navia	129.630	812.424	6,3
	La Pintana	201.726	734.715	3,6
	Las Condes	291.971	2.854.323	9,7
	Providencia	126.595	640.604	5,1
	Puente Alto	779.984	5.631.146	7,2
	Maipú	931.211	3.233.745	3,5
Sur	Concepción	229.684	509.598	2,2
	San Pedro de la Paz	98.973	281.480	2,8
	Talcahuano	171.463	1.513.239	12,1
Austral	Punta Arenas	125.483	773.750	6,1

Fuente: Reyes et al., 2014.



FIGURA 05

ÁREA VERDE TOTAL POR HABITANTE



Fuente: Reyes et al., 2014.

TABLA 02

COSTOS DE MANTENCIÓN DE ÁREAS VERDES					
MACROZONA	COMUNA	SUPERFICIE CON MANTENCIÓN MUNICIPAL (M2)	COSTO M2/MES (PROMEDIO) (\$)	COSTO ANUAL MANTENCIÓN (MM\$)	COSTO MENSUAL DE MANTENCIÓN (MM\$)
Norte	Antofagasta	958.094	265,93	2264,39	188,70
Norte Chico	Coquimbo	1.219.455	81,49	1192,55	99,38
	La Serena	1.362.079	138,92	1946,65	162,22
	La Pintana	673.000	120,00	906,34	75,53
	Las Condes	2.000.000	183,90	4413,86	367,82
	Providencia	750.000	301,90	2716,86	226,40
	Puente Alto	2.621.701	233,00	2844,08	237,01
	Maipú	3.046.099	180,50	7384,86	615,41
	San Bernardo	1.215.074	162,30	2142,61	178,55
Sur	Concepción	1.078.000	115,00	1800,00	150,00
	Talcahuano	1.212.693	118,00	1432,17	119,34
Austral	Punta Arenas	1.300.000	36,00	848,56	70,71

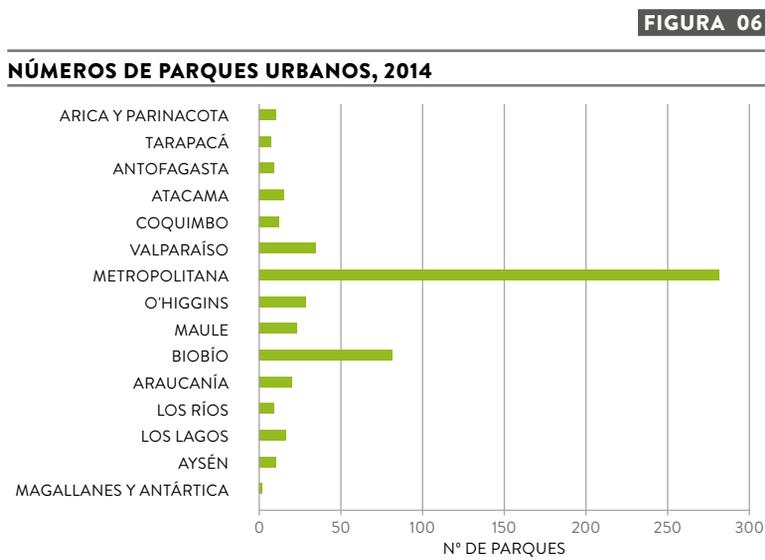
Fuente: Reyes et al., 2014

3.2 Parques urbanos

Los parques urbanos corresponden a las áreas verdes de uso público de más de 1 hectárea (10.000 m²), ubicadas dentro de los límites urbanos de una ciudad o comuna. Estas áreas acogen actividades relacionadas con lo recreacional, deportes, culto, cultural, científico, de esparcimiento y turismo al aire libre⁵. La construcción de una red de parques urbanos coherente con un sistema de áreas verdes da origen a una serie de corredores biológicos que otorgan beneficios ambientales y sociales a la ciudad.

Al año 2014 la Región Metropolitana es la que presenta la mayor superficie de parques urbanos, con 2.450 hectáreas distribuidas en un total de 282 parques, lo que equivale al 0,2% de su superficie regional.

⁵ Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2015.



Fuente: Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2015.

MAPA 02
SUPERFICIE DE PARQUES URBANOS (M2)



"Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al artículo 2°, letra g del DFL 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum WGS84 y es de carácter referencial".



04

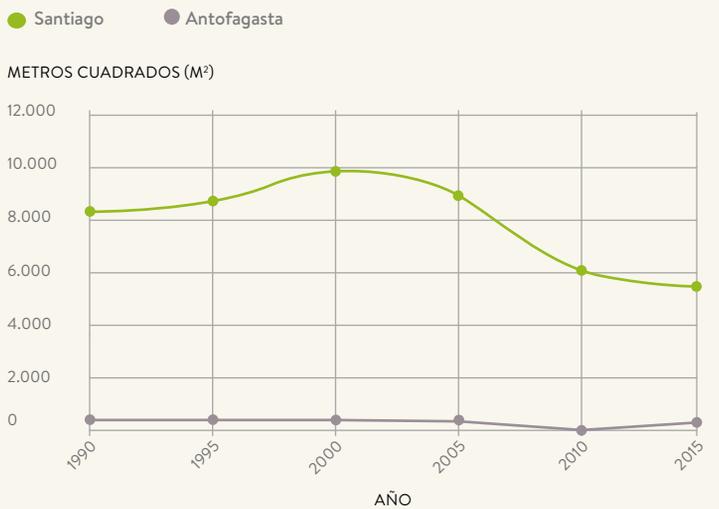
SUPERFICIE CUBIERTA CON VEGETACIÓN POR MANZANA URBANA

La vegetación urbana corresponde a toda aquella vegetación factible de ser levantada a partir del índice espectral NDVI⁶, dentro de los límites urbanos. Durante el año 2015, el Ministerio del Medio Ambiente, realizó un estudio cuyo objetivo fue establecer un indicador de superficie anual promedio de vegetación por manzana urbana, con una periodicidad de 5 años, entre los años 1990 y 2015, a través del análisis de imágenes satelitales Landsat.

A modo de ejemplo, se comparan los resultados obtenidos para la ciudad de Santiago y Antofagasta, donde existe una clara diferencia de la cobertura vegetal, situación dada por el contexto geográfico de cada ciudad. Ambas ciudades presentan una tendencia a la disminución de la cubierta vegetal y para el caso de Santiago, existe una clara segregación social de la distribución de la vegetación, que se explica por las diferencias comunales, especialmente en el espacio privado.

FIGURA 07

SUPERFICIE ANUAL PROMEDIO DE VEGETACIÓN POR MANZANA URBANA

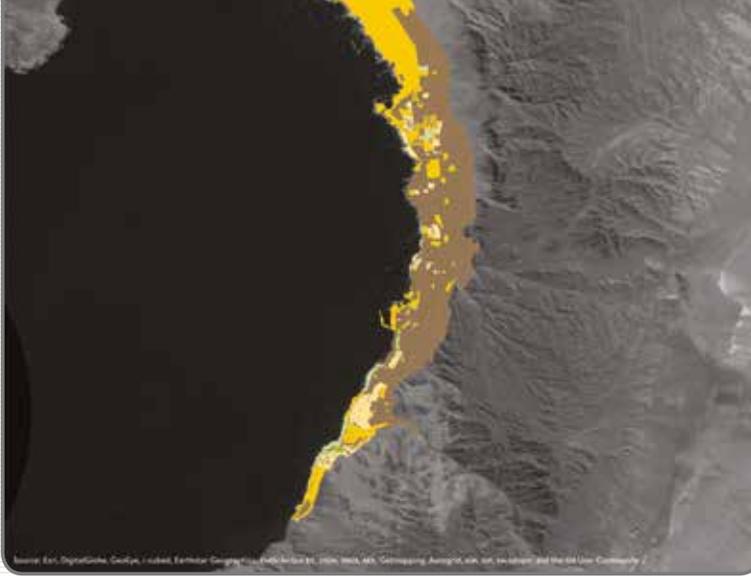


Fuente: Centro de Inteligencia Territorial, Universidad Adolfo Ibáñez (CIT-AUI), 2015.

⁶ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI): Índice de vegetación de diferencia normalizada. Es un índice usado para medir la diferencia normalizada entre las reflectancias del rojo y del infrarrojo cercano, proporcionando una medida sobre la cantidad, calidad y desarrollo de la cobertura vegetal y vigorosidad en áreas extensas (Fuente: CIT-UAI, 2015).

SUPERFICIE ANUAL CUBIERTA CON VEGETACIÓN

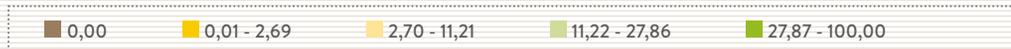
ANTOFAGASTA, 2015



SANTIAGO, 2015



PORCENTAJE DE VEGETACIÓN POR MANZANA



Fuente: Centro de Inteligencia Territorial, Universidad Adolfo Ibáñez (CIT-AUI), 2015.



3.3 Arbolado urbano

Comúnmente el arbolado urbano es considerado por sus beneficios estéticos u ornamentales. En la actualidad esta visión se ha ampliado, reconociéndose como un elemento principal a la hora de planificar una infraestructura verde. Dentro de sus beneficios se encuentra la reducción de temperatura y generación de microclimas, disminución de contaminantes, secuestro y almacenamiento de carbono, regulación de erosión, retención de humedad en el suelo, recreación y ornamentación urbana, entre otros.

3.3.1 Reducción de contaminantes

Uno de los servicios ecosistémicos relacionados con el arbolado urbano es la remoción de contaminantes urbanos, debido a que los árboles capturan el material particulado y gases en suspensión existentes en el aire. Asimismo, los árboles capturan carbono, elemento generado por la combustión de combustibles fósiles y que por medio del proceso de fotosíntesis el arbolado es capaz de disminuir. Se estima que en la actualidad el arbolado urbano de Santiago captura alrededor de 34.000 toneladas de carbono al año (Hernández, 2008).

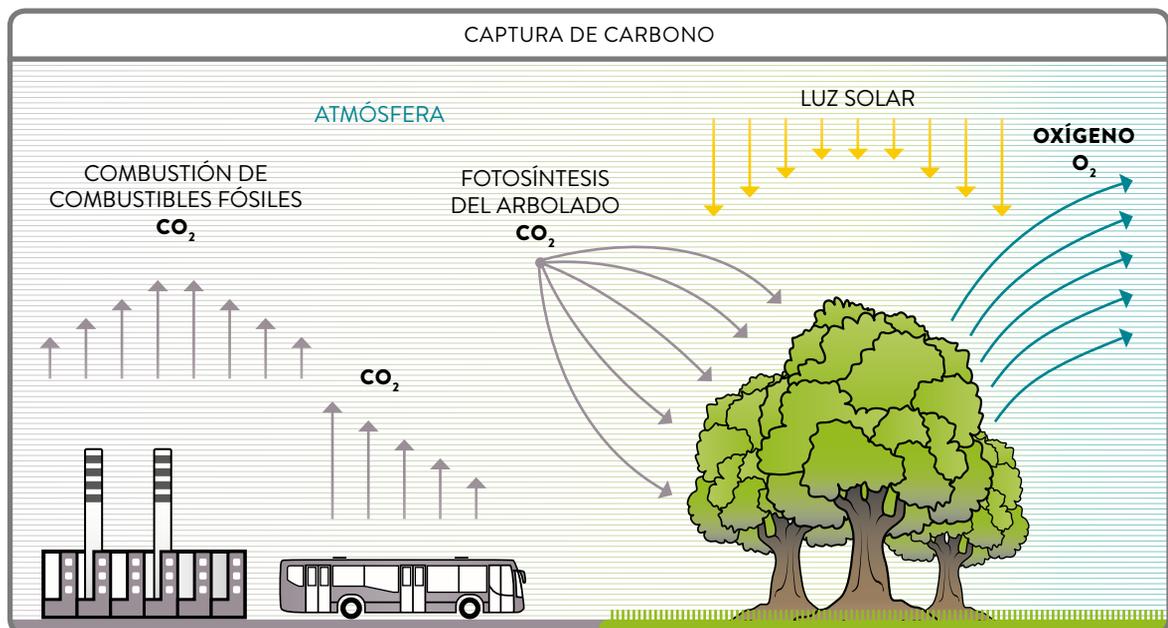
En el estudio realizado por Dobbs y Reyes (2016), se cuantificó la provisión de servicios ecosistémicos del arbolado urbano en 13 ciudades chilenas en los años 2005 y 2015, identificando el cambio ocurrido en las coberturas arbóreas y en la remoción de contaminantes entre esos dos años. Para realizar esta medición se identificó la cobertura

BENEFICIOS ARBOLADO

1	Captura de Carbono	CO ₂
2	Regulación de la temperatura	°T
3	Provisión de agua (calidad y cantidad)	💧
4	Generación de oxígeno	O ₂
5	Amortiguamiento del impacto de fenómenos naturales	⬆️
6	Protección y recuperación de suelos (estabilización de taludes)	⚡
7	Barrera contra ruidos (disminuye entre 10 y 12 decibeles)	🎯
8	Biodiversidad	∞
9	Paisaje y Recreación	⚠️
10	Salud mental y bienestar	+

Fuente: Elaboración propia en base a Gutiérrez et al, 2010.

FIGURA 08



de árboles silvestres, árboles de calles, árboles en parques urbanos, arbustos, césped y pastizales y luego se calculó el volumen anual de contaminantes removidos por los árboles en cada ciudad, utilizando el programa i-TreeMR. Se estimó la captura de los contaminantes más frecuentes en ciudades chilenas, CO, NO₂, O₃, SO₂, PM_{2.5} y PM₁₀, y además el secuestro y almacenamiento de carbono.

Entre el año 2005 y 2015 los árboles de calles disminuyeron de manera significativa a lo largo del país, siendo las ciudades de Iquique, Talca y Coyhaique las que presentan una mayor disminución. En cambio, Puerto Montt y Rancagua muestran un incremento en la cobertura de árboles de calles. Estas diferencias se encuentran más asociadas a procesos urbanos que a factores climáticos. Destaca una disminución en la captura de contaminantes en la mayoría de las ciudades analizadas. Entre 2005 y 2015 la ciudad de Iquique disminuyó en un 47% la capacidad de remoción de contaminantes, mientras que las ciudades de Viña del Mar y Valparaíso aumentaron su tasa de captura de contaminantes en un 23% aproximadamente.

El arbolado de calles es predominante en todas las ciudades, exceptuando Punta Arenas y las conurbaciones de La Serena-Coquimbo y Valparaíso- Viña del Mar. El arbolado silvestre es dominante en Valparaíso y Viña del Mar. En estas últimas ciudades la topografía ha contribuido a mantener una cobertura no planificada, que ha facilitado la permanencia de especies nativas remanentes y otras exóticas, que se han naturalizado y tienen la capacidad de crecer espontáneamente, especialmente en quebradas y laderas de exposición sur. La mayor cobertura proporcional de arbustos se observa en la conurbación La Serena- Coquimbo, lo cual refleja su condición semiárida, y la importancia del matorral como forma vegetacional silvestre, que se encuentra por ejemplo en terrenos agrícolas abandonados y en la ribera del río Elqui. Pero también hay una contribución importante de arbustos ornamentales presentes en espacios públicos y privados.

COBERTURA ARBÓREA EN CALLES

Entre los años 2005 y 2015 los árboles de calles disminuyeron de manera significativa a lo largo del país:

IQUIQUE, TALCA Y COYHAIQUE

MAYOR DISMINUCIÓN DE LA COBERTURA



PUERTO MONTT Y RANCAGUA

INCREMENTO DE LA COBERTURA

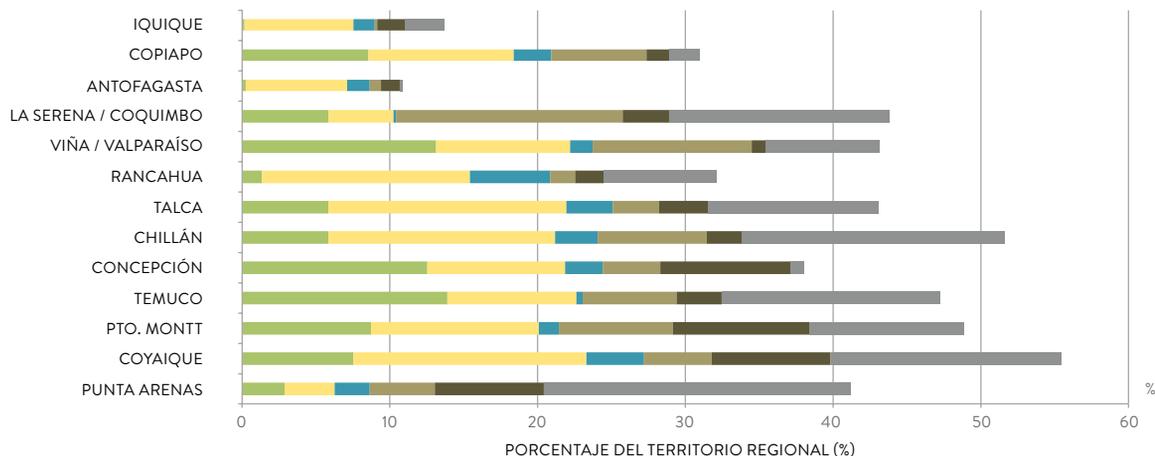




FIGURA 09

PORCENTAJE DE SUELO URBANO CUBIERTO POR TIPO DE VEGETACIÓN, 2005

Árbol silvestre Árbol calle Árbol parque Arbustos Césped Pastizales / Praderas

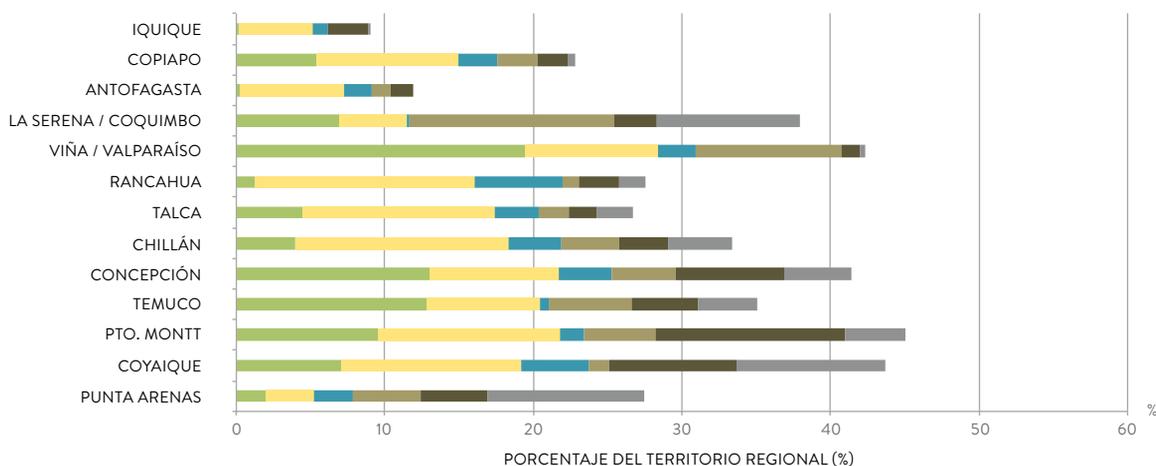


Fuente: Dobbs y Reyes, 2016.

FIGURA 10

PORCENTAJE DE SUELO URBANO CUBIERTO POR TIPO DE VEGETACIÓN, 2015

Árbol silvestre Árbol calle Árbol parque Arbustos Césped Pastizales / Praderas



Fuente: Dobbs y Reyes, 2016.

TABLA 03

CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS REMOVIDOS O CAPTURADOS POR EL ARBOLADO URBANO (KG/AÑO)								
CIUDAD	PM10		PM2.5		O3		CO KG/AÑO	
	2005	2015	2005	2015	2005	2015	2005	2015
Iquique	16.440	11.190	289,27	196,80	8.100	5.510	140,00	95,30
Copiapó	22.990	19.290	956,29	802,70	51.410	43.150	788,27	661,66
Antofagasta	5.610	5.940	135,27	143,11	14.810	15.670	444,79	470,57
La Ser /Coq	52.120	58.390	2.170,00	2.430,00	116.560	130.600	1.790,00	2.000,00
Viña / Valp	55.540	72.290	2.975,00	1.080,00	125.040	162.750	7.550,00	9.830,00
Rancagua	11.500	12.060	1.660,00	1.740,00	69.000	72.390	2.000,00	2.100,00
Talca	10.320	8.370	3.350,00	2.720,00	35.870	29.090	1.280,00	1.040,00
Chillán	13.280	12.120	2.790,00	2.550,00	41.280	37.680	1.270,00	1.150,00
Concepción	37.510	38.960	8.770,00	9.110,00	138.130	143.450	2.660,00	2.760,00
Temuco	31.460	28.760	5.650,00	5.160,00	88.040	80.480	1.460,00	1.330,00
Pto Montt	8.380	9.170	1.710,00	1.870,00	30.710	33.630	443,24	485,30
Coyhaique	4.620	4.050	828,75	726,50	12.920	11.330	213,90	187,50
Pta. Arenas	3.060	2.790	585,53	534,60	12.070	11.020	128,94	117,70
CIUDAD	NO2		SO2		CO2 SEQ		CO2 STORED	
	2005	2015	2005	2015	2005	2015	2005	2015
Iquique	320,00	383,40	316,48	215,40	1.340.000	915.330	49.970.000	34.000.000
Copiapó	5.700,00	4.790,00	3.780,00	3.180,00	10.130.000	8.500.000	220.090.000	184.740.000
Antofagasta	700,80	741,42	515,45	545,33	3.830.000	4.050.000	83.130.000	87.950.000
La Ser /Coq	12.930,00	14.490,00	8.580,00	9.610,00	22.970.000	25.740.000	499.000.000	559.120.000
Viña / Valp	19.900,00	25.910,00	7.990,00	10.410,00	32.130.000	41.820.000	635.200.000	826.800.000
Rancagua	16.030,00	16.820,00	4.310,00	4.530,00	10.030.000	10.530.000	198.370.000	208.140.000
Talca	8.130,00	6.590,00	2.680,00	2.180,00	8.470.000	6.870.000	269.220.000	218.320.000
Chillán	11.170,00	10.190,00	2.180,00	1.990,00	12.210.000	11.150.000	241.460.000	220.350.000
Concepción	18.850,00	19.580,00	5.890,00	6.110,00	22.520.000	23.390.000	715.690.000	743.250.000
Temuco	11.490,00	10.510,00	3.770,00	3.450,00	15.670.000	14.330.000	467.210.000	427.120.000
Pto Montt	3.950,00	4.320,00	1.440,00	1.580,00	4.750.000	5.200.000	141.500.000	154.940.000
Coyhaique	1.690,00	1.480,00	553,65	485,40	2.300.000	2.020.000	68.570.000	601.100.000
Pta. Arenas	1.140,00	1.040,00	327,76	299,30	1.930.000	1.760.000	67.240.000	61.390.000

Fuente: Dobbs y Reyes, 2016.

ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN ARBOLADO EN PARQUES DE LA REGIÓN METROPOLITANA*

El estudio, realizado en 16 parques del área metropolitana de Santiago descritos por el Catastro de Parques del MINVU como urbanos y naturales, buscó catastrar las especies de árboles existentes y comparar la riqueza y diversidad de árboles de los parques administrados por el Parque Metropolitano de Santiago, con el objeto de que la arborización se realice de acuerdo a los recursos disponibles y las especies presentes en la región, favoreciendo así el uso de especies nativas.

Los parques del área metropolitana de Santiago presentan una abundancia de especies exóticas (64%), por sobre la existencia de especies nativas (36%). Esta abundancia es más significativa en los parques urbanos, donde alcanza un 71%, mientras que en los parques naturales un 51% de especies corresponden a exóticas y un 49% a especies nativas. Las dos especies más abundantes son *Platanus orientalis* var. *acerifolia* L. (plátano oriental), con un 14% de abundancia relativa y la *Quillaja saponaria* Molina (quillay), con un 13,8%. El plátano oriental es la especie más abundante y dominante en los parques urbanos (15,4%), mientras que el quillay es la más abundante en los parques naturales de Santiago (20,9%).

La mayoría de los árboles existentes son especies de bajo requerimiento hídrico (55%), mientras que un 18% corresponde a las de mayor demanda de agua, las cuales se encuentran principalmente en los parques urbanos.

La heterogeneidad ecológica de los parques existente en el área metropolitana de Santiago (urbanos y naturales, según la clasificación del Catastro de Parques del MINVU) es muy diversa. Existen parques naturales como el Cerro Blanco (17 ha) que presenta la mayor riqueza, con 52 especies, en tanto, el parque urbano Bicentenario de la Infancia (4 ha), tiene sólo 8 especies, diversidad que no depende o se explica solo por el tamaño del parque.

*Correa-Galleguillos, P. & F. De La Barrera, 2014

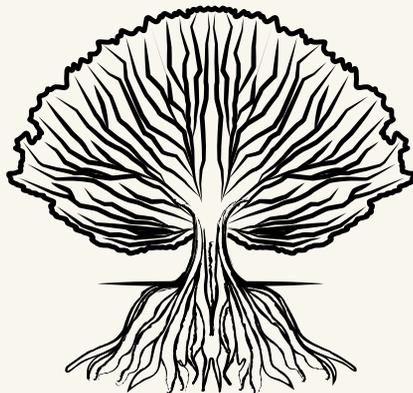
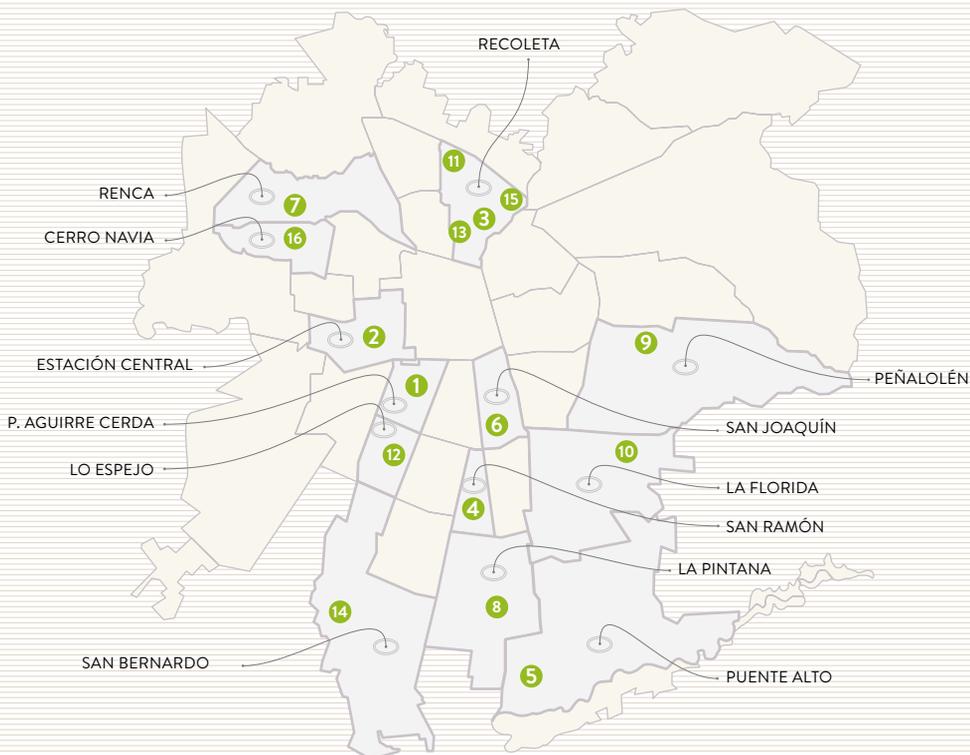


FIGURA 11

DISTRIBUCIÓN PARQUES ÁREA METROPOLITANA DE SANTIAGO ANALIZADOS

PARQUES URBANOS	AÑO	COMUNA	SUPERFICIE (HA)
1 André Jarlan (AJ)	1997	P. Aguirre Cerda	10,9 HA
2 Bernardo Leighton (BL)	S/I	Estación Central	7,2 HA
3 Bicentenario de la Infancia (BDI)	2012	Recoleta	3,9 HA
4 La Bandera (LB)	1987	San Ramón	9,2 HA
5 La Cañamera (L. Cañ.)	2010	Puente Alto	3,8 HA
6 La Castrina (L. Cas.)	1997	San Joaquín	7 HA
7 Lo Varas (LV)	1992	Renca	1,4 HA
8 Mapuhue (Ma)	1996	La Pintana	5,7 HA
9 Peñalolén (Pe)	2006	Peñalolén	8 HA
10 Quebrada de Macul (QM)	2007	La Florida	4,6 HA
11 Santa Mónica (SM)	S/I	Recoleta	10,2 HA
12 Violeta Parra (VP)	2013	Lo Espejo	2,5 HA

PARQUES NATURALES	AÑO	COMUNA	SUPERFICIE (HA)
13 Cerro Blanco (CB)	1990	Recoleta	17,3 HA
14 Cerros de Chena (CC)	2002	San Bernardo	27 HA
15 Mahuidahue (Mah)	S/I	Recoleta	10,6 HA
16 Mapocho Poniente (MP)	S/I	Cerro Navia	12,9 HA



3.4 Corredores verdes

Los corredores verdes son todos aquellos espacios lineales que contienen vegetación, ya sean planificados (parques lineales, costaneras) o naturales, (riberas de ríos urbanos, bordes costeros). Son componentes de la infraestructura verde porque le entregan conectividad. Por ello requieren una especial atención en la planificación urbana, puesto que generan conexiones fundamentales para procesos ecológicos, como los movimientos de las aves urbanas, el transporte de semillas y propágulos. También pueden ser diseñados para facilitar la circulación de las aguas pluviales, disminuyendo los riesgos de inundación y a la regulación de las islas de calor urbano.

3.4.1 Corredores ribereños

Las zonas ribereñas pueden actuar como corredores verdes, generando múltiples servicios ecosistémicos, dentro de los cuales se encuentra el control de erosión, mejoramiento de la calidad de agua, hábitat, control de crecidas, regulación de temperatura, reducción de los niveles de ruido, (Schreier et al., 2004; Maekawa y Nakagoshi, 1997; Apan et al., 2002, citado en Vásquez, 2016) Además, proveen servicios culturales, tales como sitios para transporte no motorizado (caminar, correr y andar en bicicleta), oportunidades para recreación y ocio, conservación de herencia cultural, y calidad estética (Hellmund y Smith, 2006; citado en Vásquez 2016).

En el país existe una serie de franjas ribereñas insertas en zonas urbanas y grandes ciudades, tal es el caso de las franjas ribereñas urbanas de Santiago, las que han sido absorbidas en su gran mayoría por la urbanización de la ciudad. De acuerdo con Vásquez (2016), la zona ribereña urbana del Río Mapocho presenta más de un 30% de superficie ocupada por sectores residenciales, industrias y autopistas urbanas, el resto presenta espacios verdes y abiertos, que por tramos alcanzan altos niveles de conectividad espacial. Asimismo, presenta importantes servicios ecosistémicos de recreación, ruta de transporte no motorizado y corredor de viento, así como mitigación de inundaciones y efecto enfriador. En este sentido, el Río Mapocho es un elemento fundamental para planificar un sistema de infraestructura verde en la ciudad en Santiago.

CORREDORES

Según Ahern (1995) “**los corredores verdes (greenways) son porciones de tierra que contienen elementos lineales que son planeados, diseñados y gestionados para múltiples propósitos** incluyendo ecológicos, recreacionales, culturales, estéticos u otros propósitos compatibles con el concepto de uso de suelo sustentable” (citado en www.corredoresverdes.cl, 2016).

Rosenberg (1997) postula que **un corredor es un elemento lineal del paisaje que proporciona movimiento entre manchas de hábitat**, pero no necesariamente sirve como lugar de reproducción.



Ribera del Río Mapocho | CARLA SANTIBÁÑEZ

CONSTRUCCIÓN DE CICLOVÍAS

La construcción de ciclovías favorece la movilidad no motorizada dentro de la ciudad, disminuyendo los niveles de contaminación atmosférica generados por el parque automotriz. De esta manera, las ciclovías son un elemento importante al momento de planificar y diseñar la infraestructura verde de una ciudad.

En 2014, se anunció la construcción de 190 kilómetros de ciclovías de alto estándar en 150 ejes distribuidos a lo largo de las 15 regiones del país, beneficiando a las capitales regionales y ciudades intermedias, la inversión pública estimada es de \$42 mil millones y favorece a ciudades y barrios donde habitan las familias más vulnerables (MINVU 2014).

TABLA 04

CONSTRUCCIÓN DE CICLOVÍAS			
REGIÓN	CIUDAD	KMS.	EJES VIALES
Tarapacá	Iquique	3,4	Esmeralda, Orella.
	Alto Hospicio	3,9	Las Parcelas, La Rampa.
Antofagasta	Antofagasta	10,0	Costanera, Av. República de Croacia- Universidad de Chile.
	Calama	10,3	Borde Río, Diego de Almagro, Vasco de Gama, Sotomayor, Granaderos, Grau.
Atacama	Copiapó	5,0	Los Carrera.
Coquimbo	La Serena	2,5	Perú, Gaspar Martín, Zorrilla, Cuatro Esquinas, Av. del Mar.
Valparaíso	San Felipe	9,4	Salinas, Chacabuco, Benigno Caldera, Arturo Prat, Merced, Tocornal, Encon.
	La Calera	8,9	J.J. Pérez, teresa, Pedro de Valdivia, Carrera Pinto, Lautaro, Carrera, Josefina, Aldunate, Arturo Prat, Padre Hurtado.
Libertador G.B. O'higgins	Santa Cruz	4,6	Adriano Días, Rafael Casanova, Diego Portales, Erázuriz, Los libertadores, O'Higgins, San Martín.
	San Vicente	3,9	El Cristo, Germán Riesco, Diego Portales.
	Rancagua	4,5	Manuel Montt, Diego de Almagro.
Maule	Talca	9,2	Alameda, 11 Oriente, 12 Norte, 5 Oriente, 6 Oriente.
Biobío	Los Ángeles	2,6	Ricardo Vicuña, Alcázar, Patricio Lynch.
	Concepción	6,2	O'Higgins, C. Avello, Ongolmo, Manuel Rodríguez, Angol, Janequeo.

CONTINÚA ►



06

REGIÓN	CIUDAD	KMS.	EJES VIALES
Biobío	Talcahuano	5,8	Desiderio García, J.Sosa, Las Hortensias, lago Llanquihue, Río Maule.
	Coronel	1,8	Alcalde Oñate, Los Chiflones.
	Hulapén	1,3	Curanilahue, Nueva Imperial.
Araucanía	Villarrica	4,2	Juan Antonio Ríos, Vicente Reyes, Calle Matta, Julio Zegeres.
	Temuco	14	Luis Durand, Gabriela Mistral, Javiera carrera, Hochstetter, Pablo Neruda, Pedro de Valdivia, Los Poetas.
	Padre Las Casas	6,3	Av. Huichachue, Los Araucanos, Av. La Quebrada, Sarmiento, Av. Martín Alonqueo, Av. Circunvalación.
	Angol	7,6	Circunvalación Sur, Ilabaca, Camino Utaco, Los Confines, Los Coihues, Rancagua.
	Victoria	3	Circunvalación Sur, Tacna, Sargento Aldea, San Martín.
Los Lagos	Puerto Montt	11,1	Av. Norte Sur, Av. Norte Sur 2, Av. Ferrocarril, Av. Austral, Presidente Ibáñez.
	Osorno	9,1	Bolivia/Acapulco, Meyer/Argentina, Chillán, Santiago, Por la Razón o la Fuerza, Victoria, Inés de Suarez, Av. Zenteno, Ercilla, Almagro-Argomedo, Buenos Aires, Hollstein, Rene Soriano, Av. Real, Concepción.
	Puerto Aysén	6,4	Ibar, Sargento Aldea, Municipal, Childo Vera, Benigno Díaz, Costanera, Eleuterio Ramírez.
Magallanes	Punta Arenas	6,4	Manantiales, Bulnes, Costanera Sector Norte.
	Puerto Natales	6,4	Philipi, Ebherhad, Prat, Esmeralda, E. Ramírez, Pardo Bulnes, Yungay, Lillo.
Metropolitana	Buín	7	Santa María, Manuel Rodríguez, O'Higgins, San Martín, J.A. Bravo, Camino Buín- Maipo.
	Talagante	4,8	O'Higgins Oriente, O'Higgins Poniente.
Los Ríos	Valdivia	4,7	Gral. Lagos, Prat/San Carlos, C. Henríquez, A. Muñoz, Baquedano, Pinto, Canal Catrículo.
	La Unión	2	Riquelme, Cayetano Letelier, Los Laureles, R. Boettcher.
Arica y Parinacota	Arica	4,4	Santa María.
TOTAL		190,3	Más de 150 ejes en todo el país.

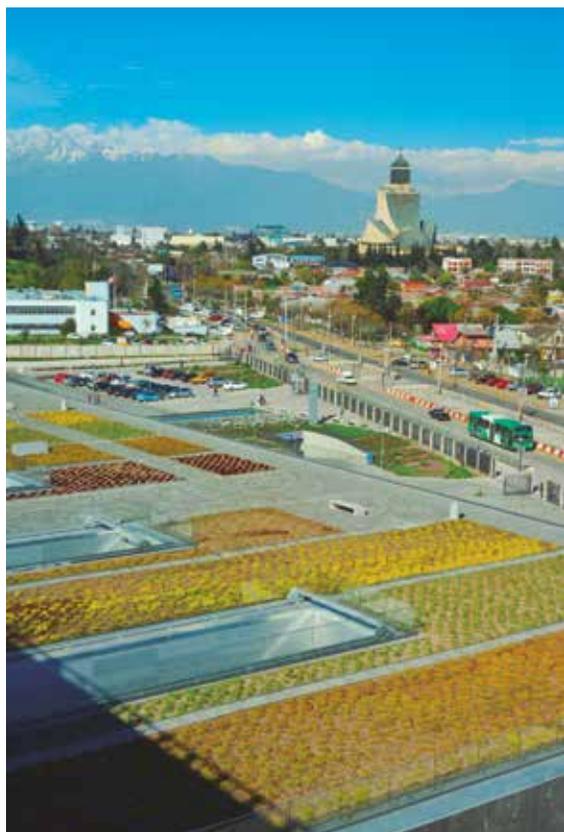
Fuente: MINVU 2014.

3.5 Techos verdes y muros verdes

Las cubiertas verdes permiten el desarrollo de un hábitat urbano, que contribuye a la generación de servicios ecosistémicos ambientales en este medio. Este tipo de elementos permiten dar una solución sustentable a las construcciones existentes en las ciudades, ya que generan beneficios como aislación térmica y acústica, colectores de aguas lluvias, corredores biológicos y disminución de las islas de calor urbanas.

En el país existen algunas cubiertas verdes que han sido incorporadas en nuevas edificaciones, hay varios edificios públicos y corporativos que han implementado este tipo de tecnologías. Sin embargo, no existe una normativa que obligue a las construcciones a contemplar este elemento como parte del proyecto, ni tampoco existen incentivos para su incorporación.

❗ Las islas de calor corresponden al aumento de temperatura de las ciudades y se originan por la gran cantidad de construcciones y pavimento existente en la ciudad que han reemplazado la vegetación existente.



Hospital El Carmen (Maipú), Cubierta vegetal | TECPRO.



Hospital Dra. Eloísa Díaz Insunza (La Florida) Cubierta vegetal | TECPRO

4 • ACCIONES RELACIONADAS CON ELEMENTOS DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE

4.1 Áreas verdes

Las principales normativas existentes en Chile, que incluyen aspectos relacionados con la creación y gestión de áreas verdes son la Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades (Ley N° 18.695), la Ley General de Urbanismo y Construcciones (D.F.L. N° 458), la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (D.S. N° 47), la Ley de Bosques (D.S. N° 4.363). Otras regulaciones relevantes comprenden planes regionales de desarrollo urbano, planes reguladores intercomunales, planes reguladores comunales, planes seccionales y ordenanzas municipales (Vargas y Balmaceda, 2011).

La creación y conservación de áreas verdes se realiza principalmente a través de los presupuestos municipales, situación que genera grandes desigualdades entre comunas ricas y pobres. Otras instituciones públicas que también presentan financiamiento para la creación y conservación de áreas verdes son el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), los Gobiernos Regionales (GORE) y Ley de Concesiones del Ministerio de Obras Públicas (MOP), entre otros.

Además, existen organizaciones no gubernamentales dedicadas a la construcción y transformación de espacios públicos integrados con el medio ambiente y la sociedad. Entre estas se encuentra la Fundación Mi Parque, la Corporación Cultiva, entre otros. Asimismo, el sector privado también contribuye a la creación de áreas verdes a través de proyectos de mitigación.

Por su parte, desde el año 1992, el MINVU desarrolla el Programa de Parques Urbanos, el cual busca disminuir el déficit en áreas verdes existente en el país, además de su desigual distribución.

Durante el año 2014, la Presidenta de la República anunció el “Plan Chile Áreas Verdes”, el que incorpora un Programa de Parques y Áreas Verdes, cuyo objetivo es crear y conservar parques urbanos especialmente en las zonas de mayor déficit de áreas verdes y gran vulnerabilidad social. Con este programa, MINVU incorporará 15 nuevos parques a los 19 parques urbanos que ya conserva en la Región Metropolitana, generándose así una red nacional de 34 parques administrada por dicho ministerio, la cual estará finalizada para el año 2018.

4.2 Programa de arborización de la Corporación Nacional Forestal

El programa de arborización fue lanzado en el año 2010 y es ejecutado por la Corporación Nacional Forestal, CONAF. Tiene como principales objetivos mejorar calidad de vida de las personas a través de los múltiples beneficios que entregan los árboles.

En el año 2014 el programa fue reformulado como programa + Árboles para Chile, el que considera la entrega de árboles, el trabajo con la comunidad y asistencia para plantar bien los árboles y cuidarlos. La CONAF cuenta con 25 viveros, 6 Centros de Acondicionamiento y 1 Centro de Acopio, los cuales están distribuidos en todo el país. Cada región produce las especies más apropiadas para su zona y el 51% de la producción total corresponde a especies nativas. Además, en los viveros se reproducen 22 especies amenazadas de extinción, destacando la Araucaria, Toromiro, Palma Chilena, Pitao, Belloto, entre otras. (CONAF, 2015).

Durante el 2014 se entregaron 2.394.499 plantas, de las cuales el 56% correspondió a especies nativas. En 2015 se planteó la meta de entregar 1.530.000 plantas y la creación, al 2018, de 116 programas comunitarios en las comunas con menos recursos. (CONAF, 2015).

Cerros en la ciudad | CAROLINA RODRÍGUEZ

07

PLAN DE RECUPERACIÓN CERROS ISLA DE LA REGIÓN METROPOLITANA

Los hábitats naturales de la Región Metropolitana han sido sometidos a grandes procesos de urbanización, lo que ha generado una disminución de la biodiversidad existente y por lo tanto de los servicios ecosistémicos de la cuenca de Santiago. Además, la Región Metropolitana presenta una gran desigualdad en la distribución de áreas verdes (Forray et al., 2012).

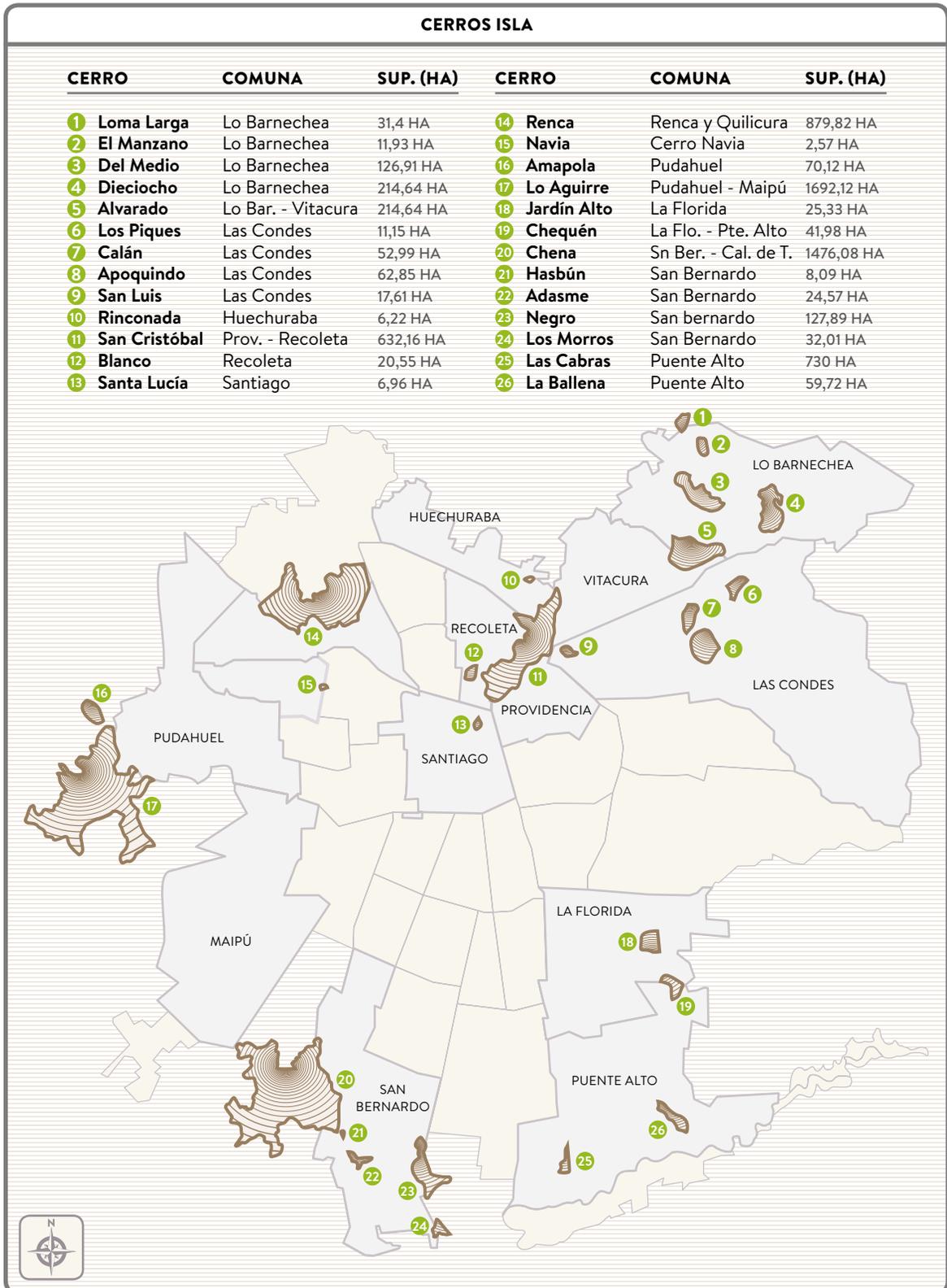
En el Área Metropolitana de Santiago existen 25 cerros islas, ubicados dentro del área urbana. Entre ellos se encuentran: Santa Lucía, San Cristóbal, Chena, Rinconada, Blanco, Renca, Dieciocho, El Manzano, Calán, San Luis, entre otros. Según el catastro realizado por la Fundación Santiago Cerros Isla, no todos ellos están contemplados como potenciales espacios de uso público. Los cerros islas de Santiago superan las 6 mil hectáreas de terreno, equivalente a 10 veces el Cerro San Cristóbal. Recuperar estos cerros permitiría sumar 7,8 m² de áreas verdes por habitante a los actuales 3,5 m² de la región. (www.intendenciametropolitana.gov.cl).

Los cerros islas presentan una cobertura vegetal formada por vegetación nativa remanente, plantaciones forestales, plantaciones ornamentales, zonas reforestadas de diversa antigüedad y zonas habilitadas como parques urbanos, generando una gran diversidad de hábitats en los cuales se encuentran aves e insectos nativos. La integración de los Cerros isla en la infraestructura verde permitirá generar una distribución más equitativa de los espacios verdes y sus servicios ecosistémicos asociados.

Con el fin de aumentar el área verde de Santiago por medio de la integración de cerros islas al espacio público urbano y, a su vez, disminuir la segregación socioeconómica de las áreas verdes, durante el año 2014 la Intendencia de Santiago patrocinó el concurso "Cerro Isla" que buscaba crear un nuevo parque urbano para Santiago. El proyecto ganador corresponde al cerro Chena de San Bernardo, el cual contará con un aporte del Gobierno Regional, que asciende a \$10 mil millones en cuatro años.



FIGURA 12



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies*, October 2008.
- Andrade Pérez, A., Herrera Fernandez, B. and Cazzolla Gatti, R. (eds.) (2010). *Building Resilience to Climate Change: Ecosystem-based adaptation and lessons from the field*. Gland, Switzerland: IUCN. 164pp.
- Bascañán, F. et al. (2007) “Modelo de Cálculo de Áreas Verdes en Planificación Urbana desde la Densidad Habitacional” en *Urbano*, vol. 10, número 15, mayo 2007, pp. 97-101, Universidad del Bío Bío Concepción, Chile.
- Benedict, M.A. and McMahon, E.T. (2002) *Green Infrastructure: Smart conservation for the 21st Century*. *Renewable Resources Journal* 20(3): 12-17.
- Carbonnel A. (Ed.). (2015), *Ciudad y Calidad de Vida. Indagaciones y Propuestas para un Habitar Sustentable*. Universidad de Santiago de Chile, USACH (2015), *Ciudad y Calidad de Vida. Indagaciones y Propuestas para un Habitar Sustentable*. Revisado en enero del 2016 del sitio Web: http://www.arquitectura.usach.cl/sites/architectura/files/paginas/libro_ciudad_y_calidad_de_vida.pdf
- Centro de Estudios Ambientales (CEA), Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, (2014). *La Infraestructura Verde Urbana de Vitoria-Gasteiz*. Revisado en enero del 2016 del sitio Web : <http://www.corredoresverdes.cl/introduccion>.
- Centro de Inteligencia Territorial, Universidad Adolfo Ibañez (CIT-AUI) (2015), *Construcción de Indicadores Ambientales Nacionales a Partir de Información Proveniente del Análisis de Imágenes Satelitales*, Informe preparado para el Ministerio del Medio Ambiente.
- CONAF, (2015). Depto. de Ecosistemas y Sociedad, Boletín informativo, número 01, julio 2015.
- Correa-Galleguillos, P. y De la Barrera, F. (2014). “Análisis de la Estructura y la Composición del Arbolado en Parques del Área Metropolitana de Santiago”. *Revista Chloris Chilensis*. Año 17, número N° 1.
- Dascal, G. (1994). “Los Espacios Verdes Apropiados (EVAs): Una Propuesta para Mejorar las Condiciones de Vida en Zonas Urbanas Desfavorecidas en Santiago, Chile” en *Revista de Geografía Norte Grande*, número 21, p. 7-12.
- Dascal, G. (1993). “Mantención de Áreas Verdes en Zonas Urbanas Desfavorecidas: Un Asunto Pendiente en la Planificación Urbana” en *Revista de Geografía Norte Grande*, número 20 p. 19-24.
- 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(4):347-357.
- D.F.L. N° 458. CHILE. Ley General de Urbanismo y Construcciones. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2015.
- D.S. N° 47. CHILE. Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2015.
- D.S. N° 4.363. CHILE. Ley de Bosques. Ministerio de Tierras y Colonización, 2013.
- Forray et al. (2012), *Integración de los Cerros Isla al Sistema de Áreas Verdes de Santiago* de “Propuestas para Chile”, Concurso Políticas Públicas 2012, PUC. Revisado en enero del 2016 del sitio Web: <http://politicaspublicas.uc.cl/wp-content/uploads/2015/02/propuestas-para-chile-2012-capitulo-vi.pdf>
- Flores-Meza S., Katunaric-Nuñez M., Rovira J. & Rebolledo M. (2013). *Identificación de áreas favorables para la riqueza de fauna vertebrada en la zona urbana y peri-urbana de la Región Metropolitana, Chile*. *Revista Chilena de Historia Natural*, 86, 265-277.
- Gutiérrez, J y Reyes, I. (2010) *Los Servicios Ambientales de La Arborización Urbana: Retos y Aportes para la Sustentabilidad de la Ciudad de Toluca*. *Revista: Quivera* 2010, 12 (Enero-Junio) : Revisado 23 de marzo de 2016, <http://www.redalyc.org/pdf/401/40113202009.pdf>
- Hernández, J. (2008) “La Situación del Arbolado Urbano en Santiago” en *Revista de Urbanismo*, número 18, junio de 2008. Publicación electrónica editada por el Departamento de Urbanismo, F.A.U. de la Universidad de Chile. Revisado en enero del 2016 del sitio Web: <http://www.meridional.uchile.cl/index.php/RU/article/viewFile/272/218>
- Ley N° 18.695. CHILE. Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades. Ministerio del Interior; Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2015.
- Liquete C, Kleeschulte S, Dige G, Maes J, Grizzetti B, Olah B, Zulian G. (2015). *Mapping green infrastructure based on ecosystem services and ecological networks: A Pan-European case study*. *Environmental Science & Policy* 54 268–280.
- Matthews, T; Lo, Alex Y. and Byrne, Jason A. 2015.



Reconceptualizing green infrastructure for climate change adaptation: Barriers to adoption and drivers for uptake by spatial planners. Landscape and Urban Planning 138 (2015) 155–163

Ministerio de Desarrollo Social (2009). Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN).

Ministerio del Medio Ambiente. 2014. Plan de adaptación al Cambio climático en Biodiversidad.

Reyes et al. (2011), *Capítulo V Institucionalidad para la Creación, Mantención y Conservación de Parques Urbanos de “Propuestas para Chile”*. Centro de Políticas Públicas UC. Pontificia Universidad Católica de Chile. Revisado en enero del 2016 del sitio Web: <http://politicaspublicas.uc.cl/wp-content/uploads/2011/12/Libro-2011.pdf>

Reyes y Dobbs, (2016) *Infraestructura Verde en las Ciudades de Antofagasta, Copiapó, Concepción, Temuco y Puerto Montt*. Documento preparado para el Informe del Estado del Medio Ambiente, Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, PUC.

Reyes, S. y Figueroa, I. (2010). *Distribución, Superficie y Accesibilidad de las Áreas Verdes en Santiago de Chile*. EURE (Santiago), vol. 36, número 109, diciembre 2010, pp. 89-110. Revisado en enero del 2016 del sitio Web: <http://www.eure.cl/index.php/eure/article/view/82/522>

Unión Europea, (2014). *Construir una Infraestructura Verde para Europa*.

Vargas, M. y Balmaceda, N. (2011). “*Forestación Urbana Mediante Compensación Ambiental*”. Temas de la Agenda Pública, Centro de Políticas Públicas UC. Año 6, número 43, mayo 2011. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Vásquez, A. (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*”. Aceptada en Revista de Geografía Norte Grande.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo, MINVU (2014). Revisado en enero del 2016 del sitio Web: http://www.minvu.cl/opensite_det_20140517155301.aspx

The Economics of Ecosystems and Biodiversity , TEEB (2014). Glossary of terms, The Economics of Ecosystems and Biodiversity. Revisado en enero del 2014 del sitio Web: <http://www.teebweb.org/resources/glossary-of-terms/>

Vizcacha y cría (*Lagidium viscacia*) | NICO LAGOS





CAP15

BIODIVERSIDAD

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	394
1 • ESTADO DE LA BIODIVERSIDAD	395
1.1 Ecosistemas terrestres	395
1.2 Ecosistemas acuáticos	406
1.3 Ecosistemas marinos	413
1.4 Especies	414
2 • PRESIONES SOBRE LA BIODIVERSIDAD	423
2.1 Fragmentación y pérdida de hábitats	423
2.2 Sobreexplotación	431
2.3 Contaminación	436
2.4 Introducción de especies exóticas invasoras	436
2.5 Cambio climático	439
3 • RESPUESTA	442
3.1 Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas	442
3.2 Estrategia Nacional de Biodiversidad	442
3.3 Biodiversidad como pilar de sostenibilidad de los recursos naturales	442
3.4 Instrumentos económicos para la promoción de la conservación de la biodiversidad	443
3.5 Conservación in-situ	443
3.6 Conservación ex-situ: Bancos de germoplasma	448
3.7 Conservación de especies	448
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	451

INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica presente en los ecosistemas terrestres, marinos y en los de aguas continentales, constituyen sistemas complejos, donde se desarrolla una variedad de hábitat de especies y permite que los seres vivos dispongan de una serie de recursos, como alimentación, refugio, vestuario, procesos productivos, ciclos naturales, entre otros. El equilibrio y la mantención de la diversidad biológica da cuenta de los servicios ecosistémicos de los que dispone, estos se clasifican en: servicios de provisión, de regulación, culturales y de soporte. Todos los seres vivos, incluido el hombre dependen de estos servicios, es así como la calidad de suelos, la disponibilidad de agua, la mantención de las características ecológicas de los ecosistemas, y la salud de estos, favorecen el bienestar de las personas.

En todos los ambientes naturales como el mar, ríos, lagos, humedales, y ambientes terrestres como los ecosistemas boscosos, ocurren procesos que inciden sobre el equilibrio del clima, los ciclos del agua y la evolución de los suelos. Por ejemplo; algunas bacterias que habitan en los suelos contribuyen a hacer posible el crecimiento de las plantas –incluidos los cultivos– al descomponer residuos orgánicos e inorgánicos (servicio de soporte). Por otra parte, las plantas, en todos sus hábitats, desde las montañas hasta el fondo del mar, sostienen el suelo o sustrato (servicio de soporte), son alimento de animales y regulan el ciclo del agua para beber o para la agricultura (servicios de provisión), entre otros. Es así como los servicios de los ecosistemas pueden ser directos o indirectos. Los primeros se obtienen, principalmente, de plantas y animales, en forma de materias primas. Por su parte, los recursos genéticos, también proporcionan beneficios directos, en tanto aportan genes que pueden mejorar el rendimiento de un cultivo o hacerlo resistente a enfermedades, o con los cuales es posible desarrollar medicamentos.

Los servicios indirectos, que surgen de las interacciones y retroalimentación entre los organismos que viven en un ecosistema. Como ejemplo, se encuentran el control de la erosión, la purificación y el almacenamiento de agua por parte de plantas y microorganismos del suelo en una cuenca o la polinización y dispersión de semillas a través de insectos, aves y mamíferos. Finalmente, existen otros beneficios, menos tangibles que también poseen un alto valor, como la belleza escénica, el disfrute de un paisaje y el significado espiritual de un bosque.

La pérdida de diversidad biológica se traduce en una disminución de la variabilidad genética, pérdida de especies, reducción de ecosistemas, dificultades de adaptación a cambios climáticos y reducción de servicios ecosistémicos. Por ello, la diversidad biológica, entendida como el patrimonio ambiental de cada país, es un bien que debemos resguardar. Como veremos en este capítulo la alteración de ecosistemas, la condición crítica de algunas especies, tanto terrestres como marinas, el aumento de carga orgánica sobre algunos humedales costeros, o la reducción de caudales, plantean desafíos que van de la mano de la agenda de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, las recomendaciones OCDE y la Estrategia Nacional de Biodiversidad al 2030.

La biodiversidad contribuye con un marco psicológico y espiritual para nuestra existencia, está estrechamente ligada a la salud y al bienestar de las personas, constituyendo una de las bases del desarrollo social y económico.

1 • ESTADO DE LA BIODIVERSIDAD

La amplia extensión latitudinal del territorio chileno, sumada a su relieve –determinado principalmente por la Cordillera de los Andes y la Cordillera de la Costa– y a una marcada influencia oceánica, permiten comprender la variedad y diversidad de los ecosistemas del país. Dada su condición de isla biogeográfica, Chile está dotado de una gran diversidad de ecosistemas terrestres, marinos, costeros, glaciares, ríos, lagos, humedales y ecosistemas insulares, los que en su conjunto albergan alrededor de 31.100 especies de plantas, animales, hongos y bacterias. Tiene además, un alto grado de endemismo de especies (22 a 25%), que transforman amplios espacios de nuestro territorio en verdaderos laboratorios naturales.

Para dar cuenta de su estado, en este informe los ecosistemas han sido organizados en tres grandes grupos: terrestres, acuáticos continentales y marinos.

1.1 Ecosistemas terrestres

Para determinar la pérdida de ecosistemas terrestres y establecer categorías de riesgo a través de una evaluación de umbrales cualitativos y cuantitativos, el Ministerio de Medio Ambiente (Pliscoff, 2015) utilizó la metodología desarrollada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Es una metodología de referencia para evaluar el estado de conservación de los ecosistemas a nivel local, nacional, regional y global.

01

LISTAS ROJAS DE ECOSISTEMAS

Las Listas Rojas de Ecosistemas de la UICN permiten cuantificar la pérdida de ecosistemas en términos de superficie, degradación u otros cambios ecosistémicos que puedan existir. Establece un procedimiento estandarizado que puede ser aplicado a diversas escalas de análisis y es de fácil comprensión para el público en general y los tomadores de decisiones, asimismo, facilita la gestión de:

- ▶ Conservación.
- ▶ Mejoras de gobernanza y modos de vida.
- ▶ Planificación y ordenamiento territorial.
- ▶ Planificación macroeconómica.

La metodología de las Listas Rojas de Ecosistemas de UICN establece ocho categorías de riesgo para cada ecosistema. Tres de ellas son asignadas en umbrales cuantitativos y son consideradas bajo amenaza: En Peligro Crítico (Critically Endangered, CR por su sigla en inglés), En Peligro (Edangered, EN por su sigla en inglés) y Vulnerables (Vulnerable, VU por su sigla en inglés).

Las restantes categorías son cualitativas y se aplican cuando:

- ▶ Los ecosistemas no satisfacen los criterios cuantitativos de las tres categorías de amenaza antes descritas (Casi Amenazado, Near Threatened, NT por su sigla en inglés).
- ▶ Los ecosistemas de forma inequívoca no se ajustan a ninguno de los criterios cuantitativos (Preocupación Menor, Least Concern, LC por su sigla en inglés).
- ▶ Los ecosistemas cuentan con muy pocos datos para aplicar cualquier criterio (Datos Insuficientes, Data Deficient, DD por su sigla en inglés).
- ▶ Los ecosistemas aún no han sido evaluados (No Evaluado, Not Evaluated, NE por su sigla en inglés).
- ▶ Una categoría adicional (Colapsado, Collapsed, CO por su sigla en inglés), se asigna a los ecosistemas que han perdido sus características claves y funcionales a lo largo de toda su distribución. Corresponde a la categoría de “extinto” para las especies.

<http://www.iucnredlistofecosystems.org/>

La evaluación de los ecosistemas terrestres se realizó utilizando los pisos de vegetación (Luebert & Plissock, 2006), como unidad de análisis, aplicando los criterios de la metodología de la Lista Roja de Ecosistemas de IUCN a aquellos pisos para los que se contaba con información a escala nacional (Mapa 1). Los criterios de la Lista Roja de Ecosistemas se enfocan en cuatro síntomas ecológicos que permiten estimar el riesgo de que un ecosistema tipo, pierda las características que lo definen (Keith et al., 2013 en Plissock, 2015): (A) disminuciones en curso de la distribución, (B) distribución restringida, la cual predispone al sistema a encontrarse bajo amenazas espacialmente explícitas, junto a una disminución, amenaza o fragmentación manifestada, (C) degradación del ambiente abiótico, reduciendo la calidad del hábitat o la diversidad del nicho abiótico para la biota constituyente, como por ejemplo, la acidificación de los océanos o la pérdida de fertilidad del suelo, (D) interrupción de procesos e interacciones bióticas, las que pueden resultar en la pérdida de mutualismos, diversidad del nicho biótico o la exclusión de biota constituyente (Rodríguez et al., 2015 en Plissock, 2015).

Para el estudio se usaron los siguientes criterios:

- ▶ **Reducción en la distribución.** Este análisis se planteó en tres períodos de tiempo que definen los subcriterios. El primero hace referencia a una disminución en el tiempo presente (A1), que se evalúa durante los últimos 50 años. El segundo implica la reducción futura, durante los próximos 50 años (A2a) o a lo largo de cualquier período de 50 años que incluya el presente y el futuro (A2b). El último es la disminución histórica que se calcula desde el año 1750 (A3). En esta evaluación se utilizaron los subcriterios A2b y A3.
- ▶ **Distribución geográfica restringida.** Mediante este criterio se busca identificar los ecosistemas cuya distribución se encuentra tan restringida que están en riesgo de colapso, por la concurrencia de eventos o procesos amenazantes. Este criterio se subdivide en tres subcriterios: extensión de la ocurrencia (B1); área de ocupación (B2); y la combinación, definida por el número de localidades y el riesgo del ecosistema a sufrir colapso (B3). Para esta evaluación se utilizó el subcriterio B2.
- ▶ **Degradación ambiental.** La identificación de la degradación de ciertos componentes del hábitat puede generar un diagnóstico del riesgo al que se encontrarían sometidos los otros componentes del sistema, aunque también influye la capacidad de resiliencia de este. La evaluación de este criterio se subdivide según el grado de severidad de la degradación ambiental, que puede o no expresarse en términos de distribución. Los subcriterios definidos, se basan en los mismos tres períodos de tiempo del criterio A: la degradación ambiental durante los últimos 50 años (C1), la degradación ambiental en los próximos 50 años (C2), y la degradación ambiental calculada desde el período histórico de 1750 (C3). En este caso se seleccionó el subcriterio C2.

