



Informe del Estado del Medio Ambiente 2011





2011

Informe del Estado
del Medio Ambiente

IMPRESIÓN

AMF A. MOLINA FLORES S.A.

ISBN
978-956-7204-44-1

Segunda Edición
Santiago de Chile,
Noviembre de 2012

“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

EQUIPO DE TRABAJO

Ministerio del Medio Ambiente

Subsecretario del Medio Ambiente
Ricardo Irarrázabal

División de Estudios

Cristóbal de la Maza, Jefe de División

Departamento de Estadísticas e Información Ambiental

Marcos Serrano, Jefe de Departamento
Claudia Cortés
Daniel Figueroa
Harry Lizama
Marcela Ponce
Álvaro Shee

COORDINACIÓN GENERAL

Marcela Ponce

ASESOR EXPERTO

Nicolo Gligo, Universidad de Chile

Francisco Brzovic, Universidad de Chile

COLABORADORES

Ministerio del Medio Ambiente

Andrea Allamand
Mariela Arévalo
Silvia Benítez
Rodrigo Benítez
Antonia Biggs
Lorenzo Caballero
Edesio Carrasco
Bruno Carriquiri
María José Castañeda
Teresita Chubretovic
Carmen Gloria Contreras
Marcelo Corral
Fernando Farías
Marcelo Fernández
Alejandra Figueroa
Carolina Fuentes
Marcelo Gamboa
Mónica Halaby
Ingrid Henríquez
Maritza Jadrijevic
Hernán Latuz
Gonzalo León
Nancy Manríquez
Camilo Montes
Joost Meijer
Pamela Miranda
Rodrigo Oyarzún
Vicente Paeile
Claudia Paratori
Úrsula Partarrieu
Adriana Pérez
Marcela Pérez
Andrés Quezada
Roberto Quezada
Beatriz Ramírez
Julio Recordón
Jaime Rovira
Charif Tala
Priscila Ulloa
Igor Valdebenito

María Fernanda Valdivieso
Lilian Veas

DISEÑO DE PORTADA E INFOGRAFÍAS PRINCIPALES

Francisca Villalón

AGRADECIMIENTOS

Centro de Información de Recursos Naturales
Claudio Casiccia, Universidad de Magallanes
Corporación Nacional Forestal
Jorge Carrasco, Dirección Meteorológica de Chile
Juan Quintana, Dirección Meteorológica de Chile
Observatorio Urbano, Ministerio de Vivienda
Pedro Sanhueza, Oficina de Protección de la Calidad del Cielo del Norte de Chile
Sergio González, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
Servicio Nacional de Geología y Minería
Servicio Nacional de Pesca
Sonia Reyes e Isabel Figueroa, Universidad Católica de Chile
Subsecretaría de Pesca

CONCEPTO GRÁFICO Y DIAGRAMACIÓN

Laboratorio de Comunicación
www.labcomunicacion.cl

FOTOGRAFÍA

Triple, Víctor Rojas y Jorge Marín

Índice

Prólogo	pág.	5
Introducción Metodológica	pág.	10
Marco legal de la protección del medio ambiente e instrumentos de gestión ambiental	pág.	14

RIESGOS PARA LA SALUD Y CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN

CAPÍTULO 1 Contaminación del Aire	pág.	47
CAPÍTULO 2 Contaminación de Suelos	pág.	115
CAPÍTULO 3 Residuos	pág.	137
CAPÍTULO 4 Ruido	pág.	167
CAPÍTULO 5 Acceso al Agua Potable y Alcantarillado	pág.	185
CAPÍTULO 6 Disponibilidad de Áreas Verdes	pág.	221

PATRIMONIO AMBIENTAL

CAPÍTULO 7 Biodiversidad	pág.	245
CAPÍTULO 8 Recursos Hídricos	pág.	319
CAPÍTULO 9 Suelos para Uso Silvoagropecuario	pág.	369
CAPÍTULO 10 Cielos para la Observación	pág.	399

CAMBIOS ATMOSFÉRICOS GLOBALES

CAPÍTULO 11 Cambio Climático	pág.	425
CAPÍTULO 12 Agotamiento de la Capa de Ozono	pág.	465

Listado de Acrónimos	pág.	482
Indicadores Ambientales	pág.	488
Mapas Regionales	pág.	496



Prólogo

Con mucho orgullo presentamos el Informe del Estado del Medio Ambiente, mediante el cual damos a conocer al país y a la comunidad internacional la calidad de nuestro medio ambiente. La información y los indicadores utilizados, buscan facilitar la comprensión de todas las personas, permitiéndoles así conocer el estado del medio ambiente de Chile e identificar sus principales problemas en este ámbito.