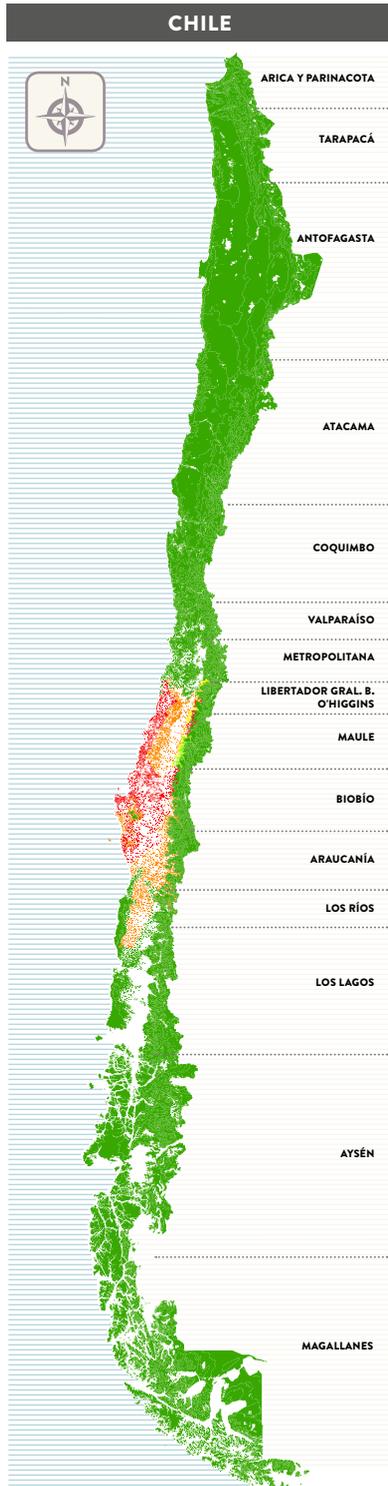


Sur de Chile | FELIPE ANDAUR



MAPA 01

ECOSISTEMAS TERRESTRES DE CHILE EVALUADOS POR EL CRITERIO A2b, SEGÚN METODOLOGÍA UICN



Los resultados del análisis del criterio A2b (reducción futura durante los últimos 20 años, entre 1992-2012 y proyectada para los próximos 30), determinaron que existen ocho pisos vegetacionales En Peligro Crítico, seis En Peligro y uno Vulnerable. Estas tres categorías constituyen ecosistemas amenazados y ocupan el 4% del territorio nacional. Además, un piso se encuentra en la categoría Casi Amenazado (**Mapa 1**).

Es importante señalar que los pisos vegetacionales que presentan una mayor amenaza en el futuro son los de la zona central del país, lugar que soporta las mayores presiones ambientales (**Mapa 2**).

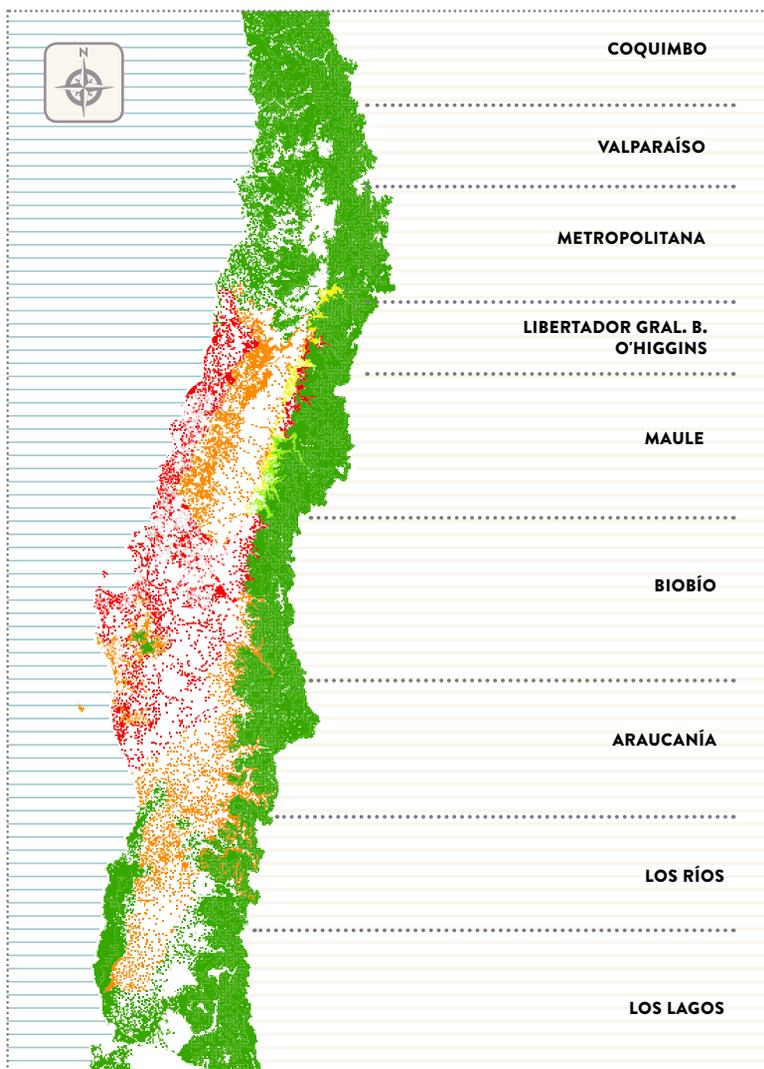
Leyenda

- En Peligro Crítico (CR)
- En Peligro (EN)
- Vulnerable (VU)
- Casi Amenazada (NT)
- Preocupación Menor (LC)

"Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al artículo 2º, letra g del DFL 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum WGS84 y es de carácter referencial".

Fuente: Elaboración propia a partir de Pliscoff, 2015.

ECOSISTEMAS TERRESTRES DE LA ZONA CENTRAL DE CHILE EVALUADOS POR EL CRITERIO A2B, SEGÚN METODOLOGÍA UICN



Leyenda

- En Peligro Crítico (CR)
- En Peligro (EN)
- Vulnerable (VU)
- Casi Amenazada (NT)
- Preocupación Menor (LC)

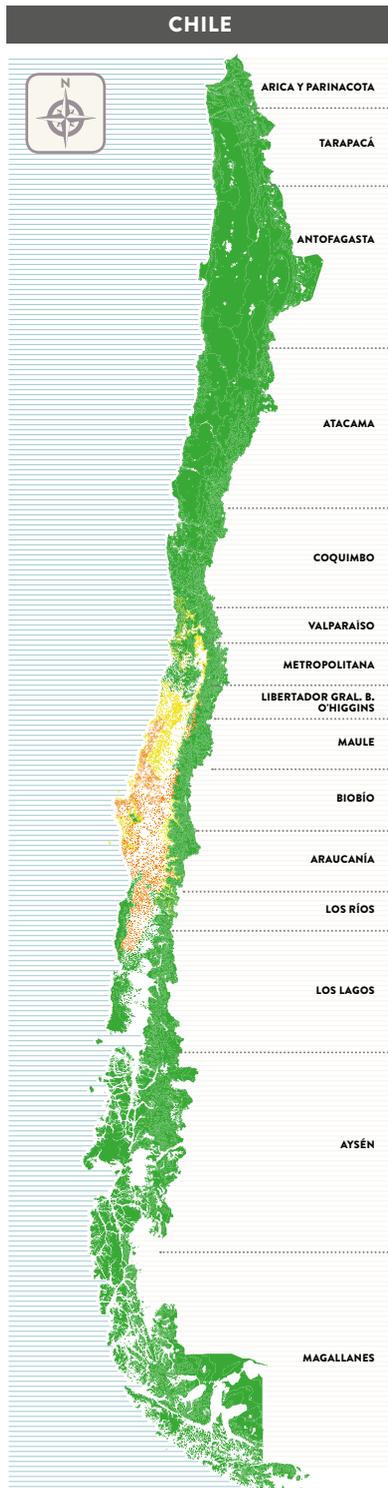
"Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al artículo 2º, letra g del DFL 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum WGS84 y es de carácter referencial".

Fuente: Elaboración propia a partir de Pliscoff, 2015.



MAPA 03

ECOSISTEMAS TERRESTRES DE CHILE EVALUADOS POR EL CRITERIO A3, SEGÚN METODOLOGÍA UICN



Por su parte, los resultados del subcriterio A3 (reducción de la distribución potencial del piso vegetal aproximada entre 1750 y la superficie remanente en 2014), indican que existió una significativa reducción de los pisos vegetacionales, principalmente en la zona central del país, sometida a grandes presiones antrópicas, como el crecimiento poblacional, la presencia de actividades forestales y agrícolas, entre otras, que ha generado pérdida, fragmentación y degradación de los ecosistemas (**Mapa 3**).

Bajo este subcriterio existen ocho pisos En Peligro Crítico, ocho Vulnerables y uno Casi Amenazado, lo que corresponde al 4,5% de la superficie de ecosistemas existentes en el país (**Mapa 4**).

Leyenda

- En Peligro (EN)
- Vulnerable (VU)
- Casi Amenazada (NT)
- Preocupación Menor (LC)

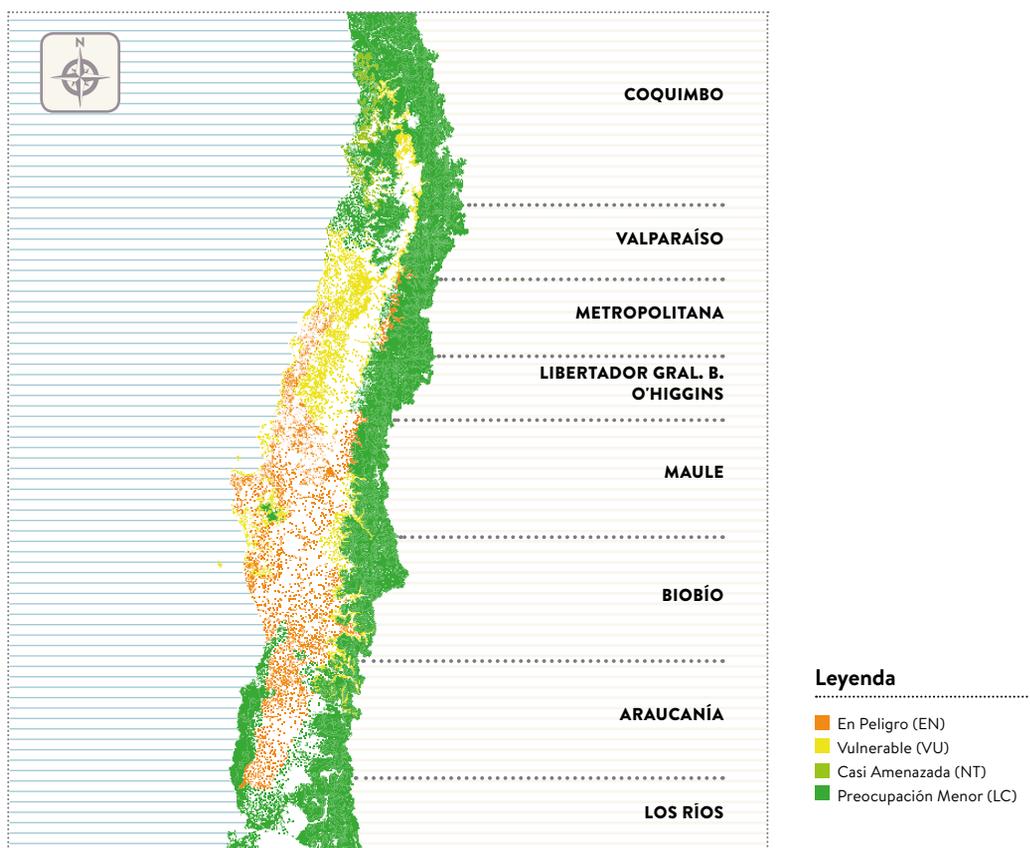
"Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al artículo 2º, letra g del DFL 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum WGS84 y es de carácter referencial".

Fuente: Elaboración propia a partir de Pliscoff, 2015.

ECOSISTEMAS TERRESTRES DE LA ZONA CENTRAL DE CHILE EVALUADOS POR EL CRITERIO A3, SEGÚN METODOLOGÍA UICN

En relación a la distribución geográfica restringida (subcriterio B2), se encontró un piso vegetal Vulnerable y cinco Casi Amenazados, equivalentes al 0,1% de la superficie de ecosistemas del país.

Para el caso del criterio de degradación ambiental, durante los próximos 50 años (subcriterio C2), la estimación se basó en la disminución de la superficie de pisos vegetacionales debido a factores bioclimáticos. En este caso, se utilizó un índice de estrés bioclimático, obtenido a partir del estrés hídrico y el estrés térmico, estival e invernal (Pliscoff, 2015). De esta manera, se obtuvo que durante los próximos 50 años, 36 pisos vegetacionales se encontrarán en categoría Vulnerable por estrés hídrico (10% de la superficie de ecosistemas nacionales), 24 pisos de vegetación en estado Vulnerable (10% de ecosistemas nacionales) y dos Casi Amenazados por estrés térmico estival y 20 pisos en estado Vulnerable por estrés térmico invernal (15% de ecosistemas nacionales).



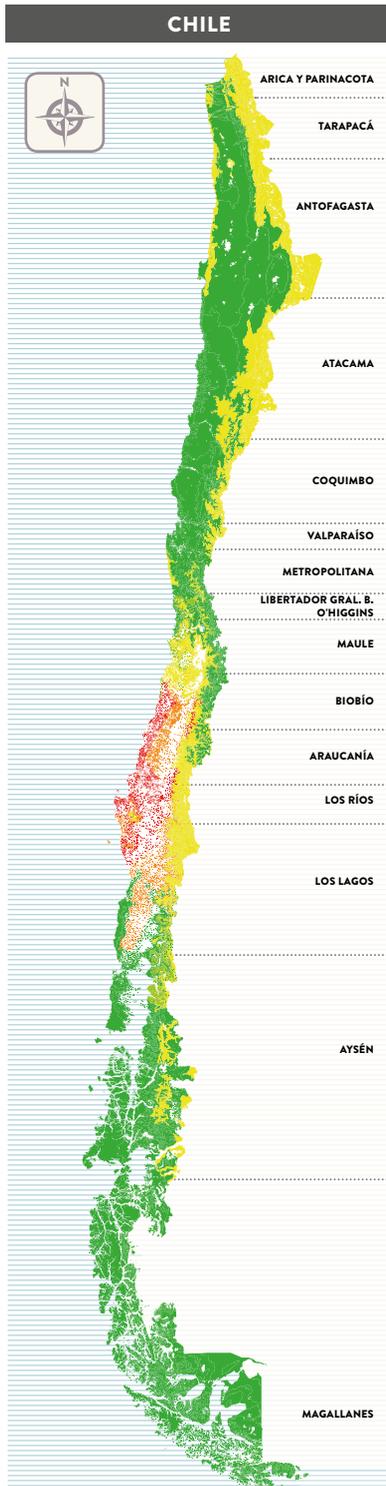
"Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al artículo 2º, letra g del DFL 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum WGS84 y es de carácter referencial".

Fuente: Elaboración propia a partir de Pliscoff, 2015.



MAPA 05

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES DE CHILE, SEGÚN METODOLOGÍA UICN



Asimismo, a partir de la aplicación de todos los criterios señalados (Mapa 5), se obtuvo que a nivel nacional, ocho pisos vegetacionales se encuentran En Peligro Crítico, seis En Peligro, 49 Vulnerables, cinco Casi Amenazados y 59 en Preocupación Menor. Esto significa, que, de un total de 127 pisos de vegetación, 63 de ellos se encuentran amenazados (clasificados como En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerables), los que equivalen al 49,6% del total de los ecosistemas existentes en el país (Pliscoff, 2015).

"Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al artículo 2º, letra g del DFL 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum WGS84 y es de carácter referencial".

Legenda

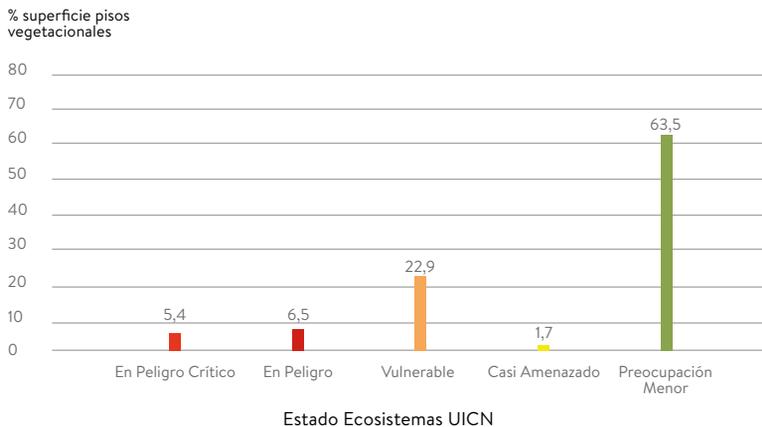
- En Peligro Crítico (CR)
- En Peligro (EN)
- Vulnerable (VU)
- Casi Amenazada (NT)
- Preocupación Menor (LC)

¹ Para esta evaluación se consideraron los cuatro criterios aplicados anteriormente (A2b, A3, B2 y C2).

Fuente: Elaboración propia a partir de Pliscoff, 2015.

FIGURA 01

SUPERFICIE DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES DE CHILE, SEGÚN ESTADO DE CONSERVACIÓN



Fuente: Elaboración propia, a partir de Pliscoff, 2015.

De la superficie total de los ecosistemas terrestre del país, los pisos vegetacionales amenazados (En Peligro Crítico, En Peligro y Vulnerable) abarcan más del 30%, y el 65% como Casi Amenazado y Preocupación Menor (**Figura 1**).

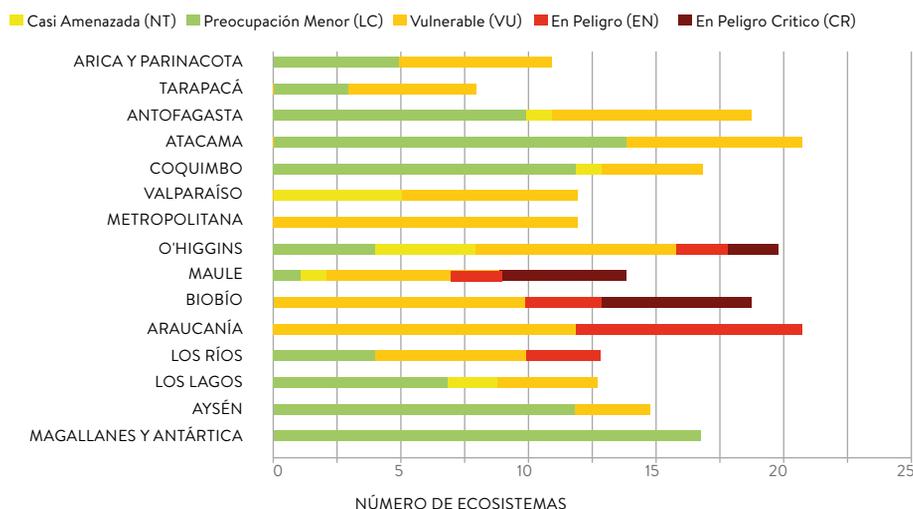
La distribución a nivel regional (**Figura 2**) indica que “las categorías de amenaza (CR, EN o VU), se concentran principalmente en la zona central de Chile, con las categorías de mayor grado de amenaza (CR) entre las regiones VI a VIII, seguida por la categoría EN entre las regiones VI a XIV y una gran parte de las regiones del país con ecosistemas vulnerables, esto entre las regiones XV a XI” (Pliscoff, 2015).





FIGURA 02

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES DE CHILE POR REGIÓN



Fuente: Elaboración propia, a partir de Pliscoff (2015).

1.1.1 Bosque Nativo

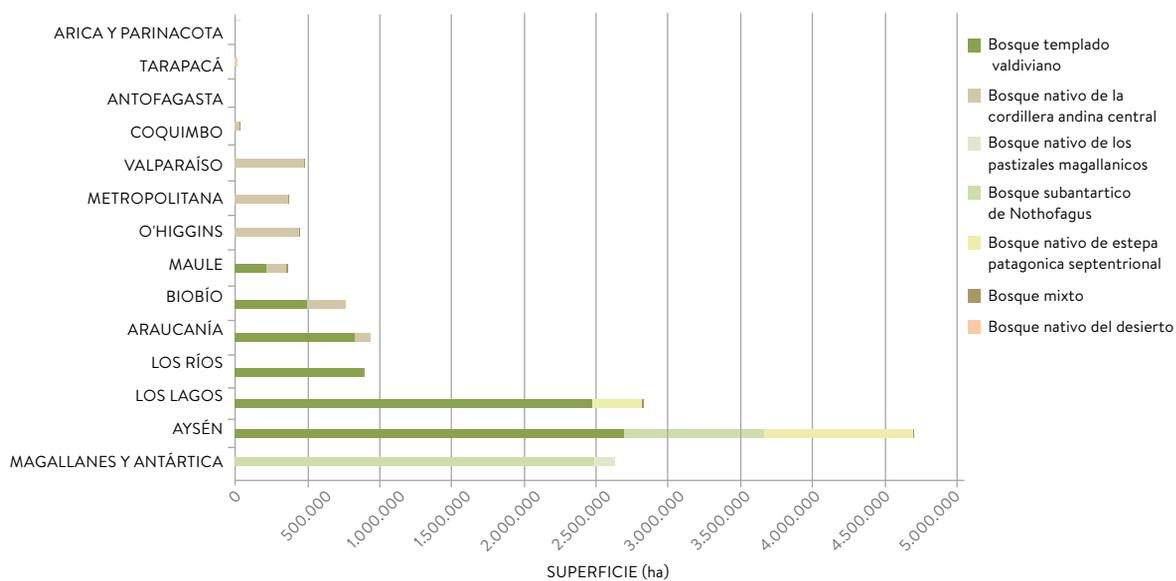
El bosque nativo, corresponde al bosque formado por especies autóctonas, provenientes de generación natural, regeneración natural o plantación bajo dosel con las mismas especies existentes en el área de distribución original. Sin embargo, la Ley N° 20.283, sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, señala que las especies existentes en el área de distribución original, pueden tener presencia accidental de especies exóticas distribuidas al azar.

La superficie de bosque nativo existente en el país es de 14.430.909 ha, siendo el bosque templado valdiviano el más extenso, con una superficie de 7.582.484 ha (Mapa 6; Figura 3).

“El aislamiento actual de los bosques templados y sub-antárticos y el legado de su antigua historia biogeográfica se expresa en la notable diversidad de familias con géneros endémicos (28 géneros de angiospermas sobre un total de 82 presentes en Chile, es decir, 34%), la mayoría de ellos monotípicos, es decir, con una sola especie viviente. Estos ecosistemas han sido catalogados como áreas prioritarias de conservación a nivel mundial (Myers et al., 2000; Armesto et al., 2009)” (Armesto & Núñez-Ávila, 2016).

FIGURA 03

SUPERFICIE DEL BOSQUE NATIVO EN CHILE, SEGÚN TIPO FORESTAL



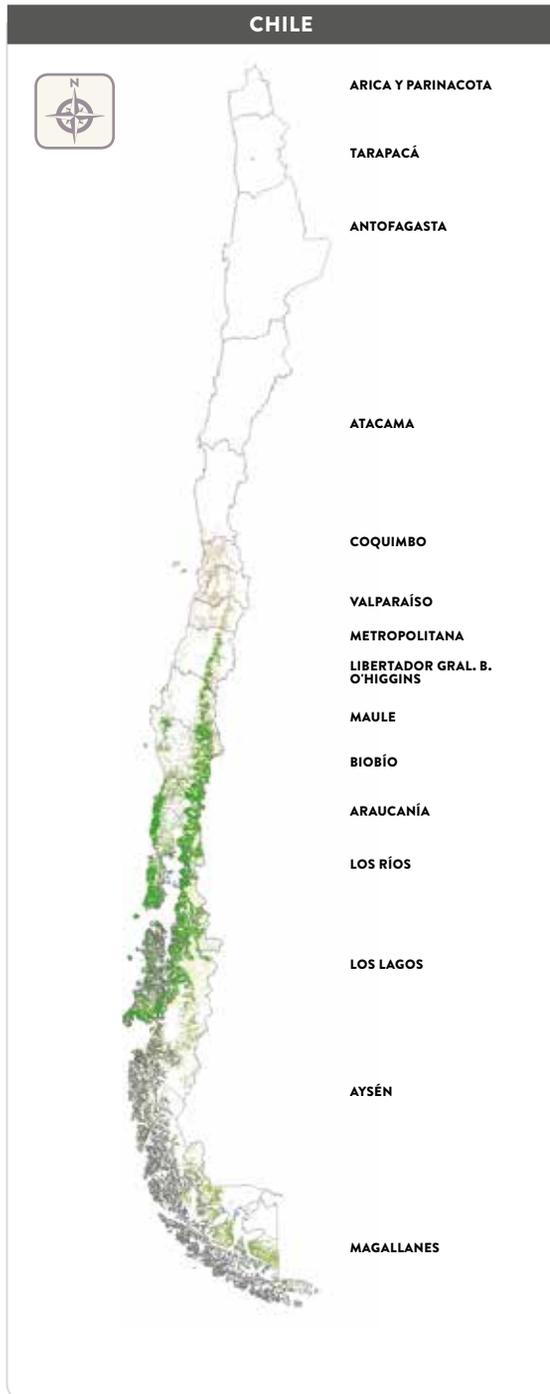
Fuente: Elaboración propia, a partir de "Base de datos nacional actualizada de a ocupación del territorio desde la perspectiva ecológica y multisectorial", Ministerio de Medio Ambiente (MMA) 2014.





MAPA 06

DISTRIBUCIÓN DEL BOSQUE EN CHILE



- Bosque mixto
- Bosque nativo del desierto
- Bosque nativo de los pastizales magallánicos
- Bosque nativo de estepa patagónica septentrional
- Bosque nativo de la cordillera andina central
- Bosque subantártico de Nothofagus
- Bosque templado valdiviano

"Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al artículo 2º, letra g del DFL 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum WGS84 y es de carácter referencial".

1.2 Ecosistemas acuáticos continentales

Los ecosistemas acuáticos entendidos como ríos, lagos o humedales, cumplen funciones fundamentales para la existencia de la vida. Los humedales corresponden a subsistemas límnicos integrados a las cuencas hidrográficas (Vila et al., 2006). Los tipos de humedales son el reflejo de su emplazamiento geográfico y características físicas y químicas de su entorno, por lo tanto, su biología (plantas acuáticas, peces, algas, aves, anfibios, microorganismos y varias otras especies de fauna y flora), dependerá de estos dos últimos factores. Internacionalmente los humedales abarcan los lagos y ríos, acuíferos subterráneos, pantanos y marismas, pastizales húmedos, turberas, oasis, estuarios, deltas y bajos de marea, manglares y otras zonas costeras, arrecifes coralinos, y sitios artificiales como estanques piscícolas, arrozales y salinas (Clasificación Convención Ramsar).

En Chile, los más frecuentes son los bofedales, turberas, vegas, estuarios, salares, marismas, llanuras de inundación, pantanos, lagos, lagunas y ríos, entre otros. Destacan algunos de ellos por su singularidad, como los complejos de humedales altoandinos, que presentan una biología única, organismos extremófilos o peces nativos del género *Orestias*, cuyo nombre común es eskarachis, con seis especies endémicas y cuyo hábitat se encuentra exclusivamente en algunas lagunas y esteros de cuencas endorreicas del altiplano chileno (entre los 3.000 a los 4.500 msnm). Otros sistemas especiales son los humedales costeros, que sostienen economías locales como la pesca artesanal, distribuidos a lo largo de la costa chilena.

Los humedales ofrecen diferentes servicios ecosistémicos. Son fuente de agua para el consumo humano y para el suministro de alimentos. Los ecosistemas acuáticos controlan el riesgo asociado a cambios en la hidrología del territorio, ya que almacenan agua regulando las crecidas de los ríos y los períodos de sequía. Además, constituyen lugares para el desarrollo de la biodiversidad. Las plantas y los microorganismos (microalgas, bacterias fotosintéticas) que habitan en los humedales, capturan parte del carbono que provoca el aumento de los gases de efecto invernadero, por lo que también contribuyen a paliar los efectos del cambio climático. Por otra parte, muchos humedales pueden ser indicadores del estado general de las cuencas a las que pertenecen, por lo que son buenos indicadores de alertas tempranas.

Varios estudios han evidenciado la pérdida sistemática de estos ecosistemas, producto de la expansión urbana, de acciones de desarrollo sin planificación ecológica, sumados a los cambios en los patrones climáticos (precipitaciones y temperatura).

En relación al número de humedales en Chile y su nivel de protección, la actualización del Catastro Nacional de Humedales (Ministerio del Medio Ambiente, 2011²) realizada en 2015, evidenció que el país cuenta con un total de 40.378 humedales, lo que corresponde a 1.317.704 ha del Territorio Nacional³. Al superponer el Catastro Nacional de Humedales, con la información de Áreas Protegidas se estableció una baja representatividad de ecosistemas acuáticos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) a escala regional y nacional, ya que sólo el 0,5% de los humedales del país se encuentran en áreas de protección oficial y equivalen al 2,7% de las áreas protegidas.

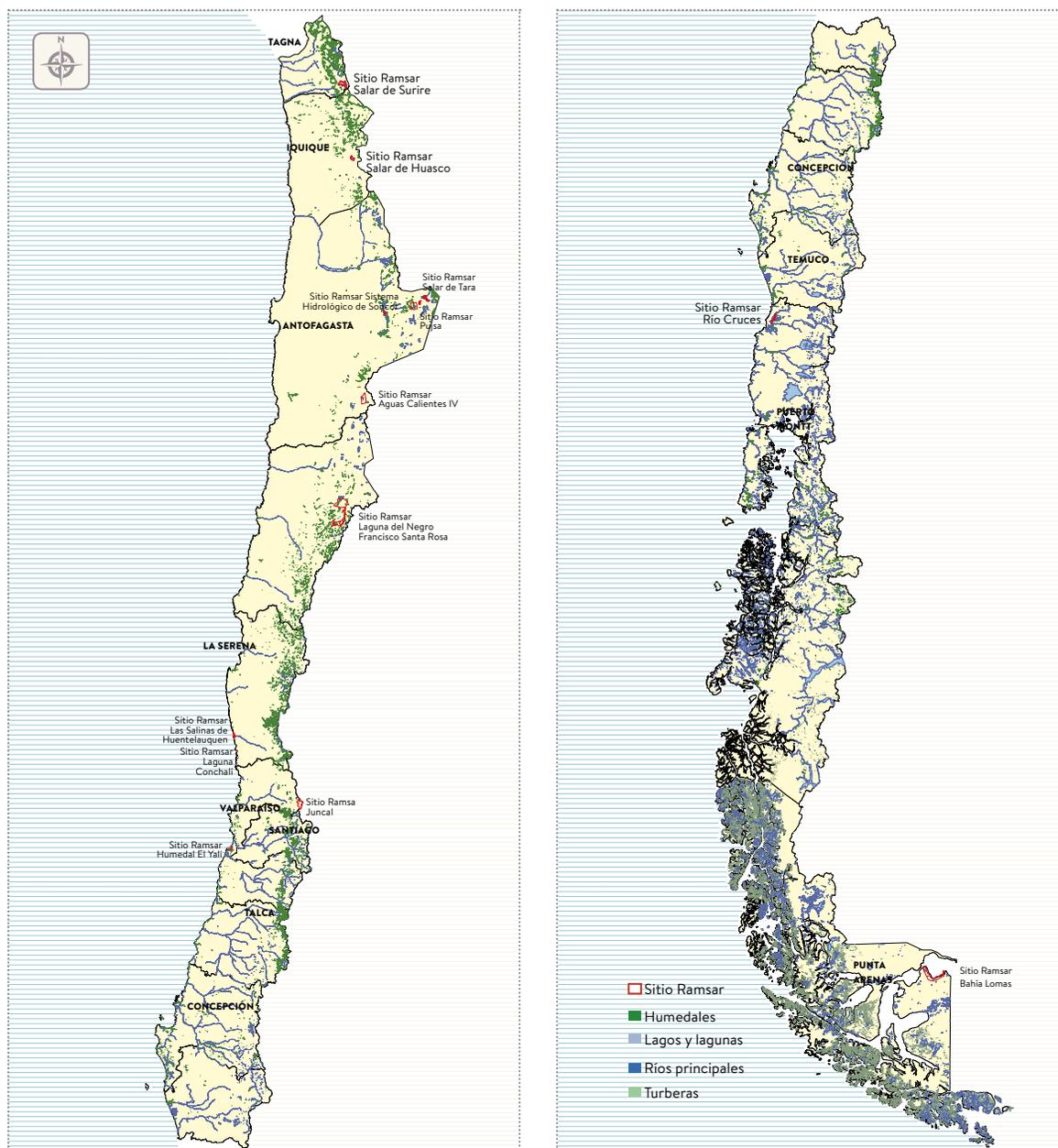
² Este catastro fue actualizado en los años 2012, 2014, 2015.

³ Esta cifra no contempla los humedales de las islas oceánicas, las turberas, ni los mallines de la zona sur austral (regiones de Aysén y Magallanes).



Humedal y vida | MARÍA CECILIA JIMÉNEZ

HUMEDALES Y SITIOS RAMSAR DE CHILE



"Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al artículo 2º, letra g del DFL 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum WGS84 y es de carácter referencial".

Fuente: Elaboración propia en base al Inventario Nacional de Humedales del Ministerio del Medio Ambiente, actualización 2015.

En relación a la condición ambiental de los ecosistemas acuáticos continentales se considera que tanto los humedales altoandinos (vegas, lagunas, bofedales), como los humedales de turberas y los humedales costeros, constituyen ecosistemas frágiles. Los primeros, debido a que sus componentes hídricos y botánicos son únicos y críticos, mientras que los segundos, concentrados en la Patagonia chilena, debido a que sus servicios ecosistémicos a nivel local y global son irremplazables. La red de monitoreo existente es insuficiente para caracterizar adecuadamente los ríos, lagos, estuarios y zonas costeras del país. En la actualidad, existen áreas del territorio donde no se dispone de información de calidad del agua, la red mínima de lagos considera exclusivamente 14 de los 375 lagos con superficie de mayor de 3 km². De manera complementaria al monitoreo de calidad que realiza la DGA, el Ministerio de Medio Ambiente inició el año 2011 el monitoreo de humedales costeros para evaluar el estado trófico. Se evidencian en varios sistemas altos valores de trofia, debido a la alta concentración de nitrógeno y fósforo desde la Región del Maule hacia el norte, tramo en el que se concentran estuarios de barra y actividades humanas. Las mismas condiciones se observaron en el monitoreo en 2013⁴ y 2015.

Otro estudio (Ministerio del Medio Ambiente, 2013) que monitoreó más de 60 cuencas en su zona terminal y algunas lagunas andinas (**Mapa 8**), mostró que la zona centro-norte de Chile presenta un mayor grado de trofia de sus humedales (eutróficos e hipereutrófico) que en los ecosistemas de la zona sur (mesotróficos y oligotróficos). Esto se explicaría, porque en la zona norte, la menor disponibilidad natural de agua y el mayor efecto de los usos consuntivos de esta –como la minería y agricultura– generan una mayor proliferación de estuarios con barra, lo que al estar desconectados del océano por diferentes períodos de tiempo, cuentan con una menor capacidad de renovar aguas, ya que están impedidos de eliminar los nutrientes recibidos desde la cuenca a través de un efluente directo.

En la zona sur, la mayor disponibilidad de caudal permite una mayor capacidad de dilución y de lavado del sistema costero (estuario o de agua dulce), con lo cual no se genera el efecto de acumulación excesiva de nutrientes por el factor antrópico.

⁴ Centro Nacional del Medio Ambiente Chile (2013).



MAPA 08

ESTADO TRÓFICO EN HUMEDALES COSTEROS DE CHILE MONITOREO 2013



"Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al artículo 2º, letra g del DFL 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum WGS84 y es de carácter referencial".

Fuente: Elaboración propia en base a Centro Nacional del Medio Ambiente, 2013.

RED DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS DE CHILE: COMO INSUMO PARA LA PLATAFORMA DE HUMEDALES



"Los mapas publicados en este informe que se refieren o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al artículo 2°, letra g del DFL 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum WGS84 y es de carácter referencial".

Fuente: Elaboración propia en base a Centro Nacional del Medio Ambiente, 2015.

ESTADO TRÓFICO

La alteración del estado trófico (oligotrófico, mesotrófico, eutrófico, hipertrófico) provoca cambios en las condiciones del ecosistema acuático, pudiendo producir un crecimiento masivo del fitoplancton, fenómenos conocidos como Florecimiento Algal y como Florecimiento Algal Nocivo (FAN) cuando dichas microalgas (principalmente cianobacterias) son tóxicas. Como consecuencia de los florecimientos de microalgas se puede reducir la transparencia y con ello la cantidad de radiación solar disponible para la fotosíntesis de las macrófitas (plantas acuáticas) presentes en el ecosistema acuático.

Estos cambios tienen implicancias sanitarias (European Commission & World Health Organization, 2002), turísticas y ecológicas. El florecimiento de algas provoca toxicidad de las aguas, emitiendo olores, cambian la estructura y función de los ecosistemas acuáticos, provocando impacto social, económico y ambiental. La producción de compuestos tóxicos tales como metano y dióxido de carbono, es provocado por la actividad bacteriana de descomposición anaerobia. Bajo estas condiciones, las especies sensibles, especialmente peces e invertebrados bentónicos, no pueden sobrevivir, reportándose eventos masivos de mortandad.

Eventos de eutrofización en ecosistemas acuáticos de Chile, son cada vez más frecuentes y se intensifican el periodo primavera-verano. Es el caso del sistema lacustre Lago Vichuquén y Laguna Torca (Región del Maule), donde se evidenció FAN en los últimos cinco años.

LAGO VICHUQUÉN EUTROFIZADO, MARZO 2015



Fuente: 24 horas⁵

⁵ <http://www.24horas.cl/nacional/impresionantes-imagenes-revelan-la-alta-contaminacion-en-el-lago-vichuquen-1637250>

Delfín común (*Delphinus delphis*) | JORGE HERREROS



1.3. Ecosistemas marinos

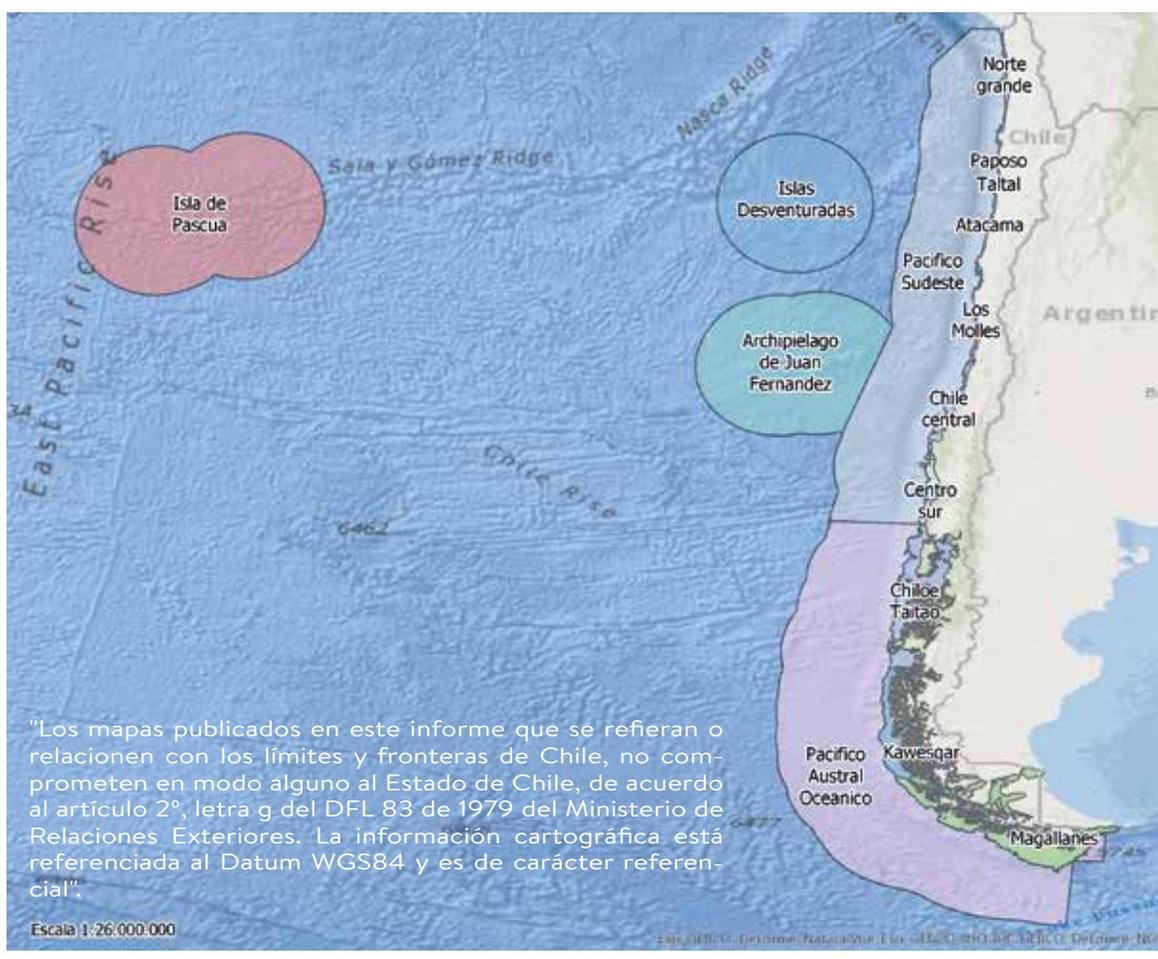
De acuerdo con muchos autores, los océanos se pueden subdividir en reinos, provincias y ecorregiones marinas (Spalding et al., 2007). Por su parte, las ecorregiones se pueden dividir en ecosistemas marinos y, a su vez, estos se subdividieron en biotopos o hábitats marinos.

Las ecorregiones marinas son áreas del océano con una composición de especies relativamente homogénea, determinada por pocos ecosistemas y/o sitios con características topográficas y oceanográficas distintas (Spalding et al., 2007). En base a las propuestas de Spalding et al. (2007), Jaramillo et al. (2006) y antecedentes de los últimos años (Friedlander et al., 2016), el Ministerio del Medio Ambiente ha definido una clasificación de ecorregiones y ecosistemas marinos para toda la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de Chile.

Como país miembro del Convenio de la Diversidad Biológica (CDB), Chile se comprometió a proteger el 10% de los ecosistemas marinos y costeros, especialmente aquellos de particular importancia para la diversidad biológica, por medio de sistemas de áreas protegidas ecológicamente representativas. La clasificación de las ecorregiones permite visualizar los diferentes ecosistemas marinos y así desarrollar un sistema de áreas protegidas que incluya a cada uno de estos, con el fin de dar cumplimiento al acuerdo del Convenio (Ministerio del Medio Ambiente, 2014).

MAPA 10

ECORREGIONES MARINAS DE CHILE



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2016a.

Asimismo, para cada ecorregión, considerando condiciones singulares (montes submarinos, surgencias, tipo de fondo, profundidad) se clasificaron los ecosistemas que los componen. De ello, resultaron 96 ecosistemas.

1.4 Especies

1.4.1. Especies nativas descritas para Chile

Para Chile se han descrito 31.099 especies nativas, destacando a nivel mundial el alto nivel de endemismo, ya que casi el 25% de estas especies solo habitan en nuestro país. Casi un 50% de las especies descritas corresponden a invertebrados, donde los insectos son el grupo más numeroso, con 10.254 especies. A los invertebrados los sigue el grupo de las algas, flora y hongos (43,6%) y por último los vertebrados, que sólo representan el 6,7% (Tabla 1).

TABLA 01

NÚMERO DE ESPECIES NATIVAS CONOCIDAS EN CHILE, SEGÚN GRUPO BIOLÓGICO		
GRUPO BIOLÓGICO	NÚMERO DE ESPECIES DESCRITAS	PORCENTAJE POR GRUPO
Algas, flora y hongos	13.561	43,6%
Diatomeas	568	
Dinoflagelados, Silicoflagelados	295	
Hongos	3.300	
Líquenes	1.383	
Algas multicelulares	945	
Plantas no vasculares (musgos, hepáticas, antoceras)	1.400	
Helechos	170	
Dicotiledóneas	4.250	
Monocotiledóneas	1.250	
Invertebrados	15.466	49,7%
Moluscos	1.187	
Crustáceos	606	
Insectos	10.254	
Otros Invertebrados	3.419	
Vertebrados	2.072	6,7%
Peces marinos	1.182	
Peces de aguas continentales	44	
Anfibios	64	
Reptiles	122	
Aves	498	
Mamíferos	162	
TOTAL	31.099	100%

Fuente: Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (2014), modificado para anfibios según Lobos et al. (2013) y Charrier et al. (2015) y para aves según Barros et al. (2015).



Del total de 31.099 especies conocidas en Chile, 1.110 (3,5%) han sido clasificadas por alguno de los instrumentos vigentes:

- ▶ Reglamento de Clasificación de Especies (RCE)
- ▶ Ley de Caza
- ▶ Taller de reptiles (Núñez et al., 1997)
- ▶ Taller de mamíferos marinos (Yáñez, 1997)

Las especies amenazadas⁶ en el país ascienden a 728, es decir que el 66% de las especies clasificadas se encuentran En Peligro Crítico (113), En Peligro (351) o Vulnerables (264) (**Figura 4**). Este porcentaje es elevado dado que intencionalmente se han clasificado aquellas especies que se sospecha están en mayor riesgo de extinción.

FIGURA 04

ESPECIES NATIVAS CLASIFICADAS EN CHILE⁷



Nota: Elaboración propia en base a datos del Departamento de Conservación de Especies, División de Recursos Naturales y Biodiversidad, Ministerio del Medio Ambiente, 2016.

Desde 2005 se ha utilizado el RCE como único instrumento para la clasificación de especies según estado de conservación, sin incluir la Ley de Caza y los talleres de reptiles y mamíferos marinos. En el marco de sus 12 procesos⁸, se han clasificado un total de 993 especies, cifra que representa sólo el 2,8% de las especies nativas de Chile susceptibles de ser clasificadas.

⁶ Las especies amenazadas son aquellas que están clasificadas en alguna de las siguientes categorías: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN) y Vulnerable (VU):

⁷ Incluye Reglamento de Clasificación de Especies (RCE), Ley de Caza, Taller de Reptiles (Núñez et al., 1997) y Taller de Mamíferos Marinos (Yáñez, 1997).

⁸ <http://mma.gob.cl>

TABLA 02

ESPECIES NATIVAS DE CHILE CLASIFICADAS POR EL RCE, SEGÚN GRUPO BIOLÓGICO			
GRUPO	TOTAL ESPECIES CLASIFICADAS	TOTAL ESPECIES DESCRITAS PARA CHILE *	PORCENTAJE DE ESPECIES CLASIFICADAS RESPECTO DEL TOTAL ESPECIES DESCRITAS PARA CHILE
Invertebrados	117	15.466	0,7%
Vertebrados	282	2.072	10.1%
Plantas	572	7.070	7,9%
Hongos y Líquenes**	22	4.683	0,5%
Algas**	0	1.808	0
TOTAL	993	31.099	3,2%

* Departamento de Conservación de Especies, Ministerio del Medio Ambiente, 2016.

** Hongos y algas son grupos taxonómicos poco estudiados, este número debe ser tomado con cautela.

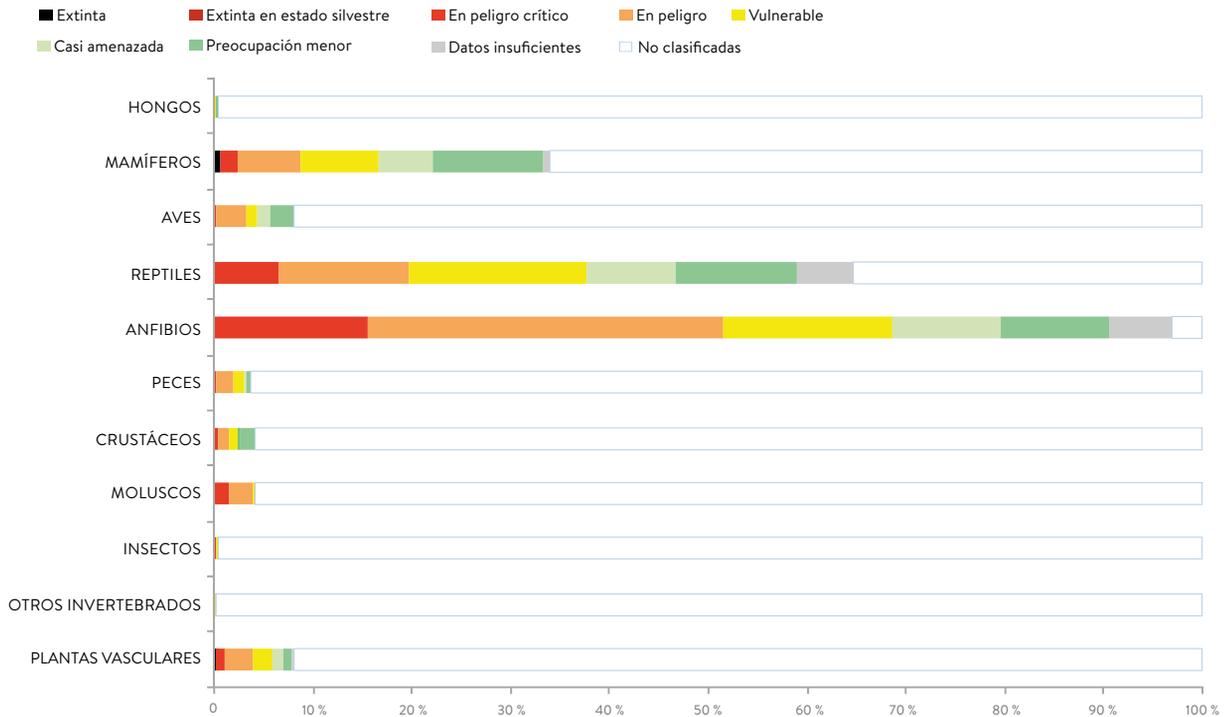
En la Figura 5 se muestra la composición de especies clasificadas, según grupo taxonómico en el caso de animales y hongos, y según forma de vida en el caso de plantas. Solamente para grupos taxonómicos donde todas, o la mayoría de las especies han sido evaluadas, es posible asegurar que el resultado es un buen indicador del estado de conservación general del grupo. Tal es el caso de anfibios, peces de aguas continentales, y la flora y moluscos terrestres del Archipiélago de Juan Fernández, donde la mayoría de sus especies ya fueron evaluadas por el RCE.



Oreja de Zorro (*Aristolochia chilensis*) | CHARIF TALA

FIGURA 05

PORCENTAJES DE ESPECIES CLASIFICADAS*



* Incluye el duodécimo proceso de clasificación de especies en el marco de Reglamento de Clasificación de Especies.

Fuente: Departamento de Conservación de Especies, División de Recursos Naturales y Biodiversidad, Ministerio del Medio Ambiente, 2016.

03

ANFIBIOS Y LOS PECES DE AGUAS CONTINENTALES

La mayoría de las especies de estos grupos han sido clasificadas en el marco del RCE, motivo por el cual, el porcentaje de especies amenazadas representa un buen indicador del nivel de amenaza en que se encuentran ambos grupos taxonómicos. Para anfibios, 10 especies están clasificadas como CR, 22 EN y 11 VU (71% de especies amenazadas), mientras que para peces de aguas continentales, de las 41 especies clasificadas, una está CR, 22 EN y 13 VU (87,8% amenazadas) (Tala et al., 2016).

No resulta extraño que ambos grupos se encuentren dentro de los más amenazados de Chile, ya que el hábitat acuático y los recursos hídricos en general se encuentran entre los más intervenidos por acciones antrópicas con acciones de drenaje, relleno y contaminación. Además, en el caso de los hábitats acuáticos, la presencia de especies exóticas como trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y trucha café (*Salmo trutta*), especies ampliamente distribuidas en Chile, y que se están dentro de las 100 especies más invasoras del planeta según UICN. Estas especies constituyen una fuerte presión para las poblaciones de especies nativas, ya que las especies exóticas se alimentan de los huevos y estados larvales de las especies nativas, compitiendo además por el alimento y el hábitat nuestras especies (Tala et al., 2016).

<http://www.iucnredlistofecsystems.org/>

1.4.2 Estudios poblacionales de algunas especies en categoría de conservación

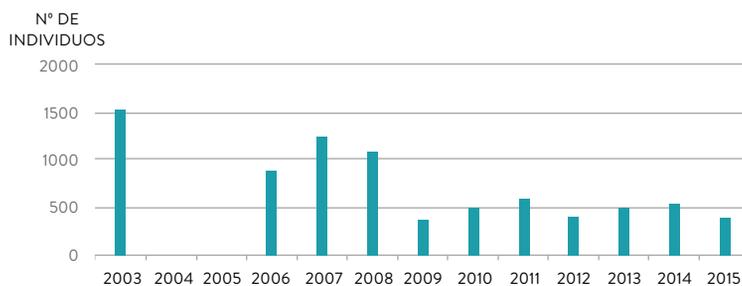
Picaflor de Arica (*Eulidia yarrellii*)

El picaflor de Arica fue evaluado en el primer proceso de clasificación de especies y, desde 2007, se encuentra calificado como En Peligro (EN). Su población ha declinado dramáticamente, debido principalmente al cambio en el uso del suelo de los valles de la Región de Arica y Parinacota, la destrucción de su hábitat mediante quemadas regulares de zonas con vegetación nativa, la aplicación de plaguicidas y la competencia de los territorios con otras especies de picaflor como el picaflor de Cora (*Thaumastura cora*).

Esta especie es endémica de los valles de la Región de Arica y Parinacota. En cuatro décadas pasó de ser el picaflor más común de los valles del norte de Chile al más escaso y ser declarado oficialmente como En Peligro (Decreto Supremo N° 151 MINSEGPRES, 2007, 1er Proceso RCE). Aunque su distribución original también incluía los valles costeros del sur de Perú, actualmente está restringida sólo a los valles y quebradas costeras de Arica y Parinacota. Desde la primera estimación poblacional en 2003, la población ha reducido su tamaño en más de 70%, con menos de 500 individuos estimados para 2015 (Figura 6).

FIGURA 06

TENDENCIA POBLACIONAL DEL PICAFLOR DE ARICA



Fuente: Servicio Agrícola y Ganadero - Ministerio del Medio Ambiente, 2016.

Canquén colorado (*Chloephaga rubidiceps*)

El canquén colorado es una especie endémica de la Patagonia Oriental e Islas Malvinas que habita en ambientes húmedos de la estepa. Fue evaluado en el primer proceso de clasificación de especies y desde 2007 se encuentra calificado como En Peligro (EN). Su población continental ha declinado dramáticamente, lo que se evidencia tanto en su área reproductiva en Chile como en la zona de invernada en Argentina.

A fines de la década de los noventa, la población del canquén de cabeza colorada que habita en el sur de Chile y Argentina, evidenció una notoria tendencia a la disminución. Lo anterior se relaciona principalmente con la modificación del hábitat y la depredación por parte del zorro chilla introducido en la Isla de Tierra del Fuego en los años 50 (Jaksic & Yáñez, 1983). A esta situación, se debe adicionar la eventual acción del visón (*Neovison vison*), depredador introducido en el sur de Tierra del Fuego entre los años 1940 y 1950 (Lizarralde, 2000). Asimismo, se suman los efectos de la intervención de su hábitat por la minería, ganadería, caza incidental y perturbación de sitios clave por actividades de recreación.

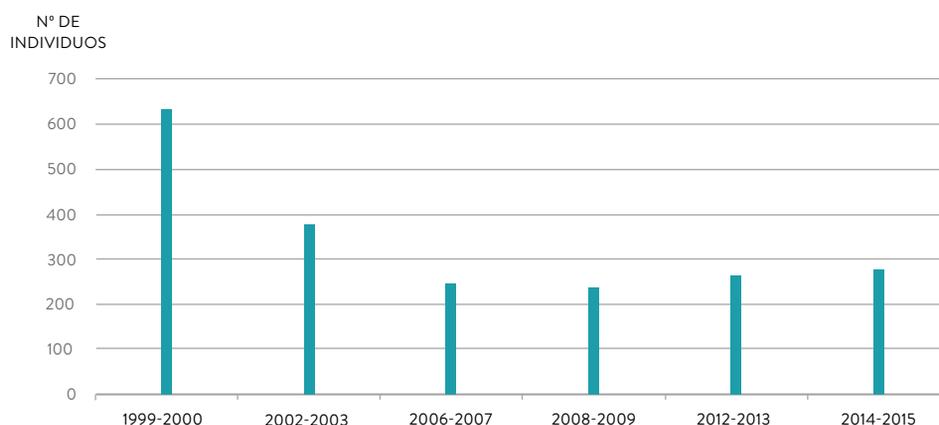


Siete colores (*Tachuris rubrigastra*)
JORGE HERREROS

En la literatura disponible las evidencias de reproducción posterior a 1950, se limitan a unos pocos registros, en su mayor parte limitados al sector chileno. Actualmente, la mayor parte de su reproducción ocurre en el sector oriental de la estepa continental (Matus et al., 2000). Esta reproducción también ha disminuido, y de hecho en el último censo realizado en la temporada 2014-2015, de casi 300 individuos, solamente se observaron ocho parejas reproductivas y 40 crías. El resto de los individuos corresponde a adultos no reproductivos, lo que puede deberse a presiones como depredación por visón y perros o por el efecto de actividades antrópicas.

FIGURA 07

TENDENCIA POBLACIONAL DEL CANQUÉN COLORADO



Fuente: CONAF, 2015.

Flamencos

De las tres especies de flamencos que viven en Chile, solamente el flamenco andino o parina grande (*Phoenicoparrus andinus*) ha sido clasificado en el marco del RCE como Vulnerable (VU, Decreto Supremo N° 38/2015 del MMA). Las otras dos especies están calificadas por el Reglamento de la Ley de Caza como Vulnerable (VU), en el caso del flamenco de James o parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*) y como Rara el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos, como también Vulnerable (VU) entre las regiones de Arica y Parinacota, de Atacama, Aysén y Magallanes.

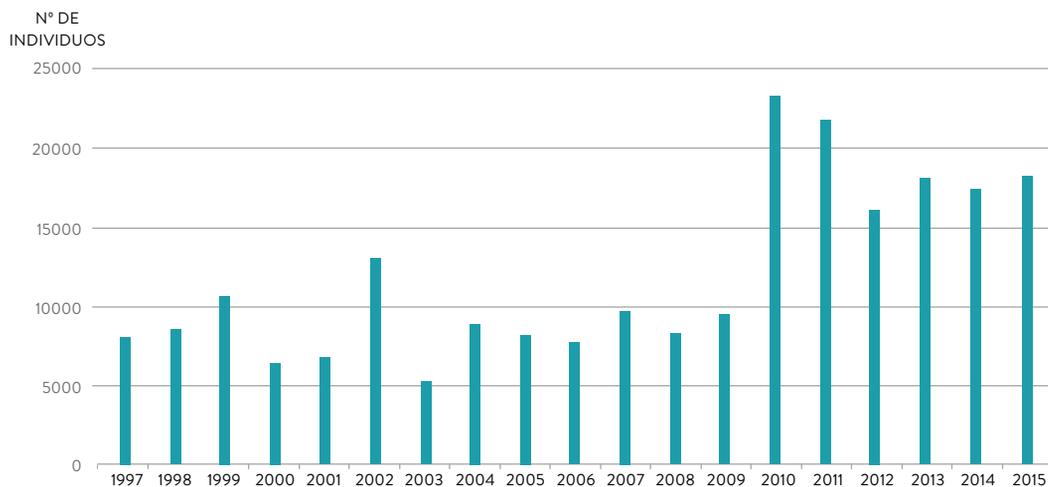
Los censos estivales de las tres especies de flamencos se han desarrollado en forma simultánea, por conteos y estimaciones directas en la zona altoandina del norte de Chile. Se realizan en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama, abarcando todos los salares y lagunas altoandinas.

Las fluctuaciones de los censos de flamencos representan una fracción de la población sudamericana, ya que estas especies migran a lo largo de Los Andes centrales y sus movimientos están asociados a la disponibilidad de hábitat para nidificar en el período estival. Existen años en los que se han registrado bajas de las poblaciones a nivel nacional, que se han asociado a períodos de sequía por la disminución de la superficie de los espejos de agua de los humedales altoandinos.



FIGURA 08

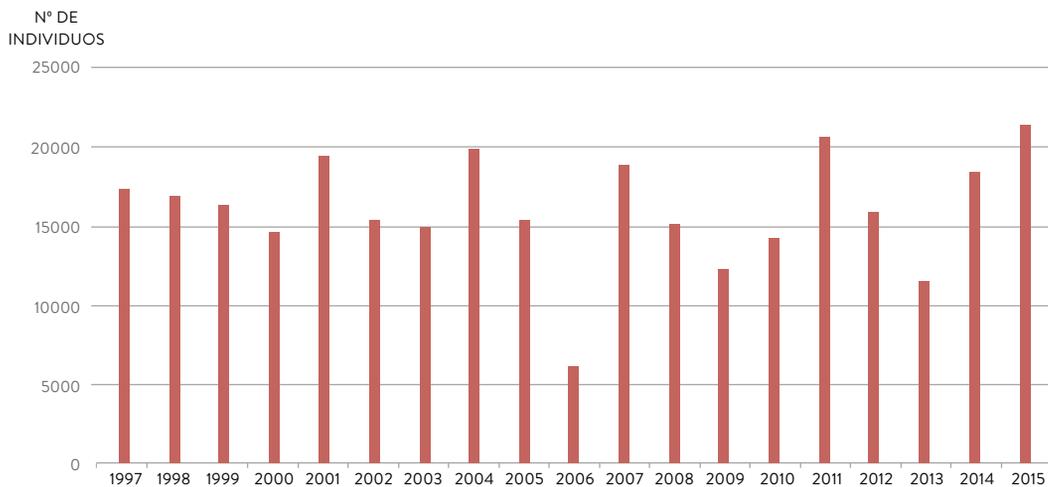
TENDENCIA POBLACIONAL DEL FLAMENCO DE JAMES



Fuente: CONAF, 2015.

FIGURA 09

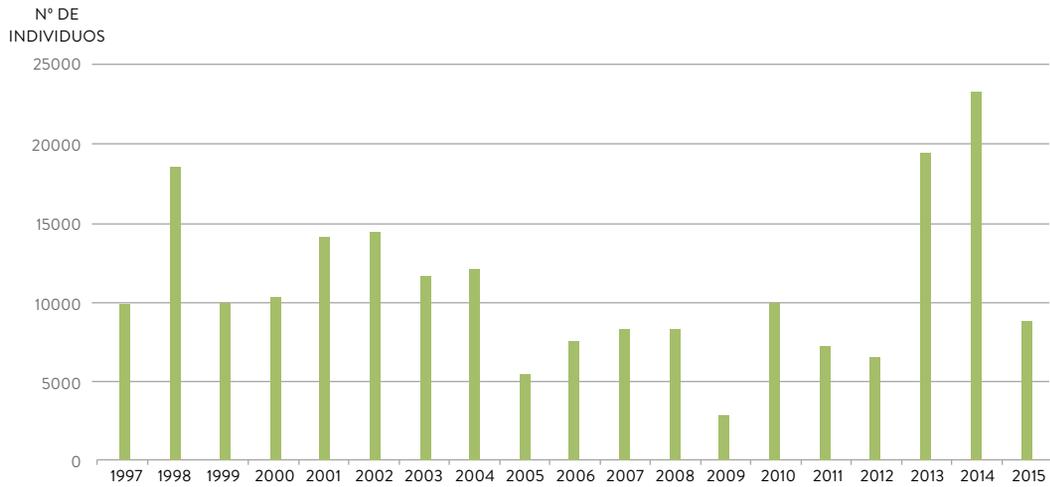
TENDENCIA POBLACIONAL DEL FLAMENCO ANDINO



Fuente: CONAF, 2015.

FIGURA 10

TENDENCIA POBLACIONAL DEL FLAMENCO CHILENO



Fuente: CONAF, 2015.



Flamenco de James y pollo de flamenco chileno | JORGE HERREROS

2 • PRESIONES SOBRE LA BIODIVERSIDAD

Las presiones descritas en este capítulo no son exhaustivas, pero son coincidentes con la clasificación de presiones del Programa Ambiental de las Naciones Unidas (PNUMA), que incluye: pérdida de hábitats, sobreexplotación, contaminación, introducción de especies exóticas y cambio climático (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2012).

2.1. Fragmentación y pérdida de hábitats

La fragmentación es la división de áreas continuas de hábitat natural en partes más pequeñas (parches) para la conversión del territorio a usos agropecuarios o urbanos (Harvey & Sáenz, 2007). De acuerdo con distintos investigadores la fragmentación es considerada como una de las principales amenazas para los ecosistemas (Altamirano, 2007).

Los efectos de la fragmentación en el ambiente natural pueden reducir o cambiar la diversidad y abundancia en la fauna, flora y vegetación, por lo que procesos naturales como la polinización se ven afectados negativamente, pues los polinizadores (aves e insectos) tendrán que recorrer más distancia, invertir más energía y correr más riesgos para realizar su tarea. Los fragmentos de bosque nativo en Chile están distribuidos con distintos grados de aislamiento.

La pérdida de biodiversidad por fragmentación de hábitats ha provocado el aislamiento de las poblaciones de especie y reduce los movimientos vitales entre ellas (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2014). En el caso de nuestro país, esta alteración ha sido causada por deforestación, incendios forestales y procesos subsecuentes del cambio de uso del suelo. El uso agropecuario intensivo ha causado procesos de desertificación y sequía en Chile (Universidad de Chile, 2013; Alfaro, 2013), así como también la urbanización de tierras costeras (Rojas et al., 2015).

La fragmentación de los ecosistemas terrestres es uno de los factores importantes que ha afectado a las especies en la zona centro-sur del país, especialmente en el número y distribución de las especies. En el futuro, se estima que se modificará la composición y distribución de algunos ensambles de pequeños mamíferos y que lo mismo ocurrirá con algunas especies de plantas (Gutiérrez et al., 2010; Kelt & Meserve, 2014).

Otro factor de presión sobre la biodiversidad corresponde al cambio de uso del suelo. En Chile son pocos los estudios que han registrado este cambio, especialmente a nivel nacional. El catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile, fue iniciado en 1993 por la Corporación Nacional Forestal (CONAF). Si bien esta base de información permite la detección de cambios de uso de suelo en la región, las actualizaciones se realizan en una región por año, lo que no permite una evaluación del cambio de uso del suelo homogéneo para las mismas series de tiempo.

Para elaborar una aproximación nacional de la cobertura y uso del suelo en Chile, el Ministerio del Medio Ambiente sistematizó y construyó una base de datos nacional desde la perspectiva ecológica (2015), en la que integró el catastro antes mencionado, con otras bases de datos (inventario de humedales, praderas, plantaciones forestales, glaciares, manchas urbanas, entre otras). A partir de este trabajo (ver capítulo suelos), se evidencia que la zona centro-sur de Chile es la que concentra la mayor proporción de terrenos agrícolas y silvícolas respecto de las superficies regionales.

Valle de Lluta | JORGE HERREROS



2.1.1 Pérdida de hábitat por cambio de uso de suelo en ecosistemas terrestres

El cambio de uso de los suelos constituye el principal factor antrópico que ha ocasionado cambios en los ecosistemas terrestres naturales de nuestro país (Sala et al., 2000). Así, se ha identificado para las zonas central y centro-sur del país que las principales presiones para los ecosistemas son la industria forestal, a través de las plantaciones con especies exóticas (*Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*) y la tala irregular de los bosques (Schulz et al., 2010). También constituyen factores de cambios en el suelo la industria agrícola, a través del despeje de bosques y matorrales para el establecimiento de pastizales y cultivos, y el desarrollo urbano.

En la zona centro-sur de, entre los años 1999 y 2011, se ha estimado un aumento de la superficie de plantaciones forestales en aproximadamente un 40%. El 41,5% de las plantaciones nuevas en el período 1975-1990 y un 22,8% en el período 1990-2007, se estableció reemplazando bosques nativos secundarios (Ministerio del Medio Ambiente, 2014). Esta actividad se desarrolla justamente en el hotspot chileno de biodiversidad, que incluye los bosques lluviosos Norpatagónico y Valdiviano, bosques deciduos de *Nothofagus* y bosque esclerófilo y matorrales, típico de las regiones mediterráneas (Arroyo et al., 2006). Sólo en la precordillera andina de la Región del Maule se ha perdido 44% del bosque nativo a una tasa anual de deforestación de un 4,1%, entre 1989 y 2003 (Altamirano & Lara, 2010). Asimismo, en los últimos 20 años se ha triplicado el área de plantaciones de cultivo de paltos (*Persea americana*) y se ha duplicado el área de viñedos, dejando a los ecosistemas mediterráneos confinados a cerros isla sin conexión entre ellos (Armesto et al., 2010).

Según estudios efectuados en la década de los 90, el 81% de la pérdida de bosque nativo, registrada en la Región del Maule, se debió a la sustitución del bosque por plantaciones de especies exóticas para la producción de pulpa para exportación. En el sector del Río Maule y Cobquecura (VII y VIII regiones), se registró una reducción de bosque nativo equivalente a un 67% entre 1975 y 2000 (Echeverría et al., 2006).

Al 2012 los ecosistemas de bosque esclerófilo y diversos bosques templados de la zona central y centro sur de Chile redujeron su superficie original en un 83%. De acuerdo con el estudio de Pliscoff (2015), para evaluar el estado de conservación de los ecosistemas terrestres la mayor parte de la superficie de los bosques perdidos entre 1992 y 2012, fue ocupada por plantaciones de pino y eucalipto. Debido a esto, 13 ecosistemas se encuentran En Peligro (EN) y En Peligro Crítico (CR), (Tabla 3 y Mapa 11).

TABLA 03

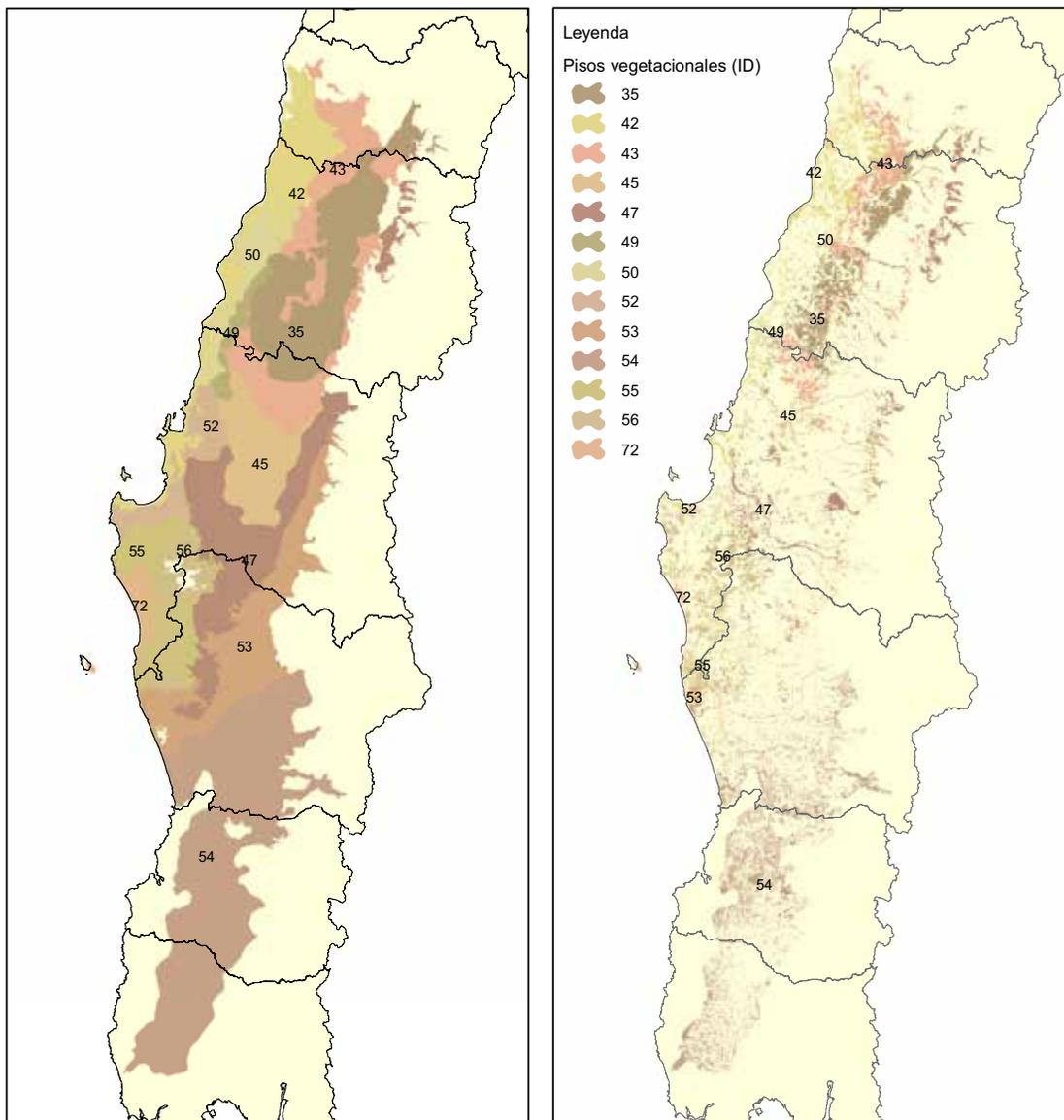
EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DE BOSQUE			
ID	ECOSISTEMA BOSCOZO	PÉRDIDA DE SUPERFICIE ENTRE 1992 Y 2012 (%)	CONDICIÓN DEL ECOSISTEMA
35	Bosque espinoso mediterráneo interior de <i>Acacia caven</i> y <i>Lithrea caustica</i>	23,43	En Peligro
42	Bosque esclerofilo mediterráneo costero de <i>Lithrea caustica</i> y <i>Azara integrifolia</i>	35,08	En Peligro crítico
43	Bosque esclerofilo mediterráneo interior de <i>Lithrea caustica</i> y <i>Peumus boldus</i>	25,66	En Peligro crítico
45	Bosque esclerofilo psamófilo mediterráneo interior de <i>Quillaja saponaria</i> y <i>Fabiana imbricata</i>	54,73	En Peligro crítico
47	Bosque caducifolio mediterráneo interior de <i>Nothofagus obliqua</i> y <i>Cryptocarya alba</i>	48,49	En Peligro crítico
49	Bosque caducifolio mediterráneo costero de <i>Nothofagus glauca</i> y <i>Azara petiolaris</i>	44,3	En Peligro crítico
50	Bosque caducifolio mediterráneo costero de <i>Nothofagus glauca</i> y <i>Persea lingue</i>	46,58	En Peligro crítico
52	Bosque caducifolio mediterráneo-templado costero de <i>Nothofagus obliqua</i> y <i>Gomortega keule</i>	55,11	En Peligro crítico
53	Bosque caducifolio templado de <i>Nothofagus obliqua</i> y <i>Persea lingue</i>	52,3	En Peligro crítico
54	Bosque caducifolio templado de <i>Nothofagus obliqua</i> y <i>Laurelia sempervirens</i>	26,72	En Peligro
55	Bosque mixto templado costero de <i>Nothofagus dombeyi</i> y <i>N. obliqua</i>	49,79	En Peligro crítico
56	Bosque caducifolio templado costero de <i>Nothofagus alpina</i> y <i>Persea lingue</i>	24,68	En Peligro
72	Bosque laurifolio templado costero de <i>Aextoxicon punctatum</i> y <i>Laurelia sempervirens</i>	26,84	En Peligro

Fuente: Pliscoff, 2015.

PÉRDIDA HISTÓRICA DEL BOSQUE NATIVO EN CHILE

Área del país que ocupaban antes de 1740 los bosques actualmente amenazados

Área del país que ocupaban a 2014 los bosques amenazados



"Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al artículo 2°, letra g del DFL 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum WGS84 y es de carácter referencial".

Fuente: Elaboración propia, a partir de Pliscoff, 2015.

2.1.2 Pérdida de hábitat en ecosistemas de humedales por cambio de uso de suelo

Los humedales son otros de los ecosistemas fuertemente afectados por la urbanización debido al incremento del sector inmobiliario e industrial, provocando su fragmentación y desaparición, a través de su drenaje o relleno, para construcción de viviendas y desarrollo de infraestructuras viales (Pauchard & Barbosa, 2013).

En 2010, a partir de un trabajo encomendado por el Ministerio del Medio Ambiente al Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile de la Universidad de Concepción, se evaluaron los humedales de la Región del Biobío. De 11 sistemas, el 72% se encuentra en un estado de conservación malo o muy malo, en tanto el 83% de 12 sistemas evaluados para las subcuencas costeras entre el río Andalién y Biobío, se clasifican en un estado de conservación malo o muy malo (Ministerio de Medio Ambiente-Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, 2011).

De manera complementaria en 2015, otro estudio en la misma región (Rojas et al., 2015), evaluó los humedales Rocuant-Andalién, Lenga, Laguna Verde, San Andrés, Paicaví y Sector Cuatro Esquinas. El estado fue medido a través de la riqueza de especies de insectos y de plantas y las características del uso de suelo. El trabajo determinó que los humedales con menos urbanización cerca, como Laguna Verde y Lenga, presentan una mayor riqueza de insectos, no así el humedal Rocuant-Andalién que presenta mayor presencia de insectos y flora introducida, características que pueden ser vinculadas a sus condiciones históricas de contaminación.

Según la urbanización planificada, el humedal Rocuant-Andalién sería el más perjudicado, siendo un ecosistema relevante para la migración de la avifauna asociada, para el drenaje de aguas lluvia y la protección ante tsunamis. De acuerdo con los autores, los servicios que brinda el humedal podrían ser eliminados o reducidos por proyectos de urbanización. Los resultados presentados ayudan a la reflexión sobre la idea de desarrollo sustentable en el área metropolitana de Concepción.

Respecto de los ecosistemas de aguas subterráneas, la extracción de agua desde los acuíferos ha ocurrido a un ritmo mayor que su recuperación, alterando la conexión hidrológica entre las aguas subterráneas y superficiales, y consecuentemente sobre humedales como bofedales, vegas, lagunas, entre otras.

2.1.3 Incendios forestales en el bosque nativo

Otra de las causas de la pérdida de biodiversidad son los incendios forestales, cuyo aumento en la última década contribuyó al alto grado de fragmentación del bosque nativo y consecuentemente al deterioro y pérdida de otros ecosistemas y hábitat. Los incendios pueden alterar severamente la estabilidad de los ecosistemas, modificando la estructura y composición de especies, factores que sumados se traducen en una pérdida de funcionalidad del ecosistema de difícil recuperación (Fernández et al., 2010), principalmente por los altos costos que supone su control y restauración.

De acuerdo con González et al. (2011) durante las tres últimas décadas, la zona centro-sur muestra un aumento consistente y significativo en el número de incendios forestales con un 99% de origen antrópico. Por otra parte, en Chile se ha registrado un área quemada particularmente alta asociada a la ocurrencia de eventos severos de El Niño. Cabe señalar que entre las regiones de Valparaíso y Maule predomina una vegetación arborescente y abierta de tipo esclerófila, donde inviernos y primaveras más lluviosos en años del Niño promueven la acumulación de “combustible”. En algunos casos, esta acumulación anual, está



acompañada al año siguiente de la ocurrencia de condiciones más secas de lo normal asociadas a eventos de La Niña. Esto tiene como resultado una mayor superficie quemada durante la temporada de incendios, tal como ocurrió en la temporada 1997-1998 (Figura 11).

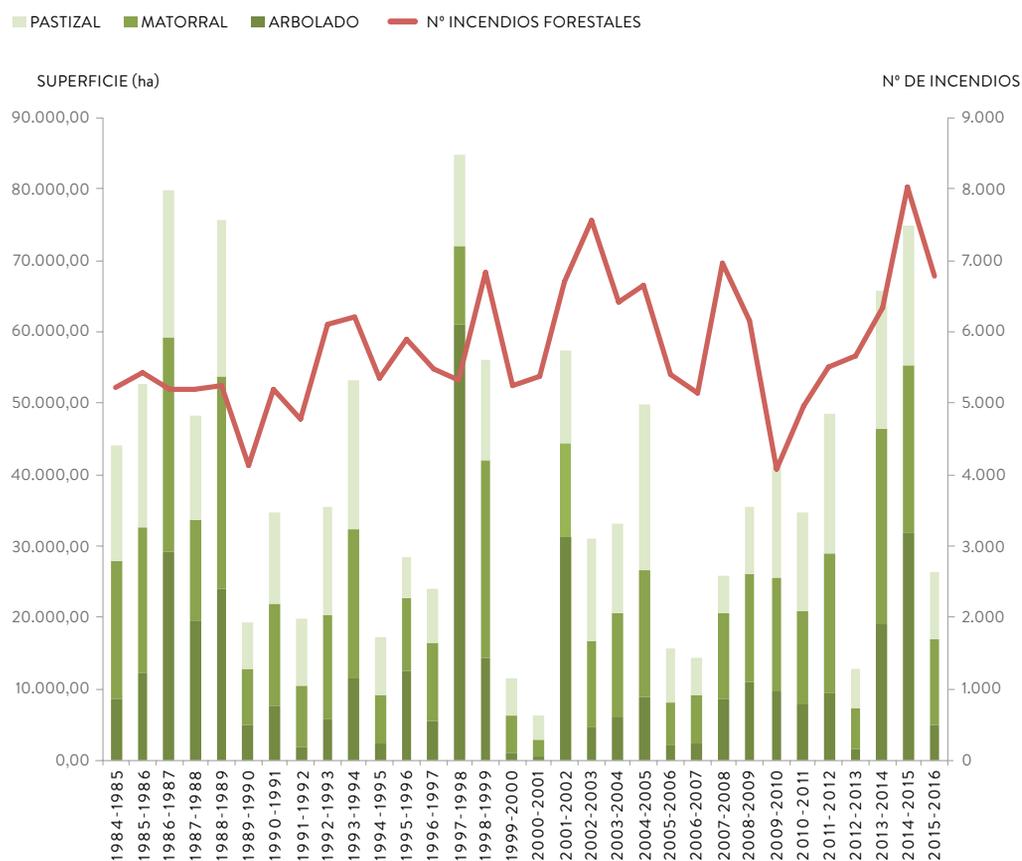
Según datos de CONAF⁹, en el período 1964-2016, el promedio anual de hectáreas consumidas por el fuego fue de 48.390, con un promedio de 4.329 incendios. En el quinquenio 2012-2016, se registraron en promedio 6.465 incendios, los que afectaron en promedio a más de 76.000 hectáreas anuales, el 60% de ellas correspondieron a formaciones nativas.

Durante la temporada 2015-2016, la Región del Biobío concentró la mayor cantidad de incendios, con 2.691, mientras que la Región de La Araucanía registró la mayor superficie afectada, con 12.231 hectáreas quemadas.

⁹ <http://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/estadisticas-historicas/>

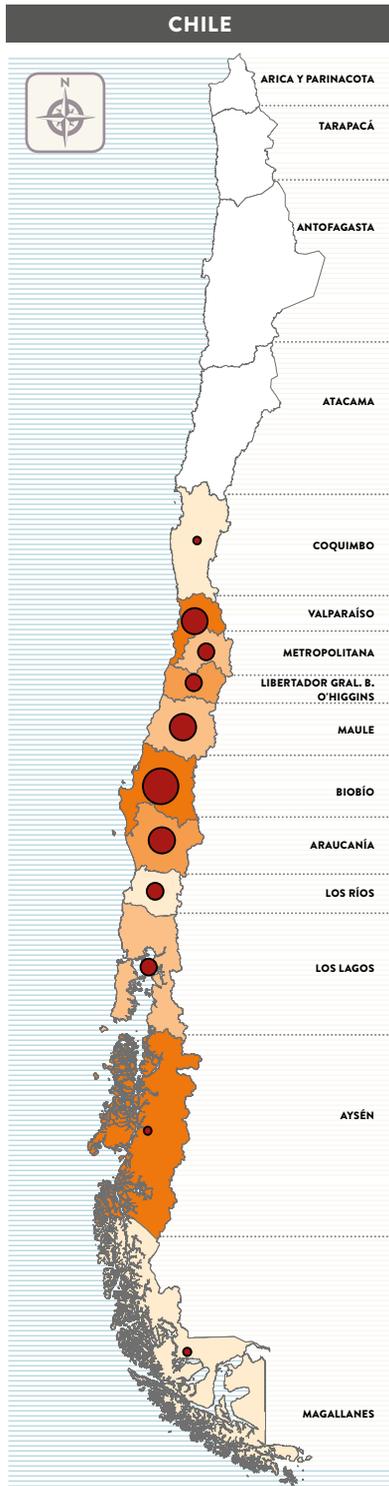
FIGURA 11

CANTIDAD DE INCENDIOS Y SUPERFICIE QUEMADA DE VEGETACIÓN NATURAL



Fuente: CONAF, 2016.

SUPERFICIE DE VEGETACIÓN NATURAL AFECTADA Y NÚMERO DE INCENDIOS EN 2016



"Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al artículo 2º, letra g del DFL 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum WGS84 y es de carácter referencial".

Superficie afectada (ha)

- 0 - 416
- 417 - 2.441
- 2.442 - 3.386
- 3.387 - 4.706

Número de incendios

- 25 - 96
- 97 - 333
- 334 - 1.344
- 1.345 - 2.691
- Sin información

Fuente: Elaboración propia en base a datos de CONAF, 2016.

2.2. Sobreexplotación

2.2.1. Extracción maderera

“El 23% de la matriz energética de Chile proviene de combustión de madera, 70% de la cual proviene de bosque nativo. Es el factor clave para la degradación del bosque y de la pérdida de biodiversidad en bosques de importancia global de Chile central y sur” (Ministerio de Energía et al., 2016)

La extracción maderera constituye una importante amenaza para la conservación del bosque nativo. En Chile entre 1989-1995 la producción de astillas representó un consumo importante de este recurso, sin embargo, a partir de 1996 el sector forestal ha disminuido el consumo de astillas de madera nativa significativamente, restando presión al bosque nativo.

Si bien la extracción industrial de madera nativa ha disminuido, el consumo de leña de especies arbóreas nativas prácticamente se ha duplicado durante los últimos 20 años, pasando de cuatro a cerca de nueve millones de m³ sólidos anuales, convirtiéndose en la principal presión sobre el bosque nativo.

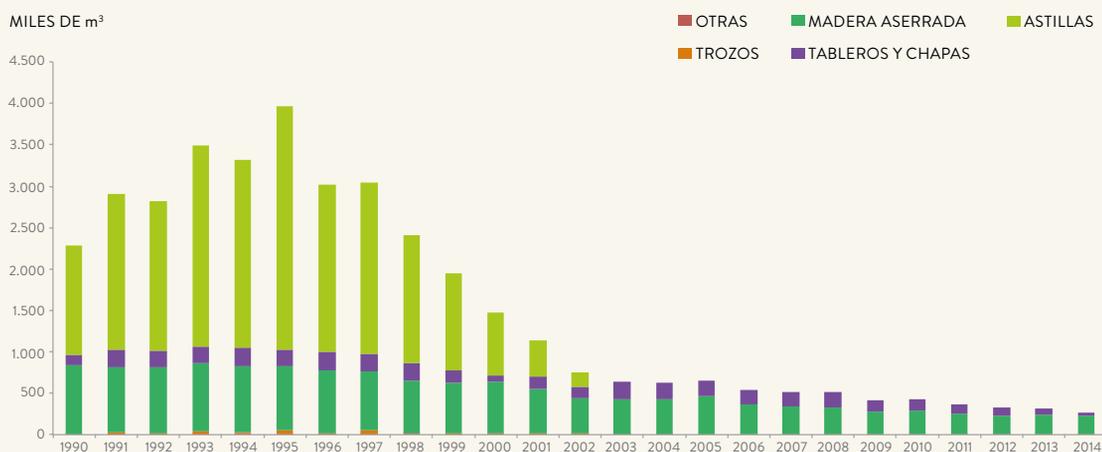
04

ESPECIES NATIVAS DE INTERÉS COMERCIAL

Nuestros bosques nativos poseen un alto valor, no sólo por su gran biodiversidad y endemismo, sino también por la gran diversidad y calidad de su madera, en las que destacan las milenarias coníferas alerce, araucaria y ciprés, cuyas maderas presentan gran resistencia a la degradación y alto valor comercial, junto a mañíos, lingües, tepas, ulmos, raulí, lenga, más al norte, que han sido el foco de la explotación durante varios siglos.

FIGURA 12

PRODUCTOS HECHOS A PARTIR DE MADERA NATIVA AL AÑO 2014



Fuente: INFOR, 2016.

PAISAJE MEDITERRÁNEO | JORGE HERREROS



De acuerdo con la Corporación de Desarrollo Tecnológico, CDT (2015), el 33,2% de las viviendas del país (1.721.032), utilizan leña, siendo especialmente relevante en las regiones de la Araucanía, Los Ríos, Los Lagos y Aysén, donde más del 90% de las viviendas la utilizan. El consumo total a nivel nacional llega a las 11.770.675 de m³ st/año, de los cuales un 58% corresponde a leña nativa, siendo el Roble o Hualle la especie más consumida (**Tabla 04**)

TABLA 04

LEÑA EN BIODIVERSIDAD			
NOMBRE	TIPO	% CONSUMO EN HOGARES	m³ st/AÑO
ROBLE O HUALLE	Nativa	23	2.753.038
NATIVA	Nativa	12	1.416.268
ULMO	Nativa	6	701.063
LUMA	Nativa	5	553.270
TEPU	Nativa	4	437.725
LENGA	Nativa	4	423.735
COIGUE	Nativa	2	206.957
ESPIÑO	Nativa	1	136.267
ÑIRRE	Nativa	1	110.715
RAULÍ	Nativa	0,1	12.701
LINGUE	Nativa	0,1	10.022
TOTAL		58,2	6.761.761

Fuente: CDT, 2015.

2.2.2. Tala ilegal

La tala de especies de bosque nativo está prohibida en Chile de acuerdo a la Ley Sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal (N°20.283), que considera a todas las especies vegetales nativas en categoría de conservación.

Según la clasificación de Donoso (1981), el tipo forestal Siempreverde está compuesto por robles (*Nothofagus sp.*), ulmo (*Eucryphia cordifolia*), arrayán (*Luma apiculata*) y mañíos (*Podocarpus nubigenus*), entre algunos. Mientras que el tipo forestal Roble-Raulí-Coihue, corresponde a renovales y bosques puros o mezclados de las especies roble (*Nothofagus obliqua*), raulí (*Nothofagus alpina*) y coihue (*Nothofagus dombeyi*). Los tipos forestales, en la mayoría de las denuncias de tala ilegal en los últimos años son Siempreverde y Roble-Raulí-Coihue. Este último presenta un alto valor económico, ya que corresponde a bosques de especies de más rápido crecimiento.

2.2.3. Sobreexplotación pesquera

Entre los factores de presión que afectan a los ecosistemas marinos y costeros de Chile, está el uso inapropiado de los recursos debido a la sobreexplotación, la pesca incidental y los descartes. Las brechas de información sobre la biodiversidad marina y costera constituyen un factor crítico para medir de manera efectiva la salud de los ecosistemas marinos y los impactos de los factores antes señalados.

Desde la perspectiva pesquera, la tasa de pérdida de los ecosistemas marinos es desconocida, pero se presume que se han dañado los fondos marinos como consecuencia de años de pesquerías de arrastre con artes de pesca nocivos. Las pesquerías en la actualidad se encuentran en una denominada “sequía marina”, con la menor cantidad de peces en su historia (Sociedad Nacional de Pesca, 2013).

Las pesquerías demersales enfrentan problemas de explotación importante, pero de menor intensidad respecto de las pesquerías pelágicas. En este grupo de especies, se cuenta con información reciente sobre la biomasa de merluza común (*Merluccius gayi*) y austral (*Merluccius australis*), congrio dorado (*Gerypterus blacodes*) y bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*).

En efecto, de las 33 pesquerías más importantes para el país, ocho fueron calificadas en 2014 como sobreexplotadas (merluza de tres aletas y merluza del sur entre ellas), ocho como agotadas o colapsadas (Congrio dorado y anchoveta entre ellas) y cinco con información insuficiente (Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, 2014).

Las principales amenazas a la biodiversidad marina son el deterioro de sus poblaciones explotadas, la reducción del tamaño promedio del recurso y reducción de sus poblaciones, el deterioro de los ecosistemas marinos bentónicos y pelágicos, tanto costeros como oceánicos, los cambios en la estructura trófica comunitaria y, la pérdida de biodiversidad, entre otros (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2009).



Punta Lobos Pichilemu | JORGE HERREROS



ALGUNOS CASOS DE SOBREEXPLOTACIÓN PESQUERA

MAPA 13

La merluza del sur y la merluza de tres aletas (ambas presentes desde la Región de Los Lagos a la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena), cambiaron su estatus de conservación desde plena explotación a sobreexplotación.

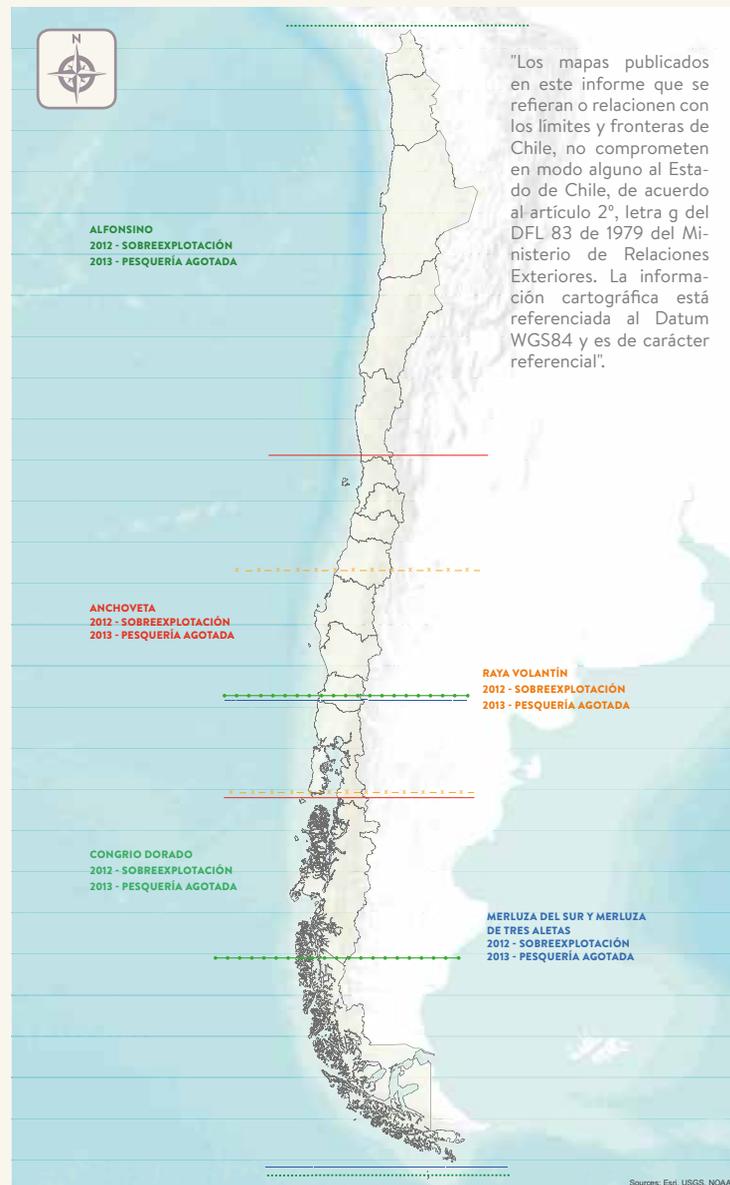
La anchoveta de la zona centro sur (presente desde la Región de Valparaíso a la Región de Los Lagos), el congrio dorado (presente desde la Región de Los Lagos a la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo), la raya volantín (Región del Biobío a la Región de Los Lagos) y el alfonsino (a nivel nacional) pasaron de una situación de sobreexplotación a pesquería agotada.

Un caso crítico es el de la sardina española (*Sardinops sagax*) en el norte del país, que ha disminuido su biomasa significativamente durante las últimas dos décadas. Estudios indican que el descenso en la producción ha sido causado mayormente por la crisis de las pesquerías pelágicas del jurel y la anchoveta.

El jurel (*Trachurus murphyi*) ha desaparecido de la lista de las 10 especies más capturadas en el mundo, pasando de 5 millones de toneladas a mediados de los años 90 a 0,7 millones de toneladas en 2010 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2012).

Fuente: Elaboración propia a partir de Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, 2014.

ESTADO DE LAS PESQUERÍAS DE ALFONSINO, ANCHOVETA, RAYA VOLANTÍN, CONGRIO DORADO, MERLUZA DEL SUR Y MERLUZA DE TRES ALETAS (2012-2013)



2.3 Contaminación

La contaminación es una de las causas de la pérdida de la biodiversidad que se genera por la presencia de sustancias o combinación de éstas, en concentraciones y permanencia superiores a las encontradas naturalmente en un ecosistema natural. Las actividades humanas no sostenibles son las principales causantes de la contaminación ambiental. Es así como en la zona norte, por ejemplo, como consecuencia de la actividad minera, la existencia de pasivos ambientales o la presencia de relaves (sedimento fino producido de la refinación de los metales) ha generado contaminación en suelos y napas subterráneas. La zona central, dedicada a la agricultura –donde se concentra la mayor proporción de habitantes– presenta problemas de fuentes difusas, con alta carga orgánica provenientes de actividades agropecuarias (Morlans López, 2010), industriales y de asentamientos humanos. Finalmente la zona sur, la salmonicultura y acuicultura generan diversas presiones sobre la biodiversidad en la columna de agua, el fondo marino y la costa.

Se estima que la gran cantidad de antibióticos, especialmente de derivados de quinolona, usados en los últimos 20 años en salmonicultura, en los estuarios de la Región de Los Lagos, seleccionará y propendrá a la diseminación de genes de resistencia y de bacterias resistentes entre los ambientes acuáticos y terrestres, impactando negativamente la salud animal y humana. Por cada tonelada de salmón producida en Chile se usa 36.600 veces más antibióticos que en Noruega (Millanao et al., 2011). En la actualidad se ha impulsado el desarrollo de profundas reformas orientadas a la realización de prácticas más sustentables en el sector, tales como la diversificación de la industria hacia otros cultivos y la realización de la actividad a menor escala, entre otras medidas.

2.4 Introducción de especies exóticas invasoras

Las Especies Exóticas Invasoras (EEI) depredan a las especies nativas, compiten por recursos, transmiten enfermedades, alteran, fragmentan los ecosistemas y degradan los servicios ecosistémicos con efectos sociales y económicos importantes. Si bien existen algunos estudios, Chile aún carece de inventarios exhaustivos de especies exóticas invasoras, por lo cual es difícil evaluar el grado de dispersión y condición de invasividad. Asimismo, el país no cuenta con un marco regulatorio ni una institucionalidad que se haga cargo del control de las EEI.

En 2014, a través de un diagnóstico de la situación de las especies exóticas¹⁰, se contabilizaron más de 2.000 especies asilvestradas o naturalizadas en el territorio nacional, de ellas 25 se han calificado dentro las 100 especies invasoras más dañinas del mundo (Lowe et al., 2004).

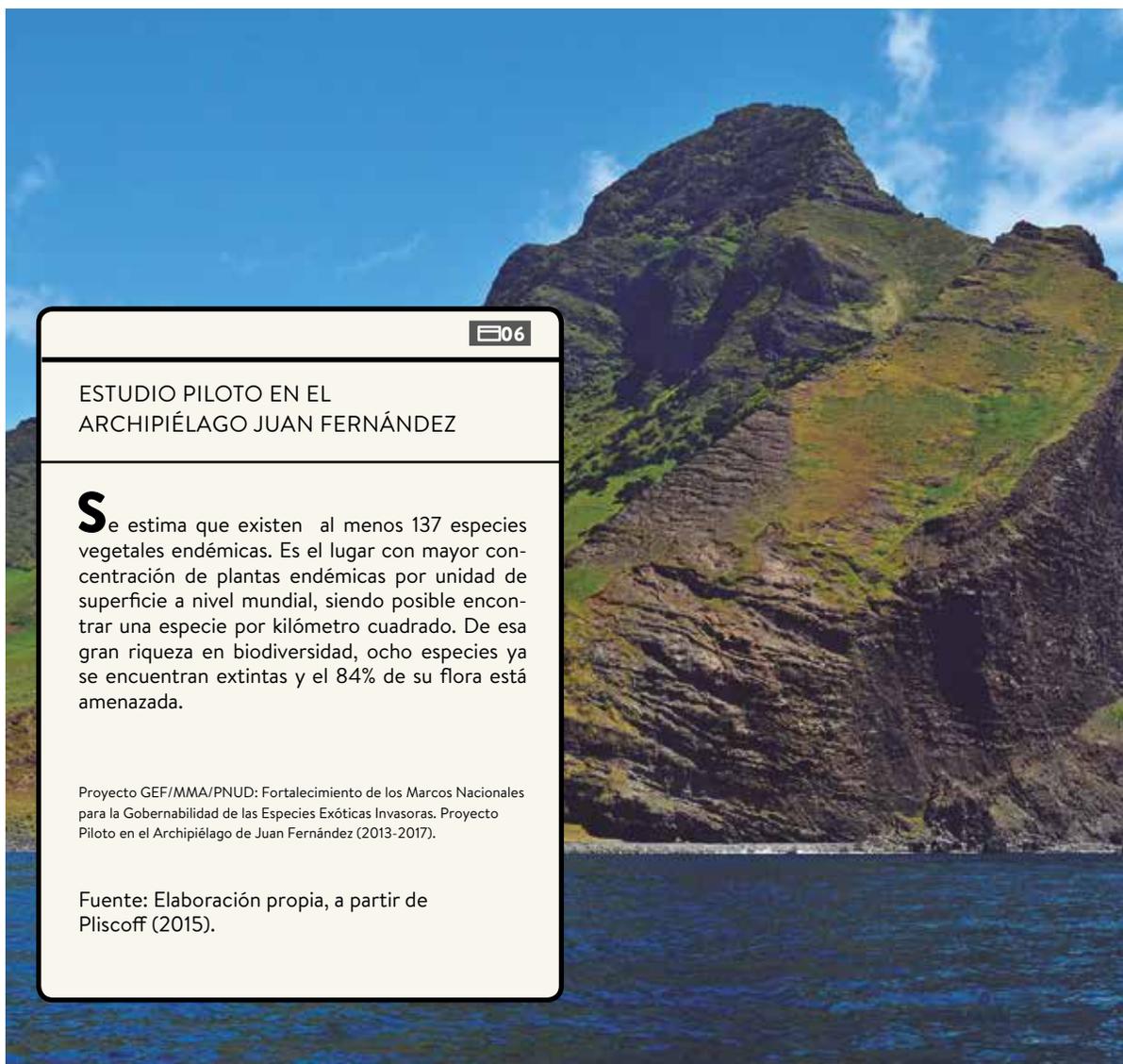
Una de las especies invasoras más dañinas es la *Didymosphenia geminata*, más conocida como Didymo, microalga que en 2010 fue registrada por primera vez en el sur de Chile y se desconoce cuándo fue introducida al país. Esta especie se ha propagado masivamente, modificando los ecosistemas de ríos y lagos, provocando la disminución de las poblaciones de peces y otras especies, afectando también a la industria turística y generando un alto costo de gestión para su control.

El Castor canadensis, presente en ecosistemas de aguas continentales de Tierra del Fuego en Chile y Argentina, es la especie exótica invasora de la que se tiene mayor conocimiento. Esta especie, introducida en Tierra del Fuego en 1946, expandió su área de impacto al continente y actualmente amenaza con colonizar toda la Patagonia. Ha modificado ríos y turberas de Tierra del Fuego, se estima que ha modificado aproximadamente 5.400 ha de bosque nativo en el sector chileno y al menos 5.200 ha en el sector argentino (Wallem et al., 2007). Su

¹⁰ 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 (2013-2017).

velocidad de expansión terrestre varía según los ecosistemas, pudiendo llegar a superar los seis kilómetros anuales.

El Ciervo colorado, introducido en Tierra del Fuego, es catalogado entre las 100 especies invasoras más dañinas del mundo por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Representa un alto riesgo para los ecosistemas naturales del sur de Chile hasta Tierra del Fuego (Flueck & Smith-Flueck, 2012). Otras especies exóticas depredadoras tales como el visón (*Neovison vison*) y el jabalí (*Sus scrofa*), son mamíferos que se están dispersando por amplias zonas del país, pero no existen estudios que evalúen económicamente el daño causado.



E06

ESTUDIO PILOTO EN EL ARCHIPIÉLAGO JUAN FERNÁNDEZ

Se estima que existen al menos 137 especies vegetales endémicas. Es el lugar con mayor concentración de plantas endémicas por unidad de superficie a nivel mundial, siendo posible encontrar una especie por kilómetro cuadrado. De esa gran riqueza en biodiversidad, ocho especies ya se encuentran extintas y el 84% de su flora está amenazada.

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 (2013-2017).

Fuente: Elaboración propia, a partir de Pliscoff (2015).

Estero Derecho Santuario Natural del valle del Elqui | NATALIA MATORANA



2.5. Cambio Climático

Debido a la vulnerabilidad del país en materia de cambio climático, se han realizado distintos estudios para modelar el comportamiento futuro de las especies y los ecosistemas terrestres en Chile, frente a escenarios de cambio climático. En relación a la distribución y dispersión de las especies, se señala que las consecuencias de este cambio dependerían fundamentalmente de la capacidad de dispersión o migración a gran escala con que cuenten las especies estudiadas (Marquet et al., 2010).

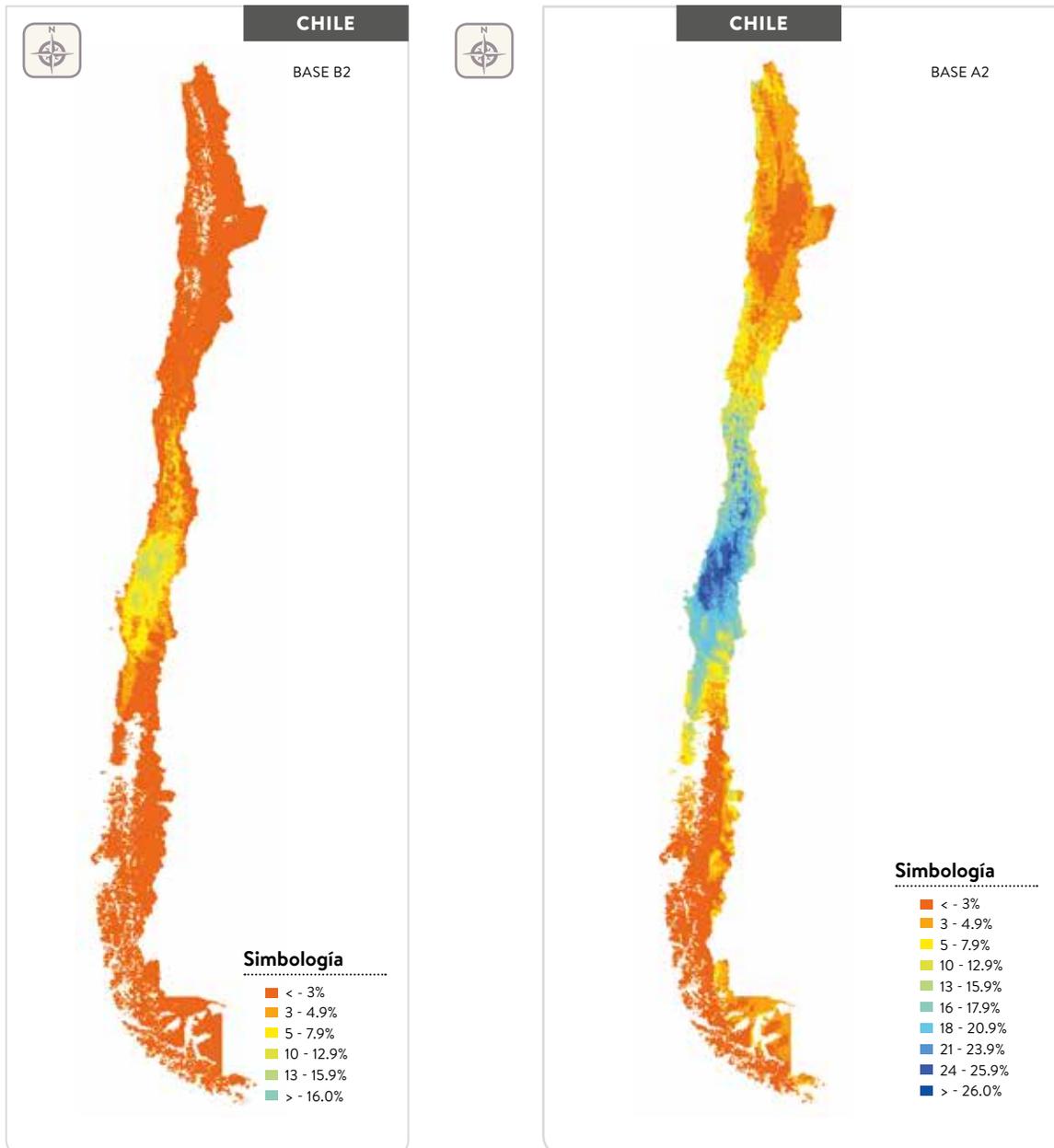
En 2010, el Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), encomendado por la entonces CONAMA (Marquet et al., 2010), desarrolló el estudio denominado “Vulnerabilidad de la biodiversidad terrestre en la eco-región mediterránea, a nivel de ecosistemas y especies, y medidas de adaptación frente a escenarios de cambio climático”. Si se considera que las especies tienen limitaciones para dispersarse cuando cambian las condiciones ambientales en sus áreas tradicionales, la gran mayoría de las 1.447 especies de flora terrestre y 67 especies de fauna analizadas, presentarían reducciones en su área de distribución proyectada.

Los impactos del cambio climático sobre los 36 ecosistemas, basados en agregaciones de los 127 pisos de vegetación de Luebert y Pliscoff (2006), muestran un patrón de variación latitudinal en casi todas las unidades presentes en la zona costera e interior del norte y centro de Chile. Así también, las unidades con vegetación esclerófila y espinosa son las que muestran mayor variación en sus rangos de distribución actuales.



Glaciar Bahía Parry | JORGE HERREROS

PORCENTAJE DE CAMBIO EN LAS DISTRIBUCIONES DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA PARA A2 Y B2, EN RELACIÓN A LA SITUACIÓN ACTUAL (BASE)



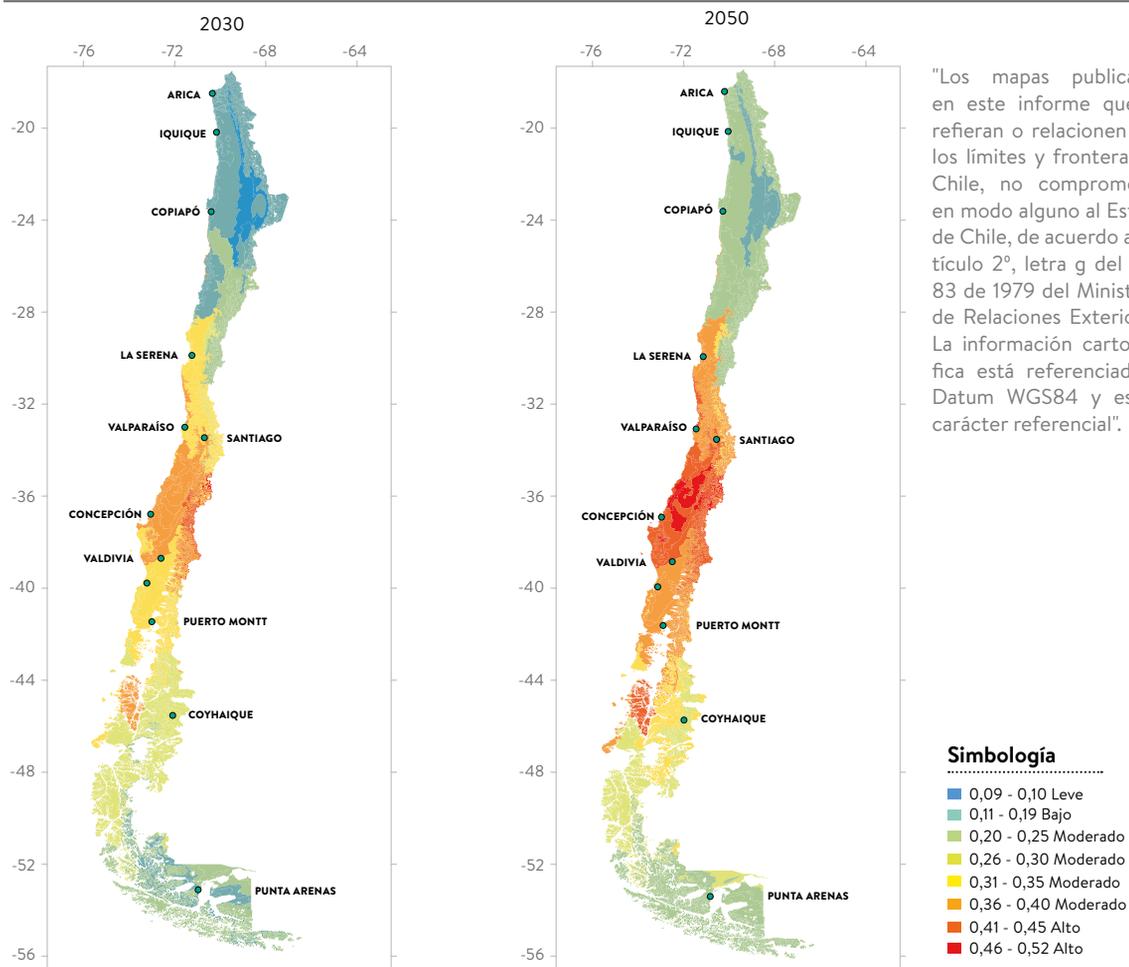
"Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al artículo 2º, letra g del DFL 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum WGS84 y es de carácter referencial".

Fuente: Marquet et al., 2010.

Para el caso de los humedales altoandinos, en el extremo norte del país, se seleccionaron ocho sitios correspondientes a las cuencas con mayor cantidad de hábitat de humedal (Cuenca altiplánica, Cuenca del Río Lluta, Cuenca del Salar de Atacama, Cuenca del Río Loa, Cuencas Endorreicas del Salar de Atacama, Cuenca Norte Salar de Pedernales, Cuenca Vertiente Pacífico, Cuenca Río Huasco). Los resultados del análisis indican que el balance hídrico futuro se caracterizará por una tendencia al aumento de las temperaturas y reducción del agua de precipitaciones, caudales y escorrentía superficial, siendo estos últimos los principales sostenedores de los humedales de esta zona, lo que significaría un perjuicio en la estabilidad y funcionalidad ecológica de estos ecosistemas.

De manera complementaria, investigadores de la Universidad de Chile (Santibáñez et al., 2013), analizaron el estrés bioclimático¹¹ sobre cada uno de los 127 pisos vegetacionales (formaciones vegetacionales agrupados por tipos vegetales) de Chile. El estrés bioclimático se estima como una función de las diferencias entre las condiciones promedio durante 1980-2010 (línea base) y las condiciones climáticas esperadas en 2030 y 2050. En base a este concepto e incorporando además otras variables no climáticas que inciden en la vulnerabilidad de los ecosistemas, se identifican como especialmente afectados para el escenario 2050 los pisos de vegetación situados en la zona central del país, entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos.

¹¹ Como variables del clima se aplica: la temperatura estival (enero), la temperatura invernal (julio) y el grado de aridez.

MAPA 15**ÍNDICE DE ESTRÉS INTEGRADO**

"Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al artículo 2º, letra g del DFL 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum WGS84 y es de carácter referencial".

Fuente: Santibáñez et al., 2013.

3 • RESPUESTA

3.1 Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas

En 2010, con la modificación a la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Ley N° 20.417/2010), Chile comprometió la creación de un servicio público encargado de la conservación de la biodiversidad, con el fin de consolidar la implementación de las políticas en materia de uso sostenible y protección de la biodiversidad del país.

En junio de 2014, el ejecutivo ingresó al Congreso el Proyecto de Ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (proyecto de ley del SBAP)¹², actualmente en tramitación en el Congreso Nacional. La materialización de esta ley permitirá implementar un conjunto de objetivos y funciones en materia de conservación y protección de ecosistemas, especies y genes, así como la gestión integrada de áreas protegidas públicas y privadas, entre otras materias.

Asimismo, esta ley permitirá la implementación de instrumentos y mecanismos que permitan reducir la pérdida de hábitats de especies nativas, la contaminación, los impactos de especies exóticas invasoras, la sobreexplotación de especies y los efectos del cambio climático global.

3.2 Estrategia Nacional de Biodiversidad

Chile ratificó en 1994 el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD) y se comprometió a implementar acciones para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad. En 2010, la CBD instó a los países a actualizar sus Estrategias Nacionales de Biodiversidad (ENB) bajo la mirada del “Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi”¹³.

La Estrategia Nacional de Biodiversidad es un documento que los países preparan para conducir sus acciones asociadas al cumplimiento de la CBD. Ese documento reconoce la importancia de la biodiversidad como eje de la vida sobre la tierra y concentra sus esfuerzos en su conservación, incluyendo el uso sustentable de sus componentes. Este compromiso reconoce además que la conservación de la biodiversidad es de interés común para toda la sociedad, así como una parte integrante del proceso de desarrollo.

La estrategia nacional (2016-2030) está compuesta por dos políticas y cuatro estrategias temáticas, las que a su vez contemplan cada una un plan de acción:

1. Política Nacional de Conservación de Especies Amenazadas.
2. Política Nacional de Áreas Protegidas.
3. Estrategia de Conservación Marina y de Islas Oceánicas.
4. Estrategia Nacional de Conservación y Uso Racional de Humedales.
5. Estrategia de Gestión de las Especies Exóticas Invasoras.

3.3 Biodiversidad como pilar de sostenibilidad de los recursos naturales

Los impactos sobre la diversidad biológica repercuten en la calidad y cantidad de los servicios ecosistémicos que ella provee. La degradación del patrimonio natural conlleva pérdidas socioeconómicas, en vista de la dependencia del país respecto a la explotación de sus recursos naturales y de los beneficios de los servicios ecosistémicos.

¹² Proyecto de Ley: Boletín N° 9.404-12.

¹³ Ver detalle de las metas en http://biodiversidad.mma.gob.cl/?page_id=1612

Los principales sectores productivos que se benefician de servicios ecosistémicos son el sector minero, usuario intensivo del servicio de provisión de agua, que a su vez aporta un 12% al PIB nacional; el sector turístico, que aporta un 3,2% al PIB nacional; el sector silvoagropecuario, principal demandante de agua dulce (consume 73% de ésta en el país), el cual aporta un 2,6% al PIB, y el sector pesquero, que representa un 0,3% del PIB (Ministerio del Medio Ambiente, 2014). La estimación del valor económico de los servicios ecosistémicos de turismo y recreación, solo considerando los parques nacionales, las reservas nacionales y los monumentos naturales, asciende a 70,5 millones de dólares en 2010 (Figueroa, 2010), sin considerar los encadenamientos económicos y de empleo hacia los sectores relacionados. Los demás sectores dependen, principalmente, de servicios prestados por ecosistemas localizados fuera de áreas protegidas.

Por su parte, las actividades económicas que se benefician de los servicios que prestan los ecosistemas, no integran suficientemente acciones de conservación de los mismos en sus esquemas de inversión y de planificación. Ello está asociado a la ausencia de mercados que permitan desarrollar actividades de conservación. Entre los problemas para desarrollar este tipo de mercados se encuentran una serie de fallas, como altos costos de transacción, asimetrías de información, presencia de externalidades, costos de coordinación, incertidumbre e irreversibilidad, entre otras.

3.4. Instrumentos económicos para la conservación de la biodiversidad

Hoy, los instrumentos con que cuenta el Estado chileno para la conservación de la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos dentro y fuera de las áreas protegidas son insuficientes, dispersos e incompletos. Por ello, el Proyecto de Ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP), contempla una serie de instrumentos nuevos, como por ejemplo, la retribución por servicios ecosistémicos, compensaciones en biodiversidad y certificación o registro de acciones de preservación.

El proyecto de ley para la creación del SBAP puede resolver estos problemas a través del desarrollo de certificaciones o registro de acciones de mantención o recuperación de servicios ecosistémicos, estandarización de su valoración y difusión. Asimismo, la promoción de prácticas de preservación y de restauración de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, a través de su certificación o registro, exige diseñar una institucionalidad que defina el ente certificador (si es el propio Estado o actores independientes) y las metodologías a aplicar.

3.5. Conservación in-situ

3.5.1. Áreas protegidas

Internacionalmente, se ha llegado al consenso de que la conservación in-situ, es decir, la creación y manejo de áreas protegidas, constituyen el mecanismo más adecuado para la preservación y conservación de la biodiversidad en sus tres niveles: genes, especies y ecosistemas.

Las áreas protegidas son un elemento esencial en la conservación de la biodiversidad y consideran un espectro amplio de niveles de protección, existiendo diferentes tipos de áreas protegidas según el nivel de restricciones establecidas para cada categoría.

SBAP

El **Proyecto de Ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP)**, contempla una serie de instrumentos nuevos, como por ejemplo, la retribución por servicios ecosistémicos, compensaciones en biodiversidad y certificación o registro de acciones de preservación.

El proyecto de ley para la creación del SBAP puede resolver estos problemas a través del desarrollo de certificaciones o registro de acciones de mantención o recuperación de servicios ecosistémicos, estandarización de su valoración y difusión.

El desarrollo legislativo e institucional de las áreas protegidas en Chile ha llevado a la constitución de distintas categorías de áreas protegidas. Este documento presenta como áreas protegidas nueve categorías que cumplen con los siguientes criterios: (i) tienen como objetivo la conservación de la biodiversidad, (ii) cuentan con mecanismos institucionales para su designación y manejo, (iii) se constituyen sobre espacios geográficos bien determinados. Las nueve categorías se encuentran enumeradas a continuación con una propuesta de homologación a las categorías de UICN.

TABLA 05

ÁREAS PROTEGIDAS CHILENAS Y HOMOLOGACIÓN A CATEGORÍAS UICN							
ÁREA PROTEGIDA / CATEGORÍA UICN	Ia	Ib	II	III	IV	V	VI
Parque Marino	X						
Reserva de Región Vírgen		X					
Parque Nacional			X				
Monumento Natural				X			
Santuario de la Naturaleza				X	X		
Reserva Forestal					X		
Reserva Nacional					X		X
Reserva Marina					X		
Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos						X	

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2015b.

TABLA 06

NÚMERO Y SUPERFICIE DE ÁREAS PROTEGIDAS DE CHILE		
N°	CATEGORÍA ÁREA PROTEGIDA	SUPERFICIE (HA)
9	Áreas Marinas Costeras Protegidas de Múltiples Usos	98.475,07
3	Parques Marinos	45.005.063,05
5	Reservas Marinas	7.810,57
16	Monumentos Naturales	34.429,28
36	Parques Nacionales	9.181.757,97
23	Reservas Forestales	4.663.040,73
26	Reservas Nacionales	751.304,73
45	Santuarios de la Naturaleza	485.433,52
164	TOTAL	59.958.738,29

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2016b.

La aprobación del Proyecto de Ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, permitirá implementar de manera integral políticas, planes, programas y normas para la conservación de la biodiversidad, tanto fuera como dentro de las áreas protegidas, de manera orgánica y consecuente con los compromisos adquiridos en el marco del Convenio de Diversidad Biológica (CDB), el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica (2011-2020)¹⁴ y otras convenciones, además de las recomendaciones de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) en materia de conservación de la naturaleza (Ministerio del Medio Ambiente, 2015b).

Las áreas protegidas de Chile abarcan una superficie cercana a los 60 millones de hectáreas, las que se distribuyen en 164 unidades, en distintas categorías de protección y emplazadas en diferentes tipos de ecosistemas. Cabe precisar, que la distribución por ecosistemas no es homogénea ya que más del 80% de las unidades corresponde a ecosistemas terrestres.

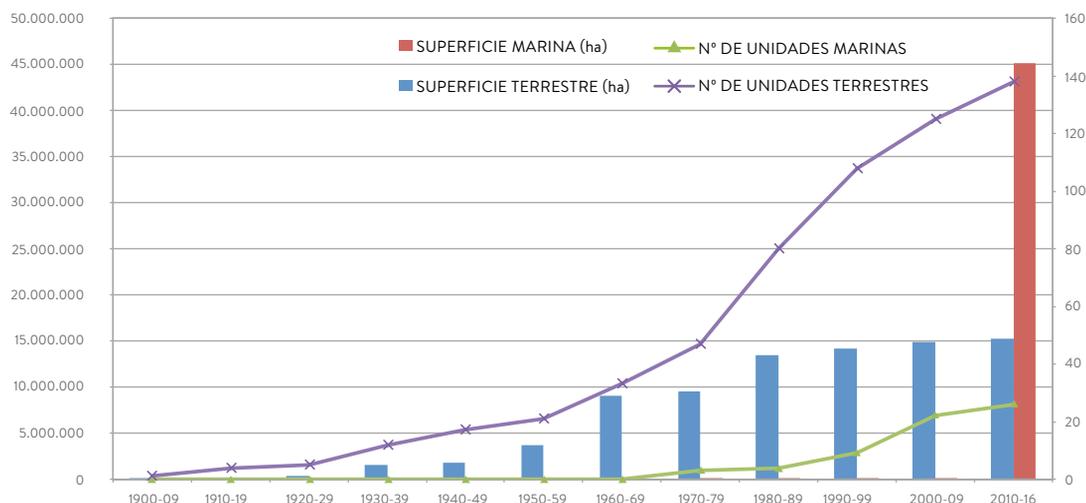
Tal como se puede apreciar en la **Figura 14**, la mayor parte de los ecosistemas terrestres sin protección, corresponden a formaciones de matorrales costeros e interiores de la zona norte; matorrales espinosos, bosques esclerófilos y bosques costeros caducifolios de la zona central; y estepas de la zona austral. Por otra parte, al interior de las distintas categorías de áreas protegidas se encuentran más de 2.000.000 ha de glaciares y más de 16.000 ha de humedales. Además, éstas albergan un número importante de especies clasificadas en peligro (Ministerio del Medio Ambiente, 2015b).

Respecto a la protección de áreas en los ambientes marinos y costeros, a pesar de que en términos generales existe un 12,9% de protección de la Zona Económica Exclusiva, el 97% de dicha superficie corresponde a dos áreas —Parque Marino Motu Motiro Hiva, con 15.000.000 ha; y Parque Marino Nazca Desventuradas, con 30.003.500 ha—, que protege la provincia bioregional de Isla de Pascua, la superficie restante corresponde a las áreas marinas protegidas establecidas en el borde continental y que aportan marginalmente a la representatividad del resto de las ecorregiones marinas del país (Ministerio del Medio Ambiente, 2015b).

¹⁴ Plan Estratégico para la Diversidad Biológica (2011-2020) Meta N°11 de Aichi. “Al 2020, al menos el 17% de las zonas silvestres y de las aguas interiores y el 10% de las zonas marinas y costeras se habrán conservado por medio de sistemas de áreas protegidas administrados de manera eficaz y equitativa, ecológicamente representativos y bien conectados, y de otras medidas de conservación eficaces basadas en áreas y estas estarán integradas a los paisajes terrestres y marinos más amplios”.