Para ello, es necesario comenzar con un diagnóstico claro que nos permita comprender cuál es el estado de nuestro medio ambiente, tanto de los elementos del entorno que condicionan la salud humana, entre ellos los residuos, el ruido, el agua potable y las áreas verdes, como también respecto a los problemas que enfrentamos, tales como la contaminación del aire o el suelo. Asimismo, es fundamental conocer el estado de nuestro patrimonio ambiental, como es la biodiversidad, el recurso hídrico, el suelo y los cielos para la observación astronómica. De la misma forma, en este documento, se identifican algunas de las principales causas que generan los problemas ambientales diagnosticados, así como las acciones desarrolladas o en desarrollo para abordarlos.

La elaboración de este informe, junto con dar cumplimiento al Artículo 70 letra ñ de la ley 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, modificada a través de la ley 20.417 del año 2010, constituye, a su vez, la materialización del derecho de toda persona a acceder a la información ambiental que se encuentre en poder de la Administración, establecido también en el artículo 31 bis de la citada ley.

El reconocimiento del derecho de acceso a la información ambiental, así como la obligación de generar informes del estado del medio ambiente, tienen como antecedentes las recomendaciones definidas en la Evaluación de Desempeño Ambiental de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), a la cual Chile se sometió voluntariamente el año 2005, como parte del proceso de acceso a dicho organismo. Precisamente, entre las 52 recomendaciones, la OCDE señala que el país debe “consolidar los esfuerzos para producir información ambiental, informes de la situación del medio ambiente e indicadores ambientales, con el fin de fortalecer la toma de decisiones y la información pública, tomando en cuenta las metodologías internacionales”.

De esta forma y con el presente informe, estamos dando cumplimiento al mandato legal antes señalado, así como a compromisos y estándares interna-

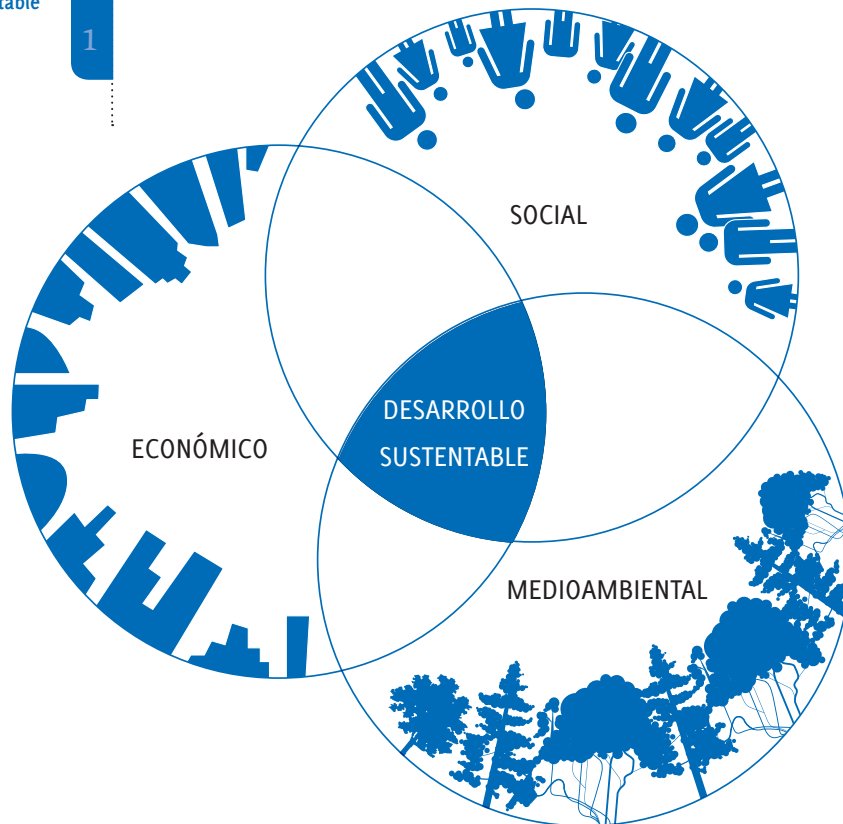
cionales en esta materia. La información generada, además, servirá de base para la elaboración de los reportes anuales consolidados.