FIGURA 13

ÁREAS PROTEGIDAS DE CHILE AL 2016



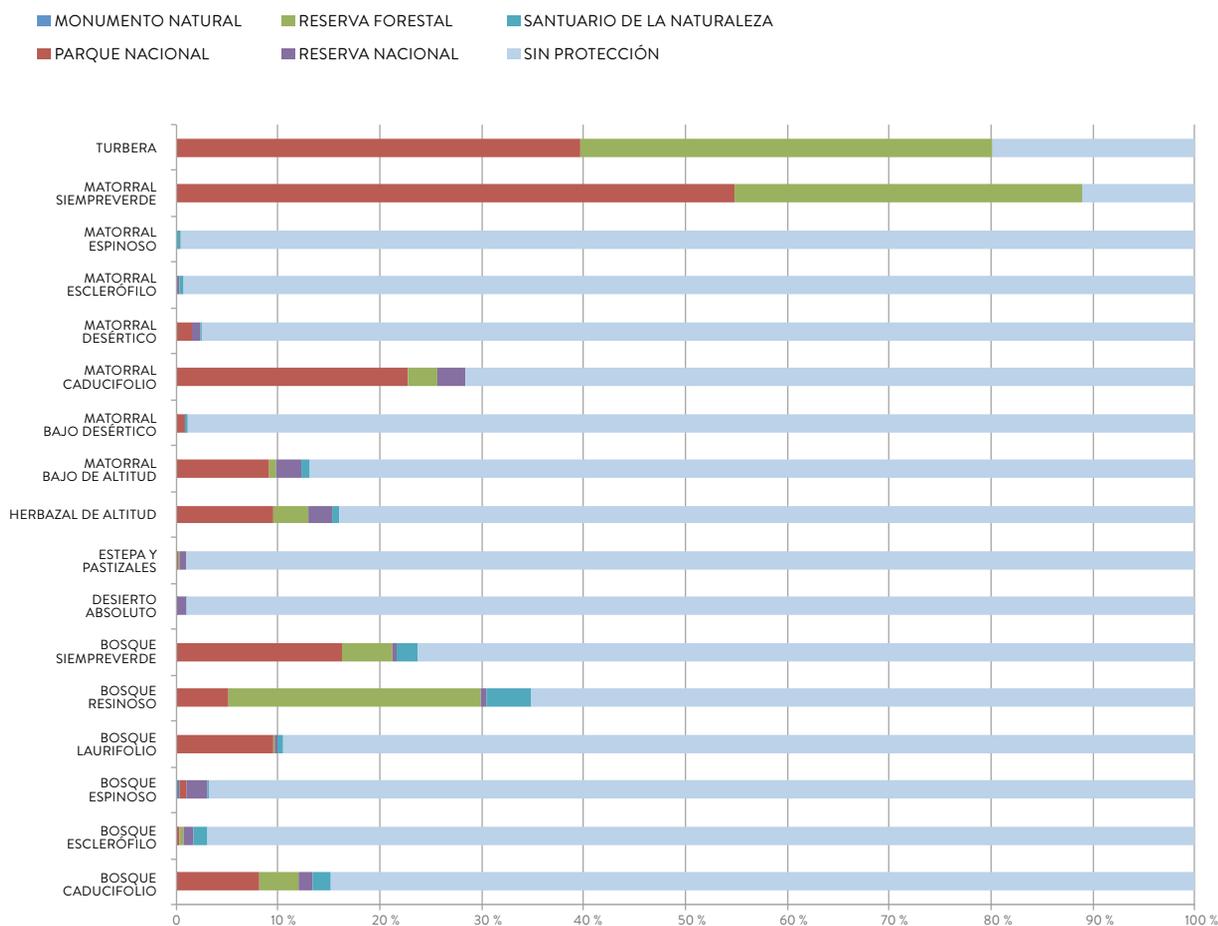
Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2016b.

A pesar de la alta concentración de áreas protegidas en el ámbito terrestre –las que cubren cerca del 20% del territorio nacional continental e insular, todavía persisten importantes vacíos de representatividad para un número de ecosistemas terrestres. Más del 12% de estos no se encuentra incluido en alguna categoría de área protegida y otro 24% posee menos de 1% de sus áreas bajo algún sistema de protección (Ministerio del Medio Ambiente, 2015b).

En este contexto, existen brechas de representatividad ecosistémica y desigualdad en cobertura (superficie), distribución geográfica y de nivel de protección de las áreas marinas protegidas. Entre los ambientes que no cuentan con medidas de conservación están los cañones submarinos y planicies y los ambientes pelágicos y demersales. Asimismo, existen vacíos en los esfuerzos de conservación en la zona norte, central, los fiordos y canales e islas oceánicas (Ministerio del Medio Ambiente, 2014).

FIGURA 14

REPRESENTATIVIDAD DE ECORREGIONES TERRESTRES DE CHILE AL 2016



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2016b.

3.5.2. Otros instrumentos de gestión para la conservación in-situ

Además de las áreas protegidas existen otros instrumentos de conservación de espacios terrestres o acuáticos, como las designaciones internacionales de protección. Estas incluyen zonas de amortiguación, paisajes de conservación, corredores biológicos o sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Entre las designaciones internacionales de protección destacan las Reservas de la Biosfera, los humedales de relevancia internacional (Sitios Ramsar) y los sitios de Patrimonio Mundial. Estas designaciones se basan en tratados internacionales suscritos por Chile.

Reservas de la biósfera

Las Reservas de la Biósfera son homologables a las categorías de áreas protegidas V o VI de UICN, aunque no son consideradas áreas protegidas oficiales en nuestro país. En Chile existen diez reservas de la biósfera, que en total cubren una superficie aproximada de 11,4 millones de hectáreas:

- | | |
|------------------------|---|
| 1. Araucarias | 6. Laguna San Rafael |
| 2. Cabo de Hornos | 7. Lauca |
| 3. Fray Jorge | 8. Torres del Paine |
| 4. Juan Fernández | 9. Bosques Templados Lluviosos de Los Andes |
| 5. La Campana-Peñuelas | 10. Nevados de Chillán |

Humedales de relevancia internacional o sitios Ramsar

Lagos y ríos, acuíferos subterráneos, pantanos y marismas, pastizales húmedos, turberas, oasis, estuarios, deltas y bajos de marea, manglares y otras zonas costeras, arrecifes coralinos, y sitios artificiales como estanques piscícolas, arrozales, embalses y salinas, que han sido designados a nivel nacional para formar parte de esta categoría, reconociendo que tienen un valor significativo para la toda la humanidad (según el Convenio Internacional de Humedales). En Chile existen 13 Sitios Ramsar:

TABLA 07

LISTADO DE SITIOS RAMSAR EN CHILE				
ID	NOMBRE SITIO RAMSAR	REGIÓN	SUPERFICIE (ha)	AÑO
1	Salar de Surire	Arica y Parinacota	15.858	1996
2	Salar de Huasco	Tarapacá	6.000	1996
3	Salar de Tara	Antofagasta	96.439	1996
4	Sistema Hidrológico Sóncor del salar de Atacama	Antofagasta	67.133	1996
5	Salar de Pujsa	Antofagasta	17.397	2009
6	Salar de Aguas Calientes IV	Antofagasta	15.529	2009
7	Laguna del Negro Francisco y Laguna Santa Rosa	Atacama	62.460	1996
8	Las Salinas de Huentelauquén	Coquimbo	2.772	2015
9	Laguna Conchalí	Coquimbo	34	2004
10	Parque Andino Juncal	Región de Valparaíso	13.796	2010
11	El Yalí	Región de Valparaíso	520	1996
12	Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter	Región de los Ríos	4.877	1981
13	Bahía Lomas	Magallanes y de la Antártica Chilena	58.946	2004

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2016c.

3.6. Conservación ex-situ: bancos de germoplasma

Los bancos de germoplasma son centros para la conservación ex situ de recursos genéticos que funcionan bajo condiciones adecuadas para prolongar la vida del material conservado. Desempeñan un papel clave en la conservación de la biodiversidad agrícola, pecuaria, forestal y de uso bio-industrial, y más recientemente, de las especies silvestres amenazadas. También es clave su rol de proveedor de material genético para investigación, desarrollo de razas de ganado y variedades de cultivos, así como de microorganismos en las diversas áreas de la industria (León-Lobos et al., 2016).

El INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria) estableció en 2013, formalmente, la “Red de bancos de germoplasma”, conformada por cuatro bancos activos y un banco base de semillas, además de un banco microbiano donde se conserva la Colección Chilena de Recursos Genéticos Microbianos (CChRGM), sumándose en 2015 un banco activo y base de papas que conserva una importante colección de papas nativas (León-Lobos et al., 2016).

Dada la importancia de conservar los recursos genéticos para contribuir a preservar la biodiversidad en 2001, el INIA inició un programa de conservación de semillas de plantas nativas con apoyo del Millennium Seed Bank Partnership de los Jardines Botánicos Reales de Kew (RBG Kew). Al presente se ha logrado recolectar alrededor de 2.000 muestras de semillas, correspondientes a 1.266 especies (León-Lobos et al., 2016). De estas, un 67% son endémicas y el 33% restante nativas de Chile. Hay una fracción menor al 0,5% de especies introducidas. Del total conservado, un 39% corresponde a hierbas anuales y perennes, 36% a arbustos y 13% a geófitas, seguido de cactus, árboles y menor fracción de lianas y plantas parásitas. Una fracción no menor corresponde a especies amenazadas de extinción, como pacul (*Krameria cistoidea*), algarrobilla (*Balsamocarpon brevifolium*), dalea (*Dalea azurea*), garra de león (*Leontochir ovallei*) y azulillo (*Tecophylaea cyanocrocus*) (León-Lobos et al., 2016).

Los únicos bancos que disponen de información sobre sus colecciones en línea y que tienen un sistema de documentación y acceso público a los recursos genéticos, son los de la red del INIA (León-Lobos et al., 2016).

En lo que respecta a microorganismos, existen colecciones de trabajo mantenidas en universidades, destacando la Universidad de Concepción, Universidad de Chile, Universidad de La Frontera y Universidad Austral. También hay una colección de microorganismos conservadas en el Instituto Forestal, INFOR. Estas colecciones se han creado en el marco de proyectos de investigación por lo que su conservación no se encuentra garantizada.

3.7. Conservación de especies

3.7.1. Clasificación de especies según estado de conservación

El Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE), establece las disposiciones para la clasificación de especies de flora y fauna silvestres en las distintas categorías de estado de conservación (Tala et al., 2013). Desde 2005, momento en el cual se publicó el primer reglamento para la clasificación de especies, se han desarrollado 12 procesos¹⁵.

¹⁵ Al momento de esta publicación el Decreto Supremo no ha sido publicado

TABLA 08

NÚMERO DE ESPECIES CLASIFICADAS POR PROCESOS DEL RCE YA OFICIALIZADOS			
RCE	DECRETO	DIARIO OFICIAL	Nº ESPECIES
1	DS Nº 151/2007 MINSEGPRES	24-03-2007	33
2	DS Nº 50/2008 MINSEGPRES	30-06-2008	71
3	DS Nº 51/2008 MINSEGPRES	30-06-2008	61
4	DS Nº 23/2009 MINSEGPRES	07-05-2009	133
5	DS Nº 33/2011 MMA	27-02-2012	112
6	DS Nº 41/2011 MMA	11-04-2012	73
7	DS Nº 23/2011 MMA	11-04-2012	111
8	DS Nº 19/2012 MMA	11-02-2013	96
9	DS Nº 13/2013 MMA	25-07-2013	110
10	DS Nº 52/2014 MMA	29-08-2014	103
11	DS Nº 38/2015 MMA	04-12-2015	100
12	DS Nº 16/2016 MMA	16-09-2016	89
TOTAL especies evaluadas			1.110
TOTAL especies distintas			993

Fuente: Departamento de Conservación de Especies, División de Recursos Naturales y Biodiversidad, Ministerio del medio Ambiente, 2016.

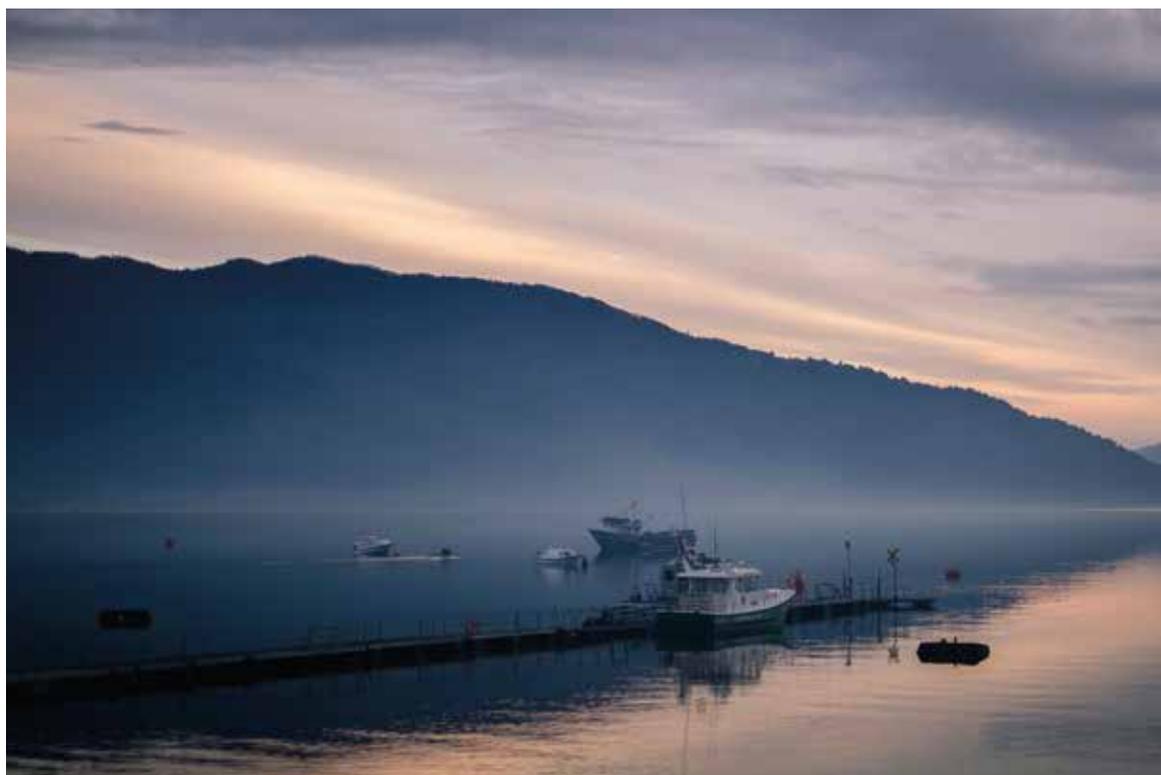
Existen varias implicancias de la aplicación del procedimiento de clasificación de especies según su estado de conservación. Una de las más obvias es que en general las especies amenazadas reciben mayor atención por parte del Estado, debido a su precaria situación de conservación. Este aspecto no solo se ve reflejado en términos de la gestión del financiamiento, sino también en la generación y aplicación de normativas tendientes a disminuir las amenazas que las afectan (Tala et al., 2016). Por otro lado, la revisión de especies en el marco del RCE es un aliciente que obliga a recopilar y actualizar información de las mismas, especialmente sobre aspectos biológicos y ecológicos, dinámica poblacional y amenazas. Los resultados del RCE también generan algunos efectos vinculantes con la Ley Nº 4.601 de Caza, con la Ley Nº 20.823 sobre Recuperación del Bosque Nativo, con el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y con la formulación de Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies (Tala et al. 2016).

3.7.2. Planes de recuperación control y gestión de especies

Los Planes de recuperación, conservación y gestión de especies (RECOGE), son instrumentos administrativos y de gestión que contienen el conjunto de acciones, medidas y procedimientos que deberán ejecutarse para recuperar, conservar y manejar especies clasificadas por el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE). El procedimiento para su elaboración se rige por el DS N° 1 de 2014, pudiendo diseñarse tanto para una especie en particular, como para un grupo de especies cuando presenten características similares en términos de su biología, amenazas o distribución (Tala et al., 2016).

El enfoque principal de estos planes es el control de las amenazas, y su elaboración se rige por principios participativos y colaborativos, considerando a instituciones del Estado, comunidad científica, académica, social y sector productivo tanto en la elaboración como en la implementación de los planes (Tala et al., 2016).

Hasta abril de 2016, existen tres planes RECOGE con resolución, que da inicio al proceso de elaboración del plan y que corresponden a: Plan de Recuperación, Conservación y Gestión de la Flora costera del norte de Chile; Plan de Recuperación, Conservación y Gestión del Lucumillo; y Plan de Recuperación, Conservación y Gestión del Ruil. Otros dos planes que próximamente tendrán resolución de inicio serán el de la Chinchilla de cola corta y Garra de león. Entretanto, existen otros 6 planes RECOGE que están en proceso de diseño y aún no han sido evaluados.





REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, W. (2013). Elementos para formular una propuesta de posición de Chile a la XI Sesión de la Conferencia de las Partes de la Convención UNCCD sobre desertificación (CoP-11): Resumen Ejecutivo. Santiago, Chile.
- Altamirano, A. & Lara, A. (2010). Deforestación en ecosistemas templados de la precordillera andina. *Bosque* 31(1), 53-64.
- Armesto, J., et al. (2010). From the Holocene to the Anthropocene: A historical framework for land cover change in southwestern South America in the past 15,000 years. *Land Use Policy* 27, 148-160.
- Armesto J. & Núñez-Ávila, M. (2016). Bosques nativos de Chile y su historia. En Ministerio del Medio Ambiente (Ed.), *Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos*. Manuscrito no publicado. Santiago, Chile.
- Arroyo, M. et al. (2008). Diversidad de Ecosistemas: El Hotspot Chileno, Prioridad mundial para la conservación. En Comisión Nacional del Medio Ambiente (Ed.), *Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos* (p.90-96). (1ª Ed.). Santiago: Ocho Libros Editores Ltda.
- Barros, R., Jaramillo, A. & Schmitt, F. (2015). Lista de las aves de Chile 2014. *La Chiricoca* 20, 79-100.
- 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.
- Centro de Desarrollo Tecnológico, CDT, (2015). Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera. Santiago, Chile. Obtenido en www.energiaabierta.cl/estudios/
- Chile, Centro Nacional del Medio Ambiente Chile (2013). Programas de Vigilancia de Normas Secundarias de Calidad y las que están en proceso con el objeto de avanzar en el estado ecológico de las aguas superficiales. Campañas de monitoreo y evaluación de estado ecológico de 10 cuencas hidrográficas de Chile (Documento técnico del proyecto Normas Secundarias de Calidad), Santiago, Chile: Ministerio del Medio Ambiente.
- Donoso, C. (1981). Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. Documento de Trabajo 38, FO:DP/CHI/76/003. Investigación y desarrollo Forestal (FAO).
- Echeverría, C., David, C. & Salas, J. (2006). Rapid deforestation and fragmentation of Chilean Temperate Forests. *Biological Conservation* 130, 481-494.
- European Commission & World Health Organization (2002). *Eutrophication and Health*. European Communities.
- Fernández, I. et al. (2010). Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales, Santiago, Chile: PUC-Gobierno de Chile.
- Figueroa, E. (2010). Valoración Económica Detallada de las Áreas Protegidas de Chile. Proyecto GEF/MMA/PNUD Creación de un Sistema Nacional de Áreas Protegidas para Chile: Estructura Financiera y Operacional. Santiago, Chile
- Flueck, W. & Smith-Flueck, J. (2012). A review of introduced cervids in Chile. *Animal Production Science* 52(8), 681-684. Santiago, Chile: *Revista Chilena de Historia Natural* 80, 309-325.
- Friedlander, A.M., Ballesteros, E., Caselle, J.E., Gaymer, C.F., Palma, A.T. & Petit, I. (2016, Enero). Marine Biodiversity in Juan Fernández and Desventuradas Islands, Chile: Global Endemism Hotspots. Obtenido de: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0145059>
- González Mauro E, Lara, Antonio, Urrutia, Rocío, & Bosnich, Juvenal. (2011). Cambio climático y su impacto potencial en la ocurrencia de incendios forestales en la zona centro-sur de Chile (33° - 42° S). *Bosque (Valdivia)*, 32(3), 215-219. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002011000300002>
- Gutiérrez, J.R., Meserve, P.L., Kelt, D.A., Engilis Jr, A. & Andrea, M. (2010). Long-term research in Bosque Fray Jorge National Park: Twenty years studying the role of biotic and abiotic factors in a Chilean semiarid scrubland. *Revista Chilena de Historia Natural* 83(1), 69-98.
- Harvey, C. & Sáenz, J. (2007). Evaluación y Conservación de biodiversidad de paisajes fragmentados de Mesoamérica. Costa Rica: ENBio.
- Jaksic, F. & Yañez, J. (1983). Rabbit and fox introductions in Tierra del Fuego: history and assessment of the attempts at biological control of the rabbit infestation. *Biological Conservation* 26, 367-374.
- Jaramillo, E., et al. (2006). Actualización y validación de la clasificación de zonas biogeográficas litorales (Informe final proyecto FIP 2004-28), Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile.
- Kelt, D.A. & Meserve, P.L. (2014). Status and challenges for conservation of small mammal assemblages in South America. *Biological Reviews* 89(3), 705-722.
- León-Lobos, P., Barra-Bucarei, L. y Ortega Klose F. (2016). Bancos de Germoplasma en Chile. En Ministerio del Medio Ambiente (Ed). *Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos*. Manuscrito no publicado. Santiago, Chile.

- Lizarralde, M. (2000). Mamíferos Exóticos en Tierra del Fuego. *Ciencia Hoy* 10(56):21-28.
- Lobos, G. et al. (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.
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S. & De Poorter, M. (2004). 100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo: una selección del Global Invasive Species Database. Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN).
- Luerbert, F. & Plischoff, P. (2006). Sinopsis bioclimática y vegetal de Chile, Santiago, Chile: Editorial Universitaria.
- Marquet, P. et al. (2010). Estudio de vulnerabilidad de la biodiversidad terrestre en la eco-región mediterránea, a nivel de ecosistemas y especies, y medidas de adaptación frente a escenarios de cambio climático. Santiago, Chile: Ministerio del Medio Ambiente-Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), Centro de Cambio Global (Universidad Católica), Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad (CASEB).
- Matus, R., Blank, O., Blanco, D., Madsen, J., Benegas, L. & Mateazzi, G. (2000). Canquén de cabeza colorada (*Chloephaga rubidiceps*), nuevos antecedentes sobre sitios de reproducción y concentración en la XII Región de Magallanes, Chile. *Boletín Chileno de Ornitología* 7, 13-18.
- Millanao, A. et al. (2011). Uso inadecuado y excesivo de antibióticos: salud pública y salmicultura en Chile. *Rev. Méd. Chile* 139, 107-118.
- Chile, Ministerio de Energía, Corporación Nacional Forestal-Ministerio del Medio Ambiente (2016). Proyecto GEF de Dendroenergía.
- Chile, Ministerio del Medio Ambiente (2011). Informe final del proyecto "Diseño del Inventario Nacional de Humedales y el Seguimiento Ambiental" (N°1588-28-LP10), Santiago, Chile.
- Chile, Ministerio del Medio Ambiente (2013). Conservación de Ecosistemas Acuáticos Continentales y su Biodiversidad, Implementación de Metodologías y Desarrollo de Herramientas para la Planificación, Evaluación y Priorización de Ecosistemas, Santiago, Chile: Informe N°6.
- Chile, Ministerio del Medio Ambiente (2014). Quinto Informe Nacional de Biodiversidad de Chile ante el Convenio de Diversidad Biológica (CDB), Santiago, Chile.
- Chile, Ministerio del Medio Ambiente (2015a). Base de datos nacional actualizada de la ocupación del territorio desde la perspectiva ecológica y multisectorial, Santiago, Chile.
- Chile, Ministerio del Medio Ambiente (2015b). Las áreas protegidas de Chile. Fernández, P. y Álvarez, M.E. (Eds). Santiago, Chile.
- Chile, Ministerio del Medio Ambiente (2016a). Clasificación de Ecosistemas Marinos de la ZEE de Chile, Santiago, Chile.
- Chile, Ministerio del Medio Ambiente (2016b). Plan de Acción Nacional de Áreas Protegidas 2016-2030. Documento no publicado. Santiago, Chile.
- Chile, Ministerio del Medio Ambiente (2016c). Plan de Acción Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile 2016-2030. Documento no publicado. Santiago, Chile.
- Chile, Ministerio de Medio Ambiente-Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile (2011). Diagnóstico y propuesta para la conservación y uso sustentable de los humedales lacustres y urbanos principales de la Región del Biobío, Concepción, Chile.
- 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. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- Núñez, H., Maldonado, V. & Pérez, R. (1997). Reunión de trabajo de especialistas de herpetología para categorización de especies según estados de conservación. *Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural*: 329, 12-19.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2012). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Departamento de Pesca y Acuicultura. Obtenido de: <http://www.fao.org/3/a-i2727s.pdf>
- Pauchard, A. & Barbosa, O. (2013). Latin America: Rapid urban development and social economic inequity threatens biodiversity hotspots. En Elmquist, T. et al. (Eds.). (2013). *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities—A Global Assessment* (p.589-608) [Versión electrónica], Nueva York: Springer.
- Plischoff, 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. Santiago, Chile: Ministerio del Medio Ambiente.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2009). UNDP Project Document. Governments of Chile and Peru United Nations Development Programme United Nations Office for Project Services PIMS 4147 Towards Ecosystem-Based Management of the Humboldt Current Large Marine Ecosystem. Obtenido de: [http://www.thegef.org/gef/sites/thegef.org/files/gef_prj_docs/GEFProjectDocuments/Multi%20Focal%20Area/Regional%20-%20\(3749\)%20-%20Towards%20Ecosystem%20Management%20of%20the%20Humboldt%20Curre/9-15-09%20GEFID%203749%20Regional%20-%20for%20web%20posting.pdf](http://www.thegef.org/gef/sites/thegef.org/files/gef_prj_docs/GEFProjectDocuments/Multi%20Focal%20Area/Regional%20-%20(3749)%20-%20Towards%20Ecosystem%20Management%20of%20the%20Humboldt%20Curre/9-15-09%20GEFID%203749%20Regional%20-%20for%20web%20posting.pdf) Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2012). Perspectivas para el Medio Ambiente (GEO-5). Obtenido de: http://www.unep.org/geo/pdfs/geo5/GEO5_report_full_es.pdf

Rojas, C., Sepúlveda-Zúñiga, E., Barbosa, O., Rojas, O., & Martínez, C. (2015). Patrones de urbanización en la biodiversidad de humedales urbanos en Concepción metropolitana. *Revista de geografía Norte Grande* (61), 181-204.

Sala, O., et al. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287(5459),1770-1774.

Santibañez, F., et al. (2013). Plan de acción para la protección y conservación de la biodiversidad, en un contexto de adaptación al cambio climático. Santiago, Chile: Ministerio del Medio Ambiente-Fundación Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile.

Schulz, J., Cayuela, L., Echeverría, C., Salas, J. & Rey Benayas, J. (2010). Monitoring land cover change of the dryland forest landscape of Central Chile (1975-2008). *Applied Geography* 30(3), 436-447.

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2014). Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 4: Evaluación a mitad de período sobre los avances en la implementación del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020. Obtenido de: <https://www.cbd.int/gbo/gbo4/publication/gbo4-es-hr.pdf>

Chile, Sociedad Nacional de Pesca (SONAPESCA) (2013). Sequía marina: Chile con la menor cantidad de peces de su historia. Obtenido de: http://www.sonapesca.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=645:sequia-marina-chile-con-la-menor-cantidad-de-peces-de-su-historia&catid=1:pr.ensa&Itemid=54

Spalding, M.D., et al. (2007). Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of coastal and shelf areas. *BioScience* 57, 573-583.

Chile, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) (2014). Estado de situación de las principales pesquerías chilenas 2013, Santiago, Chile: Departamento de Pesquerías. División de Administración Pesquera.

Tala, C., Avilés, R. & Rojas, L. (2013). Evaluando el estado de conservación de nuestras especies nativas y difundiendo el conocimiento sobre las especies que viven en Chile, Santiago, Chile: Ministerio del Medio Ambiente.

Tala, C., Díaz, S., Rojas, L., Avilés, R. & Amaya, L. (2016). Clasificación de especies según estado de conservación: una herramienta para la conservación de la biodiversidad. En Ministerio del Medio Ambiente. Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos. Manuscrito no publicado. Santiago, Chile.

Universidad de Chile. (2013). Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile 2012, Santiago, Chile: Centro de Análisis de Políticas Públicas, Instituto de Asuntos Públicos.

Vila, I., Veloso, A., Schlatter, R. & Ramirez, C. (Eds.). (2006). Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile (1ª Ed.). Santiago, Chile: Editorial Universitaria.

Wallem, P., Jones, C., Marquet, P. & Jaksic, F. (2007). Identificación de los mecanismos subyacentes a la invasión de *Castor canadensis* (Rodentia) en el archipiélago de Tierra del Fuego, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 80(3), 309-325.

Yáñez, J. (1997). Reunión de trabajo de especialistas en mamíferos acuáticos para categorización de especies según estado de conservación. *Noticiario Mensual Museo Nacional de Historia Natural*: 330, 8-16.

Pitio | RODRIGO DITTBORN





RECURSOS HIDRICOS CONTINENTALES

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	456
1 • ANTECEDENTES	456
2 • ESTADO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS	457
2.1 Aguas superficiales	457
2.2 Aguas Subterráneas	461
2.3 Balance Hídrico	464
2.4 Calidad del Agua	468
2.5 Agua Potable y Alcantarillado	473
3 • PRESIONES SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS	476
3.1 Sobreexplotación de los recursos hídricos	476
3.2 Emisiones puntuales a cuerpos de agua superficiales	484
3.3 Emisiones puntuales a aguas subterráneas	485
3.4 Desaladoras	486
4 • RESPUESTAS	489
4.1 Políticas y estrategias para los recursos hídricos	489
4.2 Protección y conservación	490
4.3 Levantamiento de información	499
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	500

INTRODUCCIÓN

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 (Ministerio del Interior y Seguridad Pública, 2015).

1• ANTECEDENTES

En actualidad, Chile enfrenta una sequía de más de siete años consecutivos en las zonas norte y centro del país, lo que muestra de manera evidente los impactos del cambio climático. Entre los efectos más significativos de este extenso período de sequía en la zona norte de Chile se observa un aumento del proceso de desertificación, mientras que hacia el sur del país el déficit de agua alcanza hasta la Región de Los Lagos. En 2015 se registraron precipitaciones muy intensas en el norte, las cuales ocasionaron aluviones en las regiones de Atacama y Coquimbo, aparejado de muchos daños para los habitantes y el medio ambiente. Se observa, además, una gran sobreexplotación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, especialmente producto del aumento del riego y de la disminución de la recarga de los acuíferos, a través de las precipitaciones, la nieve y el aporte de los glaciares.

En respuesta a la condición de escasez hídrica, el país registra importantes avances en relación con la protección y conservación del medio ambiente, comenzando a manejar los recursos hídricos en una forma más integral, incluyendo aspectos económicos, sociales y ambientales. De esta manera, Chile está aumentando la cobertura de la normativa hídrica asociada a la calidad del agua y mejorando el monitoreo de los recursos hídricos, de acuerdo a las recomendaciones OCDE (2016). Adicionalmente, está en elaboración un Plan de Acción de la Estrategia Nacional de Humedales, que constituye un instrumento de gestión ambiental de carácter nacional altamente requerida para la protección de los humedales del territorio.



2 • ESTADO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

2.1 Aguas superficiales

Ríos

Los ríos chilenos –en general– tienen una longitud pequeña, con cambios significativos de pendiente en pocos kilómetros y muestran una alta variabilidad de su caudal durante el año, ya que su recarga depende de las precipitaciones (agua y nieve) y del aporte de deshielo de glaciares. La mayoría de los ríos nacen en la Cordillera de Los Andes, se extienden en la dirección este-oeste hasta su desembocadura en el océano Pacífico.



El espejo de agua del Río Limarí | NATALIA MATURANA

❗ Cuenca: Una cuenca hidrográfica es la superficie dentro de la cual las aguas que precipitan son drenadas por un río o una red de cauces. Cuando el río principal desemboca en un cuerpo de agua o en el mar, se trata de una cuenca exorreica. En el caso de las cuencas endorreicas, el río no desemboca en el mar (DGA, 2016). Una cuenca se puede dividir, para efectos de análisis hidrológicos, en subcuencas y sub-subcuencas, unidades territoriales de menor tamaño, que también constituyen áreas de drenajes.

TABLA 01

PRINCIPALES CUENCAS DE CHILE			
MACROZONA	REGIÓN	NOMBRE	SUPERFICIE (KM ²)
Norte	Tarapacá	Pampa del Tamarugal	17.353
	Tarapacá/ Antofagasta	Río Loa	33.081
	Antofagasta	Salar de Atacama	15.576
	Atacama	Río Copiapó	18.703
	Coquimbo	Río Limarí	11.696
Centro	Valparaíso/ Metropolitana/ O'Higgins	Río Maipo	15.273
	Valparaíso/ Metropolitana/ O'Higgins/ Maule	Río Rapel	13.766
	Maule/ Biobío	Río Maule	21.052
Sur	Maule/ Biobío	Río Itata	11.326
	Biobío/ Araucanía	Río Biobío	24.369
	Araucanía	Río Imperial	12.668
	Araucanía/ Los Ríos	Río Valdivia	10.244
	Los Ríos/ Los Lagos	Río Bueno	15.366
Austral	Aysén	Río Aysén	11.456
	Aysén	Río Baker	20.945

Fuente: DGA, 2016.

Lagos

Cuerpo de agua continental de profundidad y dimensiones variables (los de menor dimensión se conocen como lagunas), que se encuentran en depresiones de la superficie terrestre. A lo largo del país, se han identificado un total de 368 lagos y 12.416 lagunas, los cuales se ubican principalmente en la zona sur del país, entre las regiones de Aysén y Magallanes y la Antártica Chilena.

TABLA 02

NÚMERO Y DISTRIBUCIÓN DE LAGOS Y LAGUNAS DE CHILE				
REGIÓN	LAGOS		LAGUNAS	
	N°	%	N°	%
Arica y Parinacota	1	0,3	91	0,7
Tarapacá	0	0	39	0,3
Antofagasta	0	0	115	0,9
Atacama	0	0	165	1,3
Coquimbo	0	0	134	1,1
Valparaíso	1	0,3	146	1,2
Metropolitana	0	0	80	0,6
O'Higgins	0	0	105	0,8
Maule	9	2,4	190	1,5
Biobío	94	25,5	107	0,9
La Araucanía	19	5,2	261	2,1
Los Ríos	20	5,4	139	1,1
Los Lagos	67	18,2	638	5,1
Aysén	119	32,4	5.242	42,3
Magallanes y la Antártica Chilena	38	10,3	4.964	40,1
TOTALES	368		12.416	

Fuente: DGA, 2016.

En relación con la superficie de estos cuerpos lacustres (lagos), los que poseen la mayor superficie de espejo de agua son el Lago General Carrera, ubicado en la Región de Aysén con 964,7 km² de superficie, y el Lago Llanquihue ubicado en la Región de los Lagos con 867,1 km² de superficie.

TABLA 03

LAGOS Y LAGUNAS CON MAYOR ESPEJO DE AGUA POR REGIÓN		
REGIÓN	NOMBRE	ÁREA ESPEJO DE AGUA (KM ²)
Arica y Parinacota	Lago Chungará	22,7
Tarapacá	Laguna Parinacota	1,1
Antofagasta	Laguna Miscanti	13,1
Atacama	Laguna Verde	15,2
Coquimbo	Laguna del Pelado	2,1
Valparaíso	Laguna Peñuelas	14,1
Metropolitana	Laguna de Aculeo	12,1
O'Higgins	Laguna Cauquenes	6,4
Maule	Laguna del Maule	51,2
Biobío	Laguna de la Laja	80,5
La Araucanía	Lago Villarrica	174,7
Los Ríos	Lago Ranco	429,9
Los Lagos	Lago Llanquihue	867,1
Aysén	Lago General Carrera	964,7
Magallanes y la Antártica Chilena	Lago del Toro	191,7

Fuente: DGA, 2016.

Humedales

Los humedales pueden ser de diferente tipo, por ejemplo, bofedales, turberas, vegas, estuarios, salares, marismas, llanuras de inundación, pantanos, entre otros, y también los ríos, lagos y lagunas, anteriormente mencionados (Definición de la Convención RAMSAR). Para mayor información revisar capítulo Biodiversidad.

Glaciares

Los glaciares constituyen una de las principales reservas de aguas continental del planeta y son uno de los componentes más importantes del ciclo hidrológico. Chile es uno de los países que cuenta con una de las mayores superficies de glaciares del mundo, albergando el 3,8 % de la superficie glaciar total del planeta (excluyendo la Antártica), y el 76 % de la superficie a nivel Sudamericano (MOP, 2009).

A nivel nacional existe un total de 24.114 glaciares, distribuidos desde la zona norte hasta el extremo austral, que equivalen a 23.641 km² y representan una importante reserva de agua en estado sólido. La Región de Aysén concentra el mayor número de glaciares con 9.556 y en la Región de Magallanes se ubica el 48% de la superficie total nacional, con 11.321,8 km².

① Clasificación de glaciares:

Los glaciares pueden clasificarse según las siguientes características: a) morfología primaria b) zonas de acumulación c) tipos de frentes d) clasificación térmica y e) clasificación dinámica. Según su morfología primaria pueden ser de tipo: casquetes de hielo, plataforma de hielo flotante, corrientes de hielo, glaciares de piedemont, glaciares de valles, glaciares en calota, campos de hielo, glaciares de cráter, glaciares de montaña, glaciares de circo, glaciaretos y glaciares rocosos. (MOP, 2009. Estrategia Nacional de Glaciares).

La Unidad de Glaciología y Nieves de la DGA está trabajando en aumentar el conocimiento y monitoreo de glaciares en Chile, al mismo tiempo que el Ministerio del Medio Ambiente está desarrollando un Plan de Acción de la Estrategia de Cambio Climático, que incluye consideración especiales para los glaciares y considera medidas de adaptación al cambio climático. En este sentido es indispensable conocer la superficie y modificaciones de las que están siendo objeto los glaciares de la zona central, ya que permite evaluar los impactos en la disponibilidad del recurso hídrico y obliga a conducir acciones para mantener estos reservorios de agua. La mayoría de las cuencas de ríos de Chile, tienen carácter pluvio-nival (lluvia y nieve). Por ejemplo, se sabe que el glaciar Juncal Norte (7,6 km²), uno de los glaciares más grandes cercanos a Santiago, perdió 1,5 km² de su área en un período de 51 años, entre 1955 y 2006 (Bown et al., 2008). Esta pérdida equivale a más de 10 millones de m³ de agua.

TABLA 04

NÚMERO DE GLACIARES POR REGIÓN, SUPERFICIE Y VOLUMEN								
REGIÓN	ÁREA DE GLACIARES (km ²)	%	NÚMERO DE GLACIARES	%	VOLUMEN DE GLACIARES (km ³)	%	VOLUMEN EQUIVALENTE AGUA (km ³)	%
Arica y Parinacota	12,2	0,05	174	0,72	0,2	0,00	0,1	0,0
Tarapacá	24,6	0,10	244	1,01	0,4	0,01	0,3	0,0
Antofagasta	7,2	0,03	139	0,58	0,1	0,00	0,1	0,0
Atacama	89,3	0,38	776	3,22	1,9	0,05	1,5	0,0
Coquimbo	46,9	0,20	809	3,35	0,7	0,02	0,4	0,0
Valparaíso	135,8	0,57	715	2,97	4,0	0,11	2,9	0,1
Metropolitana	388,3	1,64	999	4,14	14,4	0,41	11,4	0,4
O'Higgins	292,3	1,24	683	2,83	13,2	0,37	11,5	0,4
Maule	38,2	0,16	218	0,90	0,9	0,03	0,8	0,0
Biobío	45,8	0,19	198	0,82	1,8	0,05	1,6	0,1
La Araucanía	53,3	0,23	124	0,51	2,3	0,06	2,1	0,1
Los Ríos	42,6	0,18	72	0,30	2,2	0,06	2,0	0,1
Los Lagos	785,5	3,32	2.602	10,79	27,4	0,77	24,6	0,8
Aysén	10.357,4	43,81	9.556	39,63	1.743,1	49,35	1.568,8	49,4
Magallanes y la Antártica Chilena	11.321,8	47,89	6.805	28,22	1.719,7	48,69	1.547,7	48,7
TOTALES	23.641		24.114		3.532		3.176	

Fuente: DGA, 2016.

TABLA 05

2.2 Aguas subterráneas

Un acuífero es una capa de suelo permeable formada por depósitos sedimentarios o rocas fracturadas, donde se puede acumular agua. El agua subterránea se almacena en acuíferos, producto de la recarga por infiltración de la precipitación. El agua de la precipitación atraviesa la zona insaturada del perfil de un suelo hasta llegar al nivel freático (napa). El agua subterránea se mueve lentamente en los acuíferos en la dirección de la pendiente. La tabla 5 muestra el número de acuíferos en Chile, identificados en cada región.

De acuerdo al “Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos” elaborado por el Banco Mundial en 2011, se estima que Chile posee un importante volumen de recursos subterráneos y que la recarga media estimada, alcanza a 55 m³/s desde la Región Metropolitana hacia el norte y 160 m³/s desde la Región del Maule hacia la Región de los Lagos. Se estimó, además, que la utilización efectiva de estas aguas es de 88 m³/s (año 2003), de las cuales el 49 % es utilizado por la agricultura, 35 % para abastecimiento poblacional y 16 % para la industria.

Los usos que se le dan actualmente a las aguas subterráneas son variados, sin embargo, en la zona norte del país cobran vital importancia, ya que son la fuente principal para la generación de agua potable (desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Coquimbo). En la zona centro (desde la Región de Valparaíso hasta la Región de Los Lagos) también son utilizadas para la generación de agua potable pero de forma combinada con aguas superficiales. Según datos de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS, 2015), “de los 326 servicios o sistemas de agua potable que atienden las áreas concesionadas, el 67,5 % se abastece exclusivamente de fuentes de aguas subterráneas¹”.

¹ El 67,5% de los 326 servicios o sistemas de agua potable se abastecen exclusivamente de fuentes subterráneas, el 18,1% de recursos superficiales y el 14,4% de recursos mixtos.

NÚMERO DE ACUÍFEROS CONOCIDOS DE CHILE	
REGIÓN	NÚMERO DE ACUÍFEROS
Arica y Parinacota	3
Tarapacá	4
Antofagasta	8
Atacama	4
Coquimbo	6
Valparaíso	8
Metropolitana	5
O'Higgins	11
Maule	14
Biobío	20
La Araucanía	12
Los Ríos	11
Los Lagos	31
Aysén	-*
Magallanes	-*
TOTALES	137

Fuente: DGA, 2016 (*sin información).



Un visitante inesperado | FELIPE MENDEZ

En la actualidad muchos acuíferos se encuentran sobreexplotados (principalmente en la zona norte y centro del país), por lo cual es necesario contar con información certera sobre las variaciones de nivel que presentan las aguas subterráneas de las distintas cuencas del país. En la tabla 6 se presenta las tasas promedio de descenso en 29 pozos seleccionados. Estos datos contemplan las estadísticas entre los años 1970 al 2015.

² Tasa promedio de descenso del nivel de la napa en los últimos años. Se debe indicar que el período de tiempo, considerado como últimos años, varía entre pozos. Por ejemplo, el pozo AP Vallenar ha mantenido su tendencia los últimos 12 años, mientras que el pozo Quebrada Cerrillos Amancay lo ha mantenido en los últimos 3.

TABLA 06

TASA PROMEDIO DE DESCENSO DE LA NAPA EN 29 POZOS SELECCIONADOS				
REGIÓN	N°	ESTACIÓN	TASA DE DESCENSO (m/año) ²	VARIACIÓN
Arica y Parinacota	1	Jica A	0,25	Sin variación significativa
	2	Las Vargas	0,00	Sin variación significativa
	3	Escuela Chitita 28	1,17	Descenso en el tiempo
Tarapacá	4	Salar Bellavista 26	0,09	Sin variación significativa
Antofagasta	5	Isla Grande 3	0,00	Sin variación significativa
	6	Pique AV-42	0,00	Sin variación significativa
Atacama	7	Hacienda María Isabel 4	0,00	Sin variación significativa
	8	Pueblo San Fernando Las Cañas	3,43	Descenso en el tiempo
	9	Queb. Cerrillos Amancay	4,86	Descenso en el tiempo
	10	Iglesia Colorada	0,83	Descenso en el tiempo
	11	Canal Madariaga	0,08	Sin variación significativa
	12	AP Vallenar	2,92	Descenso en el tiempo
	13	San Félix	1,56	Fluctuación en el tiempo
Coquimbo	14	Algarrobal	0,34	Fluctuación en el tiempo
	15	El Sauce 2	1,58	Descenso en el tiempo
	16	Barraza	0,60	Descenso en el tiempo
	17	Asentamiento Alborada Juntas	0,06	Fluctuación en el tiempo
	18	Pueblo Cárcamo	0,03	Sin variación significativa
	19	Asentamiento Panguecillos	0,43	Fluctuación en el tiempo
Valparaíso	20	Perfil San Felipe	1,69	Descenso en el tiempo
	21	Rabuco 2	0,06	Sin variación significativa
Metropolitana	22	Dinamic Oil	1,92	Descenso en el tiempo
	23	La Católica	0,07	Sin variación significativa
	24	Misión Corazón de María	1,74	Descenso en el tiempo
	25	Industria Bata	0,06	Fluctuación en el tiempo
O'Higgins	26	Doñihue	0,19	Sin variación significativa
	27	Estadio Peumo	0,21	Sin variación significativa
	28	Asentamiento La Puerta	0,10	Sin variación significativa
	29	Pueblo Tres Puentes	0,46	Fluctuación en el tiempo

Fuente: DGA, 2016.

INTERACCIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES Y AGUAS SUBTERRÁNEAS

En Chile, la interacción entre las aguas subterráneas y superficiales es extremadamente activa a lo largo de los cauces, debido a las características geomorfológicas y geológicas del país (Ministerio del Interior y Seguridad Pública, 2015). Tradicionalmente estos sistemas han sido tratados de forma independiente, provocando grandes problemas en su gestión.

Desde la segunda mitad de la década de los noventa, surgió con fuerza el concepto de que los sistemas de agua superficial y subterránea están interconectados y que el manejo que se haga sobre uno de ellos afectará las condiciones del otro. En algunos ríos se puede observar sectores donde aguas superficiales recargan acuíferos y otros sectores donde aguas subterráneas afloran. Estos procesos hidrogeológicos son denominados recuperaciones y pérdidas, respectivamente y dan cuenta de la interacción entre los sistemas (Arumí et al., 2012). Para efectos de constitución de derechos, el Código de Aguas (Ley 20.017) establece, en su Artículo 22, que se debe considerar la relación existente entre aguas superficiales y subterráneas (MOP, 2005).

2.3 Balance hídrico

En relación al balance hídrico del país –que corresponde a la ecuación entre las recargas o aguas que entran a un sistema, y las descargas o aguas que se extraen del sistema–, en 1987 la DGA realizó un estudio que permitió estimar y conocer el comportamiento del flujo hidrológico a nivel nacional. Las regiones que recibieron el mayor aporte de precipitaciones correspondieron a las de Aysén (3.263 mm/año) y Magallanes (2.713 mm/año).

Las regiones que presentaron los niveles más altos de escorrentía correspondieron también las de Aysén (10.134 m³/s) y Magallanes (10.124 m³/s) y las con menor escorrentía fueron Antofagasta (0,93 m³/s) y Atacama (1,88 m³/s). En términos totales para el país, este balance permitió estimar un nivel de precipitación de 36.947 m³/s, un nivel de escorrentía de 29.244 m³/s y niveles de evaporación natural de 7.357 m³/s, incluyendo la evaporación desde lagos y salares con 178 m³/s. Según este balance las regiones que presentan un mayor déficit hídrico son las regiones ubicadas en el norte y centro del país (desde la Región Metropolitana hacia el norte), las cuales presentan un balance actual negativo.

TABLA 07

BALANCE HÍDRICO REGIONAL (m³/s)			
REGIÓN	DEMANDA ACTUAL	OFERTA ACTUAL	BALANCE ACTUAL
Arica y Parinacota - Tarapacá	16,7	11,9	-7,4
Antofagasta	23	0,9	-22
Atacama	16,7	1,9	-14,8
Coquimbo	35	22,2	-12,8
Valparaíso	55,5	40,7	-27,4
Metropolitana	116,3	103	-35,6
O'Higgins	113,5	205	38,7
Maule	177,1	767	442,5
Biobío	148	1.638	1.249,1
La Araucanía	25,5	1.041	767,3
Los Ríos -Los Lagos	12	5.155	3.905,8
Aysén	24,9	10.134	8.284,9
Magallanes	8,4	10.124	8.394,6
TOTAL PAÍS	772,6	29.244,6	22.962,9

Fuente: DGA, 2011, en base a estudio demanda 1996-2007, basadas en sexto censo nacional agropecuario, PIB según base 2003-2005, anuario Cochilco 2005.

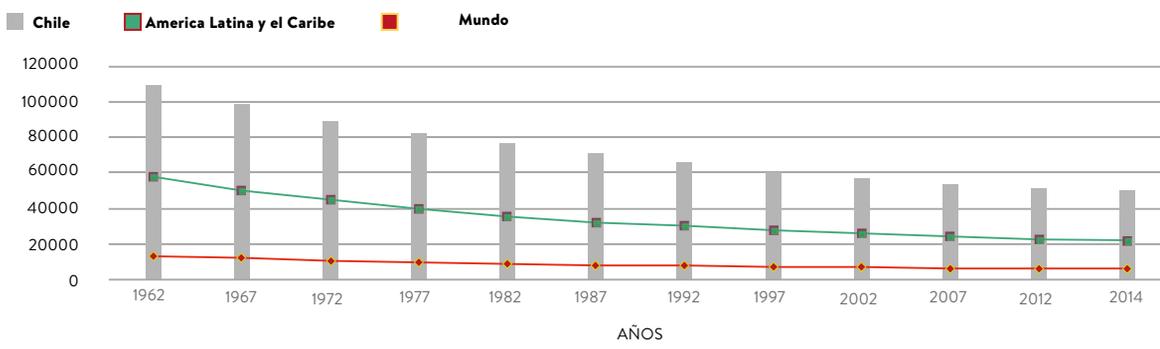
Disponibilidad hídrica

En comparación con otros países Chile presenta una posición de privilegio en materia de recursos hídricos, debido a que la escorrentía media total –el volumen de agua– procedente de las precipitaciones equivale a una media de 49.824 m³/persona/año. Esto corresponde a un valor bastante más alto que la media mundial que tiene un valor promedio de 5.925 m³/persona/año y la media de América Latina y el Caribe que presenta un valor de 22.162 m³/persona/año³, según el reporte del Banco Mundial en el año 2015 (Figura 1).

³En términos regionales (América Latina y el Caribe), Chile se encuentra en el puesto número 4 en el índice de precipitaciones anuales por persona, antecedido por Guyana (315.489 m³/persona/año), Suriname (183.930 m³/persona/año) y Perú (52.981 m³/persona/año).

FIGURA 01

RECURSOS RENOVABLES DE AGUA DULCE (m³/persona/año)

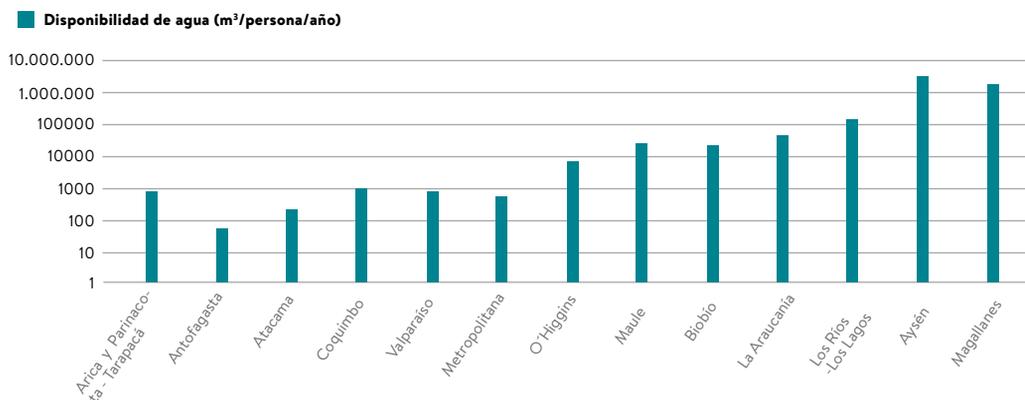


Fuente: Banco Mundial, 2015.

Pese a estos indicadores, la realidad chilena en términos de recursos hídricos está lejos de considerarse privilegiada, ya que la disponibilidad de agua no es igual para todas las regiones del país prevaleciendo condiciones de escasez desde la Región Metropolitana hacia el norte, donde la escorrentía per cápita promedio está por debajo de los 500 m³/persona/año. Por otra parte, desde la Región de O'Higgins hacia el sur, este valor supera los 7.000 m³/persona/año, llegando a de 2.950.168 m³/persona/año en la Región de Aysén (DGA, 2016). Pese a ello, durante los últimos años el sur del país también ha sido afectado por déficits hídricos.

FIGURA 02

DISPONIBILIDAD DE AGUA EN CHILE POR HABITANTE (m³/persona/año)



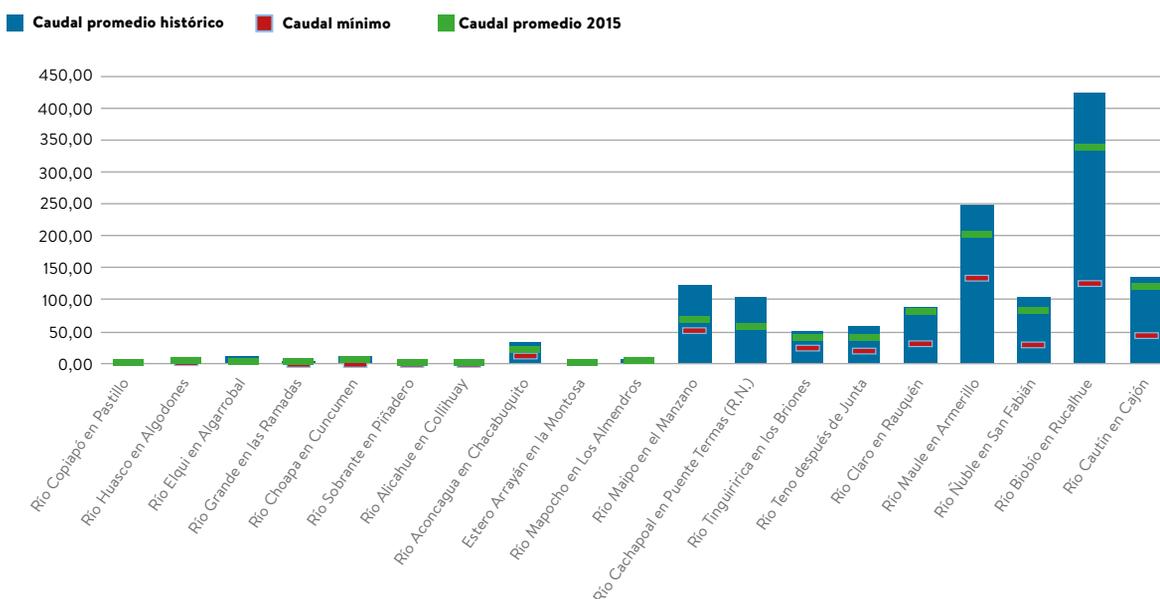
Fuente: Banco Mundial, 2015.

La disparidad interregional de la disponibilidad de agua por habitante también se refleja en los valores de los caudales de los ríos presentes en cada región. En la **Tabla 8** se presentan los principales ríos del país –seleccionados por la DGA–, las estaciones fluviométricas asociadas y los caudales medios anuales de cada uno de ellos, mientras que en la **Figura 3** se muestra una variación de los caudales de los principales ríos del país.

TABLA 08

RÍOS PRINCIPALES Y SUS CARACTERÍSTICAS							
REGIÓN	RÍO	NOMBRE CUENCA	TIPO	ÁREA CUENCA (KM²)	LONGITUD CAUCE (KM²)	ESTACIÓN FLUVIMÉTRICA	CAUDAL MEDIO ANUAL (M3/S)
Arica y Parinacota	Lluta	Río Lluta	Cuenca	3.437	117	1. Río Lluta en Alcerreca 2. Río Lluta en Panamericana	1,9 1,4
	San José	Río San José	Cuenca	3.194	78	3. San José en Ausipar	1,1
Tarapacá	Coscaya	Pampa del Tamarugal	Cuenca	17.353	46	4. Río Coscaya en Saitoco	0,1
Tarapacá / Antofagasta	Loa	Río Loa	Cuenca	33.081	440	5. Río Loa en desembocadura 6. Río Loa antes de Represa Lequena 7. Río Loa en Chacance 8. Río Loa en Finca	0,3 0,6 0,9 0,7
Atacama	Copiapó	Río Copiapó	Cuenca	18.703	165	9. Río Copiapó en La Puerta	2,6
Atacama / Coquimbo	Huasco	Río Huasco	Cuenca	9.813	84	10. Río Huasco en Algodones	7,7
Coquimbo	Elqui	Río Elqui	Cuenca	9.825	80	11. Río Elqui en Algarrobal	11,2
	Limarí	Río Limarí	Cuenca	11.696	60	12. Río Grande en las Ramadas	4,2
	Choapa	Río Choapa	Cuenca	7.653	143	13. Río Choapa en Cuncumén	9,6
Valparaíso	Petorca	Río Petorca	Cuenca	1.988	79	14. Río Sobrande en Piñadero	1,1
	La Ligua	Río La Ligua	Cuenca	1.980	80	15. Río Alicahue en Colliguay	1,4
	Aconcagua	Río Aconcagua	Cuenca	7.334	145	16. Río Aconcagua en Chacabuquito	33,1
Valparaíso / RM / O'Higgins	Maipo	Río Maipo	Cuenca	15.273	225	17. Estero Arrayán en la Montosa 18. Río Mapocho en Los Almendros 19. Río Maipo en el Manzano	1,6 6,3 117,2
RM / O'Higgins	Rapel	Río Rapel	Cuenca	13.766	43	20. Río Cachapoal en puente Termas Cauquenes 21. Río Tinguiririca Bajo Los Briones	38 50,2
O'Higgins / Maule	Mataquito	Río Mataquito	Cuenca	6.332	106	22. Río Teno después de la Junta con Claro	56,2
Maule / Biobío	Maule	Río Maule	Cuenca	21.052	213	23. Río Claro en Rauquén 24. Río Maule en Armerillo	83,6 63,8
Biobío	Itata	Río Itata	Cuenca	11.326	132	25. Río Ñuble en San Fabián N°2	100,3
Biobío / Araucanía	Biobío	Río Biobío	Cuenca	24.369	370	26. Río Biobío en Rucalhue	412
Araucanía	Imperial	Río Imperial	Cuenca	12.668	56	27. Río Cautín en Cajón	134,6
	Toltén	Río Toltén	Cuenca	8.448	135	28. Río Toltén en Teodoro Schmidt	559,1
Araucanía / Los Ríos	Valdivia	Río Valdivia	Cuenca	10.244	21	29. Río Calle Calle en Pupunahue	468,4
Los Ríos / Los Lagos	Bueno	Río Bueno	Cuenca	15.366	130	30. Río Bueno en Bueno	354,8
Los Lagos	Puelo	Río Puelo	Cuenca	3.094	97	31. Río Puelo en Carrera Basilio	641
	Chepu	Río Chepu	Subsub-cuenca	1.051	43	32. Río Grande en San Pedro	26,4
	Yelcho	Río Yelcho	Cuenca	4.084	41	33. Río Futaleufú antes junta Río Malito	437,5
Los Lagos / Aysén	Palena	Río Palena	Cuenca	7.732	176	34. Río Palena Bajo Junta Rosselot	848,6
Aysén	Aysén	Río Aysén	Cuenca	11.456	31	35. Río Aysén en Puerto Aysén	548
	Baker	Río Baker	Cuenca	20.945	175	36. Río Baker en Colonia	903,3
	Pascua	Río Pascua	Cuenca	7.590	56	37. Río Pascua en desague Lago O'Higgins	629
Magallanes y la Antártica Chilena	Serrano	Río Serrano	Subsub-cuenca	6.548	45	38. Río Las Chinas en Cerro Guido 39. Río Serrano en desembocadura	8,1 395,5
	San Juan	Río San Juan	Subsub-cuenca	867	79	40. Río San Juan en desembocadura	18,9

Fuente: DGA, 2016.

FIGURA 03
VARIACIÓN DE CAUDALES (m³/s) año 2015


Fuente: Variación de caudales (m³/s) año 2015 (elaboración propia en base a información de la DGA, 2015a).

Disponibilidad de aguas en embalses

En Chile existen más de 60 embalses de acumulación destinados principalmente a riego, hidroelectricidad o agua potable. Estos embalses permiten almacenar un total de 12.900 millones de m³ (Ministerio del Interior y Seguridad Pública, 2015). Según los datos de la DGA, en 2015 se almacenó en promedio un total de 4.452 mill m³, en los 26 embalses de los cuales se cuenta con un registro mensual⁴. Esta cifra representa un leve aumento comparada con 2014, cuando se almacenaron en promedio 3.999 mill m³.

Pese a este aumento, a la fecha el estado del volumen de los embalses es crítico en todo el país: se encuentran muy por debajo de los valores históricos y de la capacidad de almacenamiento que poseen cada uno de ellos. En efecto, en 2015 todos los embalses analizados presentaron un déficit en capacidad máxima y en relación a su promedio histórico. Los embalses que presentaron mayor déficit en su capacidad de almacenamiento fueron Peñuelas (cuenca Río Peñuelas), la Paloma (cuenca Río Limarí) y Culimo (cuenca Río Quilimarí). El agua almacenada durante 2015 corresponde a menos del 10% de su capacidad total de embalsamiento. En relación al promedio histórico, los embalses que presentaron un mayor déficit ese año, fueron embalse La Paloma (cuenca Río Limarí), Puclaro (cuenca Río Elqui) y Recoleta (cuenca Río Limarí). Estos presentaron un volumen histórico menor al 25%. Cabe destacar que estos embalses corresponden, en su mayoría, a embalses de riego, a excepción del embalse Peñuelas que es de agua potable.

⁴ Según datos del Boletín N°452 diciembre, 2015 Información Pluviométrica, fluviométrica, estado de embalses y aguas subterráneas. Dirección General de Aguas.

2.4 Calidad de agua

Aguas superficiales

La calidad del agua está determinada por las características químicas, físicas y biológicas que tiene un cuerpo de agua, lo que permite interpretar el estado en que se encuentra el recurso. Los cuerpos de agua presentan una calidad natural, entendida como las características propias del sistema, donde la concentración de un compuesto corresponde a la situación original del agua y sus ecosistemas sin intervención antrópica (DGA, 2003).

A través de la red de calidad de agua de la DGA, es posible evaluar la calidad de los cuerpos de agua del país. Esta red incluye un total de 829 estaciones de monitoreo, las cuales se encuentran distribuidas en todas las regiones. Además, se cuenta con un laboratorio ambiental encargado de los análisis de las muestras. En las estaciones de monitoreo se miden en terreno aquellos parámetros que son considerados fundamentales para la evaluación de la calidad: temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica. Otros parámetros como aluminio, arsénico, boro, cadmio, cobalto, cobre, cromo, hierro, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plata, plomo, selenio y zinc, calcio, clorofila "a", cloruro, demanda química de oxígeno (DQO), fosfato, magnesio, nitrógeno, potasio, sílice, sodio, sulfato, son analizados en laboratorio (DGA, 2016).

La medición de estos parámetros permiten identificar y caracterizar cambios o tendencias en la calidad a través del tiempo, identificar problemas de calidad de aguas específicos existentes o emergentes, reunir información para diseñar programas de prevención o remediación ambiental y evaluar el cumplimiento de normativas o de medidas de control de la contaminación (DGA, 2016).

Las aguas naturales del país presentan una composición química diferente dependiendo de la ubicación espacial del ecosistema acuático al que pertenezcan. En la zona norte del país, la composición química de las aguas se caracteriza por concentraciones elevadas de sales y algunos metaloides como el arsénico, debido a las formaciones geológicas y al volcanismo cuaternario altiplánico. En la zona centro, en tanto, las aguas naturales se caracterizan por presentar concentraciones elevadas de metales como cobre.

A pesar de que los lagos de Chile son considerados un patrimonio natural excepcional en el contexto regional e internacional –dado que muchos de ellos presentan una condición oligotrófica⁵, biodiversidad y endemismo particular–, la mayor red de monitoreo existente, considera la medición de solo 16 de estos ambientes (actualmente se evalúa la integración de siete lagos más). Este número constituye una superficie sub-representada de medición, ya que la superficie total de estos ecosistemas en Chile supera los 9.000 km². En 2009 se realizó un análisis crítico de la red de monitoreo de estos ecosistemas (DGA), evidenciado que los lagos de la Araucanía (limitados por Nitrógeno y Fósforo) han presentado históricamente niveles de oligotrofia (2004–2007), condición que se ha mantenido desde 2007 a la fecha, en los Lagos Caburgua, Villarrica, Calafquén, Panguipulli, Riñihue, Ranco, Maihue, Llanquihue, Chapo y Todos los Santos, (MMA, 2014).

⁵ El grado de trofia tiene relación con la productividad del ambiente acuático. El estado trófico de los sistemas estudiados se puede evaluar en base a la cantidad de nutrientes y la respuesta en términos de la producción primaria, proceso que se puede acelerar con un aumento de nutrientes exógenos (actividad antrópica). Los estados tróficos: oligotrófico, mesotrófico y eutrófico corresponden a sistemas que reciben bajo, intermedio y altas entradas de nutrientes, respectivamente.

Cada uno de estos sistemas presenta atributos y características particulares, como por ejemplo el nivel de salinidad y el estado trófico en el que se encuentran, los cuales condicionan la biodiversidad presente. En relación con la salinidad, los lagos y lagunas ubicados en la ecorregión del altiplano presentan altos niveles de sal, asociadas a altas concentraciones sodio, cloruros y sulfatos, mientras que los lagos araucanos se caracterizan por presentar bajos niveles de salinidad. Además, es posible identificar lagos salobres costeros en donde el agua de mar se mezcla con el agua dulce de estos (MMA, 2011).

La condición ambiental de los principales ríos del país es variable, tanto latitudinal como altitudinalmente, especialmente en épocas de sequía como lo ha sido el último período reportado (2010-2014)⁶. Se destaca la presencia de metales pesados tanto en la columna de agua como en los sedimentos, debido a la presencia de franjas metalogénicas en la parte alta de la Cordillera de Los Andes como factor natural y a las actividades mineras extractivas que se desarrollan principalmente en la zona norte del país. En los valles centrales, se concentra el desarrollo agrícola y la agroindustria, en las zonas próximas a las grandes y pequeñas urbes, lo que consecuentemente ha significado mayor presión debido a nutrientes (nitrógeno y fósforo), por descargas puntuales y arrastre o lixiviación de zonas agropecuarias; así como mayores vertidos residuales urbanos concentrados en menos puntos de descarga.

La incorporación de arrastre de sedimentos y de sólidos no ha sido lo suficientemente abordada en la gestión de los recursos hídricos de Chile. Falta analizar con más detalle posibles influencias de la dinámica de sedimentos y sólidos en una cuenca, sobre las pérdidas de superficie vegetal y nativa y la función de los corredores riparianos, considerando que la extracción de áridos en Chile ha tenido un marcado desarrollo entre los años 2009 y 2013.

⁶ Primer reporte del Estado del Medio Ambiente. Ministerio del Medio Ambiente (2013).

Aguas subterráneas

La DGA mide en aproximadamente 70 pozos a lo largo del país la calidad del agua subterránea. La mayoría de estos pozos se encuentran en el norte del país y en la Región Metropolitana. En el sur de Chile, se monitorea la calidad de muy pocos acuíferos y en algunas regiones no hay pozos de observación. Los gráficos de la **Figura 4**, muestran los resultados de arsénico, conductividad y nitrato (datos DGA) y la variación de sus concentraciones entre las zonas norte, central y sur de Chile.

FIGURA 04A

ARSÉNICO TOTAL (ZONA NORTE)

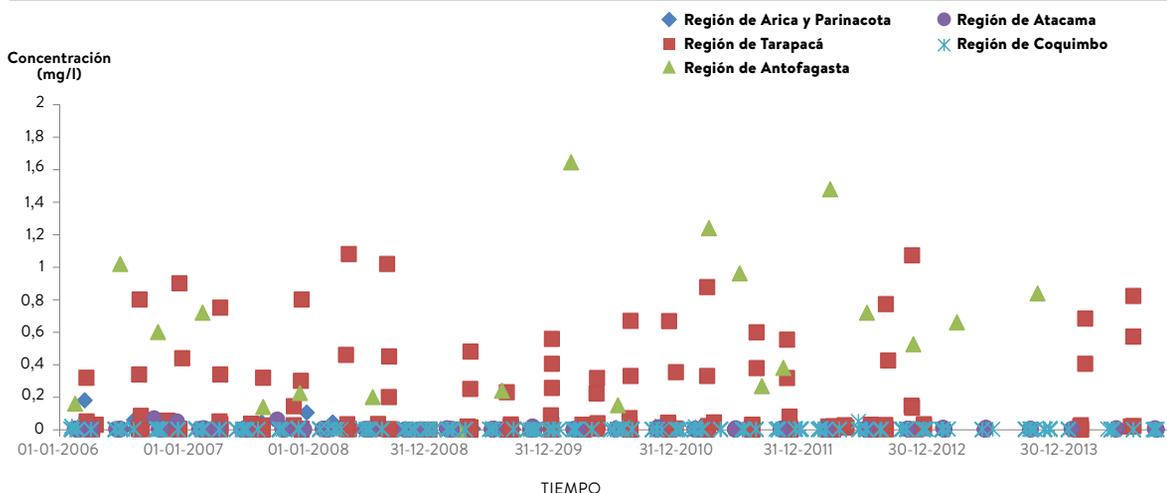


FIGURA 04B

CONDUCTIVIDAD (ZONA NORTE)

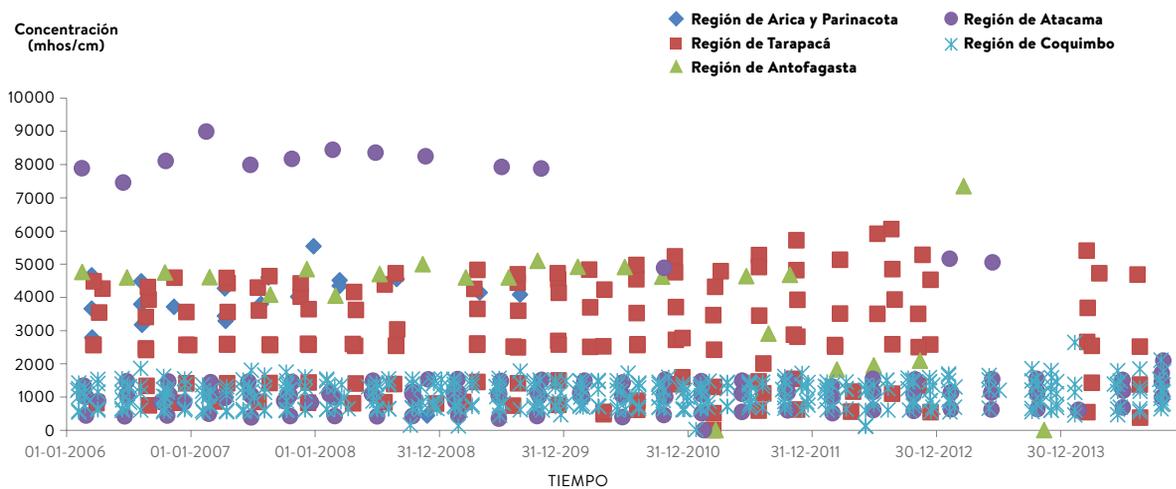


FIGURA 04C

NITRATO (ZONA NORTE)

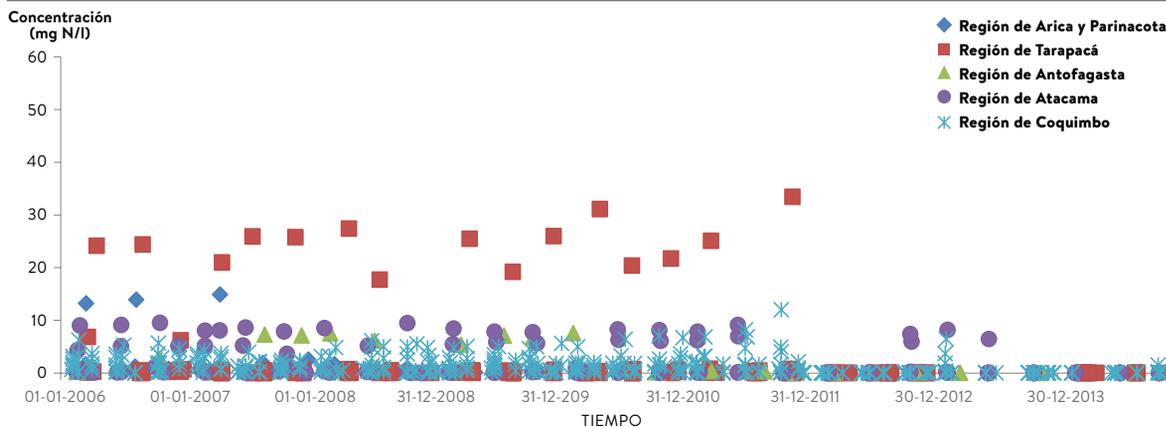


FIGURA 04D

ARSÉNICO TOTAL (ZONA CENTRAL)

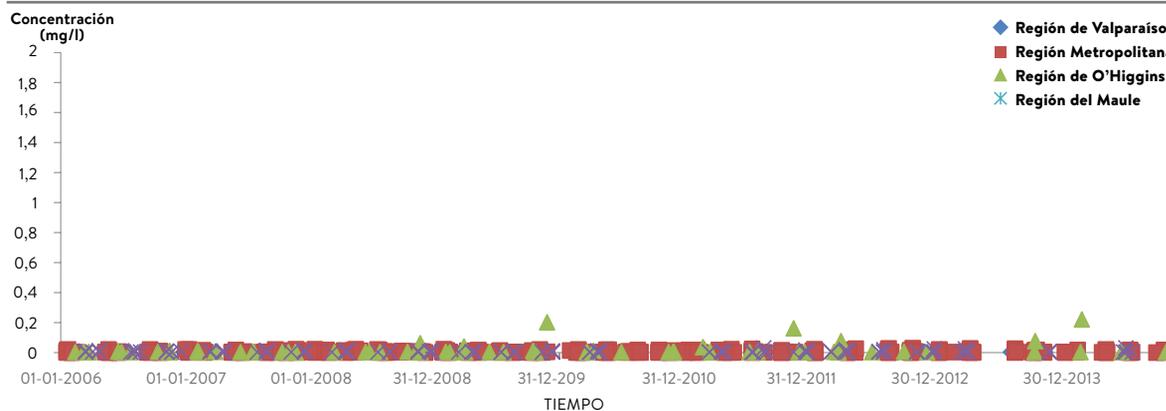




FIGURA 04E

CONDUCTIVIDAD (ZONA CENTRAL)

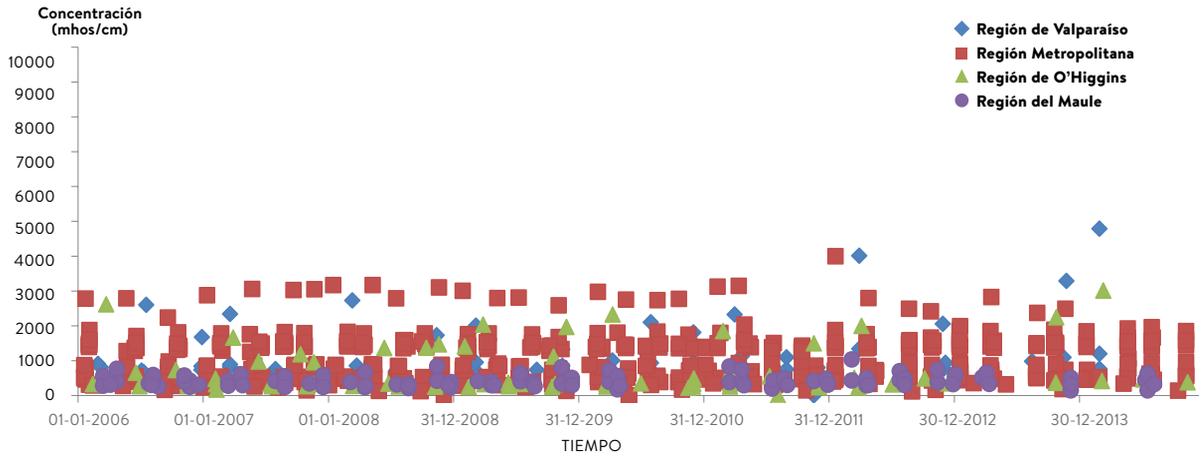


FIGURA 04F

NITRATO (ZONA CENTRAL)

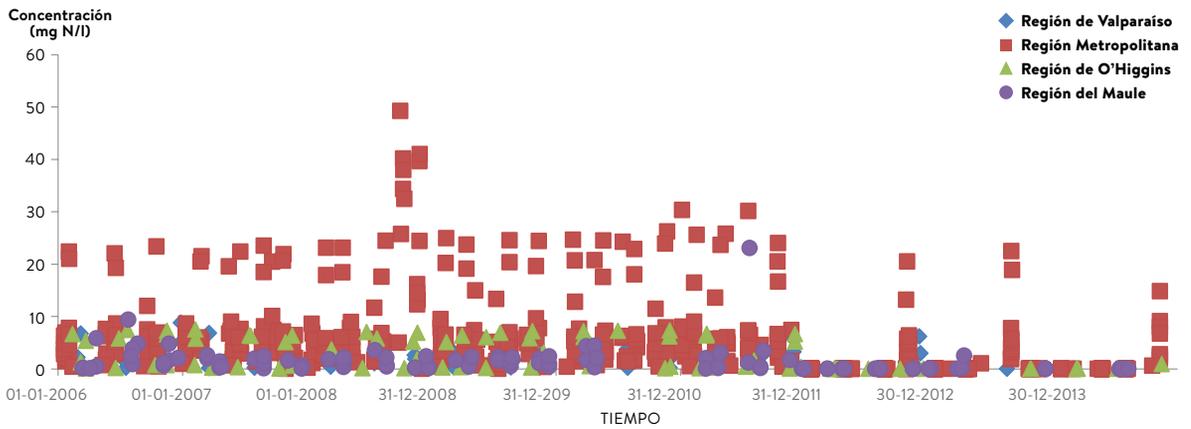


FIGURA 04G

ARSÉNICO TOTAL (ZONA SUR)

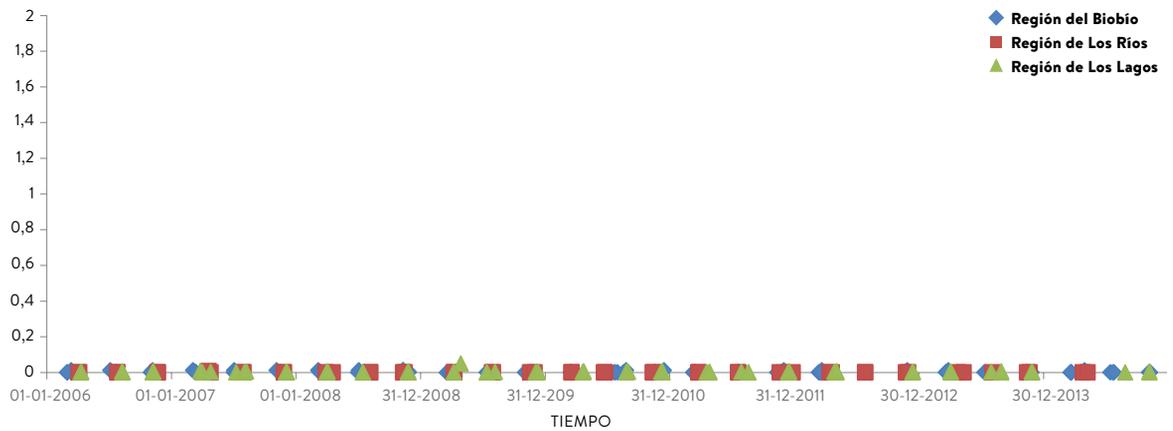


FIGURA 04H

CONDUCTIVIDAD (ZONA SUR)

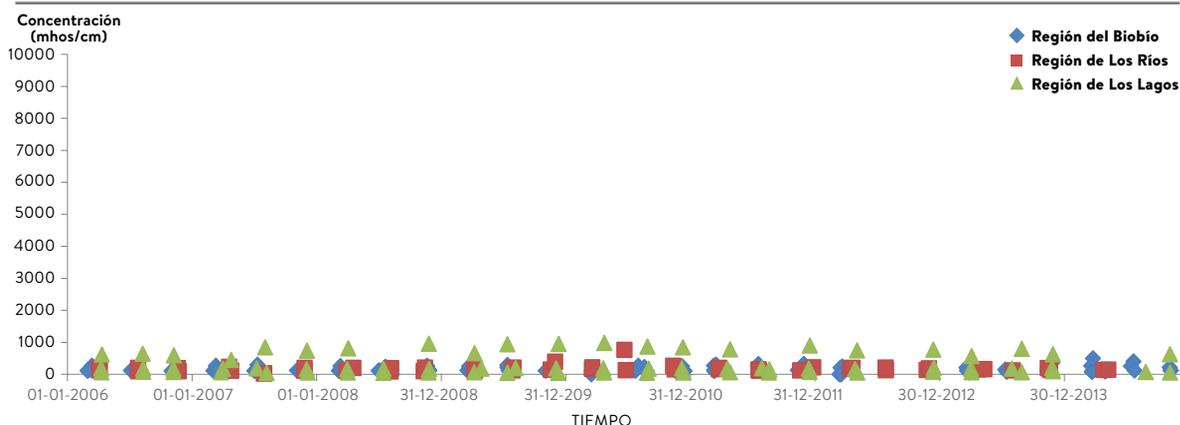
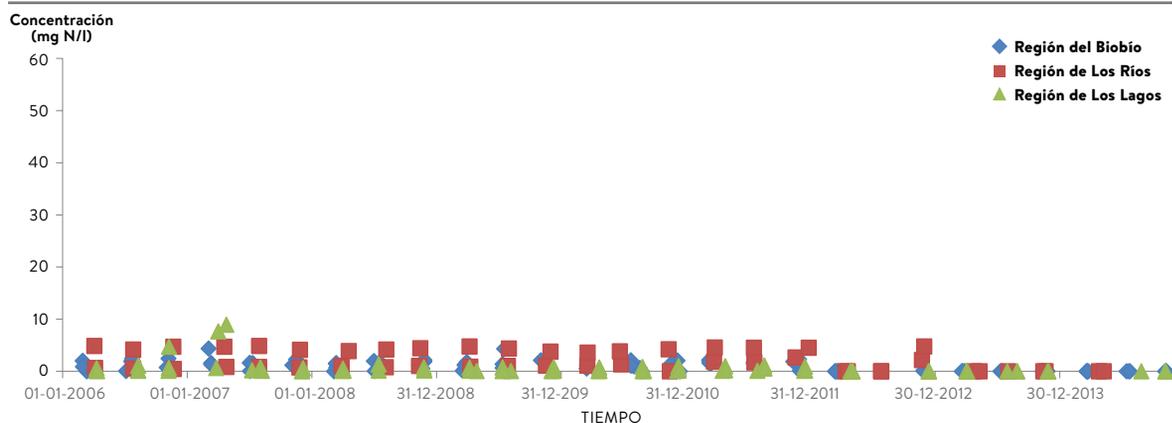


FIGURA 04I

NITRATO (ZONA SUR)



Fuente: Resultados destacados de un análisis de la calidad de aguas subterráneas (elaboración propia en base a datos de la DGA, 2015).

En los gráficos se observa que el arsénico se encuentra en altas concentraciones en la zona norte, principalmente debido a su origen geológico. En la Región de O`Higgins, se muestran algunos valores por sobre el promedio de concentraciones habituales en la zona central. En este último caso, el arsénico tendría dos orígenes: uno geológico y otro por impactos generados por actividades antropogénicas. Respecto de la conductividad, este parámetro se encuentra elevado en las regiones donde operan las faenas mineras más grandes (I, II y III regiones). Las concentraciones del nitrato aumentan en regiones con actividades agropecuarias intensivas. Se estima que la contaminación por nitrato en la Región Metropolitana podría mostrar el impacto de los alcantarillados en mal estado de la ciudad de Santiago (Iriarte et al., 2009).

En 2014 y 2015 la DGA, en colaboración con el MMA, realizó un “Diagnóstico de la Calidad de las Aguas Subterráneas de la Región Libertador Bernardo O`Higgins” (DGA, 2015b), que analizó la contaminación difusa en 70 pozos de la DGA más otros pertenecientes a los Comités de Agua Potable Rural de la región. Se observaron concentraciones por encima de los niveles de las normas vigentes de agua potable (NCh409/2005) y riego (NCh1333/1987) en los parámetros nitrato (>50 mg/l), arsénico, hierro, manganeso y zinc.

2.5 Agua Potable y Alcantarillado

Cumplimiento de requerimientos de calidad de agua potable (%) 2007-2015

Las empresas sanitarias deben cumplir con ciertos estándares, a fin de asegurar que el agua potable sea apta para el consumo humano. En la **Tabla 9** se muestran los porcentajes de cumplimiento en los distintos indicadores, tanto de calidad, como de muestreo, según información de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).

TABLA 09

CUMPLIMIENTO DE REQUERIMIENTOS DE CALIDAD DE AGUA POTABLE (%)										
ETIQUETAS DE FILA	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	TOTAL GENERAL
CALIDAD	96,10%	96,90%	97,60%	99,20%	98,50%	99,30%	99,60%	98,80%	98,54%	98,28%
Bacteriología	97,20%	99,30%	99,20%	100,00%	99,90%	99,90%	99,90%	99,70%	99,90%	99,44%
Cloro libre residual	98,80%	98,50%	99,40%	99,70%	99,20%	99,90%	99,90%	99,80%	99,30%	99,39%
Parámetros críticos	86,70%	94,60%	93,10%	97,40%	94,20%	97,60%	98,30%	98,00%	99,70%	95,51%
Parámetros no críticos	99,00%	99,20%	99,30%	99,20%	99,80%	99,70%	99,80%	99,80%	97,60%	99,27%
Turbiedad	98,80%	93,10%	96,80%	99,90%	99,40%	99,50%	99,90%	96,50%	96,20%	97,79%
MUESTREO	76,70%	94,70%	97,20%	99,30%	97,60%	97,40%	98,90%	97,50%	99,48%	95,42%
Bacteriología	74,20%	93,40%	96,00%	99,50%	96,40%	93,90%	98,90%	94,00%	99,50%	93,98%
Cloro libre residual	80,50%	93,70%	97,10%	99,60%	96,70%	98,20%	97,20%	98,20%	99,00%	95,58%
Parámetros críticos	54,80%	93,40%	97,50%	98,60%	98,90%	98,30%	99,30%	99,10%	99,30%	93,24%
Parámetros no críticos	99,00%	99,20%	99,30%	99,30%	99,80%	99,80%	99,90%	99,90%	99,70%	99,54%
Turbiedad	75,00%	93,80%	96,10%	99,80%	96,50%	96,70%	98,90%	96,60%	99,90%	94,81%
TOTAL GENERAL	86,4%	95,80%	97,40%	99,30%	98,10%	98,40%	99,20%	98,20%	99,01%	96,87%

Fuente: SISS, obtenido el 5 de agosto de 2016.

Coberturas urbanas de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas 1965-2014

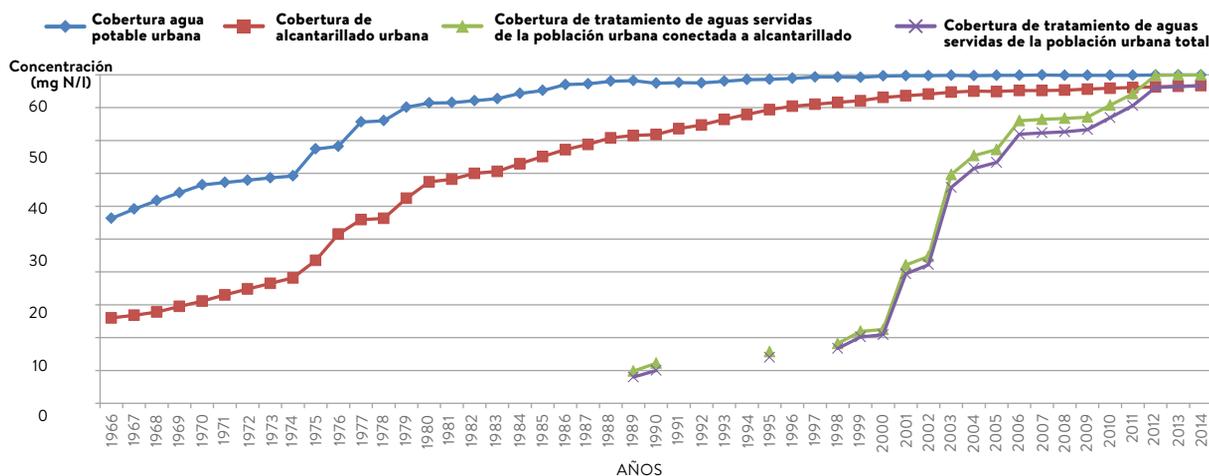
De acuerdo con el Censo de Población del año 2002, el 86,6% de la población chilena reside en la zona urbana. Tal como se aprecia en la Figura 05, en un período de 48 años, el 99,9% de la población urbana nacional ha logrado contar con acceso al agua potable, mientras que en un período de 15 años, la cobertura urbana de tratamiento de aguas servidas creció del 8% a 96,4% de la población.

Cobertura de Agua Potable Rural

Desde 1960 existe en Chile el programa de Agua Potable Rural (APR) que tiene por finalidad abastecer de agua potable a las comunidades rurales del país. Según estimaciones del programa, el 100% de las localidades concentradas (aquellas con más de 150 habitantes y una densidad mayor a 15 viviendas por kilómetro de red de agua potable) se encuentran abastecidas, quedando como brecha de abastecimiento las localidades semi-concentradas y dispersas. El número estimado de beneficiarios con APR alcanza a 1.735.312 personas en base a 1.754 servicios de agua potable rural distribuidos en el país (DGA, 2016).

FIGURA 05

COBERTURAS URBANAS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS



Fuente: SISS, obtenido el 5 de agosto de 2016.

TABLA 10

NÚMERO DE APR, ARRANQUES Y BENEFICIARIOS A NIVEL NACIONAL						
REGIÓN	NÚMERO DE APR	%	NÚMERO DE ARRANQUES	%	NÚMERO DE BENEFICIARIOS	%
Arica y Parinacota	26	1,48	3.427	0,77	13.575	0,78
Tarapacá	21	1,2	3.117	0,7	12.396	0,71
Antofagasta	14	0,8	3.215	0,72	11.700	0,67
Atacama	38	2,17	5.239	1,18	15.530	0,89
Coquimbo	189	10,78	44.262	9,95	139.482	8,04
Valparaíso	158	9,01	41.282	9,28	165.128	9,52
Metropolitana	102	5,82	45.087	10,14	180.348	10,39
O'Higgins	220	12,54	78.121	17,56	312.484	18,01
Maule	274	15,61	79.459	17,86	317.836	18,32
Biobío	194	11,06	47.018	10,57	188.373	10,86
La Araucanía	217	12,37	33.780	7,59	135.120	7,79
Los Ríos	84	4,79	16.123	3,62	64.500	3,72
Los Lagos	171	9,75	37.978	8,54	151.910	8,75
Aysén	36	2,05	5.929	1,33	23.712	1,37
Magallanes y la Antártica Chilena	10	0,57	823	0,19	3.218	0,19
TOTALES	1.754		444.860		1.735.312	

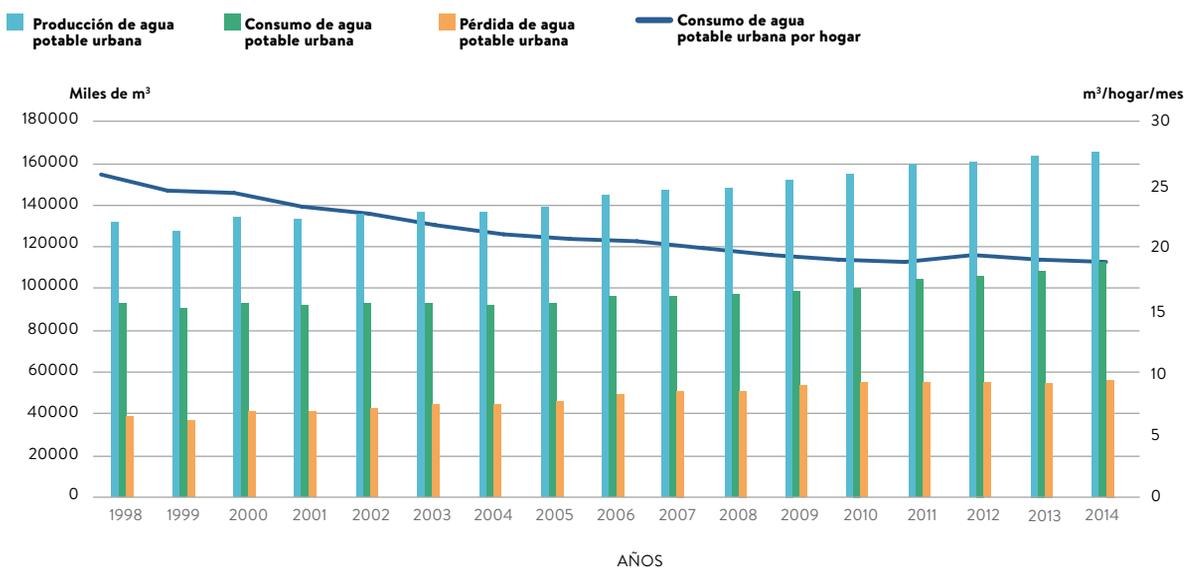
Fuente: DGA, 2016.

Consumo de agua potable

El consumo de agua potable en los centros urbanos del país durante 2014, fue de 1.109.370 miles m³, cifra que representa un aumento en comparación al consumo del año 2013 que fue de 1.087.753 miles de m³ (variación de un 1,99%). El consumo promedio mensual por cliente para 2014 fue de 18,6 m³/cliente/mes, cifra un poco menor a la de 2013 que fue de 18,7 m³/cliente/mes (variación de un -0,4%). La Región Metropolitana concentra los mayores consumos promedio mensuales por cliente, con valores aproximados de 21 m³/hogar/mes (SISS, 2015). En la Figura 6 se presentan, en conjunto, la evolución anual de la producción de agua potable urbana y el consumo y pérdida de agua entre los años 1998 y 2014.

FIGURA 06

EVOLUCIÓN ANUAL DE PRODUCCIÓN, CONSUMO Y PÉRDIDA DE AGUA POTABLE URBANA



Fuente: Evolución anual de producción, consumo y pérdida de agua potable urbana (elaboración propia en base a Informe del Sector Sanitario 2015, SISS).



Corriente | JORGE GERSTLE

3 • PRESIONES SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS

El aumento en la demanda de los recursos hídricos, producto del crecimiento de la población y del crecimiento económico, hace que sea un recurso altamente vulnerable. Esta vulnerabilidad se ve aumentada por diversas presiones, relacionadas principalmente con alteraciones en su disponibilidad y calidad. Las principales presiones a cuerpos de agua corresponden a extracciones y descargas de contaminantes del tipo puntual y difusa.

3.1 Sobreexplotación de los Recursos Hídricos

Los recursos hídricos del país son utilizados para el desarrollo de diversas actividades productivas, las cuales demandan agua de forma diferenciada en cada una de las regiones del país. En la **Tabla 11** se presentan las demandas de agua por región y por sector productivo, destacando al sector agropecuario como el que más utiliza agua (82 % el total), seguido del consumo de agua para abastecimiento de agua potable (8 %), uso de agua para la industria (7 %) y luego uso de agua para la actividad minera (3 %). En términos regionales, la Región del Maule es la más demandante en agua, asociado principalmente a la importancia de la actividad agropecuaria en la región.

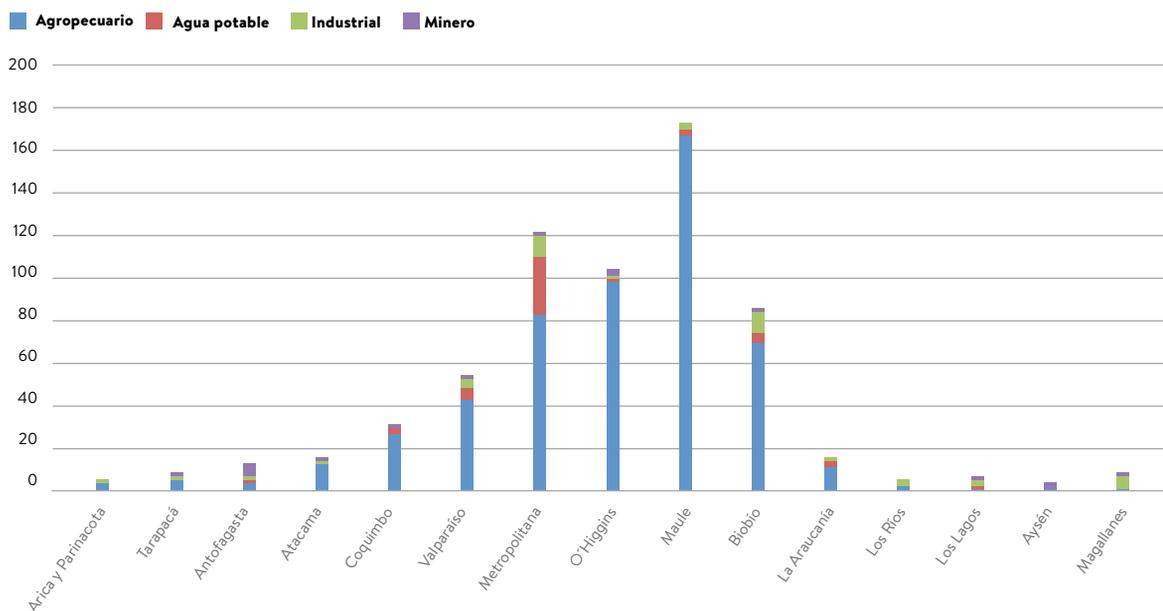
TABLA 11

DEMANDA DE AGUA POR SECTOR PRODUCTIVO Y REGIÓN (m³/s)					
REGIÓN	AGROPECUARIO	AGUA POTABLE	INDUSTRIAL	MINERO	TOTAL
Arica y Parinacota	3,71	0,96	0,25	0	4,92
Tarapacá	5,21	0,69	1,43	1,54	8,87
Antofagasta	3,31	1,68	1,29	6,26	12,54
Atacama	12,03	0,87	0,52	1,90	15,32
Coquimbo	27,19	1,89	0,25	0,71	30,04
Valparaíso	42,44	5,82	4,81	1,26	54,33
Metropolitana	82,36	27,41	10,42	0,90	121,09
O'Higgins	97,96	2,41	1,23	1,88	103,48
Maule	166,49	2,53	3,77	0	172,79
Biobío	69,44	5,16	9,54	1,21	85,35
La Araucanía	11,51	2,34	0,26	0	14,11
Los Ríos	2,21	1,02	1,63	0	4,86
Los Lagos	1,10	1,39	2,46	1,50	6,45
Aysén	0,64	0,29	0,08	2,60	3,61
Magallanes y la Antártica Chilena	1,12	0,38	5,91	0,23	7,64
TOTAL	526,72	54,84	43,85	19,99	645,40

Fuente: DGA, 2016.

FIGURA 07

DEMANDA DE AGUA POR SECTOR (m³/s)



Fuente: Demanda de agua por sector productivo (DGA, 2016).

Cuando se habla de disponibilidad hídrica de una cuenca hidrográfica, se está haciendo alusión al caudal susceptible a ser ocupado y otorgado mediante derechos de aprovechamiento. Según lo establecido en el Código de Aguas (Artículo N°6), “el derecho de aprovechamiento es un derecho real que recae sobre las aguas y consiste en el uso y goce de ellas”, el cual será de dominio de un titular, quién podrá usar, gozar y disponer de él en conformidad a la ley. Estos derechos deben ser expresados en una unidad de volumen por unidad de tiempo y pueden ser de tipo consuntivos, no consuntivos, de ejercicios permanentes o eventuales, continuos, discontinuos o alternados entre varias personas.

DERECHOS DE AGUA

- **Derecho de aprovechamiento no consuntivo:** Es aquel derecho 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 (Artículo 14).
- **Derecho permanente:** Es aquel derecho que se otorga con dicha calidad en fuentes de abastecimiento no agotadas, en conformidad a las disposiciones establecidas en el Código de Aguas, así como los que tengan esta calidad con anterioridad a su promulgación (Artículo 16).
- **Derecho eventual:** Son aquellos derechos que no son de tipo permanente y solo facultad para usar el agua en las épocas en que el caudal matriz tenga un sobrante después de abastecidos los derechos de ejercicios permanentes (las aguas lacustres o embalsadas son objeto de derechos de ejercicio eventual) (Artículo 18).
- **Derecho de ejercicio continuo:** Son aquellos derechos que permiten usar el agua en forma ininterrumpida durante las veinticuatro horas del día (Artículo 19).
- **Derecho de ejercicio discontinuo:** Son aquellos derechos que sólo permiten usar el agua durante determinados períodos (Artículo 19).
- **Derecho de ejercicio alternado:** Son aquellos derechos en que el uso del agua se distribuye entre dos o más personas que se turnan sucesivamente (Artículo 19).

Fuente: Código de Aguas. Ministerio de Justicia, 1981.



Actualmente la zona norte del país no cuenta con disponibilidad hídrica, ya que no existe caudal disponible para el otorgamiento de nuevos derechos de aprovechamiento. En relación con la disponibilidad hídrica superficial, en la **Tabla 12** se presenta el número de derechos de aprovechamiento otorgados en las cuencas del país (de tipo consuntivo y no consuntivo).

TABLA 12

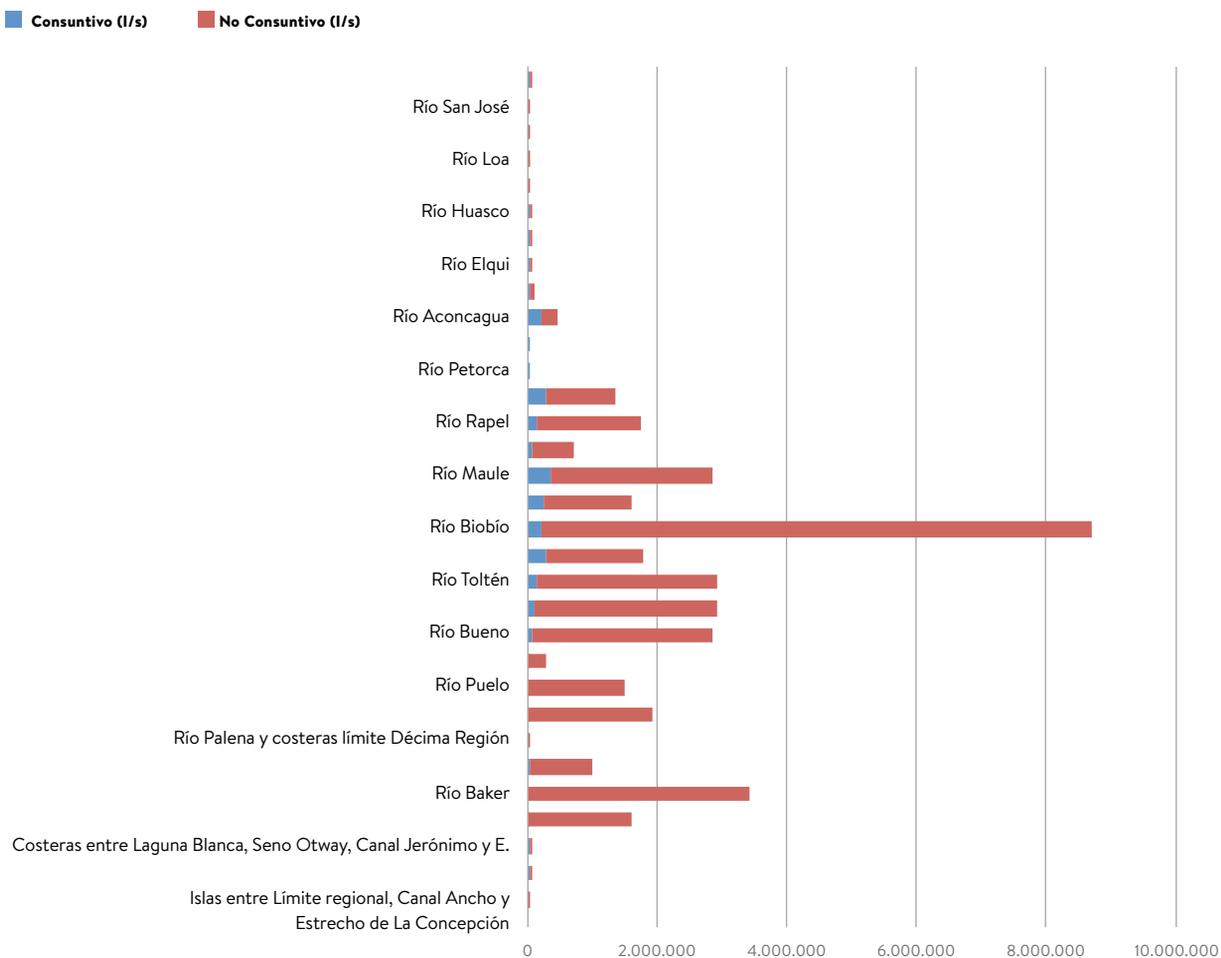
DERECHOS DE APROVECHAMIENTO SUPERFICIALES DE TIPO CONSUNTIVO Y NO CONSUNTIVO						
NÚMERO DE DERECHOS SUPERFICIALES						
REGIÓN	CUENCA	CONSUNTIVO N°	%	NO CONSUNTIVO N°	%	TOTAL
Arica y Parinacota	Río Lluta	296	0,9	4	0,05	300
Arica y Parinacota	Río San José	38	0,1	3	0,04	41
Tarapacá	Pampa del Tamarugal	452	1,3	4	0,05	456
Tarapacá / Antofagasta	Río Loa	247	0,7	26	0,33	273
Atacama	Río Copiapó	112	0,3	7	0,09	119
Atacama / Coquimbo	Río Huasco	123	0,4	4	0,05	127
Coquimbo	Río Choapa	585	1,7	34	0,43	619
Coquimbo	Río Elqui	770	2,3	22	0,28	792
Coquimbo	Río Limarí	2361	7,0	25	0,32	2386
Valparaíso	Río Aconcagua	1.017	3,0	81	1,02	1098
Valparaíso	Río La Ligua	47	0,1	0	-	47
Valparaíso	Río Petorca	89	0,3	0	-	89
Valparaíso / Metropolitana / O'Higgins	Río Maipo	1.759	5,2	200	2,52	1959
Metropolitana / O'Higgins	Río Rapel	1.020	3,0	234	2,95	1254
O'Higgins / Maule	Río Mataquito	350	1,0	187	2,36	537
Maule / Biobío	Río Maule	3.375	10,0	385	4,85	3760
Biobío	Río Itata	1.678	5,0	239	3,01	1917
Biobío / La Araucanía	Río Biobío	1.921	5,7	937	11,81	2858
La Araucanía	Río Imperial	3.452	10,2	868	10,94	4320
La Araucanía	Río Toltén	3.454	10,2	1451	18,28	4905
La Araucanía / Los Ríos	Río Valdivia	4.241	12,6	873	11,00	5114
Los Ríos / Los Lagos	Río Bueno	3.123	9,3	1191	15,01	4314
Los Lagos	Isla Chiloé y circundantes	725	2,1	286	3,60	1011
Los Lagos	Río Puelo	28	0,1	132	1,66	160
Los Lagos	Río Yelcho	105	0,3	36	0,45	141
Los Lagos / Aysén	Río Palena y costeras límite Décima Región	78	0,2	42	0,53	120
Aysén	Río Aysén	1.366	4,0	397	5,00	1.763
Aysén	Río Baker	437	1,3	131	1,65	568
Aysén	Río Pascua	65	0,2	31	0,39	96
Magallanes y Antártica	Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes	272	0,8	48	0,60	320
Magallanes y Antártica	Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente	169	0,5	50	0,63	219
Magallanes y Antártica	Islas entre Límite regional, Canal Ancho y Estrecho de La Concepción	3	0,0	8	0,10	11
TOTAL		33.758	100	7.936	100	41.694

Fuente: DGA, 2016.

Como se puede apreciar en la **Figura 8**, la cuenca hidrográfica que presenta el mayor caudal otorgado es la cuenca del Río Biobío con 8.693.985 l/s. De este caudal 194.749 l/s corresponden a derechos de aprovechamiento de tipo consuntivo y 8.499.227 l/s a derechos de aprovechamiento de tipo no consuntivo.

FIGURA 08

DERECHOS SUPERFICIALES. CAUDAL OTORGADO (l/s)



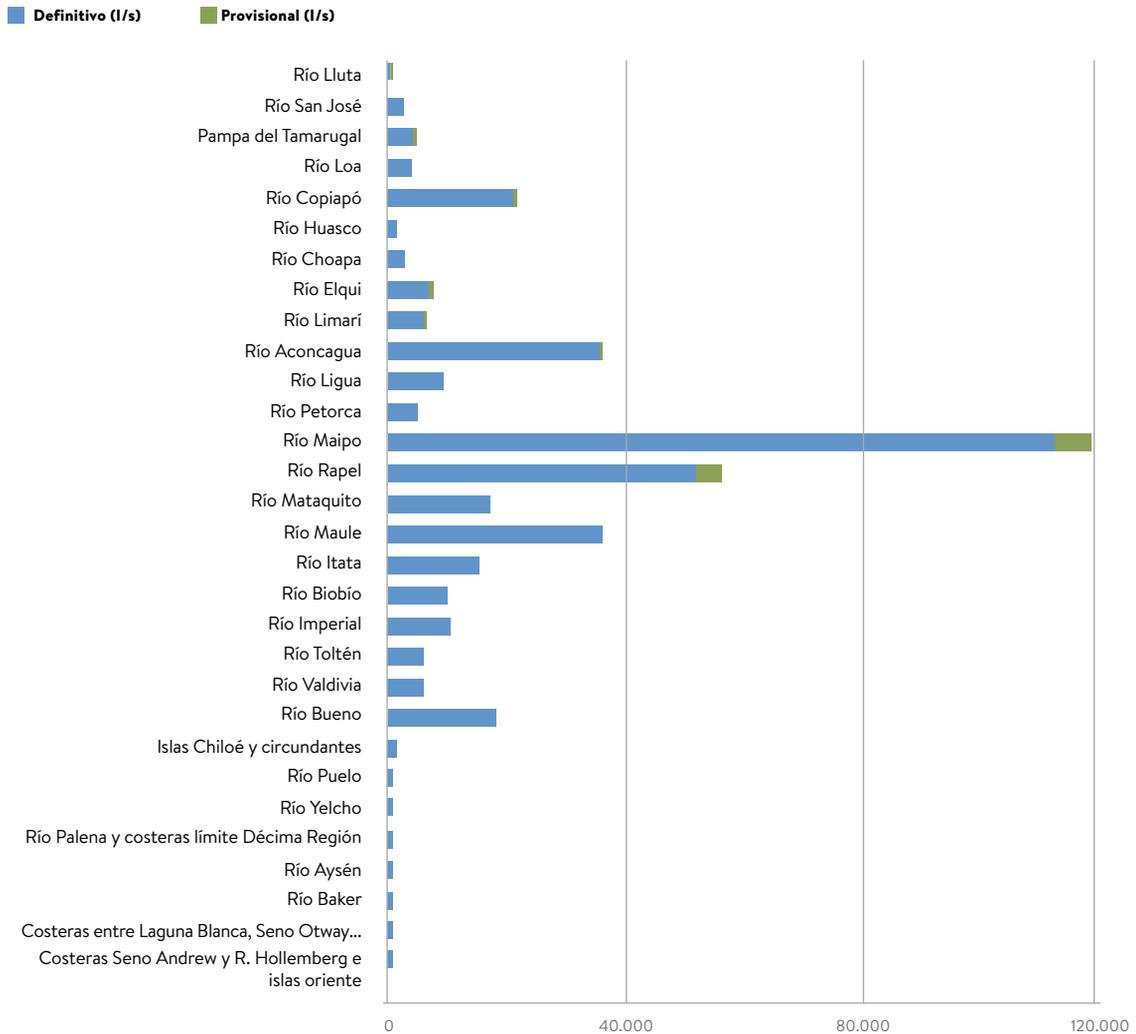
Fuente: SISS, obtenido el 5 de agosto de 2016.



En relación a las aguas subterráneas los caudales otorgados se presentan en la **Figura 09**.

FIGURA 09

DERECHOS SUBTERRÁNEOS. CAUDAL OTORGADO (l/s)



Fuente: Derechos de aguas subterráneas (permanente y eventual). Caudal otorgado (DGA, 2016).

Como se puede apreciar en la **Figura 9**, la cuenca hidrográfica que presenta el mayor caudal de otorgamiento de aguas subterráneas, es la cuenca del Río Maipo con 119.354 l/s. De este caudal, el 95 % corresponde a ejercicio definitivo (112.841 l/s) y 5 % restante a ejercicio provisional (6.513 l/s).

CAUDAL ECOLÓGICO Y AMBIENTAL: PERSPECTIVA INTERNACIONAL

El Banco Mundial describe que los caudales ambientales se conceden para el acceso al agua y los servicios que ofrecen los ecosistemas acuáticos. Estos caudales se definen en términos de calidad, cantidad y régimen de caudales requeridos para mantener los componentes, las funciones, los procesos y la resiliencia de los ecosistemas acuáticos, disponiendo provechos y servicios para las personas (Banco Mundial, 2009). Además esta publicación menciona que la evaluación de caudales ambientales deben integrar los requerimientos de aguas superficiales con aguas subterráneas, si los sistemas están conectados.

El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2010), dice sobre los caudales ambientales que “el agua es un componente inseparable de la vida humana y ambiental. Forma una relación basada en las complejidades del ciclo hidrológico y las interdependencias de toda la vida en la Tierra. Cuando se degradan los recursos hídricos, puedan afectar a todas las formas de vida, incluyendo la vida humana. El desafío, por lo tanto, es superar la necesidad de la competencia y encontrar formas para armonizar las necesidades de agua de las personas con aquellas del medioambiente”.

Por su parte, la reciente Evaluación de Desempeño Ambiental de La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2016) para Chile, recomienda “concebir e implementar nuevas reformas del régimen de asignación de aguas, con el fin de asegurar la imposición de límites efectivos y exigibles a las extracciones, que reflejen las exigencias ambientales y ecológicas y la necesidad de un uso sostenible; establecer usos “esenciales” del agua (entre otros, el abastecimiento público de agua, y los servicios de saneamiento y ecosistémicos) a los que se otorgue alta prioridad; acelerar la regularización y el registro de los derechos de uso del agua, para que el registro público sobre la materia sea plenamente operativo y transparente; considerar la posibilidad de realizar subastas de nuevos derechos, en zonas en las que no haya una asignación excesiva, y reforzar las medidas de fiscalización y las sanciones aplicables a las extracciones ilegales.”

Regulación del Caudal Ecológico Mínimo

Actualmente el cálculo de los caudales ecológicos mínimos según D.S. N° 14/2012⁷ y los cambios que se introdujeron a este sistema de cálculo con la dictación del D.S. N° 71/2014⁸, se basa en datos estadísticos de los caudales históricos de los últimos 25 años. Al respecto, los gráficos de las Figuras 10 y 11 muestran dos ejemplos de cálculo del reglamento actualmente vigente. Así, mientras que para el río Elqui en los últimos se observaron caudales mucho menores que el caudal ecológico mínimo, en el río Biobío se observan caudales disponibles para la entrega de derechos de aprovechamiento. Cabe mencionar, sin embargo que estos gráficos muestran resultados estadísticos, pero no toman en cuenta las condiciones ecológicas en el río.

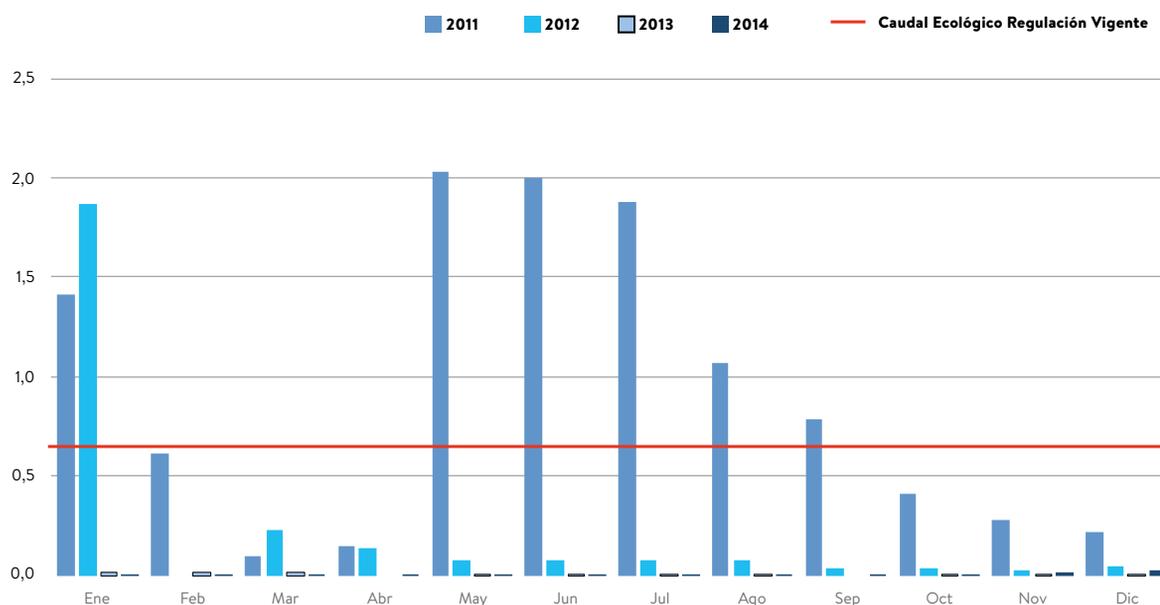
⁷Decreto N° 14 de 2012, “Aprueba Reglamento para la Determinación del Caudal Ecológico Mínimo”. Ministerio del Medio Ambiente.

⁸Decreto Supremo N° 71 de 2014, “Modifica Decreto N° 14, de 2012, que Aprueba Reglamento para la Determinación del Caudal Ecológico Mínimo”. Ministerio del Medio Ambiente.

Por otra parte, en el Artículo 7° del D.S. N° 14 de 2012 se mencionan casos calificados como “aquellos en los que se identifiquen riesgos en la calidad de las aguas y/o el hábitat de magnitud tal que comprometan la supervivencia de las especies”.

FIGURA 10

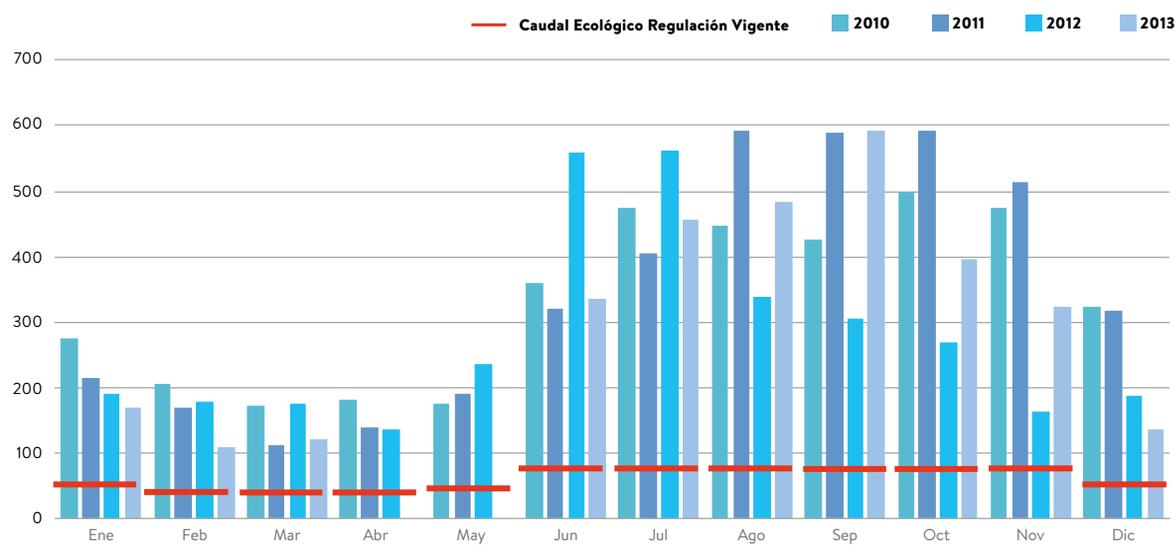
RÍO ELQUI EN LA SERENA



Fuente: Derechos de aguas subterráneas (permanente y eventual). Caudal otorgado (DGA, 2016).

FIGURA 11

RÍO BIOBÍO EN RUCALHUE

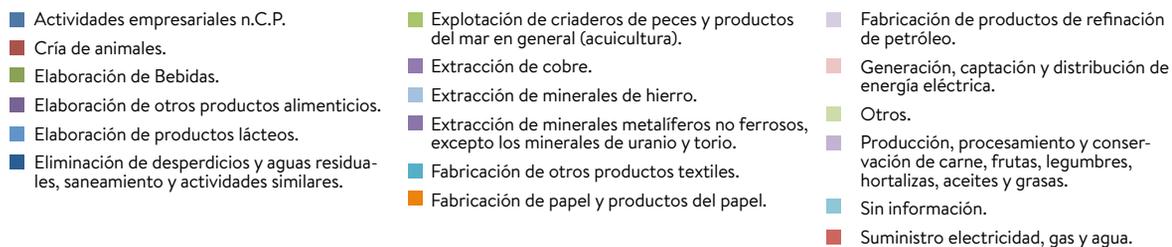
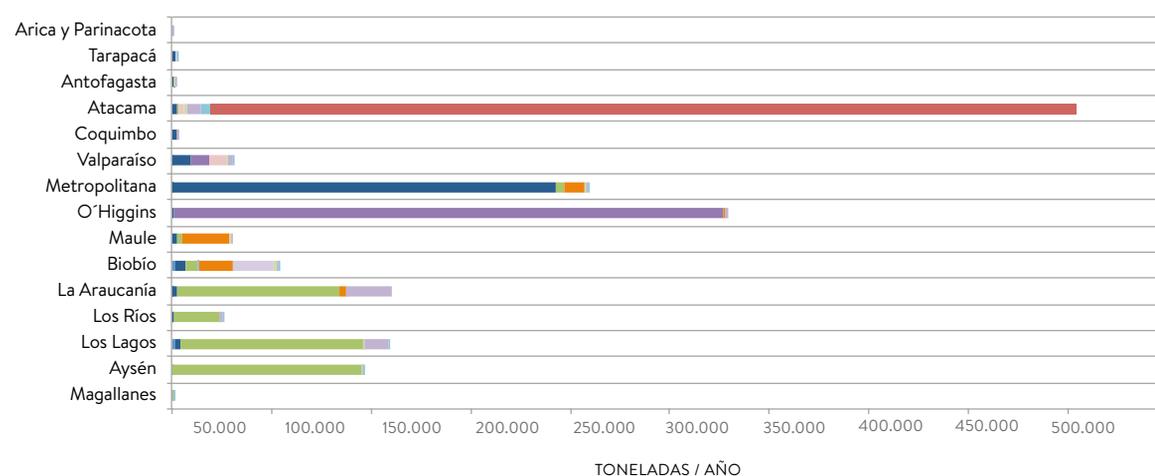


Fuente: Aplicación del D.S. N° 71/2014 para el río Biobío (elaboración propia en base a datos de la DGA, <http://snia.dga.cl/BNAConsultas/reportes>, 2016).

3.2 Emisiones puntuales a cuerpos de agua superficiales

Según los datos del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC, MMA), las descargas de contaminantes a aguas superficiales durante 2013 correspondieron en su mayoría al sector “suministro de electricidad, gas y agua”, junto con “eliminación de desperdicios y aguas residuales, saneamiento y actividades similares”⁹. Estos datos fueron obtenidos según las descargas a aguas superficiales reguladas por el D.S N° 90 (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2000).

⁹ Para preservar la calidad estadística de los datos se excluyeron las emisiones de cloruro de la “Planta Desaladora La Chimba” para preservar la calidad estadística de los datos.

FIGURA 12
EMISIONES TOTALES POR REGIÓN EN CUERPOS DE AGUA SUPERFICIAL 2013


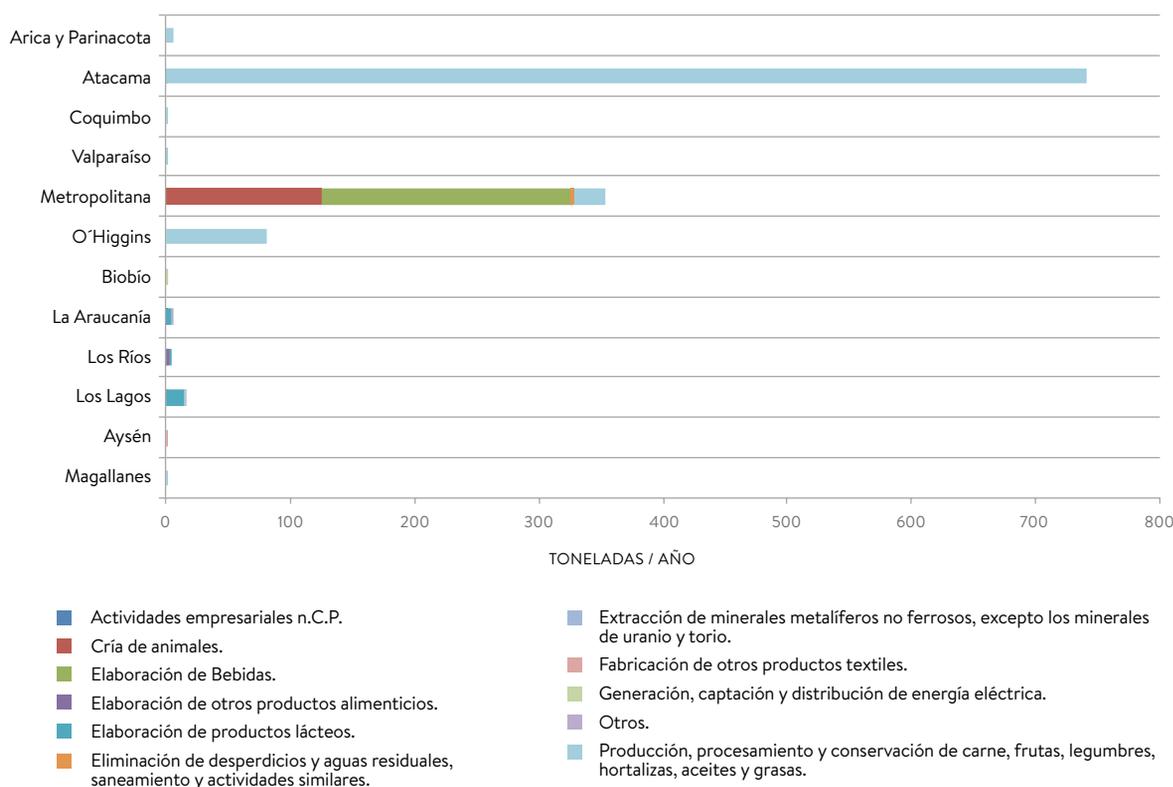
Fuente: Elaboración propia a partir de Base de Datos de la RETC, 2015.

3.3 Emisiones puntuales a aguas subterráneas

Las descargas de contaminantes a aguas subterráneas durante 2013, en tanto, correspondieron según los datos del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC, MMA), en su mayoría al sector producción, procesamiento y conservación de carne, fruta, legumbres, hortalizas, aceites y grasas, el cual concentró el 70% de las emisiones, seguido del sector elaboración de bebidas y la cría de animales con un 16%. Esta información corresponde a las descargas de efluentes en aguas subterráneas reguladas por la norma de emisión D.S. N° 46 (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2002).

FIGURA 13

EMISIONES TOTALES POR REGIÓN EN AGUAS SUBTERRÁNEAS 2013



Fuente: Elaboración propia a partir de Base de Datos de la RETC, 2015.

3.4 Desaladoras

La escasez hídrica ha motivado la utilización otras fuentes de agua distintas a las continentales. En Chile y particularmente en el norte del país una parte significativa del agua para uso minero y humano, proviene del proceso de desalación de agua de mar. A pesar de que este tipo de tecnologías ha sido ampliamente promovida¹⁰ e incorporada como una de las principales acciones del “Plan Nacional contra la Sequía”, es importante considerar que pueden generar diversos impactos al medio ambiente. Uno de los principales es el consumo de energía eléctrica y las líneas de transmisión asociadas. El consumo de energía provisto por un sistema cuya matriz es rica en termoelectricas que usan combustibles fósiles presenta una alta emisión de gases de efecto invernadero y de contaminantes locales, como por ejemplo material particulado, dióxido de azufre y NOx.

Además, impactos generados por la succión de agua, la descarga de la salmuera y otros riles del agua derecho. Entre los organismos afectados están los peces, huevos y larvas. La salmuera de rechazo no sólo posee una alta concentración salina (en torno al doble de la de la fuente de agua) sino que además contiene químicos que se han agregado para evitar contaminación biológica, incrustaciones y sólidos suspendidos. El rechazo afecta la calidad del agua y de los sedimentos, además de perjudicar la vida marina (Lattemann and Höpner, 2008). Según algunos estudios (MSPS, 2009) incrementos de la salinidad a partir de 39,1 PSU afectan a especies como erizos y misidáceos también pueden verse afectadas igualmente.