Sin duda, se trata de un importante avance en la gestión, por cuanto la información ambiental no solo es fundamental para promover la participación ciudadana, sino que también es un insumo clave para la toma de decisiones en materia de las distintas políticas públicas del Estado. Dichas políticas, que van mucho más allá de las que diseña o implementa el Ministerio del Medio Ambiente, incluyendo las de otros ministerios sectoriales y productivos, han de enmarcarse dentro del concepto de desarrollo sustentable y de la conjugación de sus tres pilares, esto es, la compatibilización del desarrollo económico, con el cuidado del medio ambiente y la equidad social.

Desarrollo
Sustentable

fig.

1



De acuerdo con nuestra ley ambiental, el desarrollo sustentable “es el proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida de las personas, fundado en medidas apropiadas de conservación y protección del medio ambiente, de manera de no comprometer las expectativas de las generaciones futuras”. Esta definición, de clara base antropocéntrica, apunta a resguardar la calidad de vida de las personas, incluyendo la preocupación por las futuras generaciones. Precisamente, la reforma de la institucionalidad ambiental aborda esta preocupación, mediante la creación del Consejo de Ministros por la Sustentabilidad. Este órgano debe velar por la adecuación de las políticas públicas del país al concepto de desarrollo sustentable, constituyendo así un órgano transversal, de fundamental importancia para el desarrollo de la Nación.

Al evaluar el desempeño del país en materia económica, observamos que Chile se ha destacado por contar con una economía sólida y estable. Durante los últimos años, la política económica chilena, se ha enfocado en instrumentos que favorezcan el crecimiento económico y mantenga la inflación¹ controlada y estable. El reflejo de las acertadas políticas económicas se puede apreciar en el PIB, que ha aumentado considerablemente en los últimos veinte años (Figura 2), sumado a niveles de inflación que se encuentran dentro del régimen de metas de inflación de comienzos de la década del 90 (Banco Central, La Política Monetaria del Banco Central de Chile en el Marco de Metas Inflación, 2007). Siguiendo esta senda es que el gobierno del Presidente Sebastián Piñera, se ha fijado como meta lograr niveles de ingreso equivalentes a países desarrollados de características similares a Chile y alcanzar un crecimiento económico de 6%, sostenible en el tiempo. (Programa de Gobierno 2010-2014).

Nuestra economía está liderada por las exportaciones, las cuales han registrado una tendencia al alza, durante los últimos 20 años. La minería es el principal sector exportador; registrando un total de 44.279 millones de dólares FOB² el año 2010, cifra que representa el 65% de las exportaciones totales del país, considerando las del sector industrial, agropecuario, silvícola y pesquero.

El crecimiento económico experimentado por el país ha permitido mejorar la calidad de vida a sus habitantes. La evolución del Índice de Desarrollo Humano³ (IDH) es prueba fehaciente de estas transformaciones. Entre 1980 y 2011 el índice de desarrollo humano de Chile creció considerablemente, pasando desde el 0,630 hasta el 0,805 de la actualidad (Figura 2), lo que ubica actualmente al país en el lugar 44, de los 169 países para los que se disponen datos comparables, situándose en el primer lugar de América Latina (PNUD, Informe de Desarrollo Humano Mundial, 2011).