¹⁰ Actualmente se encuentra en la Cámara de Diputados un Proyecto de Ley con el fin de fomentar la creación y utilización de plantas desalinizadoras.
https://www.camara.cl/pley/pley_detalle.aspx?prmID=10286&prmBoletin=9862-33



TABLA 13

PLANTAS DE DESALADORAS CONSTRUIDAS Y PLANIFICADAS EN CHILE								
MACROZONA	REGIÓN	N° MAPA	NOMBRE	COMPAÑÍA	CAPACIDAD DESALACIÓN (l/s)	USO	ESTADO	
Norte	Arica y Parinacota	1	Planta Desaladora Arica	Aguas del Altiplano	412	Agua Potable	En Operación	
		2	Pampa Camarones	Minera Pampa Camarones	-	Cobre	En Operación	
	Tarapacá	3	Bullmine	SCM Bullmine	150	Yodo	Aprobado	
		4	Planta Desaladora Quebrada Blanca Fase 2	Teck	1300	Cobre	Factibilidad	
		5	Comité Caleta Chanavayita	Dirección de Obras Hidráulicas	9,25	Agua Potable Rural	En Operación	
		6	Eloisa	Eloisa S.A	200	Yodo	Aprobado	
	Antofagasta	7	Planta Desaladora Tocopilla	Aguas Antofagasta S.A.	200	Agua Potable	En Calificación	
		8	Planta Desaladora RT Sulfuros	Codelco Norte	1.630	Cobre	En Calificación	
		9	Mantos de La Luna	Compañía Minera Mantos de Luna	8,7	Cobre	En Operación	
		10	Planta Desaladora Michilla	Minera Michilla (Antofagasta Minerals)	75	Cobre	En Operación	
		11	Planta Desaladora Esperanza	Minera Centinela (Antofagasta Minerals)	50	Cobre	En Operación	
		12	Agua Desalada Antucoya	Minera Antucoya (Antofagasta Minerals)	20	Cobre	En Operación	
		13	Agua de Mar Encuentro	Antofagasta Minerals	20	Cobre	En Construcción	
		14	Planta Desaladora Hornitos	Caja Compensación Los Andes	4,3	Agua Potable	En Operación	
		15	Algorta	Algorta Norte	-	Yodo	Aprobado	
		16	Planta Desaladora Moly-Cop	Moly - Cop Chile S.A.	4,3	Acero	Aprobado	
		17	Sierra Gorda	Minera Sierra Gorda SCM	63	Cobre	En Operación	
		18	Planta Desaladora La Chimba	Aguas Antofagasta S.A.	680	Agua Potable	En Operación	
		19	Planta Desaladora Sur Antofagasta	Aguas Antofagasta S.A.	1.000	Agua Potable	Aprobado	
		20	Planta Desaladora Taltal	Aguas Antofagasta S.A.	5	Agua Potable	En Operación	
		21	Planta Coloso	Minera Escondida (BHP Billiton)	525	Cobre	En Operación	
		22	Ampliación Planta Coloso	Minera Escondida (BHP Billiton)	2.500	Cobre	En Construcción	
		23	Agua de Mar Lomas Bayas	Xstrata	-	Cobre	Factibilidad	
		24	Paposo	Dirección de Obras Hidráulicas	1,4	Agua Potable Rural	En Operación	
		25	Spence	Minera Spence (BHP Billiton)	800	Minería	En Calificación	
		26	Las Cenizas Taltal - Las Luces	Minera Las Cenizas	9,3	Cobre	En Operación	
		27	Planta de Osmosis Inversa	Cementos Polpaico	4,6	Industrial	En Operación	
		Atacama	28	Diego de Almagro	Minera Can Can	-	Cobre	Factibilidad
			29	Abastecimiento de Agua Desalada Manto Verde	Anglo American	120	Cobre	En Operación
			30	Planta Desaladora Cerro Negro Norte	CAP	600	Hierro	En Operación
			31	Planta Desaladora Bahía Caldera	Seven Seas Water Chile SpA	95,6	Agua Potable	En Calificación
			32	Planta Desalinizadora Minera Candelaria	Freeport- McMoRan	300	Cobre	En Operación
			33	Planta Desalinizadora de Agua de Mar	Econssa Chile S.A.	1.200	Agua Potable	En Calificación
	Coquimbo	34	Proyecto Dominga	Andes Iron	450	Hierro	Factibilidad	
		35	Comité de A.P.R. Chungungo	Dirección de Obras Hidráulicas	5,6	Agua Potable Rural	En Operación	
Austral	Aysén	36	Islas Huichas	Dirección de Obras Hidráulicas	2,8	Agua Potable Rural	En Operación	

Fuente: DGA, 2016.

CONTAMINACIÓN DIFUSA

A nivel mundial la contaminación difusa de los recursos hídricos provoca daños ambientales de gran envergadura, especialmente en los ecosistemas acuáticos. Las principales fuentes de contaminación difusa son de origen silvoagropecuario (forestal, agricultura, agroindustria, ganadería), acuícola, extracción de áridos, minería, aguas residuales (alcantarillas defectos) y residuos sólidos (depósitos permeables) e industriales (aire, infiltración). La contaminación difusa provoca impactos que alteran las condiciones físico-químicas de los ecosistemas acuáticos, produciendo cambios en los estados tróficos de los sistemas y en casos extremos pudiendo provocar una pérdida de biodiversidad. Por ejemplo, los pesticidas pueden disminuir considerablemente la biodiversidad de flora y fauna en los ecosistemas acuáticos por su toxicidad, ya sea aguda o crónica. En Chile existen numerosas fuentes potenciales de contaminación difusa, sin embargo en muchos casos no se analizan, falta información sobre su origen y se desconoce el impacto que la contaminación difusa produce, especialmente sobre las especies nativas chilenas.

4 • RESPUESTAS

4.1 Políticas y Estrategias para los Recursos Hídricos

Política Nacional para los Recursos Hídricos (2015)

El principal objetivo de la Política Nacional para los Recursos Hídricos (Ministerio del Interior y Seguridad Pública, 2015) es garantizar a las generaciones actuales y futuras, la disponibilidad y acceso al agua en estándares de calidad y cantidad adecuados, mediante el uso racional y sustentable de los recursos hídricos, privilegiando en primer lugar el consumo humano. Para ello propone los siguientes objetivos específicos:

1. Diseñar, elaborar e implementar distintos programas y acciones que permitan mitigar los efectos de la sequía que afecta recurrentemente gran parte del territorio nacional y preparar al país para enfrentar de mejor manera los eventos futuros.
2. Proponer alternativas de reordenamiento institucional y modificaciones al ordenamiento jurídico que permita gestionar de mejor forma los instrumentos y recursos, con la finalidad de lograr una mejor gestión en los recursos hídricos a tono con la magnitud e importancia de los desafíos actuales y futuros.

Por otra parte la Política Nacional para los Recursos Hídricos se enmarca bajo las siguientes directrices:

1. La consideración de los escenarios futuros, tendencias y proyecciones más probables en materia de disponibilidad y demanda de recursos hídricos.
2. La sustentabilidad y protección del agua tanto desde el punto de vista de la cantidad como de la calidad.
3. La integración de la gestión de los recursos hídricos con la gestión ambiental. La consideración de las particularidades físicas, bióticas, demográficas, económicas, sociales y culturales de cada una de las regiones del país.
4. La articulación de la gestión de los recursos hídricos con el uso del suelo.
5. La gestión de los recursos hídricos a nivel de cuencas hidrográficas.

Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025, DGA, 2013

Plantea la necesidad de enfrentar el aumento de la demanda de recursos hídricos y de los efectos derivados del cambio climático, a través de una visión mancomunada de los distintos intereses en torno al agua y de la necesidad de asegurar a las actuales, como a las futuras generaciones, el acceso al agua, y a su vez potenciar el desarrollo económico del país.

La estrategia cuenta con 5 ejes estratégicos para las aguas de Chile, los cuales son: I) gestión eficiente y sustentable, ii) mejor institucionalidad, iii) enfrentar la escasez, iv) equidad social y v) una ciudadanía informada (MOP, 2013).

Declaraciones de escasez

El Ministerio de Obras Públicas, a través de la Dirección General de Aguas (DGA), tiene la facultad para declarar cuencas, comunas y provincias en situación de escasez hídrica. Las declaraciones de escasez (sequía) corresponden al 74% de todos los instrumentos empleados en el período 2008-2014 por la DGA para salvaguardar los recursos hídricos. Las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Maule y Metropolitana concentran el 86% de la aplicación de instrumentos por parte de la DGA. Estas mismas regiones centralizan el mayor gasto en reparto de agua a través de camiones aljibes por parte de la ONEMI, el cual casi se ha triplicado entre 2011 y 2014 (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, 2015) (Figura 14).

Planes de Adaptación al Cambio Climático (MMA)

Estos planes corresponden a trabajos sectoriales derivados del Plan de Acción Nacional sobre Cambio Climático 2008-2012 (PANCC), para permitir la adaptación del país a los efectos esperados de éste fenómeno. Actualmente el Ministerio del Medio Ambiente, el Ministerio de Obras Públicas y el Ministerio de Agricultura se encuentran trabajando en la elaboración de estos planes, específicamente en la etapa de evaluación de la vulnerabilidad de los recursos hídricos.

El Plan de Plan de Adaptación para los Recursos Hídricos contempla los siguientes ejes prioritarios:

- Gestión sustentable de los recursos hídricos, que permita una adecuada protección de la cantidad y calidad de las aguas.
- Mejorar la institucionalidad para la planificación del recurso, su asignación, protección, fiscalización y resolución de conflictos.
- Prevenir y enfrentar la escasez: superar la escasez a corto plazo y abordarla de forma permanente. Comprensión del ciclo hidrológico en el manejo de los recursos, recarga artificial de acuíferos, obtención de recursos desde nuevas fuentes, como plantas desalinizadoras, construcción de infraestructura hídrica y otros.
- Fortalecer y ampliar los sistemas de monitoreo, con especial atención en la instalación de estaciones en altura, extender y mejorar el monitoreo de la calidad de las aguas y de los acuíferos, para estos últimos a través de un programa nacional de monitoreo.
- Mantener y fortalecer el inventario, monitoreo y estudio de los glaciares.
- Potenciar el desarrollo de una Ley de Glaciares, que permita la conservación de estos cuerpos, considerando los efectos del cambio climático.
- Mejorar la satisfacción de la demanda de agua potable en las zonas de menor cobertura.
- Reutilización del recurso.
- Educación de la población. Promover la cultura de conservación del agua en la comunidad y las acciones para el uso eficiente del recurso (MMA, 2016).

4.2 Protección y conservación

Norma Chilena de Agua Potable

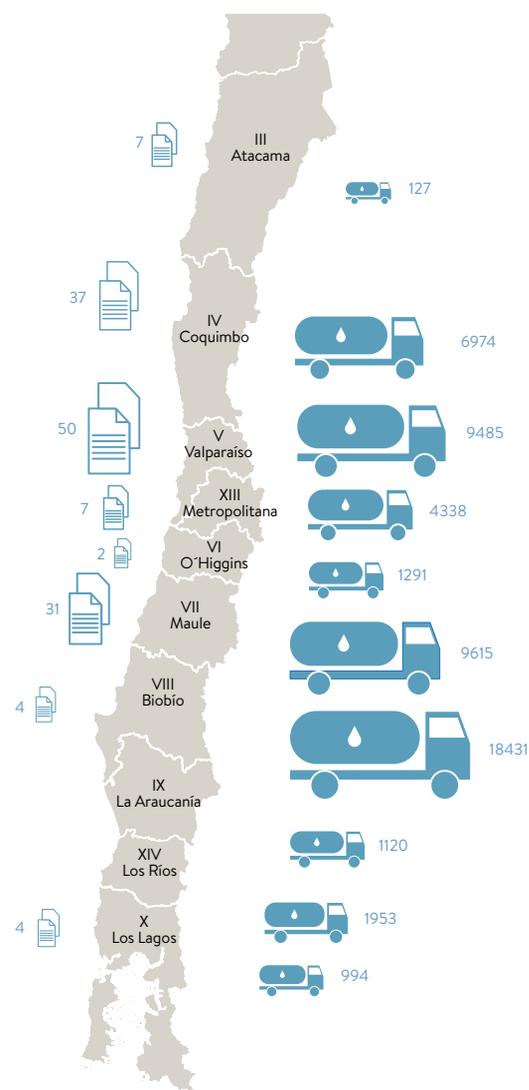
La NCH N° 409 (2005) para Agua Potable, partes 1 y 2, regula los requisitos físicos, químicos, bacteriológicos y de desinfección, que aseguran su inocuidad y aptitud para el consumo humano.

Normas Primarias de Calidad Ambiental

Son aquellas que “establecen los valores de concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o

FIGURA 14

NÚMERO DE DERECHOS DE AGUA Y CAMIONES ALJIBES



Los símbolos al lado izquierdo del mapa son proporcionales al número de decretos de escasez dictados por la Dirección General de Aguas (DGA) entre 2010 y 2015. Los símbolos al lado derecho son proporcionales al gasto ejecutado por la Oficina Nacional de Emergencias (ONEMI) en agua y camiones Aljibes entre 2011 y 2014 en millones de pesos. Datos: DGA y ONEMI respectivamente.

biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinaciones de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población, definiendo los niveles que originan situaciones de emergencia” (D.S. N° 38, MMA, 2012).

Normas Primarias de Calidad vigentes:

- Norma de calidad primaria para la protección de las aguas continentales superficiales donde se realizan actividades de recreación con contacto directo. D.S. N° 143/2009
- Norma de calidad primaria para la protección de las aguas marinas y estuarias donde se realizan actividades de recreación con contacto directo. D.S. N° 144/2009.

Normas Secundarias de Calidad Ambiental

Son aquellas que “establecen los valores de las concentraciones y 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 conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza” (D.S. N° 38, MMA, 2012).

Las normas para los ríos y lagos son instrumentos para conservar o preservar los ecosistemas acuáticos y sus servicios ecosistémicos a través del mantenimiento y mejoramiento de la calidad de las aguas en cuencas hidrográficas, incluyendo los estuarios. De esta manera incluyen también el control de la contaminación difusa.

Normas Secundarias de Calidad Ambiental vigentes:

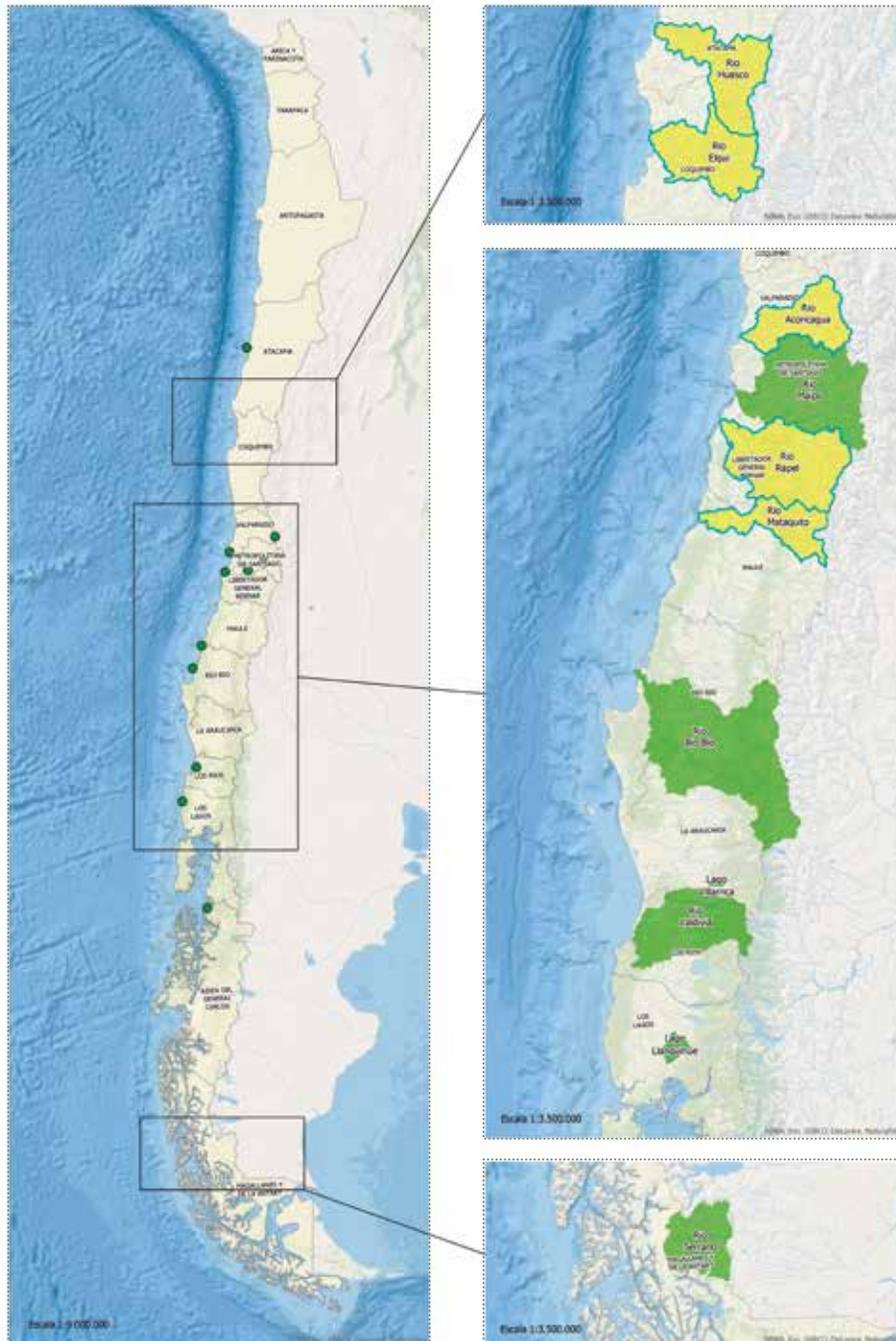
- Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Serrano (D.S. N° 75/2009).
- Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las Aguas del Lago Llanquihue (D.S. N° 122/2009).
- Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales del Lago Villarrica (D.S. N° 19/2013).
- Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Maipo (D.S. N° 53/2013).
- Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Valdivia (D. S. N° 1, 2015).
- Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Biobío (D.S. N° 9, 2015).

En el último informe sobre la Evaluación de Estado del Medio Ambiente, la OCDE (2016) se recomienda a Chile “seguir expandiendo la cobertura de las normas sobre calidad del agua y acelerar la implementación de la plataforma prevista de información sobre calidad del agua e información ecológica, con el propósito de recopilar y publicar sistemáticamente información sobre la calidad del agua; perfeccionar el monitoreo de la contaminación del suelo y de la extracción de agua para proteger los ecosistemas, en particular los humedales”.

En este contexto, el Ministerio del Medio Ambiente se encuentra desarrollando cinco nuevos procesos de elaboración de Normas de Calidad Ambiental, entre las que se incluyen las NSCA para las cuencas de los ríos Rapel (incluye los ríos Cachapoal y Tinguiririca, el estero Alhué y el embalse Rapel), Aconcagua, Elqui, Mataquito y Huasco, con el fin de aumentar la cobertura normativa en las zonas centro y norte del país.

FIGURA 15

NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL VIGENTES Y EN ELABORACIÓN



Programa de Regulación Ambiental de Normas Secundarias de Calidad de Aguapara 2016-2017

Leyenda
 Programa monitoreo NSCA
 ■ NSCA vigente
 ■ NSCA incluidas en programa de regulación ambiental 2015-2017

Fuente: Elaboración propia MMA, 2016.

Programas de Medición y Control de la Calidad Ambiental

Los Programas de Medición y Control de la Calidad Ambiental (PMCCA), corresponden al monitoreo sistemático, destinado a caracterizar, medir y controlar la variación de la calidad de las aguas superficiales: continentales, transicionales y marinas, en un período de tiempo, con enfoque preventivo de preservación y protección de los ecosistemas como parte importante del seguimiento de las NSCA. El primer PMCCA vigente es el del Lago Villarrica, en el caso de los ríos Maipo, Valdivia y Biobío, se encuentran en fase de elaboración. Por su parte, el Río Serrano y Lago Llanquihue cuentan con un programa de vigilancia.

Los PMCCAs contienen dos tipos de red de monitoreo, la red de control y la red de observación. En la red de control se analizan los parámetros en las estaciones de la NSCA, límites exigibles para evaluar el cumplimiento de la NSCA. La red de observación contiene parámetros básicos, por ejemplo la temperatura, y también parámetros y estaciones adicionales como base para incorporarlos en las siguientes revisiones de cada NSCA, las que por ley deben realizarse, al menos, cada 5 años. La Superintendencia del Medio Ambiente es la encargada de fiscalizar el cumplimiento de los PMCCAs, previo informe del Ministerio del Medio Ambiente.

Planes de prevención y de descontaminación

De acuerdo con el D.S. N° 39/2012¹¹, “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”.

Los planes de descontaminación, que se elaboran también según el D.S. N° 39/2012, se definen como “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”. El contenido de estos planes debe incluir antecedentes sobre la identificación, delimitación y descripción del área afectada, referencia a los datos de calidad ambiental que fundaron la declaración de zona y relativos a las fuentes emisoras que pueden impactar dicha zona.

Además el plan deberá contener, al menos la relación entre niveles de emisión totales y de contaminantes a ser regulados, el plazo para reducción de emisiones, los responsables de cumplimiento del plan, los instrumentos de gestión a aplicar, la proporción de reducción de emisiones para los responsables de contaminantes, los límites máximos admisibles de emisión por carga y/o por concentración de contaminantes y la estimación de costos y beneficios económicos-sociales. Cuando sea posible, proponer mecanismos de compensación, el aporte de las distintas fuentes a la emisión total, podrá formular un Plan Operacional para Episodios Críticos (acciones de cooperación pública, programas de educación y difusión ambiental), así como instrumentos de estímulos a acciones de mejoramiento y reparación ambiental, las condiciones que se exigirán para nuevas actividades a desarrollarse en el área del plan, el programa de verificación de cumplimiento de condiciones y requisitos establecidos, y la mención a la Superintendencia del Medio Ambiente como autoridad a cargo de la fiscalización.

Protección de Caudales Ecológicos

En el contexto de la determinación de caudales ecológicos y la conservación de los servicios ecosistémicos de los ambientes acuáticos, durante 2013 y 2014, el MMA desarrolló el estudio “Conservación de Ecosistemas Acuáticos Continentales y su Biodiversidad, implementación de Metodologías y Desarrollo de

¹¹ Decreto Supremo N° 39, de 2012, Ministerio del Medio Ambiente. “Reglamento para la Dictación de Planes de Prevención y de Descontaminación”.

Herramientas para la Planificación, Evaluación y Priorización de Ecosistemas”. Esta herramienta permitirá evaluar el rango de caudales en los que se desarrollan las diferentes especies acuáticas en las cuencas del país (curvas de habitabilidad). El objetivo de este trabajo es identificar y clasificar a los ecosistemas acuáticos del territorio (ríos, lagos, otros humedales) en función de su capacidad potencial de desarrollo de la biodiversidad acuática.

Normas de emisión

Son aquellas que establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante, medida en el efluente de la fuente emisora, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, pueda constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental. Están vigentes cuatro normas de agua de este tipo.

- Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado (D.S. N° 609/1998).
- Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales (D.S. N° 90/2000).
- Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas (D.S. N° 46/2002).
- Norma de Emisión para Molibdeno y Sulfatos de Efluentes Descargados desde Traques de Relaves al Estero Carén (D.S. N° 80/2006).

Resolución de Calificación Ambiental (RCA)

Una Resolución de Calificación Ambiental (RCA), es un herramienta administrativa que se genera junto con la aprobación de un proyecto en la evaluación de impacto ambiental por parte del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). El documento entregado al titular del proyecto establece las condiciones, exigencias o medidas asociadas a su actividad y que se deben cumplir durante su instalación y mantenimiento.

Declaración de Agotamiento de Aguas Superficiales

Según lo estipulado en el Artículo 282 del Código de Aguas, el Director General de Aguas podrá declarar –a petición fundada de la junta de vigilancia respectiva o de cualquier interesado y efectos de la concesión de nuevos derechos consuntivos permanentes–, el agotamiento de las fuentes naturales de aguas, sean éstas cauces naturales, lagos, lagunas u otros. Declarado el agotamiento no podrá concederse derechos consuntivos permanentes (Ministerio de Justicia, 1981). A la fecha se ha declarado el agotamiento de 12 fuentes naturales (**Tabla 14**)



TABLA 14

DECLARACIONES DE AGOTAMIENTO DE AGUAS SUPERFICIALES			
N°	AÑO	RESOLUCIÓN	NOMBRE
1	1952	Decreto MOP N° 1898	Declaración de Agotamiento Río Laja y sus afluentes entre sus nacientes y BT Canal Siberia inclusive
2	1983	Resolución DGA Toma Razón N° 80	Declaración de Agotamiento Río Tinguiririca y sus Afluentes
3	1983	Resolución DGA Toma de Razón N° 383	Declaración de Agotamiento Primera Sección Río Mapocho y sus Afluentes
4	1985	Resolución DGA Exenta N° 209	Declaración de Agotamiento Primera Sección Río Aconcagua
5	1994	Resolución DGA Toma de Razón N° 158	Declaración de Agotamiento Río Diguillín y sus Afluentes
6	1999	Resolución DGA Toma de Razón N° 894	Declaración de Agotamiento del Estero Chimbarongo y sus Afluentes
7	2000	Resolución DGA Exenta N° 197	Declaración de Agotamiento del río Loa y sus Afluentes
8	2004	Resolución DGA Exenta N° 1278	Declaración de Agotamiento del Río Putaendo y sus Afluentes
9	2004	Resolución DGA Exenta N° 1432	Declaración de Agotamiento del Río Choapa y sus Afluentes
10	2005	Resolución DGA Exenta N° 72	Declaración de Agotamiento del Río Grande y Limarí y sus Afluentes
11	2009	Resolución DGA Exenta N° 1515	Declaración de Agotamiento del Río Elqui y sus Afluentes
12	2016	Decreto MOP N° 24	Declaración de agotamiento de la cuenca del río Huasco y sus afluentes, provincia de Huasco, región de Atacama

Fuente: MMA en base a datos DGA, 2016.

Decretos de Reserva de Aguas

Según lo estipulado en el Artículo 147 bis del Código de Aguas (Ministerio de Justicia, 1981), el Presidente de la República podrá reservar el recurso hídrico para el abastecimiento de la población cuando no se cuente con otros medios para obtener agua. También podrá denegar solicitudes de derechos de aprovechamiento no consuntivos cuando se trate de circunstancias excepcionales y de interés nacional.

Desde 2007 a 2015, se han declarado 28 reservas de aguas a nivel nacional entre la Región de Atacama y la Región de Magallanes. En la tabla 15 se presentan los Decretos de Reservas de Agua.

TABLA 15

DECRETOS DE RESERVAS DE AGUA						
REGIÓN	N°	NOMBRE	TIPO DE AGUAS	USO DE AGUAS	N° DECRETO	FECHA PUBLICACIÓN
Atacama	1	Freirina Bajo	Subterráneo	Abastecimiento	2114	2014
	2	Freirina Alto	Subterráneo	Abastecimiento	2114	2014
	3	Vallenar Bajo	Subterráneo	Abastecimiento	2114	2014
	4	Embalse Santa Juana	Subterráneo	Abastecimiento	2114	2014
	5	El Tránsito	Subterráneo	Abastecimiento	2114	2014
	6	Río del Carmen	Subterráneo	Abastecimiento	2114	2014
Metropolitana	7	Estero Popeta	Subterráneo	Abastecimiento	830	2013
O'Higgins	8	Tinguiririca inferior	Subterráneo	Abastecimiento	1742	2013
	9	Las Cadenas - Marchigue	Subterráneo	Abastecimiento	43	2014
	10	Estero Lolol	Subterráneo	Abastecimiento	1743	2013
	11	Nilahue antes de Quiahue	Subterráneo	Abastecimiento	42	2014
Biobío	12	Río Queuco	Superficial	Abastecimiento	1789	2009
Araucanía	13	Río Toltén	Superficial	Abastecimiento	462	2008
Los Lagos	14	Río Bueno	Superficial	Abastecimiento	793	2009
	15	Río Pilmaiquén	Superficial	Abastecimiento	461	2007
	16	Río Rahue	Superficial	Abastecimiento	665	2007
	17	San Juan de La Costa	Superficial	Abastecimiento	1015	2013
	18	Río Petrohué	Superficial	Circunstancias excepcionales y de interés nacional	1706	2009
	19	Río Cochamó	Superficial	Circunstancias excepcionales y de interés nacional	1519	2009
Aysén	20	Río Cisnes	Superficial	Abastecimiento	1524	2009
	21	Río Emperador Guillermo	Superficial	Abastecimiento	361	2009
	22	Río Aysén	Superficial	Abastecimiento	1524	2009
	23	Río Murta	Superficial	Circunstancias excepcionales y de interés nacional	1712	2009
	24	Río Baker	Superficial	de interés nacional	316	2008
	25	Río Baker	Superficial	Abastecimiento	4	2015
	26	Río Bravo	Superficial	Circunstancias excepcionales y de interés nacional	1524	2009
	27	Río Pascua	Superficial	Abastecimiento Circunstancias excepcionales y de interés nacional	3	2015
Magallanes y la Antártica Chilena	28	Río del Oro	Superficial	Circunstancias excepcionales y de interés nacional	137	2010

Fuente: DGA, 2016.

Áreas de restricción para la extracción de aguas subterráneas

Según lo estipulado en el Artículo 65 del Código de Aguas (1981), se considerarán áreas de restricción aquellos Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común (SHAC), en los que exista el riesgo de grave disminución de un determinado acuífero, con el consiguiente perjuicio de derechos de terceros ya establecidos en él, o bien cuando los informes técnicos emitidos por el servicios demuestren que está en peligro la sustentabilidad del acuífero. Esta medida corresponde a una respuesta para la protección de los acuíferos ya que una vez emitida la declaración, la DGA sólo podrá otorgar derechos de aprovechamiento de carácter provisional. En la tabla 16 se muestra el detalle de las áreas de restricción declaradas entre los años 1997 y 2015.

TABLA 16

ÁREAS DE RESTRICCIÓN PARA LA EXPLOTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS		
REGIÓN	N°	SUPERFICIE [KM²]
Arica y Parinacota	1	974
Tarapacá	3	7.050
Tarapacá / Antofagasta	1	8.832
Antofagasta	5	17.947
Atacama	7	10.921
Atacama / Coquimbo	1	451
Coquimbo	29	18.770
Valparaíso	51	9.180
Valparaíso / Metropolitana	2	752
Metropolitana	25	7.331
Metropolitana / O'Higgins	2	1.362
Valparaíso / Metropolitana / O'Higgins	1	141
O'Higgins	22	8.042
O'Higgins / Maule	1	575
Maule / Biobío	2	4.981
TOTAL	153	97.306

Fuente: DGA, 2015a.

Zonas de prohibición para la extracción de aguas subterráneas

Según lo estipulado en el Artículo 63 del Código de Aguas (1981), la Dirección General de Aguas podrá declarar zonas de prohibición para nuevas explotaciones de aguas subterráneas, mediante una resolución fundada, con el fin de proteger los acuíferos. Las zonas de prohibición son declaradas cuando la disponibilidad del recurso hídrico se encuentran totalmente comprometidas, tanto en carácter definitivo como provisional, por lo que no es posible constituir nuevos derechos de aprovechamiento. A la fecha sólo han sido declaradas seis zonas de prohibición.

TABLA 17

ZONAS DE PROHIBICIÓN PARA LA EXTRACCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS			
REGIÓN	ACUÍFERO	SECTOR	SUPERFICIE (KM ²)
Arica y Parinacota	Azapa	Azapa	341
Atacama	Copiapó	Sector 1, Aguas Arriba Embalse Lautaro	6.654
		Sector 2, Embalse Lautaro-La Puerta	860
		Sector 3, La Puerta-Mal Paso	1.439
		Sector 4, Mal Paso-Copiapó	1.754
Valparaíso	Estero El Membrillo	Estero El Membrillo	4
TOTAL			11.052

Fuente: DGA, 2015a.

Normas de Exploración y Explotación de Aguas Subterráneas (Decreto Supremo 203)

En 2014 se aprobó el reglamento sobre normas de exploración y explotación de aguas subterráneas (Decreto 203, Ministerio de Obras Públicas), el cual establece las condiciones generales y específicas que regirán todas las aguas subterráneas del país. El reglamento establece las condiciones para la exploración de aguas subterráneas en inmuebles de dominio público y en bienes naciones, y establece las condiciones para la explotación de aguas subterráneas, las cuales incluyen: las áreas de protección, las limitaciones a la explotaciones, el establecimiento de comunidades de aguas subterráneas, los cambios de los puntos de captación y/o restitución, cambios en las fuentes de abastecimiento, puntos alternativos de captación y/o restitución, las recargas artificiales y las disposiciones especiales.

Protección de acuíferos y bofedales

Con el fin de proteger aquellos acuíferos que alimentan vegas y bofedales en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, el año 1992 se realizó una modificación al Código de Aguas para prohibir la exploración y explotación de las aguas subterráneas que sostienen a estos ecosistemas.

Los ecosistemas de vegas y bofedales deben considerarse como únicos dada la biodiversidad que albergan en la alta puna, bajo condiciones extremas de radiación, salinidad y estrés hídrico. Asimismo, estos ambientes prestan importantes servicios ecosistémicos a las comunidades altoandinas, por ejemplo en lo relacionado con sus actividades de soporte (ganadería y agricultura), culturales y religiosas. En 2015 se han declarado protegidos 216 acuíferos con una superficie total de 5.815 km², siendo la Región de Antofagasta la que concentra el mayor número (122 acuíferos), seguida de la Región de Arica y Parinacota (57 acuíferos) y luego la Región de Tarapacá (37).

4.3 Levantamiento de información

Desde 1910 existe en Chile la Red Hidrométrica Nacional, la que proporciona información sobre las características de los cauces nacionales, mediante la medición de caudales y otros datos cuantitativos. Actualmente esta red se inserta en el Servicio Hidrométrico Nacional de la Dirección General de Aguas (DGA) y cuenta con un total de 2.895 estaciones y puntos de monitoreo a lo largo del país. Este servicio cuenta con estaciones meteorológicas, fluviométricas, sedimentométricas, de calidad de aguas, de niveles de pozos y de monitoreo de niveles de lagos y embalses y por los puntos de monitoreo de rutas de nieves, glaciares. Adicionalmente, están instaladas algunas estaciones de información en tiempo real de parámetros básicos.

TABLA 18

ESTACIONES DE MONITOREO DE LA DGA									
REGIÓN	ESTACIONES METEOROLÓGICA	ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS	RED DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS	ESTACIONES DE NIVEL POZOS	ESTACIONES DE MONITOREO DE NIVELES DE LAGOS Y EMBALSES	ESTACIONES SEDIMENTOMÉTRICAS	MONITOREO DE RUTA DE NIVES	ESTACIONES GLACIOLÓGICAS	TOTAL
Arica y Parinacota	26	19	26	32	1	1	0	0	105
Tarapacá	26	13	24	61	0	1	0	0	125
Antofagasta	40	32	32	46	1	3	0	0	154
Atacama	29	27	60	86	2	3	0	0	207
Coquimbo	66	48	78	116	7	8	6	1	330
Valparaíso	62	22	68	123	1	8	3	0	287
Metropolitana	46	22	63	102	3	5	6	7	254
O'Higgins	29	19	51	83	2	2	1	1	188
Maule	62	59	76	4	9	5	1	0	216
Biobío	73	74	78	23	7	10	4	0	269
La Araucanía	54	41	55	7	4	10	0	0	171
Los Ríos	22	17	62	5	6	2	0	0	114
Los Lagos	38	35	57	3	6	1	0	0	140
Aysén	40	37	43	0	5	6	0	10	141
Magallanes	70	42	56	0	14	8	1	3	194
TOTAL	683	507	829	691	68	73	22	22	2895

Fuente: DGA, 2016.

Chile carece de datos sistemáticos del estado de los recursos hídricos, lo que limita una evaluación exacta y detallada del alcance del problema, constituyendo un obstáculo serio para la gestión de estos recursos. La red de monitoreo existente es insuficiente para caracterizar adecuadamente los ríos, lagos, estuarios y zonas costeras del país. En la actualidad, existen áreas del territorio donde no se dispone de información de calidad del agua, por ejemplo la red mínima de lagos considera exclusivamente 14 de los 368 lagos con superficie mayor a 3 km².

Por su parte, los lagos costeros actualmente son los cuerpos de agua más vulnerables debido a que reciben la carga contaminante proveniente del valle central y no son considerados dentro de la red mínima de lagos. La red considera, además, un conjunto limitado de parámetros y no los estratifica en función de la heterogeneidad que se observa a lo largo del territorio nacional. Asimismo, existe un escaso entendimiento e información de los ecosistemas acuáticos. Actualmente se está desarrollando la Plataforma Nacional de Humedales, para que mediante la web los ciudadanos y especialistas puedan visualizar, consultar y gestionar toda la información referida a humedales existentes en el país.

¹² Red Mínima de Lagos (RML) o red monitoreo de lagos, programa de la DGA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDUNCE, P. Y GONZÁLEZ, P., 2009. Desastres Asociados al ClíArumí, J.L., Rivera, D., Muñoz, E. y Billib, M. (2012). Interacciones entre el agua superficial y subterránea en la región del Biobío de Chile. *Obras y Proyectos* 12, 4-13. Obtenido el 22 de junio de 2016 del sitio web de: <http://www.scielo.cl/pdf/oyp/n12/art01.pdf>
- BANCO MUNDIAL. (2009). ENVIRONMENTAL FLOWS IN WATER RESOURCES POLICIES, PLANS, AND PROJECTS. Obtenido el 2 de mayo de 2016 del sitio web de: http://siteresources.worldbank.org/INTWAT/Resources/Env_Flows_Water_v1.pdf
- BANCO MUNDIAL. (2011). Chile, Diagnóstico de la Gestión de los Recursos Hídricos. Obtenido el 9 de mayo de 2016 del sitio web: http://www.dga.cl/eventos/Diagnostico%20gestion%20de%20recursos%20hidricos%20en%20Chile_Banco%20Mundial.pdf
- BANCO MUNDIAL. (2015). Renewable internal freshwater resources per capita (cubic meters). Obtenido el 9 de mayo de 2016 del sitio web: <http://data.worldbank.org/indicator/ER.H2O.INTR.PC>
- BANCO MUNDIAL. (2016). WORLD DEVELOPMENT INDICATORS. Obtenido el 14 de junio de 2016 del sitio web de: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/23969/9781464806834.pdf>
- BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL (2016). FUNCIONAMIENTO E IMPACTO AMBIENTAL DEL PROCESO DE DESANILIZACIÓN DE AGUA DE MAR. Obtenido el 4 de agosto de 2016 del sitio web de: <https://www.camara.cl/pdf.aspx?prmTIPO=DOCUMENTOCOMUNICACION-CUENTA&prmID=13207>
- BOWN, F., RIVERA, A. Y ACUÑA, C. (2008). Recent glacier variations at the Aconcagua basin, central Chilean Andes. *Chile: Annals of Glaciology*, 48, 43-48.
- CENTRO DE CIENCIA DEL CLIMA Y LA RESILIENCIA (CR2), 2015 La megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro, Informe a la Nación, Noviembre 2015
- DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA). (SIN AÑO). Inventario Público de Cuencas Hidrográficas y Lagos. Obtenido el 27 de abril de 2016 del sitio web de: http://www.dga.cl/administracionrecursoshidricos/inventario_cuencas_lagos/Paginas/default.aspx
- DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA). (1988). Balance Hídrico. Inscripción N° 70115 – 12 Julio 1988. Obtenido el 17 de agosto de 2016 del sitio web de: <http://documentos.dga.cl/SUP1540.pdf>
- DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA). (2003). Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Obtenido el 27 de abril de 2016 del sitio web de: <http://documentos.dga.cl/CQA4432v1.pdf>
- DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA). (2011). Modernización del mercado de aguas en Chile. Contribución del Estado a la modernización del mercado del Agua. Obtenido el 27 de abril de 2016 del sitio web de: <http://negocios.udd.cl/files/2011/04/Modernizaci%C3%B3n-Mercado-Aguas-28.04.11.pdf>
- DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA), (2015A). Información Pluviométrica, fluviométrica, estado de embalses y aguas subterráneas. Boletín N° 452. Obtenido el 31 de mayo de 2016 del sitio web: http://www.dga.cl/productosyservicios/informacionhidrologica/Informacin%20Mensual/Boletin_12_2015.pdf
- DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA). (2015B). Diagnóstico de la Calidad de las Aguas Subterráneas de la Región Libertador Bernardo O'Higgins. Obtenido el 31 de mayo de 2016 del sitio web: http://documentos.dga.cl/SDT_368_Diagnostico_calidad_aguas_subterranas_VI_Region_2015.pdf
- DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA). (2016). Atlas del Agua. Obtenido el 31 de mayo de 2016 del sitio web: <http://www.dga.cl/atlasdelagua/Paginas/default.aspx>
- IRIARTE, S., M. ATENAS, E. AGUIRRE, C. TORE (2009). Aquifer recharge and contamination determination using environmental isotopes: Santiago basin, Chile. IAEA-TEC-DOC-1611, 97-112
- LATTEMANN S., T. HÖPNER (2008): ENVIRONMENTAL IMPACT AND IMPACT ASSESSMENT OF SEAWATER DESALINATION, DESALINATION 220: 1-15.
- MINISTERIO DE JUSTICIA. (1981). Texto del Código de Aguas. Obtenido el 22 de junio de 2016 del sitio web de: <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=5605>
- MINISTERIO DEL INTERIOR Y SEGURIDAD PÚBLICA. (2015). Política Nacional para los Recursos Hídricos 2015. Obtenido el 31 de mayo de 2016 del sitio web: http://www.interior.gob.cl/media/2015/04/recursos_hidricos.pdf
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (MOP). (1984). Análisis crítico de la red fluviométrica nacional. Red de calidad de aguas I y II Región. Obtenido el 25 de julio de 2016 del sitio web de: <http://documentos.dga.cl/CQA123v1.pdf>
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (MOP). (2005). Ley 20017. Modifica el Código de Aguas. Obtenido el 22 de junio de 2016 del sitio web de: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=239221>

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (MOP). (2009). Estrategia Nacional de Glaciares. Obtenido el 25 de julio de 2016 del sitio web de: <http://documentos.dga.cl/GLA5194v1.pdf>

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (MOP). (2013). Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025. Obtenido el 22 de junio de 2016 del sitio web de: http://www.mop.cl/documents/enrh_2013_ok.pdf

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (MOP). (2014). Decreto 203. Aprueba Reglamento sobre normas de exploración y explotación de aguas subterráneas. Obtenido el 12 de julio de 2016 del sitio web de: <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1060095>

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA). (2011). Definición de la Clasificación de Cuerpos de Agua. Informe final.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA). (2012). Decreto Supremo N°38. Aprueba Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión. Obtenido el 25 de abril de 2016 del sitio web de: <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1053036>

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA). (2013). Decreto Supremo N°39. Aprueba reglamento para la dictación de planes de prevención y de descontaminación. Obtenido el 12 de agosto de 2016 del sitio web de: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1053037>

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA). (2014). Quinto Informe de Biodiversidad de Chile, Convenio sobre la Diversidad Biológica. Obtenido el 17 de agosto de 2016 del sitio web de: http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/01/Libro_Convenio_sobre_diversidad_Biologica.pdf

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA). (2016). Plan de adaptación para los recursos hídricos. Obtenido el 13 de junio de 2016 del sitio web de: <http://portal.mma.gob.cl/plan-de-adaptacion-para-los-recursos-hidricos/>

MINISTERIO DE SANIDAD Y POLÍTICA SOCIAL DE ESPAÑA (MSPS). 2009. Guía de Desalación: aspectos técnicos y sanitarios en la producción de agua de consumo humano.

MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA. (2009). Establece normas de calidad primaria para las aguas continentales superficiales aptas para actividades de recreación con contacto directo. Obtenido el 8 de marzo de 2016 del sitio web de: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=288386>

MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA. (2009). Establece normas de calidad primaria para la Protección de las Aguas Marinas y Estuarinas Aptas para Actividades de Recreación con Contacto Directo. Obtenido el

8 de marzo de 2016 del sitio web de: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1001042>

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS (OCDE). (2016). Evaluaciones del desempeño ambiental. Obtenido el 2 de mayo de 2016 del sitio web de: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40308/1/S1600413_es.pdf

PARRA, O., C. VALDOVINOS, R. URRUTIA, M. CISTERNAS, E. HABIT Y M. MARDONES (2003). Caracterización y tendencias tróficas de cinco lagos costeros de Chile Central. *Limnetica* 22(1-2): 51-83

SUBSECRETARÍA DE DESARROLLO REGIONAL Y ADMINISTRATIVO (SUBDERE). (2013). Guía análisis y zonificación de cuencas hidrográficas para el ordenamiento territorial. Obtenido el 21 de julio de 2016 del sitio web de: http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/guia_zonificacion_final_con_isbn.pdf

SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS (SISS). (2014). Informe de Gestión del Sector Sanitario de 2013. Obtenido el 5 de julio de 2016 desde el sitio web: http://www.siss.gob.cl/577/articles-10684_recurso_1.pdf

SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS (SISS). (2015). Informe de Gestión del Sector Sanitario de 2014. Obtenido el 5 de julio de 2016 desde el sitio web: http://www.siss.gob.cl/577/articles-11831_recurso_1.pdf

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). (2010). El enverdecimiento del derecho de aguas. Obtenido el 2 de mayo de 2016 desde el sitio web: http://www.unep.org/delc/Portals/119/UNEP_Greening_water_law_spanish.pdf

Cenizas, Chaitén | FRANCISCO DONOSO





EVENTOS NATURALES Y DESASTRES AMBIENTALES

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	504
1 • ANTECEDENTES	504
2 • AMENAZAS AL MEDIO AMBIENTE	507
2.1 Información histórica de desastres en Chile	507
2.2 Amenazas Naturales	507
2.3 Amenazas Tecnológicas	514
3 • IMPACTOS	518
3.1 Impactos de eventos sísmicos	518
3.2 Impactos de eventos hidrometeorológicos	520
3.3 Impacto de incendios	522
4 • RESPUESTAS	523
4.1 Iniciativas nacionales	523
4.2 Participación en iniciativas internacionales	526
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	528

INTRODUCCIÓN

Durante nuestra historia como país numerosos desastres han acontecido en el territorio, los cuales de alguna u otra forma han ido constituyendo nuestra identidad, nuestra cultura, y los procesos de desarrollo. Es casi de conocimiento popular que cada cierto tiempo debemos enfrentar algún tipo de desastres, sea terremoto, erupción volcánica, incendio u otras. Sin embargo, y pese a la cotidianidad de estos desastres en la vida de muchas personas, aún existe un desconocimiento generalizado sobre estos fenómenos, principalmente sobre las causas y sus impactos.

Las características geográficas de Chile, conjugadas con aspectos demográficos, sociales, políticos y económicos, hacen que gran parte de su territorio esté expuesto a amenazas de desastres de diversa índole. Estos desastres pueden afectar las condiciones ambientales del territorio, a un número importante de la población y al desarrollo de diversas actividades. Esta realidad requiere de una gestión integral de desastres a nivel de Gobierno, pero también que incluya a todos los actores de la sociedad (UNESCO, 2013).

Este capítulo ha sido incorporado por primera vez en el Informe del Estado del Medio Ambiente de Chile, siguiendo los lineamientos del Global Environmental Outlook 6 (GEO 6), elaborado por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y en él se entregan antecedentes sobre las características de nuestro país, los principales riesgos a los que está expuesto, así como las acciones y actividades que se han realizado en los últimos años para enfrentar adecuadamente los desastres.

1 • ANTECEDENTES

El concepto principal para entender los eventos naturales y desastres ambientales es el riesgo, el cual se define como la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas, las cuales pueden variar de una zona geográfica a otra.

Para comprender el riesgo es importante tener en consideración que éste es el resultado de la interacción de tres variables: las amenazas, la vulnerabilidad y las capacidades, las cuales se configuran de acuerdo a la siguiente ecuación:

AMENAZA

"Es un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales" (UNESCO, 2013).

Las amenazas pueden tener diferentes orígenes: natural (geológico, hidrometeorológicos y biológico) o antrópico (degradación ambiental y amenazas tecnológicas). Las amenazas pueden ser individuales, combinadas o secuenciales en su origen y efectos, y pueden caracterizarse por su localización, magnitud o intensidad, frecuencia y probabilidad (ONU, 2013).

VULNERABILIDAD

Son "las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que las hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza. Existen diversos aspectos de la vulnerabilidad que surgen de varios factores físicos, sociales, económicos y ambientales" (UNESCO, 2013).

CAPACIDADES

"La combinación de todas las fortalezas, los atributos y los recursos disponibles

2 Riesgos de sociedad: se trata de situaciones de riesgo en las cuales el agente principal son las diferentes estructuras del desarrollo social fuera del entorno natural. Los riesgos de sociedad son aquellos que surgen del hecho que las personas se agrupen y vivan en sociedad. Dentro de estos riesgos encontramos dos subtipos:

a) Riesgos tecnológicos: aquellos que derivan de la propia actividad tecnológica. La situación de riesgo es generada por la tecnología desarrollada por el ser humano.

- ▶ Riesgo en establecimientos industriales.
- ▶ Riesgo nuclear y radiológico.
- ▶ Riesgo en el transporte de sustancias peligrosas.
- ▶ Riesgo a las instalaciones y establecimientos de explosivos y pirotécnica.
- ▶ Riesgo por averías y accidentes en los embalses.
- ▶ Riesgo por dependencia de las infraestructuras y de los servicios básicos.
- ▶ Riesgo por la caída de satélites artificiales.

b) Riesgos antrópicos: están asociados al comportamiento de las personas, es decir, se trata de una situación de riesgo en que el agente es el ser humano. Los podemos identificar con los siguientes riesgos concretos:

- ▶ Aludes humanos.
- ▶ Altercados y vandalismo.
- ▶ Sabotajes.
- ▶ Daño colectivo (atentados o similares).

El riesgo por tanto, es cualquier proceso que representa una amenaza para la vida humana, la propiedad o bienes y la infraestructura. Un desastre, es el efecto de un riesgo en la sociedad, que ocurre en un período de tiempo limitado y en una zona geográfica definida, produce daños a la población, al planeta, a la ecología y a la salud. Si bien los desastres generan impactos visibles, también existen consecuencias que sólo son visibles en el mediano y largo plazo.

Una catástrofe es un desastre mayor donde el daño y el número de víctimas son importantes. Se requiere un gasto elevado de tiempo y dinero para la recuperación.

A continuación se aborda el tema de los desastres históricos del país en el marco de la metodología GEO como el impacto al medio ambiente.



dentro de una comunidad, sociedad u organización que pueden utilizarse para la consecución de los objetivos acordados. Puede incluir la infraestructura y los medios físicos, las instituciones y las habilidades de afrontamiento de la sociedad, al igual que el conocimiento humano, las destrezas y los atributos colectivos tales como las relaciones sociales, el liderazgo y la gestión” (UNESCO, 2013).

El grado de conocimiento de un riesgo va a depender de la cantidad y calidad de la información disponible y de cómo las personas perciben el riesgo. Tener conocimiento de las amenazas y de la vulnerabilidad, así como el disponer de información precisa y oportuna al respecto puede influir en esta percepción. Por otro lado, se es más vulnerable en la medida que se es menos consciente de las amenazas que ponen en peligro nuestras vidas y bienes (ONU, 2004).

El origen de los riesgos, es decir, el medio en el que se inician y las causas que los generan, son diversos y determinan el tipo de riesgo. Estos se pueden clasificar en:

1) Riesgos con origen en el entorno natural o riesgos naturales: dentro de esta categoría se encuentran aquellos riesgos en los que el agente causante de peligro es el medio natural. En esta categoría se encuentran los siguientes subtipos de riesgos naturales:

a) Riesgos geofísicos: son los de la geoesfera y la atmósfera:

- ▶ Riesgos climáticos y meteorológicos.
- ▶ Riesgos geológicos y geomorfológicos.
- ▶ Riesgos con origen en el espacio exterior.

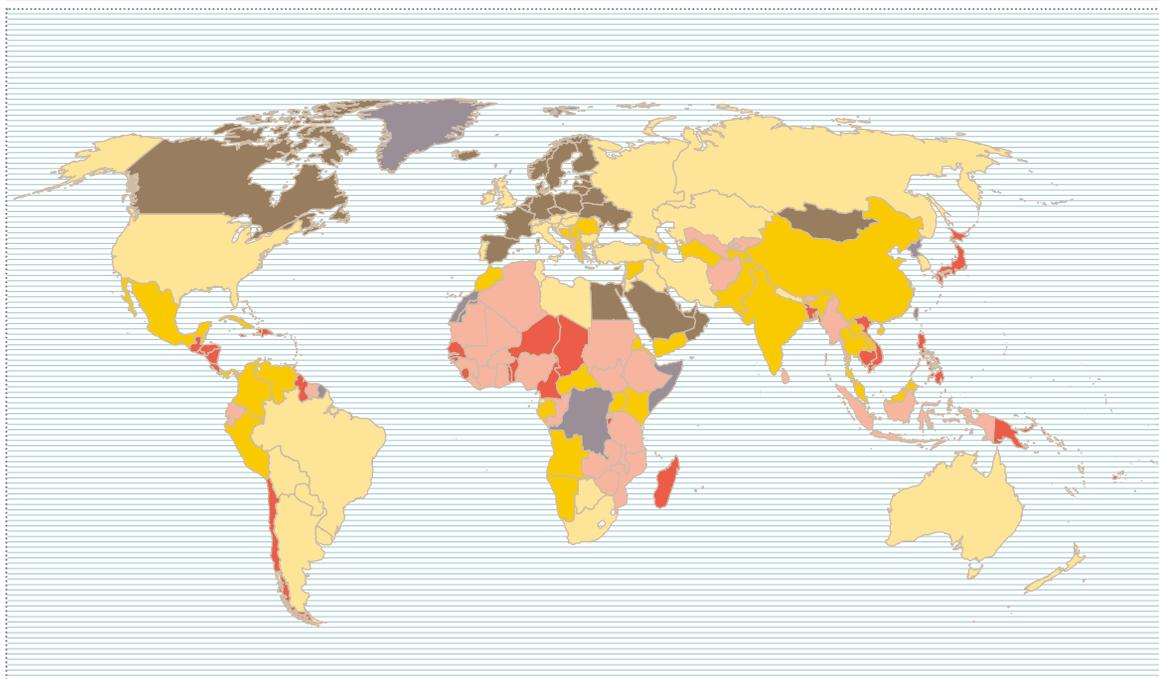
b) Riesgos biológicos: los de la biosfera:

- ▶ Origen en la fauna.
- ▶ Origen en la flora.

A nivel mundial, Chile tiene un índice de riesgo “muy alto” (**Mapa 1**) y casi todos los tipos de riesgos naturales están presentes en nuestro país (a excepción de huracanes).

MAPA 01

MAPA DE RIESGO



ÍNDICE DE RIESGO ■ Muy alto ■ Alto ■ Medio ■ Bajo ■ Muy bajo ■ Sin datos

Fuente: <http://www.worldriskreport.org/>

2 • AMENAZAS AL MEDIO AMBIENTE

2.1 Información histórica de desastres en Chile

Los desastres con mayor ocurrencia en nuestro país son los terremotos e inundaciones. Del total de desastres registrados entre el período 1906 y 2014 éstos representan el 28% y 24% respectivamente, a su vez, los desastres con menos ocurrencias son las epidemias con 1%¹. En la **Figura 1** se presenta el registro de desastres en el país desde el año 1906 al año 2014, según su origen natural o tecnológico (como consecuencia de los riesgos tecnológicos). Si bien los desastres acontecidos en el país han sido mayoritariamente de tipo natural, los de origen tecnológico se han incrementado de forma sostenida durante los últimos años.

Tal como se ha mencionado, las amenazas, la vulnerabilidad y las capacidades explican el nivel de riesgo al que se está expuesto. En este contexto, conocer las amenazas es el primer paso para una gestión adecuada del riesgo, que permita reducir la ocurrencia de desastres. En el presente informe nos referiremos a las dos amenazas más relevantes para el país, las naturales y las tecnológicas.

2.2 Amenazas Naturales

Las amenazas naturales pueden ser clasificadas por su origen tal como se señala en la **Tabla 1**. Para el caso de Chile, las principales amenazas documentadas son las geológicas e hidrometeorológicas que a continuación se detallan.

2.2.1 Amenazas Geológicas

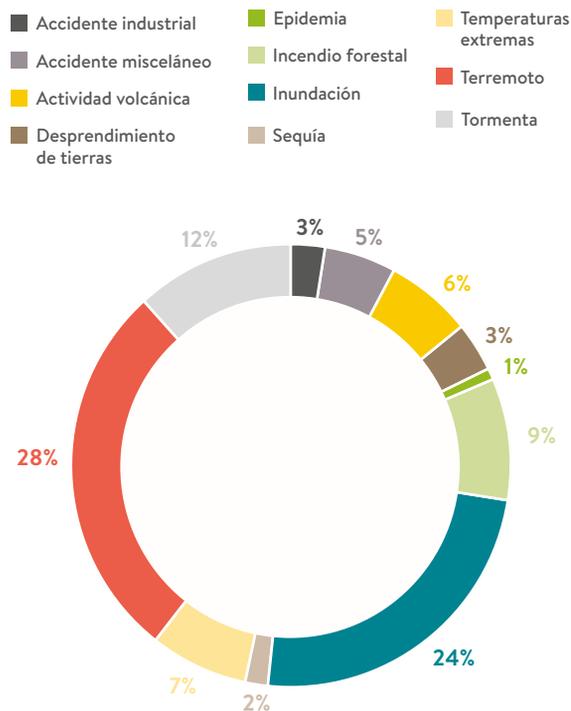
2.2.1.1 Actividad sísmica

La actividad sísmica en Chile se explica debido a que forma parte del “Anillo de Fuego del Pacífico”, una franja del planeta que se caracteriza por concentrar algunas de las zonas de subducción más importantes del mundo (**Mapa 2**). Aquí ocurre aproximadamente el 90% de los terremotos del mundo (Servicio Geológico de Estados Unidos - USGS, s.f.).

¹ El Centro para la Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres (CRED por su sigla en inglés), especialista en el estudio de problemas de salud en situaciones de emergencia, así como también en desastres, salud pública y epidemiología, cuenta con un registro de datos estandarizados (EM-DAT, base de datos internacional) sobre los principales eventos registrados en distintos países, incluyendo a Chile, desde el año 1906.

FIGURA 01

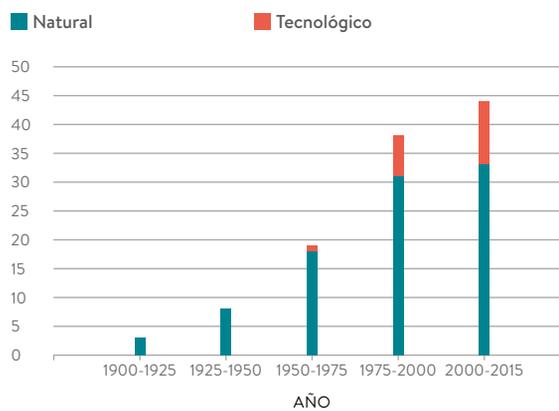
TIPO DE DESASTRES
acontecidos en Chile, 1906 a 2014



Fuente: EM-DAT DATABASE, 2016.

FIGURA 02

ORIGEN DE EVENTOS Y DESASTRES
acontecidos en el país, 1900 a 2015



Fuente: EM-DAT DATABASE, 2016.

TABLA 01

AMENAZAS NATURALES	
Procesos o fenómenos naturales que tienen lugar en la biósfera que pueden resultar en un evento perjudicial y causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental.	
ORIGEN	FENÓMENOS / EJEMPLOS
<p>AMENAZAS HIDROMETEOREOLÓGICAS</p> <p>Procesos o fenómenos naturales de origen atmosférico, hidrológico u oceanográfico, que pueden causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Inundaciones, flujos de lodo y detritos. ▶ Ciclones tropicales, marejadas, vientos, lluvias y otras tormentas severas, ventiscas, rayerías. ▶ Sequías, desertificación, incendios forestales, temperaturas extremas, tormentas de arenas o polvaredas. ▶ Heladas, avalanchas de nieve.
<p>AMENAZAS GEOLÓGICAS</p> <p>Procesos o fenómenos naturales terrestres, que pueden causar pérdida de vida o daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Terremotos, tsunamis ▶ Actividad y erupciones volcánicas ▶ Movimientos de masas, deslizamientos, desprendimiento de rocas, licuefacción, deslizamiento de los fondos marinos. ▶ Colapso de superficies, actividad de fallas geológicas.
<p>AMENAZAS BIOLÓGICAS</p> <p>Procesos de origen orgánico o transportados por vectores biológicos, incluidos la exposición a microorganismos patógenos, toxinas y sustancias bioactivas, que pueden causar la muerte o lesiones, daños materiales, disfunciones sociales y económicas o degradación ambiental.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Brotes de enfermedades epidémicas, contagio de plantas y animales y pandemias.

Fuente: ONU, 2004.

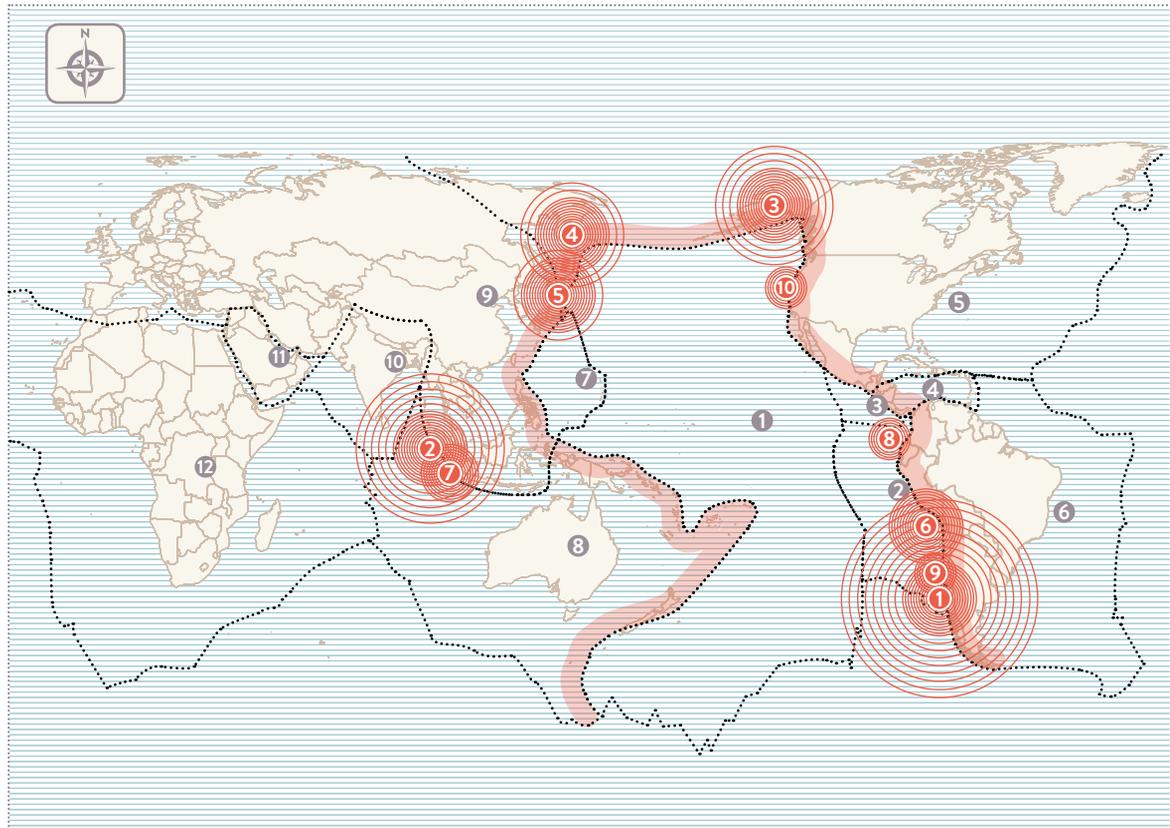


Barrio Brasil | VICTORIA CÁRCAMO



MAPA 02

ANILLO DE FUEGO DEL PACÍFICO



Placas Tectónica

- 1 PLACA PACÍFICA
- 2 PLACA DE NAZCA
- 3 PLACA DE COCOS
- 4 PLACA DEL CARIBE
- 5 PLACA NORTEAMERICANA
- 6 PLACA SUDAMERICANA
- 7 PLACA FILIPINA
- 8 PLACA AUSTRALIANA
- 9 PLACA EUROASIÁTICA
- 10 PLACA INDIA
- 11 PLACA ÁRABE
- 12 PLACA AFRICANA

Ranking de Terremotos en el Mundo

- 1 9,5° (MS) CHILE, VALDIVIA / 22-05-1960
- 2 9,3° (MS) INDONESIA, FRENTE A SUMATRA / 26-12-2004
- 3 9,2° (MS) USA, ANCHORAGE, ALASKA. / 28-03-1964
- 4 9,0° (MS) URSS, PENÍNSULA DE KAMCHATKA / 4-11-1952
- 5 9,0° (MS) JAPÓN, COSTA DE HONSHU / 11-03-2011
- 6 9,0° (MS) PERÚ, ARICA, ACTUALMENTE CHILE / 13-08-1868
- 7 8,8° (MS) INDONESIA, BENGKULU, SUMATRA / 24-11-1833
- 8 8,8° (MS) ECUADOR-COLOMBIA, COSTAS DE ESMERALDAS / 31-01-1906
- 9 8,8° (MS) CHILE, COBQUECURA / 27-02-2010
- 10 8,7° (MS) USA-CANADÁ, CALIFORNIA A COLUMBIA BRITÁNICA / 26-01-1700

CINTURÓN DE FUEGO Y PLACAS



Fuente: Gringer, 2009.

La actividad sísmica puede generar efectos destructivos debido a la asociación con otros fenómenos geológicos como los tsunamis, remociones en masa, licuefacción² de áreas y suelos finos, y posible reactivación de fallas geológicas (SERNAGEOMIN, 2010).

De los eventos sísmicos acontecidos en nuestro país, se destacan por su impacto, aquellos que poseen una magnitud de ondas superficiales (Ms) mayor a 7°. En los últimos 400 años se han registrado más de 100 eventos de este tipo, de los cuales 25 han sobrepasado los 8° (Ms).

A excepción de la zona sur austral del país, prácticamente la totalidad del territorio chileno ha sufrido un evento sísmico con una intensidad superior a los 7° (Ms). Destacan las regiones de Valparaíso, Los Lagos y Arica y Parinacota, las que han presentado una cantidad de 5 a 8 epicentros de sismos sobre los 7° (Ms), desde el año 1570, además de tres sismos sobre 8° (Ms).

En el **Mapa 3** se presenta la distribución de los sismos acontecidos en Chile desde el año 1570 sobre los 7° (Ms).

EVENTOS SÍSMICOS

De los eventos sísmicos acontecidos en nuestro país, se destacan por su impacto, aquellos que poseen una magnitud de ondas superficiales (Ms) mayor a 7°. En los últimos 400 años se han registrado más de 100 eventos de este tipo, de los cuales 25 han sobrepasado los 8°(Ms).

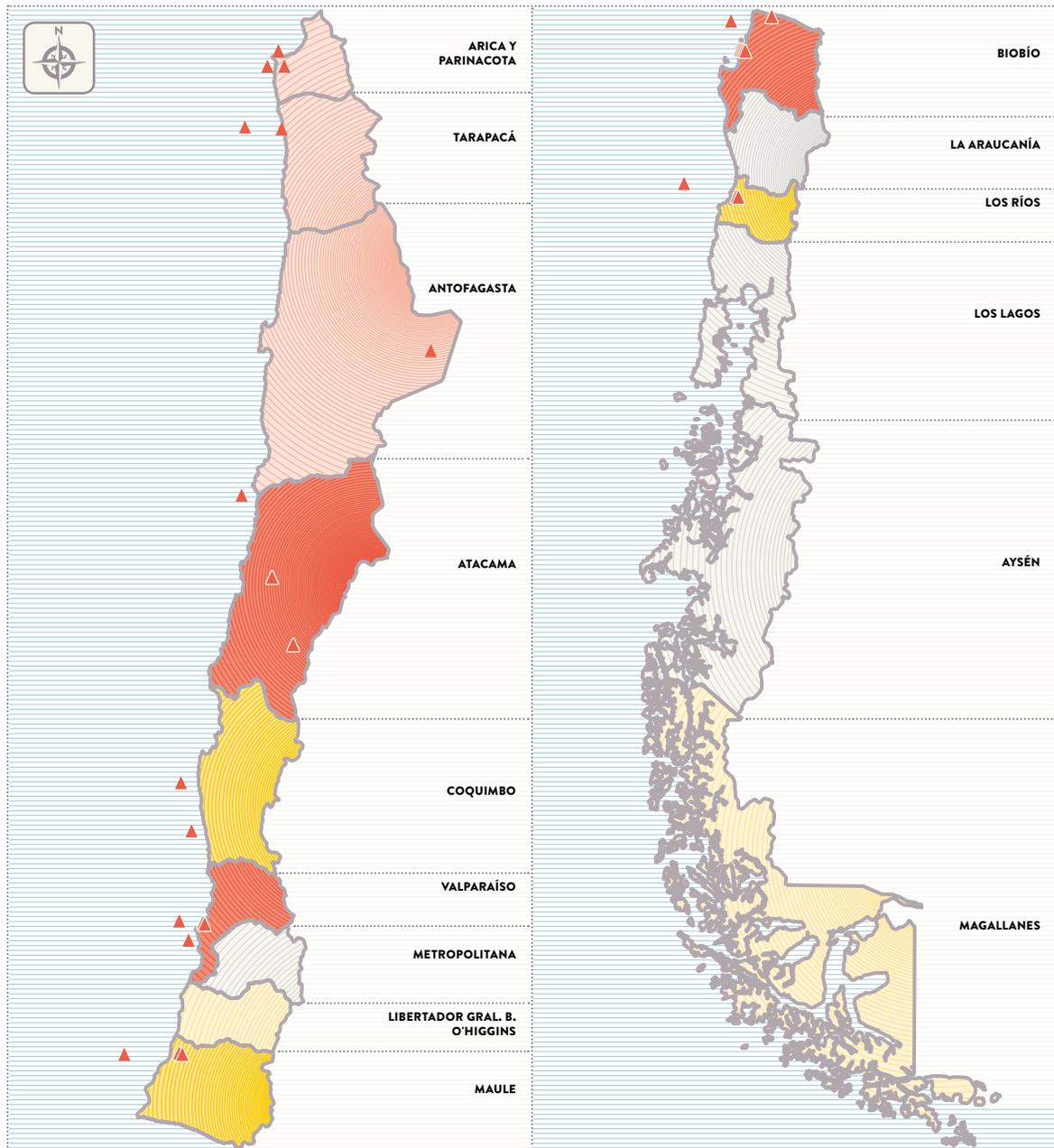
² Licuefacción, en términos generales, es el paso de un componente u objeto, de un estado sólido o gaseoso a un estado líquido.





MAPA 03

MAPA DE REGISTROS DE SISAMOS SOBRE 7° (ms) OCURRIDOS EN CHILE ENTRE LOS AÑOS 1570 A 2015



NÚMERO DE SISAMOS SOBRE 7° (MS)



"Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al artículo 2°, letra g del DFL 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum WGS84 y es de carácter referencial".

Fuente: Elaboración propia a partir de información del Centro Sismológico Nacional, Universidad de Chile, 2015.

2.2.1.2 Actividad volcánica

Chile cuenta con un cordón montañoso que alberga más de dos mil volcanes, de los cuales noventa y uno son considerados geológicamente activos porque han registrado algún nivel de actividad en los últimos 10 mil años. Estos presentan una amenaza potencial de acuerdo a su grado de peligrosidad³. De los 43 complejos volcánicos más activos del país, los que presentan el mayor índice de peligrosidad son los volcanes Villarrica y Llaima, ubicados en la Región de La Araucanía, y el volcán Calbuco, ubicado en la Región de Los Lagos (SERNAGEOMIN, 2014).

En la **Tabla 2** se presenta información sobre los diez volcanes con mayor grado de peligrosidad, de acuerdo al criterio de SERNAGEOMIN.

2.2.2 Amenazas Hidrometeorológicas

En Chile los eventos de tipo hidrometeorológicos son principalmente deslizamientos y remociones en masa producto de lluvias⁴. Entre los años 2010 y 2014 hubo 38 eventos de tipo hidrometeorológicos, destacándose el año 2012, cuando ocurrieron 13 de estos eventos.

En la **Figura 3** se presenta el detalle de los eventos para los años mencionados⁵.

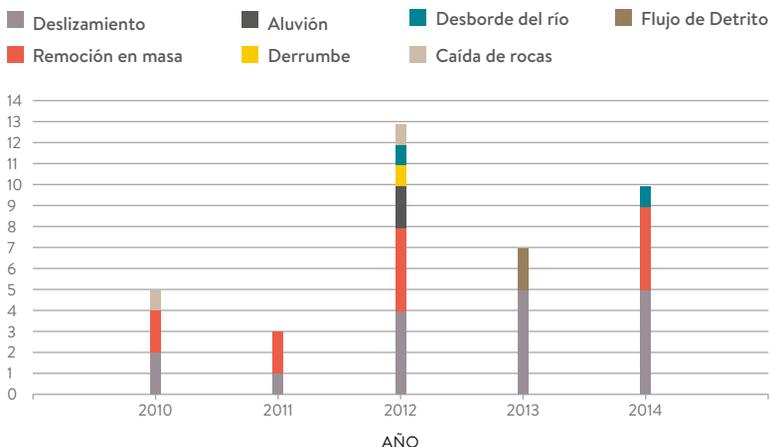
³ SERNAGEOMIN, (2014) clasifica el grado de peligrosidad de volcanes de acuerdo a tres criterios, éstos son: i) nivel de actividad comprobable en los recientes 10 mil años o que los instrumentos de monitoreo muestren que tiene actividad; ii) cerca de centros poblados; iii) que represente un riesgo para las personas o la infraestructura pública y privada.

⁴ “Primer Catastro Nacional de Desastres Naturales Asociados a Peligros Geológicos” (Sernageomin, 2015).

⁵ En este cuadro se han descartado las remociones en masa y deslizamientos provocados por sismos de gran intensidad, ya que su origen no se debe a eventos hidrometeorológicos

FIGURA 03

CANTIDAD DE EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS entre 2010-2014⁵



Flujo de detritos

Flujo constituido por una mezcla de rocas, sedimentos, agua y gases, donde el material sólido constituye entre el 50% a 80% del flujo. Se desplaza gravitacionalmente, con velocidades de hasta 100 km/h y posee gran capacidad destructiva (SERNAGEOMIN, 2015).

Fuente: SERNAGEOMIN, 2015.



TABLA 02



Fuente: SERNAGEOMIN, 2014.

RANKING DE PELIGROSIDAD DE VOLCANES EN CHILE

1 ▲ VILLARRICA

Regiones que abarca **Araucanía / Los Ríos**
Localidades Cercanas: **Pucón, Lican Ray, Coñaripe y Villarrica, entre otras.**
Última actividad registrada **marzo del año 2015.**

2 ▲ LLAIMA

Región que abarca **Araucanía**
Localidades Cercanas: **Melipeuco, Cherquenco, Cunco, Villa García y Curacautín, entre otras.** Última actividad registrada **año 2012.**

3 ▲ CALBUCO

Región que abarca **Los Lagos**
Localidades Cercanas: **Ensenada, Correntoso, Alerce, Colonia Río Sur, entre otras.** Última actividad registrada **abril y mayo del año 2015.**

4 ▲ CHAITÉN

Región que abarca **Los Lagos**
Localidades Cercanas: **Chaitén, Santa Bárbara, Futaleufú, entre otras.**
Última actividad registrada **mayo del año 2008.**

5 ▲ LÁSCAR

Región que abarca **Antofagasta**
Localidades Cercanas: **Talabre, Toconao, Socaire.**
Última actividad registrada **julio del año 2007.**

6 ▲ MICHINMAHUIDA

Región que abarca **Los Lagos**
Localidades Cercanas: **El Amarillo, Chaitén, Futaleufú, entre otras.**
Última actividad registrada **año 1835.**

7 ▲ NEVADOS DE CHILLÁN

Región que abarca **Biobío**
Localidad Cercana: **Centro de Ski Termas de Chillán.**
Última actividad registrada **año 1973.**

8 ▲ LONQUIMAY / TOLHUACA

Región que abarca **La Araucanía**
Localidades Cercanas: **Lonquimay, Malalcahuello, Manzanar, entre otras.**
Última actividad registrada **entre los años 1988 y 1990.**

9 ▲ COPAHUE

Región que abarca **Biobío**
Localidades Cercanas: **Butalebún, Trapatrapa, Guallalí, Chenquenco, Copahue, Caviahue, entre otras.** Última actividad registrada **año 1992.**

10 ▲ CERRO AZUL / QUIZAPU

Región que abarca **Maule**
Localidades Cercanas: **San Clemente, Vilches, Armerillo y Radal.**
Última actividad registrada **año 1932.**

"Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al artículo 2º, letra g del DFL 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum WGS84 y es de carácter referencial".

2.3 Amenazas Tecnológicas

Las principales amenazas tecnológicas del país corresponden a los derrames de hidrocarburos e incendios, los cuales pueden provocar impactos significativos en el medio natural, como también afectar a las personas y al medio construido.

2.3.1 Derrames de hidrocarburos

A lo largo de las costas de Chile existen 41 terminales marítimas, a través de las cuales se realiza una transferencia masiva de hidrocarburos y otras sustancias nocivas que constituyen un riesgo potencial para derrames. A esto se suma el alto tránsito de buques tanque que navegan por el mar, desde los centros de producción y yacimientos, hasta las diferentes refinerías a lo largo de todo el país (DIRECTEMAR, 2014).

Los impactos al medio ambiente provocados por derrames de hidrocarburos pueden ser a corto, mediano y largo plazo, incluyendo perturbaciones o daños significativos a especies y ecosistemas, los cuales pueden ser identificados inmediatamente ocurrido un evento o pueden llegar a suceder transcurridos muchos años después.

Entre 2004 y 2014 se registraron 113 eventos de derrames de hidrocarburos en las costas chilenas, con 2.559.500 litros de hidrocarburos derramados al océano, que corresponden principalmente a diésel y mezclas oleosas⁶.

En la **Tabla 3** se presenta el detalle de la cantidad de eventos y volumen derramado. Del registro de derrames, 2004 destaca por ser el año con mayor número de derrames ocurridos, y 2005 por ser el año donde se derramó un mayor volumen de hidrocarburos al mar.

TABLA 03

DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN LAS COSTAS CHILENAS (2004-2014)		
AÑO	CANTIDAD DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS	VOLUMEN (LITROS)
2004	21	177.689
2005	13	1.098.598
2006	12	199.024
2007	6	888.672
2008	8	1.550
2009	9	4.450
2010	8	15.520
2011	16	79.646
2012	10	19.101
2013	5	36.200
2014	5	39.050

Fuente: DIRECTEMAR, 2015.

⁶ Registro de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR, 2015)

01

DERRAME DE HIDROCARBUROS EN LA BAHÍA DE QUINTERO

El 24 de septiembre de 2014, en la Bahía de Quintero, Playa Loncura, se registró un derrame de hidrocarburos desde el Buque Tanque Mimosa, de bandera de las islas Marshall. A raíz de un desperfecto en el flexible que conectaba el buque y el Terminal Monoboya de la Empresa Nacional del Petróleo, 38.700 litros de crudo Oriente Ecuatoriano (API 24) fueron vertidos al mar, afectando una superficie de 400.000 m² y los correspondientes recursos naturales y servicios ecosistémicos asociados al área costera comprendida entre las comunas de Quintero y Puchuncaví (DIRECTEMAR, 2015).

Tras el derrame, tanto la Empresa Nacional del Petróleo como diversos organismos públicos, derivaron sus esfuerzos a la ejecución de acciones de limpieza, monitoreo y vigilancia ambiental y sanitaria. En este contexto, el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG, 2014), implementó un plan de rescate, recuperación y liberación de las aves afectadas, entre las que destacan especies como la huala, el yeco, el gaviotín y el pelícano. De un total de 29 aves capturadas vivas, sólo 9 de ellas sobrevivieron. Se concluyó que todas las especies presentaron lesiones atribuibles a la intoxicación por hidrocarburos, siendo el signo patológico más observado el edema pulmonar (según la literatura, la neumonía por aspiración consiste en la principal causa de muerte ante la exposición a hidrocarburos).

Además de la afectación de la biodiversidad en situaciones como la acontecida en Quintero, se ven comprometidos los servicios ecosistémicos que la sociedad deja de percibir a raíz del daño ambiental, como son por ejemplo, el uso y disfrute del borde costero para fines recreacionales, educativos/culturales y de apreciación estética.

2.3.2 Incendios

2.3.2.1 Urbanos

Según datos entregados por Carabineros de Chile⁷, en Chile ocurren en promedio 6.821 delitos de incendios urbanos al año.

Estos delitos pueden ser clasificados en 6 categorías según el tipo de incendio y sus consecuencias. De estas categorías se destaca la de "incendios solo con daños o sin peligro de propagación" por ser el tipo de caso más frecuente.

Se destaca además el año 2011 por ser el año con mayor número de incendios urbanos registrados (7.034). En la **Tabla 4** se presenta un detalle con los tipos de delitos y la cantidad de casos registrados.

En la **Figura 4** se presenta el número de delitos relacionados con incendios por región y por año, destacándose la Región Metropolitana donde ocurre el mayor número de casos.

2.3.2.2 Incendios Forestales

El número de incendios forestales ocurridos en el país en el período 2012 a 2016 alcanzó a 26.818 (CONAF, 2016). Se destaca la Región del Biobío por ser la región del país donde hubo un mayor número de incendios, con un total de 11.602 incendios. En la **Figura 5** se puede apreciar el número de incendios por año y por región.

❗ Incendios forestales

Un incendio forestal es un fuego que se propaga sin control en terrenos rurales, a través de vegetación leñosa, arbustiva o herbácea, viva o muerta. Cualquiera sea su origen, representa un peligro o daño a las personas, la propiedad o el medio ambiente. Es decir, es el fuego que quema árboles, matorrales y pastos. Es un fuego injustificado y descontrolado en el cual los combustibles son vegetales y que, en su propagación, puede destruir todo lo que encuentre a su paso. El 99% de los incendios forestales son causados por la acción humana. (CONAF, s.f.).

⁷ Utilizando datos de los años 2010 al 2013 del documento "Cuadro Estadístico con la cantidad de casos, por delitos relacionados con incendios registrados a nivel nacional, por regiones, unidades y destacamentos"

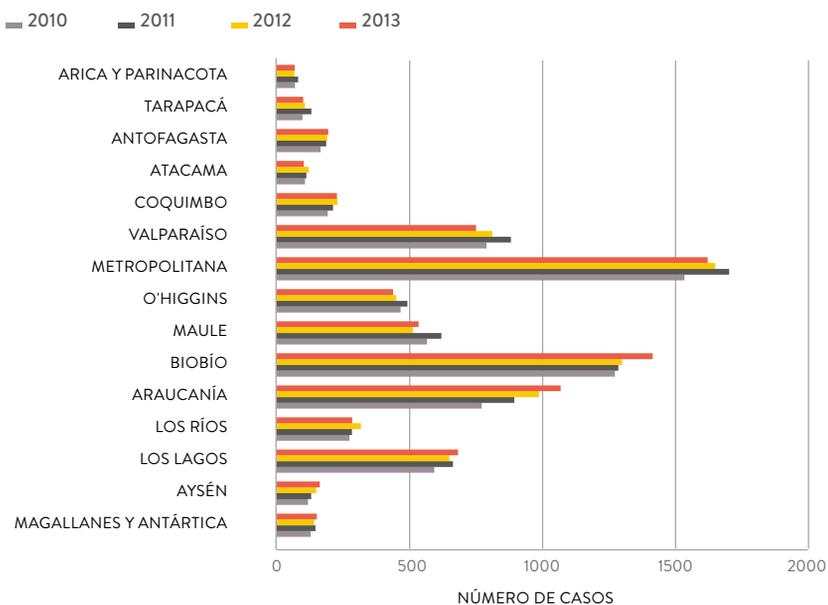
TABLA 04

CANTIDAD DE CASOS DE DELITOS RELACIONADOS CON INCENDIOS URBANOS, REGISTROS A NIVEL NACIONAL ENTRE LOS AÑOS 2010-2013				
TIPO DE CASOS	CANTIDAD DE CASOS POR AÑO			
	2010	2011	2012	2013
TOTALES ANUALES	6.345	7.034	6.953	6.952
Incendio	1	0	0	0
Incendio con peligro para las personas	735	741	697	606
Incendio con resultado de muerte y/o lesiones	474	501	465	510
Incendio solo con daños o sin peligro de propagación	5.116	5.791	5.789	5.835
Malversación, defraudación e incendio por menos de 1 UTM	6	1	2	1
Uso ilícito de fuego	13	0	0	0

Fuente: Carabineros de Chile, 2012.

FIGURA 04

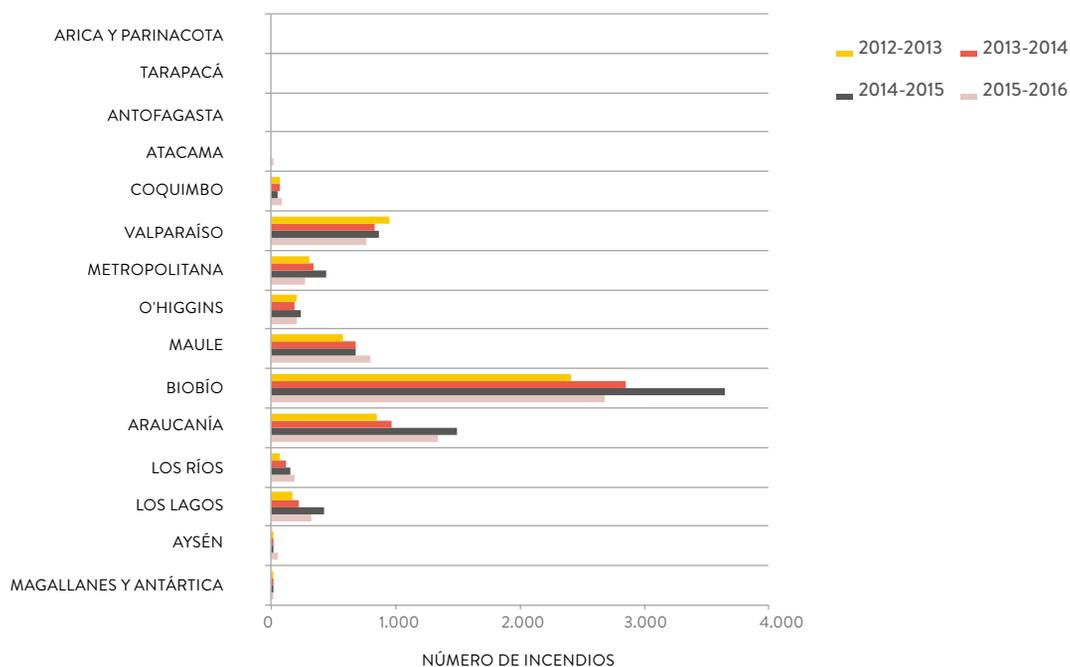
DELITOS RELACIONADOS CON INCENDIOS REGISTRADOS A NIVEL REGIONAL ENTRE LOS AÑOS 2010-2013



Fuente: Carabineros de Chile, 2014.

FIGURA 05

NÚMERO DE INCENDIOS FORESTALES ENTRE 2012-2016



Fuente: CONAF, 2016.

3 • IMPACTOS

Al momento de analizar los impactos generados por los desastres, es importante considerar que pueden afectar tanto a los sistemas humanos y naturales.

Un desastre, dependiendo de su magnitud y contexto, puede provocar cambios significativos en el paisaje de un territorio y puede llegar a ocasionar cambios en la estructura y funcionamiento ecológico de uno o más ecosistemas. Además, puede provocar cambios sociales, económicos y culturales de un país o de una localidad, afectando a la economía local, modificando hábitos y conductas en la ciudadanía, generando cambios organizacionales y legales.

3.1 Impactos de eventos sísmicos

Sin lugar a dudas, en el caso de Chile, los fenómenos naturales más significativos son los sismos. Considerando los 10 sismos de mayor intensidad se puede concluir que los principales impactos están asociados a cambios significativos en la geografía, en personas afectadas, tanto fallecidas, heridas o damnificadas, así como también destrucción de viviendas.

El evento sísmico de mayor magnitud se registró en 1960, en la ciudad de Valdivia, con una magnitud de 9,5 grados en la escala Richter⁸, considerado el sismo de mayor intensidad registrado en el mundo. Este sismo generó el hundimiento de extensas áreas en los alrededores de Valdivia, las cuales quedaron inutilizadas, y provocó un alzamiento generalizado de la Península de Arauco, estimado en dos metros (SERNAGEOMIN, 2010). Este evento dejó un total de 1.600 personas fallecidas, 4.350 heridos y 50.000 personas damnificadas y albergadas (ONEMI, 2010).

El sismo del año 2010, denominado 27F (27 de febrero), corresponde a otro de los eventos sísmológicos con mayores impactos en Chile. Su epicentro estuvo en la comuna de Cobquecura (Región del Biobío) y está catalogado como el quinto sismo de mayor intensidad registrado en todo el mundo, con una magnitud de 8,8 grados en escala Richter. En relación a los daños provocados, se estiman más de 500 muertos y desaparecidos, más de 800 mil damnificados y 1,2 millones de personas afectadas en algún grado, además de más de 190.000 viviendas destruidas o con graves daños, 2.750 escuelas inhabilitadas, un millón de niños sin clases y 35 hospitales inutilizables (SERNAGEOMIN, 2010).

En la **Tabla 5** se presentan los sismos de mayor intensidad ocurridos en Chile y sus impactos.

⁸ La escala sísmológica de Richter, también conocida como escala de magnitud local (ML), es una escala logarítmica arbitraria que asigna un número para cuantificar la energía que libera un terremoto, denominada así en honor del sísmólogo estadounidense Charles Francis Richter (1900-1985).



"Los mapas publicados en este informe que se refieren o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al artículo 2º, letra g del DFL 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum WGS84 y es de carácter referencial".



TABLA 05

RANKING DE LOS 10 SISMOS DE MAYOR INTENSIDAD OCURRIDOS EN CHILE Y SUS IMPACTOS				
1 9,5° VALDIVIA (1960)				
Personas Fallecidas	Personas Heridas	Personas damnificadas o albergadas	Viviendas destruidas o con daño mayor	Fuente
1.600	4.350	50.000	-	ONEMI, 2010
2 9° ARICA (1868)				
Personas Fallecidas	Personas Heridas	Personas damnificadas o albergadas	Viviendas destruidas o con daño mayor	Fuente
312	-	-	100	Fernández, 2007
3 8,8° COBQUECURA (2010)				
Personas Fallecidas	Personas Heridas	Personas damnificadas o albergadas	Viviendas destruidas o con daño mayor	Fuente
432	-	807.727	190.359	SERNAGEOMIN, 2010
4 8,7° VALPARAÍSO (1730)*				
Personas Fallecidas	Personas Heridas	Personas damnificadas o albergadas	Viviendas destruidas o con daño mayor	Fuente
-	-	-	-	-
5 8,5° VALLENAR (1922)				
Personas Fallecidas	Personas Heridas	Personas damnificadas o albergadas	Viviendas destruidas o con daño mayor	Fuente
70	300	-	8.500	Servicio Sismológico de Chile, 1926
6 8,4° COQUIMBO (2015)				
Personas Fallecidas	Personas Heridas	Personas damnificadas o albergadas	Viviendas destruidas o con daño mayor	Fuente
15	14	27.738	5.050	ONEMI, 2015
7 8,3° TARAPACÁ (1877)				
Personas Fallecidas	Personas Heridas	Personas damnificadas o albergadas	Viviendas destruidas o con daño mayor	Fuente
35	-	-	-	Urrutia de Hasbún, 1993, citado por ONEMI, 2012
8 8,2° VALPARAÍSO (1906)				
Personas Fallecidas	Personas Heridas	Personas damnificadas o albergadas	Viviendas destruidas o con daño mayor	Fuente
3.882	20.000	-	-	Servicio Sismológico de USA (USGS) Terram, 2015
9 8,2° ILLAPEL (1943)				
Personas Fallecidas	Personas Heridas	Personas damnificadas o albergadas	Viviendas destruidas o con daño mayor	Fuente
12	49	23.250	-	El Mercurio, 2007
10 8,2° ARICA E IQUIQUE (2014)				
Personas Fallecidas	Personas Heridas	Personas damnificadas o albergadas	Viviendas destruidas o con daño mayor	Fuente
6	-	21.000	6.000	ONEMI, 2015

*Para el caso del sismo del año 1730, no existe información sobre la cantidad de personas afectadas.

Para enfrentar la devastación del terremoto del año 2010 (27F), el Ministerio de Vivienda y Urbanismo puso en marcha el “Plan de Reconstrucción Chile Unido Reconstruye Mejor”, cuyo objetivo central fue afrontar los impactos del terremoto a través de tres líneas de acción principales: Programa de Reconstrucción de Viviendas; Programa de Asistencia para Aldeas de Emergencia y Condominios Sociales; Programa Territorial, Urbano y Patrimonial de Reconstrucción.

Para el Programa de Reconstrucción de Viviendas se realizó un estudio de diagnóstico para estimar la cantidad de viviendas dañadas y el nivel de daño, el cual concluyó que 81.445 viviendas fueron totalmente destruidas, 108.914 viviendas experimentaron un daño mayor, mientras que 180.143 viviendas tuvieron daños menores (MINVU, 2011). Los principales resultados de este diagnóstico se presentan en la **Tabla 6**.

Los eventos sísmicos ocurridos en el país han generado otros eventos relacionados, como las remociones en masa. De acuerdo con SERNAGEOMIN, el sismo del 27 de abril de 2007, registrado en la ciudad de Aysén (6,2 grados en escala Richter), presentó importantes remociones en masa, al igual que el sismo 27F de 2010. En relación a este último, se generaron principalmente deslizamientos y caídas de rocas en las regiones de Valparaíso, Metropolitana, O’Higgins, Maule, Biobío, Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. Las pérdidas materiales de este evento están avaluadas en US\$30.000 millones .

El sismo del 1 de abril de 2014 en el norte del país (Arica e Iquique), cuya magnitud fue de 8,2 grados en escala Richter, generó numerosas remociones en masa, principalmente deslizamientos y caída de rocas en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta. Este evento causó la muerte de seis personas y la destrucción de 2.500 viviendas (SERNAGEOMIN, 2015).

3.2 Impactos de eventos hidrometeorológicos

Según los registros de la Oficina Nacional de Emergencias del Ministerio del Interior (ONEMI), el impacto de los eventos hidrometeorológicos se refleja principalmente en el número de personas y viviendas afectadas por efecto de temporales⁹. En la **Tabla 7**¹⁰ se presenta un resumen del registro de datos entregados por la ONEMI para los años 2014 y 2015.

RECONSTRUCCIÓN

Para enfrentar la devastación del terremoto del año 2010 (27F), el Ministerio de Vivienda y Urbanismo puso en marcha el “Plan de Reconstrucción Chile Unido Reconstruye Mejor”, cuyo objetivo central fue afrontar los impactos del terremoto a través de tres líneas de acción.

⁹ ONEMI elabora un catastro anual de los principales daños.

¹⁰ Registros hasta el 30 de noviembre de 2015.

TABLA 06

CUANTIFICACIÓN DEL DAÑO DE VIVIENDAS LUEGO DEL TERREMOTO DEL 2010				
TIPO DE VIVIENDA	VIVIENDAS DESTRUIDAS	VIVIENDAS CON DAÑO MAYOR	VIVIENDAS CON DAÑO MENOR	VIVIENDAS TOTALES
Costa	7.931	8.607	15.384	31.922
Adobe urbano	26.038	28.153	14.869	69.060
Adobe Rural	24.538	19.783	22.502	66.373
Conjuntos habitacionales SERVIU	5.489	15.015	50.955	71.459
Conjuntos habitacionales privados	17.449	37.356	76.433	131.237
TOTAL	81.445	108.914	180.143	370.051

Fuente: MINVU, 2011.

TABLA 07

CANTIDAD DE PERSONAS Y VIVIENDAS AFECTADAS POR TEMPORALES DURANTE 2014-2015														
REGIÓN	DAMNIFICADOS		ALBERGADOS		HERIDOS		MUERTOS		VIVIENDAS CON DAÑO MENOR		VIVIENDAS CON DAÑO MAYOR		VIVIENDAS DESTRUIDAS	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
ARICA Y PARINACOTA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TARAPACÁ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ANTOFAGASTA	-	6.484	-	-	-	-	-	8	50	6.709	-	871	-	71
ATACAMA	4	28.000	1	-	-	-	-	28	655	14.000	1	5.000	-	2.000
COQUIMBO	18	1.750	18	12	-	-	-	1	216	2.956	1	115	-	38
VALPARAÍSO	24	86	-	47	-	-	-	1	62	507	3	26	2	2
METROPOLITANA	30	-	-	-	-	-	-	-	57	-	8	-	-	-
LIBERTADOR GRAL B. O'HIGGINS	57	91	2	17	-	-	-	-	143	59	21	25	-	-
MAULE	15	-	15	-	-	-	-	-	106	-	4	-	-	-
BIOBÍO	1.141	66	86	20	-	-	-	-	2.917	123	258	6	18	2
LA ARAUCANÍA	172	41	83	16	-	-	-	-	437	32	26	1	25	2
LOS RÍOS	21	1	3	-	-	-	-	-	105	-	11	-	2	-
LOS LAGOS	1.198	4	115	2	-	-	-	-	686	38	42	2	13	-
AYSÉN	-	7	-	7	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
MAGALLANES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	2	-	-
TOTAL	2.680	36.530	323	121	0	0	0	38	5.434	24.436	375	6.049	60	2.115

Fuente: ONEMI, 2015.



Hospital Parral | VICTORIA CÁRCAMO

3.3 Impacto de incendios

Uno de los impactos más significativos de los incendios son las emisiones de gases tóxicos a la atmósfera, como dióxido de carbono (CO₂), dióxido de azufre (SO₂), y material particulado (MP). Del registro de incendios acontecidos en el país entre 2010 y 2014 se destaca un número importante de emisiones provenientes de incendios forestales y urbanos. En la **Tabla 8**, se puede apreciar que en el 2014 hubo las mayores emisiones a la atmósfera producto de incendios forestales, con un total de 18.311.101 toneladas.

TABLA 08

EMISIONES AL AIRE POR INCENDIOS FORESTALES Y URBANOS ENTRE 2010-2014					
EMISIONES	INCENDIOS FORESTALES (T/AÑO)				
	2010	2011	2012	2013	2014
Compuestos Orgánicos Volátiles	141.316,23	109.189,79	165.566,61	301.452,61	404.785,11
Dióxido de azufre (SO ₂)	3.817	2.777,79	5.079,73	8.005,62	11.440,77
Dióxido de carbono (CO ₂)	5.442.883,49	4.022.955,51	7.065.001,57	11.631.431,73	16.771.148,96
Monóxido de carbono	314.106,68	243.981,77	368.308,42	618.345,53	899.477,91
MP10	33.509,89	25.764,44	40.417,07	71.337,76	101.010,37
MP2,5	28.408,42	21.858,43	34.277,55	60.481,26	85.641,04
NO _x	12.512,70	9.250,04	16.560,64	26.335	37.596,95
TOTAL	5.976.554,41	4.435.777,77	7.695.211,59	12.717.389,51	18.311.101,11
EMISIONES	INCENDIOS URBANOS (T/AÑO)				
	2010	2011	2012	2013	2014
Compuestos Orgánicos Volátiles	53,58	58,63	57,17	62,26	60,41
Monóxido de carbono	646,29	707,15	689,57	751,02	728,65
Nitrógeno amoniacal (o NH ₃)	12,57	13,75	13,41	14,61	14,17
Material Particulado	41,67	45,6	44,47	48,43	46,99
NO _x	15,22	16,65	16,23	17,68	17,15
TOTAL	769,33	841,78	820,85	894	867,37

Fuente: RETC, 2015

4 • RESPUESTAS

4.1 Iniciativas nacionales

Para cumplir con su función de Protección Civil¹¹ el Estado ha construido un marco normativo que se hace cargo de los acontecimientos de riesgos y desastres naturales que pueden ocurrir en el país, así como asignar competencias y responsabilidades a diversos servicios públicos. Entre las iniciativas más importantes en este ámbito destacan:

- ▶ Plan Nacional de Protección Civil (Decreto Supremo N° 156, 2002)¹²
- ▶ Proyecto de Ley que establece el Sistema Nacional de Emergencia y Protección Civil y crea la Agencia Nacional de Protección Civil (Boletín N° 7550-06, 2011)¹³
- ▶ Plataforma Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres (2012)¹⁴
- ▶ Política Nacional para la Gestión de Riesgo de Desastres (2014)¹⁵

4.1.1 Plan Nacional de Protección Civil

En Chile, el Plan Nacional de Protección Civil¹⁶ constituye el primer esfuerzo institucional que de forma explícita buscó abordar los temas de reducción de riesgos de manera integral. El Plan reemplaza al Plan Nacional de Emergencias, respondiendo así a los nuevos requerimientos del país, y adecuándose a la nueva realidad existente en relación a las actividades productivas y al rediseño de la administración pública. También incorpora aspectos de prevención, de mitigación, de preparación y alerta temprana, respondiendo a los compromisos internacionales adquiridos por el país, y la modernización del Sistema Nacional de Protección Civil.

El objetivo central de este Plan es “disponer de una planificación multisectorial en materia de protección civil, de carácter indicativo, destinada al desarrollo de acciones permanentes para la prevención y atención de emergencias y/o desastres en el país, a partir de una visión integral de manejo de riesgos” (Decreto Supremo N°156, 2002. Ministerio del Interior).

4.1.2 Proyecto de Ley Sistema Nacional de Emergencia y Protección Civil

El 22 de marzo de 2011 ingresó al Congreso Nacional el Proyecto de Ley que establece la creación de un Sistema Nacional de Emergencia y Protección Civil y de la Agencia de Protección Civil. Este proyecto de ley se encuentra actualmente en tramitación en el Senado, y constituye un importante avance respecto a la institucionalidad para enfrentar las emergencias que puedan ocasionar perjuicios a las personas y a los sistemas naturales.

El Sistema Nacional de Protección Civil tiene como objetivo principal “promover e implementar las acciones de prevención, respuesta y atención de emergencias que produzcan o puedan producir daños colectivos en las personas, bienes o el medio ambiente” y “está constituido por el conjunto de organismos públicos y privados que, de acuerdo a las particulares realidades y capacidades sectoriales y territoriales, se conforma de manera desconcentrada o descentralizada para prevenir y reaccionar ante emergencias, ejerciendo para tales efectos, funciones consultivas, técnicas y ejecutivas” (Boletín N° 7550-06, Cámara de Diputados de Chile). Este nuevo sistema recoge y basa su accionar en tres principios rectores: prevención, subsidiaridad e intersectorialidad, pretendiendo hacer más robusta y moderna la institucionalidad actual.

¹¹ Constitución Política de la República de Chile; Constitución 1980, Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Art. 1°, inciso quinto, el Estado debe “dar protección a la población y la familia”.

¹² Plan Nacional de Protección Civil. Instrumento Indicativo para la Gestión Integral, 2002, Ministerio del Interior.

¹³ Proyecto de Ley que establece la creación de un Sistema Nacional de Emergencia y Protección Civil, constituido por la Agencia Nacional de Protección Civil, Consejo Nacional de Protección Civil y Comité de Protección Civil y de Operaciones de Emergencia. Proyecto de Ley en tramitación en la Cámara de Diputados.

¹⁴ Plataforma Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres, 2012. Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública.

¹⁵ Política Nacional para la Gestión de Riesgo de Desastres, 2014. Ministerio del Interior y Seguridad Pública.

¹⁶ Decreto Supremo N°156, Ministerio del Interior. Aprueba Plan Nacional de Protección Civil y Deroga Decreto Supremo de Interior N° 155 de 1977 que aprobó Plan Nacional de Emergencias.

Una de las mayores innovaciones de este proyecto de ley es la creación de la Agencia Nacional de Protección Civil, cuyo objetivo principal será coordinar y ejecutar las acciones de prevención de emergencia y protección civil (reemplazando a la actual ONEMI) y asesorar a las autoridades en las labores de planificación y coordinación de emergencias.

El proyecto de ley, además, crea el Consejo Nacional de Protección Civil, “instancia representativa en la que participan distintos sectores del ejecutivo y de la sociedad civil, y cuya misión esencial es asesorar en la elaboración de una estrategia nacional de reducción de riesgos y vulnerabilidades”, así como el Fondo Nacional para la Protección Civil con el fin de asegurar un mínimo financiamiento a las iniciativas sectoriales en materia de gestión de emergencias (Boletín N° 7550-06, Cámara de Diputados de Chile).

4.1.3 Plataforma Nacional para la Reducción de Riesgos y Política Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres y Emergencias

A partir de las recomendaciones en el marco de la implementación del Marco de Acción de Hyogo, Chile creó la Plataforma Nacional para la Reducción de Riesgos (PNRR). Esta plataforma constituye una instancia multisectorial representativa de la gestión de riesgos de desastres en el país y tiene como objetivo lograr la incorporación de la reducción de riesgos de desastres de manera transversal en las políticas, la planificación nacional, y los programas de desarrollo (ONEMI, 2013).

La PNRR es coordinada por la ONEMI y funciona a través de mesas temáticas, siguiendo los ejes prioritarios de Hyogo, a saber: i) fortalecimiento institucional; ii) fortalecimiento de los sistemas de monitoreo y alerta temprana; iii) fortalecimiento de la cultura de la prevención y el autoaseguramiento; iv) reducción de factores subyacentes del riesgo, y v) fortalecimiento de la preparación ante los desastres para lograr una respuesta eficaz.

El trabajo realizado por las mesas temáticas dio como resultado la Política Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres y Emergencias, documento guía que le permitirá a las distintas instituciones del Estado reducir de manera significativa los efectos adversos que causan los desastres. La política entrega un conjunto de orientaciones para desarrollar un proceso sostenido de reducción de riesgo de desastres y responder adecuadamente a las situaciones de emergencia que puedan generarse en el país¹⁷.

4.1.4 Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática

El Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática¹⁸ (D.O. N° 34.419, 1992) de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR), establece el régimen de prevención, vigilancia y combate de la contaminación en las aguas de mar, puertos, ríos y lagos sometidos a la jurisdicción nacional. A través de este reglamento se prohíbe la descarga de hidrocarburos o de mezclas oleosas en las aguas sometidas a la jurisdicción nacional desde naves o artefactos navales, así como también en aguas interiores, puertos y canales del territorio nacional.

4.1.5 Plan Nacional de Respuesta ante Derrames de Hidrocarburos u otras Sustancias Nocivas en el Medio Ambiente Acuático

En 2014 se aprobó el Plan Nacional de Respuesta ante Derrames de Hidrocarburos u Otras Sustancias Nocivas en el Medio Ambiente Acuático¹⁹, que permite a la Autoridad Marítima Nacional efectuar el ordenamiento logístico y

¹⁷ *Política Nacional para la Gestión de Riesgo de Desastres*. ONEMI, Ministerio del Interior y Seguridad Pública, 2014.

¹⁸ *Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática* (D.O. N° 34.419, 1992). Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría de Marina.

¹⁹ *Plan Nacional de Respuesta ante Derrames de Hidrocarburos u otras Sustancias Nocivas en el Medio Ambiente*. Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, 2014.

operacional de sus recursos, centralizándolos en las principales gobernaciones marítimas del país, denominadas Centros Regionales de Control de la Contaminación (CERCON), de los cuales dependen los Sub-Centros y Centros Locales de Contaminación.

Uno de los objetivos centrales de este plan es “establecer una organización capaz de ordenar y dirigir eficazmente las actividades de respuesta encaminadas a controlar y minimizar satisfactoriamente las consecuencias de un derrame de hidrocarburos u otras sustancias nocivas” (DIRECTEMAR, 2014), para lo cual establece una clasificación de los derrames (según cantidad y nivel de peligrosidad) y las tareas específicas que deberán ser desarrolladas por cada uno de los Centros de Control.

4.1.6 Declaración de Zonas de Catástrofe y Emergencias Agrícolas

El estado de catástrofe, constituye uno de los mecanismos que tiene la autoridad para enfrentar situaciones que han generado calamidad pública y se declara mediante decreto supremo firmado por el Presidente de la República y los ministros del Interior y de Defensa Nacional²⁰.

Ante una declaración de una zona bajo Estado de Catástrofe, el Presidente de la República tiene la obligación de informar al Congreso las medidas adoptadas. Transcurridos 180 días desde la declaración, el Congreso tiene la facultad de dejar sin efecto la declaración, si es que las razones que la motivaron hubieren cesado en forma absoluta. Además, el Presidente, con acuerdo del Congreso, puede declarar el estado de catástrofe por más de un año. En cuanto a su tramitación, se establece que el Congreso sólo puede aceptar o rechazar la proposición sin hacer modificaciones a la misma.

Una vez declarado el estado de catástrofe, las zonas respectivas quedan bajo la dependencia inmediata del Jefe de la Defensa Nacional que designe el Presidente, conforme con el inciso final del Artículo 41 de la Constitución; además, el Artículo 43 establece que el Presidente puede: restringir las libertades de locomoción y de reunión; disponer requisiciones de bienes; establecer limitaciones al ejercicio del derecho de propiedad; y, adoptar todas las medidas extraordinarias de carácter administrativo que sean necesarias para el pronto restablecimiento de la normalidad en la zona afectada (Biblioteca del Congreso Nacional, s.f.)²¹.

Por ejemplo, luego del terremoto del 27 de febrero de 2010, fue decretado estado de catástrofe en las regiones de Biobío y el Maule y al poco tiempo se anunció toque de queda por parte del Ejército en ambas regiones. Lo mismo sucedió a raíz del terremoto de magnitud 8,4 Richter que afectó a la Región de Coquimbo el 16 de septiembre de 2015.

Respecto a la declaración de Zonas de Emergencias Agrícolas, éstas deben ser declaradas mediante resolución simple por el Ministerio de Agricultura, previa solicitud de las Secretarías Regionales Ministeriales de Agricultura correspondientes a las zonas afectadas.

Se podrán declarar Zonas de Emergencia Agrícola a sectores, comunas o cualquier territorio en situación de emergencia agrícola, sobre la base de un informe técnico a cargo del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), que debe ser elaborado de acuerdo a la información que el propio instituto posee y a aquella proporcionada por la Red Agrometeorológica. El informe técnico debe ser discutido en la Comisión Regional de Emergencia Agrícola y Gestión de Riesgo Agroclimático (CREA) correspondiente. Una vez discutido el informe, el Secretario Regional Ministerial de Agricultura correspondiente, dará curso o no a la solicitud. En caso que ésta sea procesada, se deberá enviar los

²⁰Ley Orgánica Constitucional de los Estados de Excepción, Ministerio del Interior, artículo 8° Ley Orgánica N° 18.415.

²¹Constitución Política de la República de Chile, Constitución 1980. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

antecedentes técnicos al Intendente, quien deberá evaluar la decisión de solicitar declaración de emergencia agrícola por parte del Ministro de Agricultura.

La declaración de zonas de emergencia agrícola permiten al Ministerio de Agricultura otorgar recursos y ayuda específica a agricultores y productores de las zonas afectadas, principalmente a través del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y la Comisión Nacional de Riego (CNR).

4.2 Participación en iniciativas internacionales

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” (UNISDR, s.f.).

Chile ha participado en la EIRD desde sus inicios, además de ser parte de los acuerdos derivados de ella, como el Programa de Preparación a Desastres (DIPRECHO por su sigla en inglés), cuyo objetivo principal es reducir la vulnerabilidad de la población ante desastres de origen natural y mejorar las capacidades de las comunidades expuestas a estos riesgos para que estén mejor preparadas y protegidas.

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 Sendai²² para la Reducción del Riesgo de Desastres (2015-2030), que da continuidad y profundiza el trabajo realizado con el Marco de Acción de Hyogo.

²² El Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 fue aprobado en la Tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre la Reducción del Riesgo de Desastres, celebrada del 14 al 18 de marzo de 2015 en Sendai, Miyagi (Japón).



TABLA 09

PRIORIDADES DEL MARCO DE ACCIÓN DE SENDAI	
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	Aumentar la preparación para casos de desastre a fin de dar una respuesta eficaz y para “reconstruir mejor” en los ámbitos de la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción.

Fuente: Elaboración propia en base al documento “Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030” (Naciones Unidas, 2015).

TABLA 10

SIETE METAS MUNDIALES PROPUESTAS POR EL MARCO DE ACCIÓN DE SENDAI	
1	Reducir considerablemente la mortalidad mundial causada por desastres para 2030 y lograr reducir la tasa de mortalidad mundial causada por desastres por cada 100.000 personas en el decenio 2020-2030 respecto del período 2005-2015.
2	Reducir considerablemente el número de personas afectadas a nivel mundial para 2030 y lograr reducir el promedio mundial por cada 100.000 personas en el decenio 2020-2030 respecto del período 2005-2015.
3	Reducir las pérdidas económicas causadas directamente por los desastres en relación con el producto interno bruto (PIB) mundial para 2030.
4	Reducir considerablemente los daños causados por los desastres en las infraestructuras vitales y la interrupción de los servicios básicos, como las instalaciones de salud y educativas, incluso desarrollando su resiliencia para 2030.
5	Incrementar considerablemente el número de países que cuentan con estrategias de reducción del riesgo de desastres a nivel nacional y local para 2020.
6	Mejorar considerablemente la cooperación internacional para los países en desarrollo mediante un apoyo adecuado y sostenible que complemente las medidas adoptadas a nivel nacional para la aplicación del presente Marco para 2030.
7	Incrementar considerablemente la disponibilidad de los sistemas de alerta temprana sobre amenazas múltiples y de la información y las evaluaciones sobre el riesgo de desastres transmitidas a las personas, y el acceso a ellos, para 2030.

Fuente: Elaboración propia en base al documento “Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030” (Naciones Unidas, 2015).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Biblioteca del Congreso Nacional (s.f.). Qué es el Estado de Catástrofe. Obtenido el 22 de diciembre de 2015 desde el sitio web de: <http://www.bcn.cl/de-que-se-habla/estados-excepcion-constitucional>

Comisión Nacional Forestal (CONAF), (s.f.). Incendios Forestales en Chile. Obtenido el 21 de diciembre de 2015 desde el sitio web de: <http://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/>

Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR), (2014). Plan Nacional de Respuesta ante Derrames de Hidrocarburos u Otras Sustancias nocivas en el Medio Ambiente Acuático. Obtenido el 29 de octubre de 2015 del sitio web de: <http://www.directemar.cl/component/jdownloads/finish/34/108.html?Itemid=0>

Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR), (2015). Of. Ord. N° 17.364/2015 de fecha 19 de Agosto de 2015.

Gringer (2009). Pacific Ring of Fire-es.svg. Obtenido el 13 de diciembre de 2015 desde el sitio web de: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pacific_Ring_of_Fire-es.svg

Ministerio de Agricultura (MINAGRI), (2011). Manual Técnico. Manejo del Riego en Condiciones de Sequía. Obtenido el 6 de enero de 2016 del sitio web de: <http://agroclimatico.minagri.gob.cl/wp-content/uploads/sites/26/2013/02/03-Manual-Tecnico-Sequia-CNR.pdf>

Ministerio del Interior, (1985) Ley Orgánica Constitucional de los Estados de Excepción. Obtenido el 21 de enero de 2016 del sitio web de: <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=29824>

Ministerio del Interior, (2002). Plan Nacional. Instrumento Indicativo para la Gestión Integral Decreto N°156, 12 de marzo 2002. Obtenido el 19 de enero de 2016 del sitio web de: http://www.onemi.cl/wp-content/themes/onemi-bootstrap-master/library/doc/plan_nacional_0_0.pdf

Ministerio Secretaría General de la Presidencia, (1980). Constitución Política de la República de Chile; Constitución 1980. Obtenido el 28 de septiembre de 2015 del sitio web de: <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=242302>

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), (2011). Plan de Reconstrucción MINVU, Chile Unido Reconstruye Mejor. Consultado el 11 de febrero de 2016 del sitio web

de: http://www.minvu.cl/opensite_20111122105648.aspx

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), (2012). Manejo de las Áreas de Riesgo en los Instrumentos de Planificación Territorial (presentación). Obtenido el 21 de diciembre desde el sitio web de: http://www.contraloria.cl/NewPortal2/portal2/ShowProperty/BEA%20Repository/Portal/Banners/Contenidos/Seminario_Manual/Jefa_Desarrollo_Urbano

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), (2013). Informe de Avances de Reconstrucción. Obtenido el 11 de febrero de 2016 del sitio web de: http://www.minvu.cl/opensite_20111122104351.aspx

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), (2015). Plan de Reconstrucción Región de Coquimbo 2015. Obtenido el 10 de febrero de 2016 del sitio web de: http://www.minvu.cl/opensite_20151002093225.aspx

Ministerio de Vivienda y Urbanismo, (MINVU), (2015). Plan de Reconstrucción Post Erupción Volcán Calbuco 2015. Obtenido el 10 de febrero de 2016 del sitio web de: http://www.minvu.cl/opensite_20150721182418.aspx

Naciones Unidas, (2004). Vivir con el riesgo. Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres. Obtenido el 7 de marzo de 2016 del sitio web de: http://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 el 13 de diciembre de 2015 desde el sitio web de: <http://www.unisdr.org/files/43291-spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf>

Naciones Unidas, (2009). Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR). Obtenido el 21 de septiembre de 2015 del sitio web: <http://www.unisdr.org/files/7817-UNISDRTerminologySpanish.pdf>

Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública (ONEMI), (2010). Sismos del Siglo XX y XXI. Obtenido el 8 de septiembre de 2015 del sitio web de: http://www.adnradio.cl/docs/20110215_file_20100518_5094_sismosdelsigloXXyXXI.pdf

Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública (ONEMI), (2013). Plataforma Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres. Portafolios Institucionales. Obtenido el 19 de Enero de 2016 del sitio web de: <http://www.onemi.cl/plataforma->

[de-reduccion-de-riesgos-de-desastres/](#)

Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública (ONEMI), (2014). Política Nacional para la Gestión de Riesgo de Desastres. Obtenido el 19 de enero de 2016 del sitio web de: http://siac.onemi.gov.cl/documentos/onemi_nuevo.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), (2013). Análisis de riesgos de desastres en Chile. VII Plan de acción DIPECHO en Sudamérica 2011-2012. Obtenido el 21 de diciembre de 2015 desde el sitio web de: <http://www.dipecholac.net/docs/files/193-chile-analisis-de-riesgos-de-desastres-en-chile-2012.pdf>

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), (2014). Informe: Efecto en las aves silvestres provocado por el derrame de petróleo en la bahía de Quintero, Región de Valparaíso, Chile.

Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), (2010). Efectos Geológicos del Sismo del 27 de Febrero 2010: Evaluación Preliminar y Propuesta de Actividades Futuras. Obtenido el 8 de septiembre de 2015 del sitio web de: http://www.sismo24.cl/500sismos/00imgsisomos/600pdf/300infoSernag_2010.pdf

Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), (2014). Listado de 43 volcanes más activos. Obtenido el 14 de octubre de 2015 del sitio web de: <http://www.sernageomin.cl/detalle-noticia.php?ildNoticia=123>

Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), (2015). Glosario de términos volcanológicos y sismológicos. Obtenido el 13 de octubre de 2015 del sitio web de: <http://www.sernageomin.cl/detalle-noticia.php?ildNoticia=209>

Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), (2015). Catastro Nacional de Desastres Naturales Asociados a Peligros Geológicos 1980-2015. Obtenido el 27 de enero de 2016 del sitio web de: <http://www.sernageomin.cl/pdf/presentaciones-geo/Primer-Catastro-Nacional-Desastres-Naturales.pdf>

Trabajo y Ambiente (s.f.) Desastres naturales y desastres Tecnológicos. Obtenido el 21 de diciembre de 2015 desde el sitio web de: <http://www.trabajoyambiente.com.ar/detalle.php?id=15>

UNISDR (s.f.) ¿Qué es la Estrategia Internacional? Obtenido el 21 de diciembre de 2015 desde el sitio web de: <http://www.eird.org/americas/we/que-es-la-estrategia-internacional.html>

ANEXOS

ESCENARIOS DE ACUERDO A LAS METAS ODS PRIORITARIAS DEL MMA			
TEMA	META	ACCIONES	ODS
Agua	6.1 De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos	Contar con información base. Se encuentra en licitación: "Estudio de Seguridad Hídrica en Chile en un Contexto de Cambio Climático para Elaboración del Plan de Adaptación de los Recursos Hídricos al Cambio Climático", realizado en conjunto con DGA-MOP.	6
	6.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulces para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren la falta de agua		
	6.5 De aquí a 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda	El Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, PANCC 2017-2022, considera el tema de gestión a nivel de cuencas y microcuencas. Iniciativa relacionada a microcuencas (trabajo que realiza el Departamento de Gestión Ambiental Local del Ministerio del Medio Ambiente).	
	6.b Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento	Iniciativa relacionada a microcuencas (trabajo que realiza el Departamento de Gestión Ambiental Local del Ministerio del Medio Ambiente).	
CPS	12.1 Aplicar el Marco Decenal de Programas sobre Modalidades de Consumo y Producción Sostenibles, con la participación de todos los países y bajo el liderazgo de los países desarrollados, teniendo en cuenta el grado de desarrollo y las capacidades de los países en desarrollo	Primer Plan de Acción de Consumo y Producción Sustentables del Programa Nacional de CPS	13

CONTINÚA ►

Cambio Climático	13.1 Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países	<p>Implementar el Plan de Adaptación al cambio climático: Desarrollo de estudio de Marco Legal e Institucional de Cambio Climático a nivel regional y comunal; Tanto en el Plan Nacional de Adaptación como en el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC) 2017-2022 se han considerado medidas para incorporar los impactos del cambio climático en la gestión de desastres en un trabajo coordinado con ONEMI</p> <p>Elaborar los planes de adaptación sectoriales; Elaboración Proyecto definitivo y Aprobación de Plan de adaptación Salud, AElaborar nteproyecto Plan de Adaptación de Infraestructura y Anteproyecto Plan de Adaptación de Ciudades. Elaboración del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022, en que la Adaptación en uno de sus ejes estructurales, y que tienes un eje de medios de implementación y un eje para la gestión a nivel territorial, que ayudaran a apoyar y desarrollar la adaptación en distintos niveles.</p>	13
	13.2 Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales	Trabajar en la incorporación del cambio climático en el Sistema de Evaluación Ambiental, en la Evaluación Ambiental Estratégica, en la Política de Ordenamiento Territorial. Asimismo el Plan Nacional de Cambio Climático considera medidas para incorporar este tema en todas las políticas públicas que sean pertinentes de otros Ministerios	
	13.3 Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana	La educación y la sensibilización constituyen líneas de acción del PANC y del Plan Nacional de Adaptación, trabajo que se realiza con el Ministerio de Educación para incorporar la enseñanza del cambio climático en las mallas curriculares de la educación básica y media, como también con el Departamento de Educación y de Gestión Local del Ministerio del Medio Ambiente a través de diferentes medios. Además, la línea de Acción del PANCC 2017-2022 apunta a la generación de capacidades institucionales a nivel de Gobierno Nacional como Subnacional	

Cambio Climático	13.a Cumplir el compromiso de los países desarrollados que son partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de lograr para el año 2020 el objetivo de movilizar conjuntamente 100,000 millones de dólares anuales procedentes de todas las fuentes a fin de atender las necesidades de los países en desarrollo al respecto de la adopción de medidas concretas de mitigación y la transparencia de su aplicación y poner en pleno funcionamiento el Fondo Verde para el Clima capitalizándolo lo antes posible.	El Consejo de Ministros para la Sustentabilidad creó (marzo 2016) la institucionalidad que permite la operación en el país del Fondo Verde para el Clima y mandató al MMA a dirigir la Secretaría Técnica para el FVC en Chile. Durante 2016, con la anuencia de la ST se expidió la primera carta de no objeción de un proyecto nacional, permitiendo que el Fondo aprobara asignar recursos a un proyecto chileno (Junio 2016).	13
Vida Submarina	14.1 De aquí a 2025, prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo, en particular la producida por actividades realizadas en tierra, incluidos los detritos marinos y la polución por nutrientes	Avanzar en la formalización del Plan de Acción para la Estrategia de Conservación Marina y de Islas Oceánicas, donde se establecen acciones para el uso sustentable, creando y activando el Comité para la ECMIO	6
14.2 De aquí a 2020, gestionar y proteger sosteniblemente los ecosistemas marinos y costeros para evitar efectos adversos importantes, incluso fortaleciendo su resiliencia, y adoptar medidas para restaurarlos a fin de restablecer la salud y la productividad de los océanos	Avanzar en la formalización del Plan de Acción para la Estrategia de Conservación Marina y de Islas Oceánicas, donde se establecen acciones para el uso sustentable.		
14.3 Minimizar y abordar los efectos de la acidificación de los océanos, incluso mediante una mayor cooperación científica a todos los niveles	Avanzar en la formalización del Plan de Acción para la Estrategia de Conservación Marina y de Islas Oceánicas, donde se establecen acciones para el uso sustentable.		
14.5 De aquí a 2020, conservar al menos el 10% de las zonas costeras y marinas, de conformidad con las leyes nacionales y el derecho internacional y sobre la base de la mejor información científica disponible	Creación de nuevas AMP a través de un subsistema o red funcionando a través de un Consejo Coordinador.		
14.a Aumentar los conocimientos científicos, desarrollar la capacidad de investigación y transferir tecnología marina, teniendo en cuenta los Criterios y Directrices para la Transferencia de Tecnología Marina de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental, a fin de mejorar la salud de los océanos y potenciar la contribución de la biodiversidad marina al desarrollo de los países en desarrollo, en particular los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países menos adelantados.	Avanzar en la formalización del Plan de Acción para la Estrategia de Conservación Marina y de Islas Oceánicas, creando y poniendo en funcionamiento un “Consejo Coordinador para la Investigación, Monitoreo y Evaluación de la Biodiversidad Marina, tanto Costera como Oceánica”.		
14.c Mejorar la conservación y el uso sostenible de los océanos y sus recursos aplicando el derecho internacional reflejado en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, que constituye el marco jurídico para la conservación y utilización sostenible de los océanos y sus recursos, como se recuerda en el párrafo 158 del documento “El futuro que queremos”	Avanzar en la formalización del Plan de Acción para la Estrategia de Conservación Marina y de Islas Oceánicas, donde se establecen acciones para el uso sustentable		

Biodiversidad	<p>15.1 De aquí a 2020, asegurar la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y sus servicios, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, en consonancia con las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos internacionales</p>	<p>Continuar trabajando en una Política Nacional de las Montañas; se desarrollan proyectos mencionados en ODS 12</p>	6
		<p>En conjunto con IUCN, se desarrollará un seminario sobre soluciones de adaptación basadas en ecosistemas (AbE) para la reducción de riesgos de desastres. También se desarrolla un Proyecto (denominado EPIC) sobre AbE en coordinación con IUCN y la SEREMI de Biobío, en la Reserva de la Biosfera Nevados del Chillán.</p>	
	<p>Concluyó el Proyecto MMA-CTCN-CATIE Diseño de una Red de Monitoreo de la Biodiversidad en el contexto del cambio climático. Esto ha permitido sentar la importancia de este tema en la agenda interinstitucional y académica.</p>		
	<p>El Ministerio del Medio Ambiente, a través de la División de RRNN y Biodiversidad participa del Proyecto GEF Manejo Sustentable de la Tierra, liderado por CONAF y en fase de implementación. Dicho Proyecto es de carácter trifocal con acciones para el manejo sustentable, la conservación de la biodiversidad y la mitigación/adaptación al Cambio Climático. Se trabajará tanto en la promoción de buenas prácticas a nivel de cinco áreas pilotos (con actores locales y regionales), como también de la generación de capacidades a nivel institucional.</p>		
	<p>La Estrategia Nacional de Biodiversidad, ENB, incorpora como lineamiento estratégico: "Implementación y reconocimiento de buenas prácticas productivas que incluyan objetivos de protección de biodiversidad, tales como certificaciones, acuerdos de producción limpia, ecoetiquetado, entre otras".</p>		
	<p>15.2 De aquí a 2020, promover la puesta en práctica de la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, detener la deforestación, recuperar los bosques degradados y aumentar considerablemente la forestación y la reforestación a nivel mundial</p>	<p>Proyectos GEF que abordan el tema. Uno empieza su ejecución el 2016 con acciones en las regiones Metropolitana de Santiago y Valparaíso; y el otro está en etapa de revisión del PIF por el secretariado del GEF, considerando acciones en las regiones de Aysén, Los Ríos, Araucanía y Bío Bío.</p>	
		<p>El Ministerio del Medio Ambiente participa en el Proyecto GEF MST (liderado por CONAF) antes mencionado, que apunta, entre otras cosas, a una gestión sostenible de los bosques, para controlar la degradación, a nivel de áreas pilotos. Se espera recuperar esos aprendizajes para su adaptación a otras áreas.</p>	

Biodiversidad	15.3 De aquí a 2030, luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con efecto neutro en la degradación de las tierras	<p>En 2016 se inició el proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña (GEF-5135), que contempla acciones en esas materias y lidera el MMA y se ejecuta en la RMS y Valparaíso; CONAF lidera otro proyecto GEF, en ejecución actualmente, sobre lucha contra degradación de tierras.</p> <p>El Ministerio del Medio Ambiente participa en el Proyecto GEF MST (liderado por CONAF) que apunta, entre otras cosas, a la lucha contra la desertificación, la sequía, en un contexto de manejo sustentable de la Tierra, conservación de la biodiversidad y mitigación/adaptación al Cambio Climático.</p>	6
	15.4 De aquí a 2030, asegurar la conservación de los ecosistemas montañosos, incluida su diversidad biológica, a fin de mejorar su capacidad de proporcionar beneficios esenciales para el desarrollo sostenible.	<p>En 2016 se inició el proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña (GEF-5135), que contempla acciones en esas materias y lidera el MMA y se ejecuta en la RMS y Valparaíso; Además de ello, el Comité nacional para el manejo sustentable de las montañas (DS 108 del 21 de abril del 2014) terminará este año una propuesta de Política Nacional para el Manejo Sustentable de las Montañas</p> <p>La ENB incluyó como lineamiento estratégico en el objetivo V: "Definición e implementación de acciones para la protección de los ecosistemas de montaña, incluidos los glaciares, para los territorios que cumplen funciones de resguardo ante desastres naturales, y para los ecosistemas que proveen servicios ecosistémicos relevantes".</p>	
	15.5 Adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de biodiversidad y, de aquí a 2020, proteger las especies amenazadas y evitar su extinción	<p>Creación de Áreas Protegidas y Planes RECOGE para 5 especies amenazadas</p> <p>La ENB incluyó como lineamiento estratégico en el objetivo V: "Definición e implementación de mecanismos y herramientas de gestión para la protección de las especies nativas y sus hábitats, fortaleciendo, entre otros, los planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies Silvestres".</p>	
	15.6 Promover la participación justa y equitativa en los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos y promover el acceso adecuado a esos recursos, según lo convenido internacionalment	La ENB incluyó como lineamiento estratégico en el objetivo III: "Desarrollo de una regulación que resguarde el interés nacional frente a los recursos genéticos nativos, incluyendo la ratificación del protocolo de Cartagena y protocolo de Nagoya, y fortalecimiento de la normativa nacional orientada a la protección de los organismos genéticamente modificados, asegurando el acceso justo y equitativo a los beneficios que deriven de su utilización".	