Efectivamente, este crecimiento económico ha permitido aumentar la esperanza de vida al nacer, disminuir la mortalidad infantil y disminuir la pobreza

¹ En Chile a partir del año 1999 la metas de inflación se han fijado con una meta de inflación del 3% anual (Banco Central, La Política Monetaria del Banco Central de Chile en el Marco de Metas de Inflación, 2007).

² Sigla en inglés del término “Libre a Bordo”, que describe la forma de tasar un bien cuando el precio del mismo no se incluyen los costos de exportación asociado a su traslado, como por ejemplo seguros y fletes.

³ El índice de desarrollo humano (IDH) es un indicador del desarrollo humano por país, elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Se basa en un indicador social estadístico compuesto por tres parámetros: vida larga y saludable, educación y nivel de vida digno. Los parámetros del Índice son esperanza de vida al nacer para Salud, tasa de alfabetización y la tasa bruta combinada en educación primaria, secundaria y superior y los años de educación obligatoria para educación y el PIB per cápita PPA para nivel de vida digno. Chile tuvo un IDH de 0.805 en el año 2011 ubicándose en el lugar 44 del mundo, el valor mayor lo obtuvo noruega con 0.943.

4] Se consideró pobreza extrema a las personas en estado de indigencia, estas son las personas cuyo ingreso es insuficiente para satisfacer sus necesidades básicas y alimentarias (Mideplan).

5] El índice de Gini, es un indicador que mide la desigualdad de ingresos, para su cálculo se ocupan los ingresos promedios en los hogares. Chile se ubica en el último lugar de la OCDE, con un índice de GINI de 0.5, y el primero fue Eslovenia con un índice de Gini de 0.24

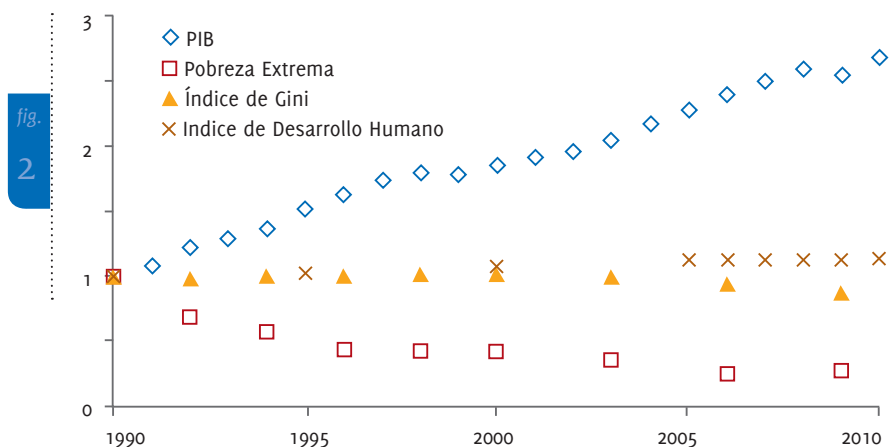
extrema⁴ (Figura 2). Actualmente, la expectativa de vida de los chilenos llega a los 79,1 años y su tasa de alfabetización porcentual alcanza a 98,6% (PNUD, 2011). Asimismo, la mortalidad infantil es de 7,9 por cada mil nacidos vivos (MINSAL, 2009).

Por otra parte, a pesar de los grandes avances en crecimiento económico y calidad de vida, los niveles de desigualdad siguen siendo muy altos. Chile ocupa el último lugar en materia de desigualdad de ingresos, entre los países de la OCDE, con un índice de 0.5⁵, lo que plantea un gran desafío para el futuro, un crecimiento económico más justo. Sin embargo, en los últimos años existe una tendencia a la disminución de la desigualdad, como podemos apreciar (Figura 2), lo que ofrece un panorama alentador para los próximos años.

Comparación de las variaciones del PIB, Pobreza Extrema, Índice de Gini e Índice de Desarrollo humano.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Mideplan (2009), PNUD, 2011 Mideplan y Casen años respectivos.

(Índice: 1990 = 1)



S.E. el presidente Sebastián Piñera se ha pronunciado claramente sobre este tema, al señalar que “...las desigualdades que vivimos en Chile son excesivas, están atentando contra lo que es la esencia de una sociedad, que es su cohesión y su armonía interna. Y se han hecho intolerables... yo diría que es imposible lograr un desarrollo con la armonía que se requiere en una sociedad como la chilena, ni es tampoco posible construir un proyecto del que todos se sientan parte y aprecien que se van a poder beneficiar de los beneficios, con estos brutales e inaceptables niveles de desigualdad que tenemos en nuestro país”. *Extracto discurso Diario La Segunda, Miércoles, 27 de julio de 2011*

La desigualdad no solo tiene que ver con un tema de ingresos, también tiene una expresión ambiental, en lo que se denomina equidad o justicia ambiental y que está directamente relacionada con la mejora de la calidad de vida de las personas, desde la perspectiva ambiental. Los impactos ambientales afectan de manera desproporcionada a los sectores más vulnerables y es justamente ese progreso el fundamento y el horizonte último de las políticas públicas ambientales.

De esta manera, a pesar de los aspectos positivos que derivan tanto del crecimiento económico y social, nuestro país y su población han sufrido – y sufren actualmente – contaminación en aire, agua y suelo, situación que no se condice con el concepto de desarrollo que buscamos. Es por esto que requerimos, como país, llevar adelante un gran cambio cultural a fin de lograr que tanto el crecimiento económico como el social, consideren la dimensión ambiental en su desarrollo. Dicha tarea, requiere involucrar tanto al Estado como al sector privado y a la sociedad civil. En este sentido, el siguiente Informe del Estado del Medio Ambiente constituye un gran esfuerzo para generar y sistematizar información ambiental, que permita diagnosticar y tomar decisiones en política pública ambiental.

Esperamos que este informe y las sucesivas actualizaciones del mismo hacia el futuro, constituyan una herramienta fundamental para la toma de decisiones y para facilitar la comprensión de los fundamentos de las políticas públicas medioambientales que el país emprenda. Asimismo, confiamos en que este informe sirva como una herramienta de difusión y educación ambiental, por parte de profesores y alumnos y que promueva una efectiva participación ciudadana.

María Ignacia Benítez Pereira
Ministra del Medio Ambiente

Introducción Metodológica

La publicación del presente informe del estado del medio ambiente del país, a dos años de la creación del Ministerio del Medio Ambiente, representa un hito importante, a través del cual el país incorpora estándares internacionales de acceso a la información ambiental, considerada ésta como un ámbito distinto del acceso a la información pública y que resulta fundamental para promover la participación ciudadana, mejorar las asimetrías de información y profundizar la democracia. De esta manera, este informe constituye un avance para facilitar el acceso a la información ambiental de las personas, contribuyendo así a promover una sociedad más informada, que cuente con mayores herramientas para tomar decisiones y participar en los asuntos de interés común.

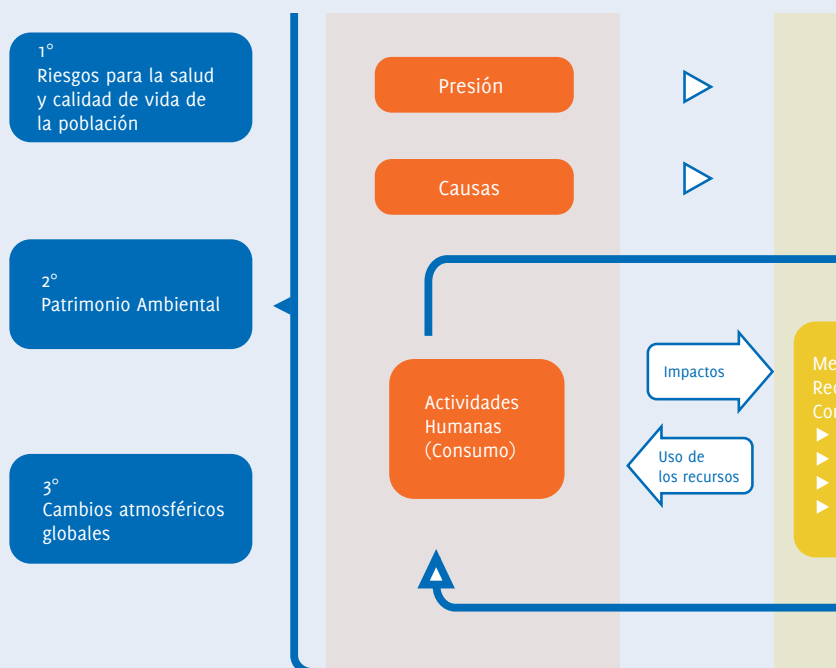
Tal como lo establece el artículo 70, letra ñ) de la ley 19.300, es deber del Ministerio del Medio Ambiente, elaborar cada cuatro años informes del estado del medio ambiente, a nivel nacional, regional y local y un reporte consolidado sobre la situación del medio ambiente una vez al año. En este contexto, este informe tiene por objetivo entregar la mayor cantidad de información respecto a los componentes del medio ambiente del país, buscando además dar cuenta de la situación particular de las distintas regiones y/o comunas. Se trata, por tanto, de un informe de gran alcance, para el cual se requiere avanzar decidi-