Biodiversidad	15.8 De aquí a 2020, adoptar medidas para prevenir la introducción de especies exóticas invasoras y reducir significativamente sus efectos en los ecosistemas terrestres y acuáticos y controlar o erradicar las especies prioritarias	La ENB incluyó como lineamiento estratégico en el objetivo III: "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".	6
	15.9 De aquí a 2020, integrar los valores de los ecosistemas y la biodiversidad en la planificación, los procesos de desarrollo, las estrategias de reducción de la pobreza y la contabilidad nacionales y locale	Desarrollo de Planificación Ecológica en las regiones RM y Bío Bío, que definen objetivos de preservación, restauración y uso sostenible zonificados, promoviendo su empleo en las planificaciones sectoriales y en los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial;	
		Se está participando, coordinados por la Oficina de EAE, en la inclusión de objetivos de biodiversidad y ecosistemas en la Política Nacional de Desarrollo Rural (en fase de revisión final por COMICIVYT) y en la Política Nacional del Ordenamiento Territorial (en inicio por el COMICIVYT).	
	15.a Movilizar y aumentar significativamente los recursos financieros procedentes de todas las fuentes para conservar y utilizar de forma sostenible la biodiversidad y los ecosistemas	En 2016 se inició el proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña (GEF-5135), que contempla acciones en esas materias.	
La ENB incluyó como lineamiento estratégico en el objetivo IV: - Movilización de recursos públicos y privados, para la implementación y seguimiento de la Estrategia Nacional de B6:E46 2016-2030 y sus planes de acción. - Desarrollo, incremento, y perfeccionamiento de los mecanismos e instrumentos económicos para la conservación, tales como: bancos de compensación, métricas de evaluación de ecosistemas y de sitios de compensación, entre otros.			
15.b Movilizar recursos considerables de todas las fuentes y a todos los niveles para financiar la gestión forestal sostenible y proporcionar incentivos adecuados a los países en desarrollo para que promuevan dicha gestión, en particular con miras a la conservación y la reforestación	Gestión para aprobación de proyecto GEF de Dendroenergía		

Fuente: Elaboración propia.

LISTA INDICADORES IEMA 2016 *												
CAPÍTULO	INDICADOR	FPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS		OCDE		ILAC		PROPIO
			N	R	L	E	A	E	A	E	A	
Suelos	Superficie regional de suelos, según clases de capacidad de uso	E	X	X								X
	Porcentaje de la superficie regional afectada con erosión	E	X	X								X
	Erosión actual a nivel nacional	E	X									X
	Riesgo de erosión potencial por región	E	X	X								X
	Riesgo a desertificación a nivel nacional	E	X				X			X		
	Suelos con potencial presencia de contaminantes a nivel nacional al 2015	E	X	X								X
	Porcentaje de uso de suelo por región, según categoría, año 2014	P	X	X			X		X		X	
	Superficies estimadas para la nueva cobertura de ocupación del territorio	P	X	X							X	
	Expansión urbana por año (Gran Santiago)	P			X							X
	Expansión urbana por año (Gran Valparaíso)	P			X							X
	Expansión urbana por año (Conurbación Pto. Montt - Pto. Varas)	P			X							X
	Expansión urbana por año (Gran Concepción)	P			X							X
Distribución de relaves mineros	P	X	X								X	
Ruido	Mapas de ruido	E		X								X
	Porcentaje de establecimiento educacionales expuestos a niveles de ruido	E		X								X
	Porcentaje de establecimiento de salud expuestos a niveles de ruido	E		X								X
Instrumentos para la gestión Ambiental	Número de establecimientos con certificación vigente por año y nivel	R	X	X			X				X	
	Porcentaje de establecimientos certificados según tipo de certificación, vigente al año 2015	R	X	X			X				X	
	Número de municipios con certificación vigente por año	R	X	X	X							
	Porcentaje de municipios certificados ambientalmente a nivel regional al año 2015	R	X	X								X
	Número de proyectos con fondo de protección ambiental (FPA) y monto otorgado	R	X	X			X					X

*ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible)

OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico)

ILAC (Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo)

N (Nacional); R (Regional); L (Local)

E (Equivalente): el indicador es equivalente o exactamente igual al indicador propuesto por alguna organización internacional considerada.

A (Asimilable): el indicador es asimilable o similar al indicador propuesto por alguna organización internacional considerada. Se utiliza una o más variables pero no se reproduce el indicador exactamente igual al propuesto internacionalmente.

CONTINÚA ►

CAPÍTULO	INDICADOR	FPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS		OCDE		ILAC		PROPIO
			N	R	L	E	A	E	A	E	A	
Instrumentos para la gestión Ambiental	Monto de inversión esperada en proyectos aprobados a través del SEIA y número de proyectos por rubro	P	X	X								X
	Distribución de proyectos aprobados en 2015	P	X	X								X
	Número de solicitudes de acceso a la información pública de carácter ambiental, por año	R	X									X
	Número de amparos ingresados al consejo para la transparencia en materia ambiental	R	X									X
	Número y tipo de proyectos ingresados a evaluación ambiental estratégica al 2015	R	X	X								X
	Recaudación impuestos a los vehículos, año 2015	R	X						X		X	
	Monto de subsidios otorgados para acondicionamiento térmico entre 2008 y 2014	P	X	X								X
Monto de inversión en colectores solares entre 2011 y 2015	P	X	X								X	
Género y Medio Ambiente	Tasa de participación laboral por sexo	E	X				X					
	Coordinación de proyectos ejecutados del Fondo de Protección Ambiental por género (2009-2015)	E	X									X
Eventos y Desastres Naturales	Tipo de desastres acontecidos en Chile, 1906 a 2014	P	X								X	
	Origen de eventos y desastres acontecidos en el país, 1900 a 2015	P	X									X
	Mapa de Registros de sismos sobre 7° (ms) ocurridos en Chile entre los años 1570 a 2015	P	X	X								X
	Cantidad de eventos hidrometeorológicos entre 2010 - 2014	I										X
	Ranking de peligrosidad de volcanes en Chile	E	X	X								X
	Derrames de hidrocarburos en las costas chilenas (2004 - 2014)	P	X									X
	Cantidad de casos de delitos relacionados con incendios, registros a nivel nacional entre los años 2010 - 2013	P	X									X
	Delitos relacionados con incendios registrados a nivel regional entre los años 2010 y 2013	P	X	X								X
	Número de incendios forestales entre 2012 - 2016	P	X	X								X
	Ranking de los 10 sismos de mayor intensidad ocurridos en Chile y sus impactos	I		X								X
	Cuantificación del daño de viviendas luego del terremoto del 2010	I	X									X
	Cantidad de personas y viviendas afectadas por temporales durante 2014 - 2015	I	X	X			X					
	Emissiones al aire por incendios forestales y urbanos entre 2010 - 2014	I	X									X

CAPÍTULO	INDICADOR	FPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS		OCDE		ILAC		PROPIO
			N	R	L	E	A	E	A	E	A	
Pueblos originarios	Distribución de población indígena según región y etnia	E	X	X								X
	Gráfico porcentual de distribución indígena	E	X									X
	Superficie compartida entre las Áreas Silvestres Protegidas y las Áreas de Desarrollo Indígena	E	X									X
	Superficie compartida entre las ADI y el SNASPE	E										X
	Proyectos con proceso de consulta indígena	R	X	X								X
	Recursos por región 2012-2016	R	X	X								X
	Número de proyectos aprobados a nivel regional, por pueblo indígena	R	X	X								X
	Recursos destinados a asesorías e inversión periodo 2012-2014	R	X	X								X
	Número beneficiarios programa PDTI periodo 2012-2014	R	X	X								X
	Porcentaje de territorios nacionales destinados a población indígena en América Latina y el Caribe	R	X									X
Inversión y superficie otorgada por medio del subsidio para la aplicación Artículo 20 Letra B Ley Indígena (1994 - 2013).	R	X									X	
Residuos	Generación de residuos a nivel nacional en 2014	P	X				X		X			
	Generación de residuos sólidos municipales per cápita países OCDE, 2013	P	X				X		X			
	Generación de residuos municipales a nivel regional estimado y reportado	P	X	X			X					
	Cumplimiento de los municipios en reportar en el sistema SINADER	R	X	X								X
	Comunas con la mayor generación de residuos municipales en 2014	P	X	X	X		X					X
	Comunas con la mayor tasa per cápita de residuos municipales en 2014	P	X	X	X		X					X
	Tipo de tratamiento de la generación de residuos sólidos municipales en 2014	R	X	X			X		X			
	Composición de los residuos sólidos municipales valorizados en 2014	R	X				X					X
	Generación de residuos industriales no peligrosos por región, 2014	P	X	X			X					X

CAPÍTULO	INDICADOR	FPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS		OCDE		ILAC		PROPIO
			N	R	L	E	A	E	A	E	A	
Residuos	Composición de la generación de residuos industriales no peligrosos en 2014 de acuerdo a clasificación LER	P	X				X					X
	Generación de residuos industriales no peligrosos de acuerdo al código CIU, 2014	P	X				X					X
	Tipo de disposición final de residuos industriales no peligrosos en 2014	P	X				X					X
	Tipo de valorización de residuos industriales no peligrosos en 2014	R	X				X					X
	Valorización de residuos industriales no peligrosos en 2014 (expresado en participación porcentual)	R	X				X				X	
	Generación y disposición de lodos de plantas de aguas servidas a nivel regional en 2014	P		X							X	
	Porcentaje por tipo de disposición final de lodos generados por plantas de tratamiento de aguas servidas en 2014	P	X									
	Aplicación de lodos al suelo en 2014 según porcentaje de tipo de cultivo	R	X									X
	Generación por año de residuos peligrosos versus cantidad de establecimientos, serie 2006 - 2014	P	X				X					X
	Participación de sectores productivos en la generación de residuos peligrosos por CIU, 2014	P	X				X					X
	Generación de residuos peligrosos en 2014 según clasificación de listados D.S. N°148/2003 MINSAL	P	X				X					X
	Origen y destino de los residuos peligrosos en 2014 a nivel regional	P	X	X			X					X
	Programa nacional de residuos sólidos a nivel regional, 2015	R	X	X								X
	Municipios en el SCAM, 2015	R	X	X			X					
	Municipios del SCAM que declararon en el SINADER en 2015	R	X	X								X
Municipalidades que más valorizaron parte de sus residuos generados en el año 2014	R										X	
Aire	Promedio anual de concentraciones de MP _{2,5} a nivel nacional, período 2015	E	X	X	X	X		X				
	Mortalidad y morbilidad asociada a la exposición a MP _{2,5}	I	X	X	X		X				X	
	Promedio anual de MP ₁₀ para el 2015 de estaciones seleccionadas [µg/m ³]	E	X	X	X	X		X				
	Evolución del máximo promedio trianual del percentil 99 de las medias móviles de la concentraciones 8 horas de O ₃ en la RM.	E	X	X	X				X			

CAPÍTULO	INDICADOR	FPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS		OCDE		ILAC		PROPIO
			N	R	L	E	A	E	A	E	A	
Aire	Distribución por tipo de fuente, año 2013	P	X	X	X							X
	Emisiones de SO2 por región y rubro, año 2013	P	X	X	X				X			
	Emisiones de NOx por región y rubro, año 2013	P	X	X	X				X			
	Emisiones de MP _{2,5} por región y rubro, año 2013	P	X	X	X				X			
	Resumen de episodios críticos por MP10 en la Región Metropolitana	E	X	X	X							X
	Estimación de número de episodios de MP2,5 en la RM	E	X	X	X							X
	Evolución del material particulado respirable. Fracción fina y gruesa (1985-2015)	E	X	X	X		X					X
	Superaciones de norma trianual (%)	E	X									X
	Episodios constatados por MP10 en Coyhaique.	E			X							X
	Recambios comprometidos en cada PDA	R										X
Recambio de calefactores desde el año 2011 a la fecha por Región	R	X	X								X	
Crecimiento Verde	Número de iniciativas de Consumo y Producción Sustentable	R	X				X					X
	Iniciativas de Consumo y Producción Sustentables desarrolladas por el sector público, desglosadas según sector económico	R	X				X					X
	Iniciativas de Consumo y Producción Sustentables desarrolladas por el sector público según tipo de enfoque (consumo o producción)	R	X				X					X
	Número instalaciones con APL por CIU	R	X									X
Fuerzas Motrices	Superficie nacional por región (KM2)	F	X	X								X
	Evolución de la población total a nivel país	F	X									X
	Población nacional por rango de edad y género al año 2015	F	X									X
	Distribución de la población urbana/rural por región	F	X	X								X
	Población urbana mundial años 1950, 2010, 2050	F										X
	Estimación de residentes extranjeros en Chile, 1982-2014	F	X									X

CAPÍTULO	INDICADOR	FPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS		OCDE		ILAC		PROPIO
			N	R	L	E	A	E	A	E	A	
Fuerzas Motrices	Migración en Chile: las 10 comunidades de migrantes con mayor magnitud, 2005-2014	F	X									X
	Migración en Chile: porcentaje interno de migrantes según región, 2005-2014	F	X	X								X
	Veinte comunas con mayor población flotante turística, año 2013	F			X							X
	Comparaciones de las variaciones del PIB, Pobreza, GINI e IDH	F	X				X					X
	Producto Interno Bruto por clase de actividad económica series empalmadas, referencia 2008 (millones de pesos)	F	X									X
	Evolución del consumo bruto de energía primaria	F	X				X					
	Importaciones de hidrocarburos	F	X									X
	Variación del consumo energético entre 2002 y 2013	F	X								X	
Evolución del parque vehicular	F	X									X	
Capa de Ozono	Ozono total observado promedio mensual de octubre de cada año, 1980-2015	E										X
	Superficie máxima y mínimo espesor del Agujero de Ozono Antártico (AOA), 1979-2015	E										X
	Medias de columna de ozono (Unidades Dobson)	E			X							X
	Índice UV-B máximo en meses de verano en lugares de Chile, 2000-2014	E		X								X
	Columna de ozono (Unidades Dobson) en Punta Arenas, septiembre a diciembre de 2009, 2012 y 2015	E			X							X
	Radiación ultravioleta (Índice UV) observada en Punta Arenas, septiembre a diciembre de 2009, 2012 y 2015	E			X							X
	Tasa de mortalidad por melanomas malignos de la piel a nivel nacional, 1997-2012	I	X									X
	Muertos por melanomas malignos de la piel a nivel nacional, 1997-2012	I	X									X
	Tasa de mortalidad por melanomas malignos de la piel, por región, 1997-2012	I		X								X
	Consumo nacional total de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (toneladas PAO), 1989-2014	P	X								X	
Consumo nacional de SAO y límites máximos de importaciones permitidas por el Protocolo de Montreal, 1989-2014	P	X									X	

CAPÍTULO	INDICADOR	FPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS		OCDE		ILAC		PROPIO
			N	R	L	E	A	E	A	E	A	
Capa de Ozono	Consumo nacional (%) de HCFC según tipo de uso, 2008	P	X									X
	Proyectos ejecutados desde 2013 a la fecha por agencia implementadora internacional	R										X
Infraestructura Verde	Cobertura arbórea	E			X							X
	Infraestructura verde en ciudades chilenas	E			X							X
	Importancia de la carencia de áreas verdes por comuna	E	X	X	X							X
	Superficies de áreas verdes con mantenimiento por habitante, 2014	E	X	X						X		
	Superficies de áreas verdes con mantenimiento por región (m2)	E	X	X								X
	Áreas verdes por macrozona	E	X	X								X
	Área verde total por habitante	E	X	X								X
	Costos de mantención de áreas verdes	E	X	X								X
	Números de parques urbanos, 2014	E	X	X								X
	Superficies de parques urbanos (m2)	E	X	X								X
	Superficie anual promedio de vegetación por manzana urbana	E	X	X								X
	Porcentaje de suelo urbano cubierto con diferentes tipos de vegetación, 2005	E	X	X								X
	Porcentaje de suelo urbano cubierto con diferentes tipos de vegetación, 2015	E	X	X								X
	Contaminantes atmosféricos removidos o capturados por el arbolado urbano (kg/año)	E	X	X								X
Biodiversidad	Ecosistemas terrestres de Chile evaluados por el criterio A2b, según metodología UICN	E	X				X					
	Porcentaje de superficie de Chile continental con ecosistemas bajo amenaza	E	X									X
	Superficie de ecosistemas terrestres de Chile, según su estado de conservación	E	X	X								X
	Estado de conservación de los ecosistemas terrestres de Chile por región	E	X	X								X
	Superficie de bosque nativo en Chile, según tipo forestal	E	X	X			X		X		X	

CAPÍTULO	INDICADOR	FPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS		OCDE		ILAC		PROPIO
			N	R	L	E	A	E	A	E	A	
Biodiversidad	Distribución del bosque en Chile	E	X	X			X				X	
	Humedales y sitios Ramsar de Chile	E	X	X	X		X					
	Estado trófico en humedales costeros de Chile monitoreo 2013	E	X	X	X							X
	Red de ecosistemas acuáticos de Chile, como insumo para la plataforma de humedales	E	X	X	X							X
	Ecorregiones marinas de Chile	E	X									X
	Número de especies conocidas en Chile, según grupo biológico	E	X									X
	Especies nativas clasificadas en Chile	E	X				X					
	Especies nativas de Chile clasificadas por el RCE, según grupo biológico	E	X				X		X			
	Porcentaje de especies clasificadas	E	X				X		X			
	Tendencia poblacional de picaflor de Arica	E			X							X
	Tendencia poblacional de canquén colorado	E			X							X
	Tendencia poblacional del flamenco de James	E			X							X
	Tendencia poblacional del flamenco andino	E			X							X
	Tendencia poblacional del flamenco chileno	E			X							X
	Evaluación del estado de conservación de los ecosistemas de bosque	E	X									X
	Pérdida histórica del bosque nativo en Chile	P	X	X			X					
	Cantidad de incendios y superficie quemada	P	X	X								X
	Superficie y número de incendios en 2016	P	X	X								X
	Productos hechos a partir de madera nativa al año 2014	P	X									X
	Leña en biodiversidad	P	X									X
	Porcentaje de cambio en las distribuciones de especies de flora y fauna para A2 y B2, en relación a la situación actual (base)	P	X									X
	Índice de estrés integrado	P	X									X
	Áreas protegidas chilenas y homologación a categorías UICN	R	X				X					
	Número y superficie de áreas protegidas de Chile	R	X				X				X	
	Áreas protegidas de Chile al 2016	R	X				X					
Representatividad de ecorregiones terrestre de Chile al 2016	R	X									X	
Listado de sitios Ramsar en Chile	R	X				X						
Número de especies clasificadas por procesos del RCE ya oficializados	R	X				X				X		

CAPÍTULO	INDICADOR	FPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS		OCDE		ILAC		PROPIO
			N	R	L	E	A	E	A	E	A	
Cambio Climático	Anomalías estandarizadas de la temperaturas extremas (mínimas y máximas) superficial del aire, por zonas del país, 1961-2015.	E	X									
	Número de olas de calor a nivel nacional por año, 1961-2015	E	X									
	Olas de calor en Santiago (estación meteorológica Quinta Normal), 1968-2015	E			X							
	Número de heladas en la zona centro del país, 1961-2015	E			X							
	Proyección de cambios en la temperatura del aire, para el periodo 2031-2050, con respecto al periodo 1961-1990, para el escenario más favorable (RCP2.6) y menos favorable (RCP8.5)	I	X									
	Temperatura superficial del mar	E	X									
	Número de marejadas en el país, 2011-2015	E	X									X
	Precipitaciones anuales, según ciudades seleccionadas de zonas del país, 1990-2015,	E	X		X							
	Proyecciones de cambio porcentual de precipitación respecto al periodo normal 1961-1990 para escenarios: A: RCP2.6 periodo 2011-2030, B:RCP8.5 periodo 2011-2030, C:RCP2.6 periodo 2031-2050 y D:RCP8.5 periodo 2031-2050.	I	X									
	Caudales de cuncas hidrográficas observados y proyectados bajo escenario A2 de cambio climático. Promedio periodos 1960-2010, 2011-2040, 2041-2070 y 2072-2099	I	X									
	Variación del área de glaciares	I	X	X								
	Emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero (GEI) por Sector IPCC y balance, 1990-2013.	P	X				X	X				X
	Emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero (GEI), en Gg CO2-eq, por sector IPCC y balance, 1990-2013.	P	X				X	X				
	Emisiones netas por tipo de gas de efecto invernadero (GEI), 1990-2013.	P	X				X	X				
	Emisiones nacionales de GEI (excluido FOLU), PIB y población, 1990-2013	P	X				X	X				
	Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMAs) de Chile	R	X									
	Línea Base 2013-2030 de emisiones de GEI (proyección de PIB medio) considerando todos los sectores	P	X									
Proyección de emisiones GEI para cada escenario de mitigación analizado	P	X				X						

CAPÍTULO	INDICADOR	FPEIR	INFORMACIÓN DISPONIBLE			ODS		OCDE		ILAC		PROPIO
			N	R	L	E	A	E	A	E	A	
Agua	Número y distribución de lagos y lagunas de Chile	E	X	X								X
	Número de glaciares por región y su superficie y volumen	E	X	X								X
	Número de acuíferos conocidos de Chile	E	X	X	X							X
	Tasa promedio de descenso de la napa en 29 pozos seleccionados	E	X	X	X							X
	Balance hídrico a nivel regional (m3/s)	E	X	X				X				
	Recursos renovables de agua dulce	E	X				X	X	X			
	Disponibilidad de agua en Chile por habitante	E	X	X								X
	Ríos principales y sus características	E	X	X	X							X
	Variación caudales (m3/s/ año 2015)	E			X							X
	Resultados destacados en análisis de calidad de aguas subterráneas	E	X		X							X
	Cumplimientos de requerimientos de calidad de agua potable (%)	E	X				X	X				
	Coberturas urbanas de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas	E	X			X		X			X	
	Número de APR, arranques y beneficiarios a nivel nacional	E	X	X							X	
	Evolución anual de producción, consumo y pérdida de agua potable urbana	E	X									X
	Cuencas declaradas con escasez hídrica entre 2008 y 2014	R	X	X	X						X	
	Demanda de agua por sector productivo y región	P	X	X			X	X				
	Derechos de aprovechamiento superficiales de tipo consuntivo y no consuntivo	P	X	X	X							X
	Derechos superficiales. Caudal otorgado (l/s)	P			X							X
	Derechos subterráneos. Caudal otorgado (l/s)	P			X							X
	Emissiones totales por región en cuerpos de agua superficial, año 2013	P	X	X								X
Emissiones totales por región en aguas subterráneas, año 2013	P	X	X								X	
Número de derechos de agua y camiones Aljibes	R	X	X								X	
Áreas de restricción para la exploración de aguas subterráneas	R	X	X								X	
Zonas de prohibición de aguas subterráneas	R	X	X	X							X	

ÍNDICE TABLAS, FIGURAS, MAPAS Y BOX

CAP01 FUERZAS MOTRICES

TABLAS

01	SUPERFICIE NACIONAL POR REGIÓN (KM2)	15
02	POBLACIÓN URBANA/RURAL DE CHILE POR REGIÓN	19

FIGURAS

01	EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN TOTAL A NIVEL PAÍS	17
02	POBLACIÓN NACIONAL POR RANGO DE EDAD Y GÉNERO AL AÑO 2015	17
03	DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN URBANA/RURAL POR REGIÓN	18
04	POBLACIÓN URBANA MUNDIAL AÑOS 1950, 2010, 2050	20
05	ESTIMACIÓN DE RESIDENTES EXTRANJEROS EN CHILE, 1982-2014	21
06	MIGRACIÓN EN CHILE: LAS 10 COMUNIDADES DE MIGRANTES CON MAYOR MAGNITUD, 2005-2014	22
07	MIGRACIÓN EN CHILE: PORCENTAJE INTERNO DE MIGRANTES SEGÚN REGIÓN, 2005-2014	22
08	VEINTE COMUNAS CON MAYOR POBLACIÓN FLOTANTE TURÍSTICA, AÑO 2013	23
09	COMPARACIONES DE LAS VARIACIONES DEL PIB, POBREZA, GINI E IDH	24
10	PRODUCTO INTERNO BRUTO POR CLASE DE ACTIVIDAD ECONÓMICA SERIES EMPALMADAS, REFERENCIA 2008	26
11	EVOLUCIÓN DEL CONSUMO BRUTO DE ENERGÍA PRIMARIA	27
12	IMPORTACIONES DE HIDROCARBUROS	27
13	VARIACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO ENTRE 2002 Y 2013	28
14	EVOLUCIÓN DE PARQUE VEHICULAR	28

BOX

01	POBLACIÓN URBANA MUNDIAL	20
----	--------------------------	----

CAP02 GÉNERO Y MEDIO AMBIENTE

FIGURAS

01	TASA DE PARTICIPACIÓN	37
02	COORDINACIÓN DE PROYECTOS EJECUTADOS POR GÉNERO (2009 -2015)	42

BOX

01	IGUALDAD DE GÉNERO	33
02	GÉNERO Y MEDIO AMBIENTE EN EL ARCHIPIÉLAGO JUAN FERNÁNDEZ	41

CAP03 PUEBLOS ORIGINARIOS

TABLAS

01	PUEBLOS INDÍGENAS Y MEDIO AMBIENTE.	47
02	DISTRIBUCIÓN REFERENCIAL DE PUEBLOS INDÍGENAS	50
03	SUPERFICIE COMPARTIDA ENTRE LAS ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS Y LAS ÁREAS DE MANEJO INDÍGENA	54
04	RECURSOS DESTINADOS A ASESORÍAS E INVERSIONES PERÍODO 2012-2014	64
05	NÚMERO DE BENEFICIARIOS PROGRAMA PDTI PERÍODO 2012-2014	64

FIGURAS

01	DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN INDÍGENA SEGÚN REGIÓN Y ETNIA	52
02	GRÁFICO PORCENTUAL DE DISTRIBUCIÓN INDÍGENA	52
03	PROYECTOS CON PROCESO DE CONSULTA INDÍGENA	58
04	RECURSOS POR REGIÓN 2012-2016	61
05	NÚMERO DE PROYECTOS APROBADOS A NIVEL REGIONAL POR PUEBLO INDÍGENA	62
06	PORCENTAJE DE TERRITORIOS NACIONALES DESTINADOS A POBLACIÓN INDÍGENA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE	65
07	INVERSIÓN Y SUPERFICIE OTORGADA POR MEDIO DEL SUBSIDIO PARA LA APLICACIÓN DEL ARTÍCULO 20 LETRA B LEY INDÍGENA (1994-2013)	65

MAPAS

01	SUPERFICIE COMPARTIDA ENTRE LAS ADI Y EL SNASPE	55
02	UBICACIÓN GEOPARQUE KÚTRALKURA	57

BOX

01	GEOPARQUE KÚTRALKURA, LA CONEXIÓN ENTRE LA NATURALEZA Y LA SOCIEDAD	57
02	CONSULTA INDÍGENA SOBRE EL PROYECTO DE LEY QUE CREA EL SERVICIO DE BIODIVERSIDAD Y ÁREAS PROTEGIDAS Y EL SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS	66

CAP04 INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL

TABLAS

01	INSTRUMENTOS DE REGULACIÓN AMBIENTAL	78
02	RESPONSABILIDADES DE SERVICIOS PÚBLICOS EN MATERIA AMBIENTAL	79
03	ACUERDOS AMBIENTALES MULTILATERALES	87

FIGURAS

01	INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL	72
----	-----------------------------	----

BOX

01	PRINCIPIOS DE LA POLÍTICA AMBIENTAL	71
02	FUNCIONES DEL MMA Y CONSEJO DE MINISTROS PARA LA SUSTENTABILIDAD	73
03	AGIES	90

CAP05 INSTRUMENTOS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL

TABLAS

01	TIPOS DE NORMAS AMBIENTALES	96
02	OBJETIVOS Y ZONAS DE IMPLEMENTACIÓN	97
03	DIFERENCIAS DEL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN ENTRE UNA DIA Y UN EIA	104
04	MECANISMOS DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA IMPLEMENTADOS EN MATERIA AMBIENTAL	108
05	RECAUDACIÓN IMPUESTOS A LOS VEHÍCULOS, AÑO 2015.	113
06	LÍMITES PERMISIBLES DE ACUERDO AL ARTÍCULO 98 D.S. N°66 / 2009	114

FIGURAS

01	INSTANCIAS DE DECISIÓN Y PARTICIPACIÓN DURANTE LA ELABORACIÓN O REVISIÓN DE NORMAS Y PLANES	97
02	NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS CON CERTIFICACIÓN AMBIENTALMENTE A NIVEL REGIONAL, POR AÑO Y NIVEL	99
03	PORCENTAJE DE ESTABLECIMIENTOS CERTIFICADOS SEGÚN TIPO DE CERTIFICACIÓN, VIGENTE AL 2015	99
04	NÚMERO DE MUNICIPIOS CON CERTIFICACIÓN VIGENTE POR AÑO	100
05	PORCENTAJE DE MUNICIPIOS CERTIFICADOS AMBIENTALMENTE A NIVEL REGIONAL AL AÑO 2015	101
06	PROYECTOS CON FONDO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL (FPA) Y MONTO OTORGADO	102
07	MONTO DE INVERSIÓN ESPERADA EN PROYECTOS APROBADOS POR LE SEIA Y NÚMERO DE PROYECTOS POR RUBRO	105
08	NÚMERO DE SOLICITUDES DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA DE CARÁCTER AMBIENTAL, POR AÑO	109
09	NÚMERO DE AMPAROS INGRESADOS AL CONSEJO PARA LA TRANSPARENCIA EN MATERIA AMBIENTAL	109
10	ESTRUCTURA DEL SINIA	110
11	NÚMERO Y TIPO DE PROYECTOS INGRESADOS A EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA A NIVEL REGIONAL AL 2015	111
12	MONTO DE SUBSIDIOS OTORGADOS PARA ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO ENTRE 2008 Y 2014	116
13	MONTOS DE INVERSIÓN EN COLECTORES SOLARES ENTRE 2011 Y 2015	116

MAPAS

01	DISTRIBUCIÓN DE PROYECTOS APROBADOS EN 2015	106
----	---	-----

BOX

01	EL PROGRAMA DE REGULACIÓN AMBIENTAL	96
02	PROCESO Y ETAPAS DE LA CERTIFICACIÓN	100
03	COMISIÓN ASESORA PRESIDENCIAL PARA LA REFORMA DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, SEIA	104

CAP06 CRECIMIENTO VERDE

TABLAS

01	EJES ESTRATÉGICOS Y LÍNEAS DE ACCIÓN DE LA ESTRATEGIA NACIONAL DE CRECIMIENTO VERDE	126
02	INICIATIVAS DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN SUSTENTABLES DESARROLLADAS POR EL SECTOR PÚBLICO, DESGLOSADAS SEGÚN SECTOR ECONÓMICO	132

FIGURAS

01	NÚMERO DE INICIATIVAS DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN SUSTENTABLE	131
02	INICIATIVAS DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN SUSTENTABLES DESARROLLADAS POR EL SECTOR PÚBLICO SEGÚN TIPO DE ENFOQUE (CONSUMO O PRODUCCIÓN)	133
03	NÚMERO INSTALACIONES CON APL POR CIUU	135

BOX

01	INICIATIVAS QUE PROMUEVEN UNA ESTRATEGIA DE CRECIMIENTO VERDE	128
----	---	-----

CAP07 AIRE

TABLAS

01	IMPACTOS GENERADOS POR MP, O ₃ , SO ₂ , CO Y NO ₂	142
02	NORMAS PRIMARIAS DE CALIDAD VIGENTES	145
03	MORTALIDAD Y MORBILIDAD ASOCIADA A LA EXPOSICIÓN A MP _{2,5}	147
04	CLASIFICACIÓN DE FUENTES EMISORAS	151
05	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS CONTAMINANTES POR LOCALIDAD	154
06	NORMAS DE EMISIÓN VIGENTES, SEGÚN FUENTES	160
07	SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PLANES DE DESCONTAMINACIÓN	161
08	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS CONTAMINANTES POR LOCALIDAD	171
09	RECAMBIOS COMPROMETIDOS EN CADA PDA	173

FIGURAS

01	DIFERENCIAS ENTRE MP _{2,5} Y MP ₁₀	143
02	PROMEDIO ANUAL DE CONCENTRACIONES DE MP _{2,5} A NIVEL NACIONAL, PERIODO 2015.	146
03	PROMEDIO ANUAL DE MP ₁₀ PARA EL 2015 DE ESTACIONES SELECCIONADAS [UG/M ³]	148
04	EVOLUCIÓN DEL MÁXIMO PROMEDIO TRIANUAL DEL PERCENTIL 99 DE LAS MEDIAS MÓVILES DE LA CONCENTRACIONES 8 HORAS DE O ₃ EN LA RM	149
05	DISTRIBUCIÓN POR TIPO DE FUENTE, AÑO 2013	156
06	EMISIONES DE SO ₂ POR REGIÓN Y RUBRO, AÑO 2013	156
07	EMISIONES DE NOX POR REGIÓN Y RUBRO, AÑO 2013	157
08	EMISIONES DE MP ₁₀ POR REGIÓN Y RUBRO, AÑO 2013	157
09	ÍNDICES DE CALIDAD DEL AIRE REFERIDO A PARTÍCULAS	163
10	RESUMEN DE EPISODIOS CRÍTICOS POR MP ₁₀ EN LA REGIÓN METROPOLITANA	164

11	NÚMERO DE EPISODIOS CONSTATADOS DE MP2,5 , 01 DE ABRIL - 31 DE AGOSTO, REGIÓN METROPOLITANA	165
12	ESTIMACIÓN DE NÚMERO DE EPISODIOS DE MP2,5 EN LA REGIÓN METROPOLITANA	165
13	EVOLUCIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE. FRACCIÓN FINA Y GRUESA (1985-2015)	166
14	SUPERACIONES DE NORMA TRIANUAL (%)	167
15	REDUCCIÓN DE EMISIONES POR SECTOR AL 2026	167
16	PROHIBICIÓN DE CALEFACTORES A LEÑA	168
17	NORMA EURO 6 PARA TRANSANTIAGO	169
18	MAPA DE LA CIUDAD DE COYHAIQUE. ZONA SATURADA POR MP10	170
19	EPISODIOS CONSTATADOS POR MP10 EN COYHAIQUE	170
20	RECAMBIO DE CALEFACTORES DESDE EL AÑO 2011 A LA FECHA POR REGIÓN	173

BOX

01	ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE COMBUSTIÓN DE LEÑA DEL RETC	158
02	CASO DE SANTIAGO	163
03	COYHAIQUE	170

CAP08 CAMBIO CLIMÁTICO

TABLAS

01	EMISIONES Y ABSORCIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI), EN GG C02-EQ, POR SECTOR IPCC Y BALANCE, 1990-2010	203
02	EJES Y OBJETIVOS GENERALES DEL PANCC-II	207
03	ACCIONES DE MITIGACIÓN NACIONALMENTE APROPIADAS (NAMAS) DE CHILE	213
04	METAS DE ADAPTACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN NACIONAL TENTATIVA DE CHILE (INDC) PARA EL ACUERDO CLIMÁTICO PARIS	218
05	METAS DE LOS EJES "CONSTRUCCIÓN Y FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES" Y "DESARROLLO Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA" PROPUESTAS EN LA INDC DE CHILE PARA EL ACUERDO CLIMÁTICO PARIS 2015 (COP21)	220

FIGURAS

01	ANOMALÍAS ESTANDARIZADAS DE LAS TEMPERATURA EXTREMAS (MÍNIMA Y MÁXIMA) SUPERFICIAL DEL AIRE POR ZONAS DEL PAÍS, 1961-2015	185
02	NÚMERO DE OLAS DE CALOR A NIVEL NACIONAL POR AÑO, 1961-2015	187
03	OLAS DE CALOR EN SANTIAGO (ESTACIÓN METEOROLÓGICA QUINTA NORMAL), 1968-2015	188
04	NÚMERO DE HELADAS EN LA ZONA CENTRO DEL PAÍS, 1961-2015	188
05	TEMPERATURA SUPERFICIAL PROMEDIO DEL MAR, SEGÚN ESTACIONES DE MONITOREO SELECCIONADAS, 1945-2014	190
06	NIVEL DEL MAR (PROMEDIO ANUAL), SEGÚN ESTACIONES DE MONITOREO, 1944-2014	191
07	NÚMERO DE MAREJADAS EN EL PAÍS, 2011-2015	192
08	PRECIPITACIONES ANUALES, SEGÚN CIUDADES SELECCIONADAS DE ZONAS DEL PAÍS, 1969-2015	194

09	CAUDALES DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS OBSERVADOS Y PROYECTADOS BAJO ESCENARIO A2 DE CAMBIO CLIMÁTICO. PROMEDIO PERIODOS 1960-2010, 2011-2040, 2041-2070 Y 2071-2099	197
10	VARIACIÓN DEL ÁREA DE GLACIARES	198
11	EMISIONES Y ABSORCIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) POR SECTOR IPCC Y BALANCE, 1990-2013	203
12	EMISIONES NETAS POR TIPO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI), 1990-2013	204
13	EMISIONES NACIONALES DE GEI (EXCLUIDO UTCUTS), PIB Y POBLACIÓN, 1990-2013	205
14	INSTITUCIONALIDAD PARA ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES DEL PANCC-II	208
15	EMISIONES NETAS POR TIPO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (1990-2013)	214
16	PROYECCIÓN DE EMISIONES GEI PARA CADA ESCENARIO DE MITIGACIÓN ANALIZADO	215

MAPAS

01	PROYECCIÓN DE CAMBIOS EN LA TEMPERATURA DEL AIRE, PARA EL PERIODO 2031-2050, CON RESPECTO AL PERIODO 1961-1990, PARA LOS ESCENARIOS MÁS FAVORABLE (RCP 2.6) Y MENOS FAVORABLE (RCP 8.5)	189
02	PROYECCIONES DE CAMBIO PORCENTUAL DE PRECIPITACIÓN RESPECTO AL PERIODO NORMAL 1961-1990 PARA ESCENARIOS: A) RCP2.6 PERIODO 2011-2030, B) RCP8.5 PERIODO 2011-2030, C) RCP2.6 PERIODO 2031-2050 Y D) RCP8.5 PERIODO 2031-2050	195

BOX

01	INVENTARIO NACIONAL DE GEI Y METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN DE EMISIONES	202
----	---	-----

CAP09 OZONO

TABLAS

01	MEDIAS DE COLUMNA DE OZONO (UN DOBSON) SEGÚN ESTACIONES DEL AÑO Y PERIODOS, PARA CIUDADES SELECCIONADAS DE CHILE.	234
02	ÍNDICE UV-B MÁXIMO EN MESES DE VERANO EN LUGARES DE CHILE, 2000-2014	235
03	TASA DE MORTALIDAD POR MELANOMA MALIGNO DE LA PIEL, POR REGIÓN, 1997-2012	238
04	NORMAS APLICABLES A LAS SAO	243
05	PROYECTOS EJECUTADOS DESDE 2004 A LA FECHA POR AGENCIA IMPLEMENTADORA INTERNACIONAL	245
06	PROYECTOS EJECUTADOS DESDE 2013 A LA FECHA, POR AGENCIA IMPLEMENTADORA INTERNACIONAL	246

FIGURAS

01	OZONO TOTAL OBSERVADO PROMEDIO MENSUAL DE OCTUBRE DE CADA AÑO, 1980-2015	231
02	SUPERFICIE MÁXIMA Y MÍNIMO ESPESOR DEL AGUJERO DE OZONO ANTÁRTICO (AOA), 1979-2015	232
03	COLUMNA DE OZONO (UNIDADES DOBSON) EN PUNTA ARENAS, SEPTIEMBRE A DICIEMBRE DE 2009, 2012 Y 2015	236
04	RADIACIÓN ULTRAVIOLETA (ÍNDICE UV) OBSERVADA EN PTA. ARENAS, SEPTIEMBRE A DICIEMBRE DE 2009, 2012 Y 2015	236
05	TASA DE MORTALIDAD POR MELANOMAS MALIGNOS DE LA PIEL A NIVEL NACIONAL, 1997-2012	237
06	MUERTOS POR MELANOMAS MALIGNOS DE LA PIEL A NIVEL NACIONAL, 1997-2012	237

07	CONSUMO NACIONAL TOTAL DE SUSTANCIAS AGOTADORAS DE LA CAPA DE OZONO (TONELADAS PAO), 1989-2014.	240
08	CONSUMO NACIONAL DE SAO Y LÍMITES MÁXIMOS DE IMPORTACIONES PERMITIDAS POR EL PROTOCOLO DE MONTREAL, 1989-2014.	244
09	CONSUMO NACIONAL (%) DE HCFC SEGÚN TIPO DE USO, 2008	246

BOX

01	RADIACIÓN UV Y SALUD: CÁNCER A LA PIEL	229
02	TIPOS DE RADIACIÓN UV Y FACTORES QUE DETERMINAN LA INTENSIDAD	230

CAP10 RUIDO AMBIENTAL

FIGURAS

01	TIPOS DE FUENTES	251
02	PORCENTAJE DE ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES EXPUESTOS A NIVELES DE RUIDO	260
03	PORCENTAJE DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD EXPUESTOS A NIVELES DE RUIDO	260
04	VALDIVIA / COMPARACIÓN INFLUENCIA LOCOMOCIÓN COLECTIVA EN EL RUIDO AMBIENTAL	261
05	TEMUCO - P. LAS CASAS / COMPARACIÓN INFLUENCIA LOCOMOCIÓN COLECTIVA EN EL RUIDO AMBIENTAL	261
06	LA SERENA - COQUIMBO / COMPARACIÓN INFLUENCIA LOCOMOCIÓN COLECTIVA EN EL RUIDO AMBIENTAL	261
07	ESTRATEGIA PARA LA GESTIÓN DEL CONTROL DEL RUIDO AMBIENTAL	263

MAPAS

01	MAPAS DE RUIDO - FASE V / VALDIVIA	258
02	MAPAS DE RUIDO - FASE V / COQUIMBO-LA SERENA	258
03	MAPAS DE RUIDO - FASE V / TEMUCO-PADRE LAS CASAS	259

BOX

01	RUIDO Y ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES	252
02	¿PARA QUÉ SIRVEN LOS MAPAS DE RUIDO?	257
03	ESTUDIOS ADICIONALES EN VALDIVIA	262
04	DÍA INTERNACIONAL DE CONCIENCIA SOBRE EL RUIDO (INAD)	265

CAP11 CIELOS PARA LA OBSERVACIÓN

TABLAS

01	VISITAS EN 2014, POR TIPO DE OFERENTE ASTROTURÍSTICO. SE EXCLUYEN VISITAS ESCOLARES.	286
02	DISTANCIA DE LOS OBSERVATORIOS ASTRONÓMICOS CON LAS PRINCIPALES CIUDADES DEL NORTE DEL PAÍS, EN KM.	289

BOX

01	PRÓXIMA CENTAURI B: PROBABILIDAD DE VIDA FUERA DE LA TIERRA	274
02	SUPERNOVAS	277
03	ENERGÍA OSCURA	279
04	ASTROTURISMO EN CHILE	286

05	SITIOS ASTRONÓMICOS COMO PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD	290
-----------	---	------------

CAP12 SUELO

TABLAS

01	SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y LAS FUNCIONES DEL SUELO QUE LOS SOPORTAN	297
02	CLASIFICACIÓN DE EROSIÓN DE SUELOS	302
03	RIESGO A DESERTIFICACIÓN A NIVEL NACIONAL EN SUS DIFERENTES CATEGORÍAS	307
04	CANTIDAD DE COMUNAS, POBLACIÓN Y SUPERFICIE CON SEQUÍ A NIVEL NACIONAL EN SUS DIFERENTES CATEGORÍAS	307
05	SITIOS Y PRINCIPALES RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN CONFIRMATORIA	311
06	SUPERFICIE (HA) DE SUELOS AGRÍCOLAS POR CLASE DE CAPACIDAD DE USO DE LA REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO AFECTADOS POR EL PRMS 2006	315
07	RELAVES ACTIVOS CON MAYOR CAPACIDAD APROBADA	318
08	ESQUEMA DE ACTIVIDADES ASOCIADAS A LA GESTIÓN DE SPPC	322

FIGURAS

01	SUPERFICIE REGIONAL DE SUELOS, SEGÚN CLASES DE CAPACIDAD DE USO	301
02	PORCENTAJE DE LA SUPERFICIE REGIONAL AFECTADA CON EROSIÓN	302
03	RIESGO DE EROSIÓN POTENCIAL POR REGIÓN	305
04	MODELO MULTICRITERIO DE RIESGO A DESERTIFICACIÓN	306
05	SUELOS CON POTENCIAL PRESENCIA DE CONTAMINANTES A NIVEL NACIONAL AL 2015	309
06	PORCENTAJE DE USO DE SUELO POR REGIÓN, SEGÚN CATEGORÍA, AÑO 2014	312

MAPAS

01	EROSIÓN ACTUAL A NIVEL NACIONAL	303
02	RIESGO DE DEGRADACIÓN DE TIERRAS	308
03	SUPERFICIES ESTIMADAS PARA LA NUEVA COBERTURA DE OCUPACIÓN DEL TERRITORIO	313
04	GRAN SANTIAGO EXPANSIÓN URBANA POR AÑO	316
05	GRAN VALPARAÍSO EXPANSIÓN URBANA POR AÑO	316
06	CONURBACIÓN PTO. MONTT - PTO. VARAS EXPANSIÓN URBANA POR AÑO	317
07	GRAN CONCEPCIÓN EXPANSIÓN URBANA POR AÑO	317
08	DISTRIBUCIÓN DE RELAVES MINEROS	319

BOX

01	IMPACTO DE LA EXPANSIÓN URBANA SOBRE EL SECTOR AGRÍCOLA EN LA RM	315
-----------	--	------------

CAP13 RESIDUOS

TABLAS

01	GENERACIÓN DE RESIDUOS MUNICIPALES A NIVEL REGIONAL ESTIMADO Y REPORTADO	332
02	CUMPLIMIENTO DE LOS MUNICIPIOS EN REPORTAR EN SISTEMA SINADER	333
03	CANTIDAD DE ESTABLECIMIENTOS POR REGIÓN QUE DECLARARON RESIDUOS INDUSTRIALES NO PELIGROSOS, 2014	339
04	GENERACIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES NO PELIGROSOS EN 2014 DE ACUERDO AL CÓDIGO CIU	341
05	PARTICIPACIÓN DE SECTORES PRODUCTIVOS EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS POR CIU, 2014	347
06	LEYES Y DECRETOS ASOCIADOS A LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	350
07	PROGRAMA NACIONAL DE RESIDUOS SÓLIDOS A NIVEL REGIONAL, 2015	351
08	MUNICIPALIDADES QUE MÁS VALORIZARON PARTE DE SUS RESIDUOS GENERADOS EN EL AÑO 2014	353

FIGURAS

01	GENERACIÓN DE RESIDUOS A NIVEL NACIONAL EN 2014	330
02	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PER CÁPITA PAÍSES OCDE, 2013	331
03	COMUNAS CON LA MAYOR GENERACIÓN DE RESIDUOS MUNICIPALES EN 2014	334
04	COMUNAS CON MAYOR TASA PER CÁPITA DE RESIDUOS MUNICIPALES EN 2014	335
05	TIPO DE TRATAMIENTO DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN 2014	337
06	COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES VALORIZADOS EN 2014	337
07	GENERACIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES NO PELIGROSOS POR REGIÓN, 2014	338
08	COMPOSICIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES NO PELIGROSOS EN 2014 DE ACUERDO A CLASIFICACIÓN LER	340
09	TIPO DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS INDUSTRIALES NO PELIGROSOS EN 2014	342
10	TIPO DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES NO PELIGROSOS EN 2014	342
11	VALORIZACIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES NO PELIGROSOS EN 2014	343
12	GENERACIÓN Y DISPOSICIÓN DE LODOS DE PLANTAS DE AGUAS SERVIDAS A NIVEL REGIONAL EN 2014	344
13	PORCENTAJE POR TIPO DE DISPOSICIÓN FINAL DE LODOS GENERADOR POR PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS EN 2014	345
14	APLICACIÓN DE LODOS AL SUELO EN 2014	345
15	GENERACIÓN POR AÑO DE RESIDUOS PELIGROSOS VERSUS CANTIDAD DE ESTABLECIMIENTOS, SERIE 2006 - 2014	346
16	GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS SEGÚN CLASIFICACIÓN DE LISTADOS D.S. N°148/2003 MINSAL, 2014	348
17	ORIGEN Y DESTINO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS EN 2014 A NIVEL REGIONAL	349
18	MUNICIPIOS EN EL SCAM EN 2015	352

19	MUNICIPIOS EN EL SCAM QUE DECLARARON EN SINADER EN 2015	352
20	DIAGRAMA GENERAL DEL SISTEMA DE RESPONSABILIDAD EXTENDIDA DEL PRODUCTOR INTEGRADO AL SISTEMA VENTANILLA ÚNICA DEL REGISTRO DE EMISIONES Y TRANSFERENCIAS DE CONTAMINANTES.	356

BOX

01	INCIDENCIA DE LA POBLACIÓN FLOTANTE EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS MUNICIPALES	336
02	LODOS PROVENIENTES DE PLANTAS DE AGUAS SERVIDAS	345
03	MUNICIPIOS CON PROGRAMAS DE RECICLAJE NO DECLARADOS EN SINADER	353

CAP14 INFRAESTRUCTURA VERDE

TABLAS

01	ÁREAS VERDES POR MACROZONA	372
02	COSTOS DE MANTENCIÓN DE ÁREAS VERDES	373
03	CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS REMOVIDOS O CAPTURADOS POR EL ARBOLADO URBANO (KG/AÑO)	380
04	CONSTRUCCIÓN DE CICLOVÍAS	384

FIGURAS

01	INFRAESTRUCTURA VERDE URBANA	361
02	INFRAESTRUCTURA VERDE EN CIUDADES CHILENAS	368
03	IMPORTANCIA DE LA CARENCIA DE ÁREAS VERDES POR COMUNA	370
04	SUPERFICIE DE ÁREAS VERDES CON MANTENIMIENTO POR HABITANTE, 2014	371
05	ÁREA VERDE TOTAL POR HABITANTE	373
06	NÚMEROS DE PARQUES URBANOS, 2014	374
07	SUPERFICIE ANUAL PROMEDIO DE VEGETACIÓN POR MANZANA URBANA	375
08	CAPTURA DE CARBONO	377
09	PORCENTAJE DE SUELO URBANO CUBIERTO CON DIFERENTES TIPOS DE VEGETACIÓN, 2005	379
10	PORCENTAJE DE SUELO URBANO CUBIERTO CON DIFERENTES TIPOS DE VEGETACIÓN, 2015	379
11	DISTRIBUCIÓN PARQUES ÁREA METROPOLITANA DE SANTIAGO ANALIZADOS	382
12	CERROS ISLA	389

MAPAS

01	SUPERFICIE DE ÁREAS VERDES CON MANTENIMIENTO POR REGIÓN (M2)	371
02	SUPERFICIE DE PARQUES URBANOS (M2)	374
03	SUPERFICIE ANUAL CUBIERTA CON VEGETACIÓN, ANTOFAGASTA2015	376
04	SUPERFICIE ANUAL CUBIERTA CON VEGETACIÓN, SANTIAGO 2015	376

BOX

01	SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	362
02	LA INFRAESTRUCTURA ECOLÓGICA	364
03	INFRAESTRUCTURA VERDE EN LAS CIUDADES DE ANTOFAGASTA, COPIAPÓ, CONCEPCIÓN, TEMUCO Y PUERTO MONTT (REYES, Y HERNÁNDEZ, 2016).	367
04	SUPERFICIE CUBIERTA CON VEGETACIÓN POR MANZANA URBANA	375
05	ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN ARBOLADO EN PARQUES DE LA REGIÓN METROPOLITANA (CORREA-GALLEGUILLOS, P. & F. DE LA BARRERA, 2014).	381
06	CONSTRUCCIÓN DE CICLOVÍAS	384
07	PLAN DE RECUPERACIÓN CERROS ISLA DE LA REGIÓN METROPOLITANA	388

CAP14 BIODIVERSIDAD

TABLAS

01	NÚMERO DE ESPECIES NATIVAS CONOCIDAS EN CHILE, SEGÚN GRUPO BIOLÓGICO	414
02	ESPECIES NATIVAS DE CHILE CLASIFICADAS POR EL RCE, SEGÚN GRUPO BIOLÓGICO	417
03	EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DE BOSQUE	426
04	LEÑA EN BIODIVERSIDAD	433
05	ÁREAS PROTEGIDAS CHILENAS Y HOMOLOGACIÓN A CATEGORÍAS UICN	444
06	NÚMERO Y SUPERFICIE DE ÁREAS PROTEGIDAS DE CHILE	444
07	LISTADO DE SITIOS RAMSAR EN CHILE	447
08	NÚMERO DE ESPECIES CLASIFICADAS POR PROCESOS DEL RCE YA OFICIALIZADOS	449

FIGURAS

01	SUPERFICIE SUPERFICIE DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES DE CHILE, SEGÚN ESTADO DE CONSERVACIÓN	402
02	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES DE CHILE POR REGIÓN	403
03	SUPERFICIE DEL BOSQUE NATIVO EN CHILE, SEGÚN TIPO FORESTAL	404
04	ESPECIES NATIVAS CLASIFICADAS EN CHILE	416
05	PORCENTAJE ESPECIES CLASIFICADAS	418
06	TENDENCIA POBLACIONAL DEL PICAFLOR DE ARICA	419
07	TENDENCIA POBLACIONAL DEL CANQUÉN COLORADO	420
08	TENDENCIA POBLACIONAL DEL FLAMENCO DE JAMES	421
09	TENDENCIA POBLACIONAL DEL FLAMENCO ANDINO	421
10	TENDENCIA POBLACIONAL DEL FLAMENCO CHILENO	422
11	CANTIDAD DE INCENDIOS Y SUPERFICIE QUEMADA	429
12	PRODUCTOS HECHOS A PARTIR DE MADERA NATIVA AL AÑO 2014	431
13	ÁREAS PROTEGIDAS DE CHILE AL 2016	445
14	REPRESENTATIVIDAD DE ECORREGIONES TERRESTRES DE CHILE AL 2016	446

BOX

01	LISTAS ROJAS DE ECOSISTEMAS	395
02	ESTADO TRÓFICO	411
03	ANFIBIOS Y LOS PECES DE AGUAS CONTINENTALES	418
04	ESPECIES NATIVAS DE INTERÉS COMERCIAL	431
05	ALGUNOS CASOS DE SOBREEXPLOTACIÓN PESQUERA	435
06	ESTUDIO PILOTO EN EL ARCHIPIÉLAGO JUAN FERNÁNDEZ	437

MAPAS

01	ECOSISTEMAS TERRESTRES DE CHILE EVALUADOS POR EL CRITERIO A2B, SEGÚN METODOLOGÍA UICN	397
02	ECOSISTEMAS TERRESTRES DE LA ZONA CENTRAL DE CHILE EVALUADOS POR EL CRITERIO A2B, SEGÚN METODOLOGÍA UICN	398
03	ECOSISTEMAS TERRESTRES DE CHILE EVALUADOS POR EL CRITERIO A3, SEGÚN METODOLOGÍA UICN	399
04	ECOSISTEMAS TERRESTRES DE LA ZONA CENTRAL DE CHILE EVALUADOS POR EL CRITERIO A3, SEGÚN METODOLOGÍA UICN	400
05	ECOSISTEMAS TERRESTRES DE CHILE EVALUADOS POR EL CRITERIO A3, SEGÚN METODOLOGÍA UICN	401
06	DISTRIBUCIÓN DEL BOSQUE EN CHILE	405
07	HUMEDALES Y SITIOS RAMSAR DE CHILE	407
08	ESTADO TRÓFICO EN HUMEDALES COSTEROS DE CHILE MONITOREO 2013. MMA.	409
09	RED DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS DE CHILE: COMO INSUMO PARA LA PLATAFORMA DE HUMEDALES MMA-CEA.	410
10	ECORREGIONES MARINAS DE CHILE	413
11	PÉRDIDA HISTÓRICA DEL BOSQUE NATIVO EN CHILE	427
12	SUPERFICIE Y NÚMERO DE INCENDIOS EN 2016	430
13	ESTADO DE LAS PESQUERÍAS DE ALFONSINO, ANCHOVETA, RAYA VOLANTÍN, CONGRIO DORADO, MERLUZA DEL SUR Y MERLUZA DE TRES ALETAS (2012-2013)	435
14	PORCENTAJE DE CAMBIO EN LAS DISTRIBUCIONES DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA PARA A2 Y B2, EN RELACIÓN A LA SITUACIÓN ACTUAL (BASE)	440
15	ÍNDICE DE ESTRÉS INTEGRADO	441

CAP16 AGUA

TABLAS

01	PRINCIPALES CUENCAS DE CHILE	457
02	NÚMERO Y DISTRIBUCIÓN DE LAGOS Y LAGUNAS DE CHILE	458
03	LAGOS Y LAGUNAS CON MAYOR ESPEJO DE AGUA POR REGIÓN	459
04	NÚMERO DE GLACIARES POR REGIÓN, SUPERFICIE Y VOLÚMEN	460
05	NÚMERO DE ACUÍFEROS CONOCIDOS DE CHILE	461
06	TASA PROMEDIO DE DESCENSO DE LA NAPA EN 29 POZOS SELECCIONADOS	462
07	BALANCE HÍDRICO REGIONAL	464
08	RÍOS PRINCIPALES Y SUS CARACTERÍSTICAS	466
09	CUMPLIMIENTO DE REQUERIMIENTOS DE CALIDAD DE AGUA POTABLE (%)	473
10	NÚMERO DE APR, ARRANQUES Y BENEFICIARIOS A NIVEL NACIONAL	474
11	DEMANDA DE AGUA POR SECTOR PRODUCTIVO Y REGIÓN	476
12	DERECHOS DE APROVECHAMIENTO SUPERFICIALES DE TIPO CONSUNTIVO Y NO CONSUNTIVO	479
13	PLANTAS DESALADORAS CONSTRUIDAS Y PLANIFICADAS EN CHILE	487
14	DECLARACIONES DE AGOTAMIENTO DE AGUAS SUPERFICIALES	495
15	DECRETOS DE RESERVAS DE AGUA	496
16	ÁREAS DE RESTRICCIÓN PARA LA EXPLOTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS	497
17	ZONAS DE PROHIBICIÓN PARA LA EXTRACCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS	498
18	ESTACIONES DE MONITOREO DE LA DGA	499

FIGURAS

01	RECURSOS RENOVABLES DE AGUA DULCE	465
02	DISPONIBILIDAD DE AGUA EN CHILE POR HABITANTE	465
03	VARIACIÓN DE CAUDALES AÑO 2015	467
04A	ARSÉNICO TOTAL (ZONA NORTE)	469
04B	CONDUCTIVIDAD (ZONA NORTE)	470
04C	NITRATO (ZONA NORTE)	470
04D	ARSÉNICO TOTAL (ZONA CENTRAL)	470
04E	CONDUCTIVIDAD (ZONA CENTRAL)	471
04F	NITRATO (ZONA CENTRAL)	471
04G	ARSÉNICO TOTAL (ZONA SUR)	471
04H	CONDUCTIVIDAD (ZONA SUR)	472
04I	NITRATO (ZONA SUR)	472
05	COBERTURAS URBANAS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS	474
06	EVOLUCIÓN ANUAL DE PRODUCCIÓN, CONSUMO Y PÉRDIDA DE AGUA POTABLE URBANA	475
07	DEMANDA DE AGUA POR SECTOR	477

08	DERECHOS SUPERFICIALES, CAUDAL OTORGADO	480
09	DERECHOS SUBTERRÁNEOS, CAUDAL OTORGADO	481
10	RÍO ELQUI EN LA SERENA	483
11	RÍO BIOBÍO EN RUCALHUE	484
12	EMISIONES TOTALES POR REGIÓN EN CUERPOS DE AGUA SUPERFICIAL 2013	485
13	EMISIONES TOTALES POR REGIÓN EN AGUAS SUBTERRÁNEAS 2013	486
14	NÚMERO DE DERECHOS DE AGUA Y CAMIONES ALJIBES	490
15	NORMAS DE CALIDAD VIGENTES Y EN ELABORACIÓN	492

BOX

01	INTERACCIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES Y AGUAS SUBTERRÁNEAS	463
02	DERECHOS DE AGUA	478
03	CAUDAL ECOLÓGICO Y AMBIENTAL: PERSPECTIVA INTERNACIONAL	482
04	CONTAMINACIÓN DIFUSA	488

CAP17 EVENTOS NATURALES Y DESASTRES AMBIENTALES

TABLAS

01	AMENAZAS NATURALES	508
02	RANKING DE PELIGROSIDAD DE VOLCANES EN CHILE	513
03	DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN LAS COSTAS CHILENAS (2004-2014)	514
04	CANTIDAD DE CASOS DE DELITOS RELACIONADOS CON INCENDIOS URBANOS, REGISTROS A NIVEL NACIONAL ENTRE LOS AÑOS 2010-2013	516
05	RANKING DE LOS 10 SISMOS DE MAYOR INTENSIDAD OCURRIDOS EN CHILE Y SUS IMPACTOS	519
06	CUANTIFICACIÓN DEL DAÑO DE VIVIENDAS LUEGO DEL TERREMOTO DEL 2010	520
07	CANTIDAD DE PERSONAS Y VIVIENDAS AFECTADAS POR TEMPORALES DURANTE 2014-2015	521
08	EMISIONES AL AIRE POR INCENDIOS FORESTALES Y URBANOS ENTRE 2010-2014	522
09	PRIORIDADES DEL MARCO DE ACCIÓN DE SENDAI	527
10	SIETE METAS MUNDIALES PROPUESTAS POR EL MARCO DE ACCIÓN DE SENDAI	527

FIGURAS

01	TIPO DE DESASTRES ACONTECIDOS EN CHILE, 1906 A 2014	507
02	ORIGEN DE EVENTOS Y DESASTRES ACONTECIDOS EN EL PAÍS, 1900 A 2015	507
03	CANTIDAD DE EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS ENTRE 2010-2014	512
04	DELITOS RELACIONADOS CON INCENDIOS REGISTRADOS A NIVEL REGIONAL ENTRE LOS AÑOS 2010-2013	517

05	NÚMERO DE INCENDIOS FORESTALES ENTRE 2012-2014	517
-----------	--	------------

MAPAS

01	MAPA DE RIESGO	505
02	ANILLO DE FUEGO DEL PACÍFICO	509
03	MAPA DE REGISTROS DE SISMOS SOBRE 7° (MS) OCURRIDOS EN CHILE ENTRE LOS AÑOS 1570 A 2015	511

BOX

01	DERRAME DE HIDROCARBUROS EN LA BAHÍA DE QUINTERO	515
-----------	---	------------