Modelo Presión-Estado-Respuesta.

Fuente: Adaptación Modelo Presión-Estado-Respuesta, OECD Environmental Indicators, 2011.

fig.

1

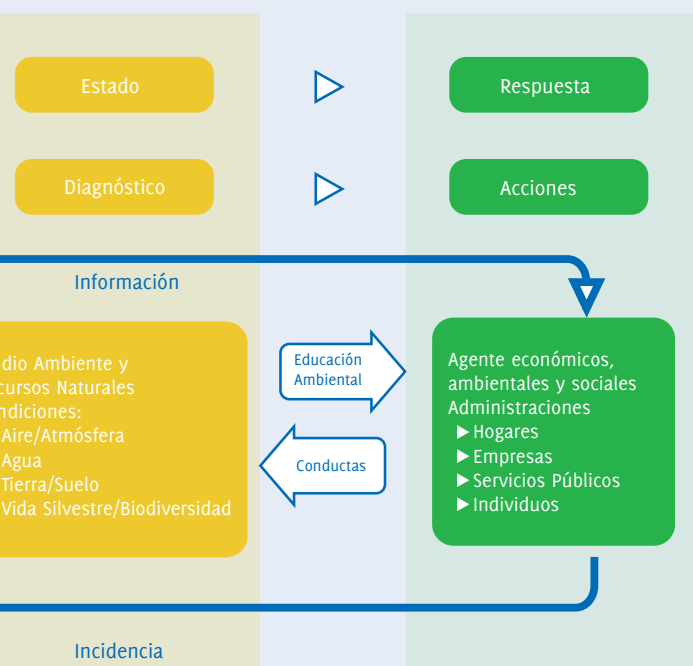


damente en el levantamiento de información ambiental, especialmente a nivel regional y local.

En este contexto, las secretarías regionales del Ministerio del Medio Ambiente, podrían, voluntariamente, elaborar informes del estado del medio ambiente, con el fin de dar cuenta de sus particulares problemas, su patrimonio ambiental y las acciones locales para proteger y conservar el medio ambiente y la salud de las personas. Precisamente, la SEREMI de la Región Metropolitana, ha iniciado la elaboración de su propio informe, el primero a nivel regional, el cual estará disponible durante el 2012.

Por su parte, el reporte consolidado del medio ambiente, de frecuencia anual, tiene por objetivo analizar la evolución de los distintos componentes del medio ambiente, mediante indicadores que puedan ser actualizados y que permitan tener una visión más panorámica del estado del medio ambiente en el país.

Los capítulos de este informe, están basados en el modelo Presión-Estado-Respuesta, el cual fue elaborado por la OCDE para el desarrollo de sus políticas ambientales e informes. Este modelo considera las relaciones entre las actividades humanas y el medio ambiente, así como las acciones humanas que ejercen presión sobre el medio ambiente y cambian la calidad y disponibilidad de los recursos naturales (estado). Por su parte, la sociedad responde a estos cambios a través de políticas ambientales, económicas y sectoriales (respuesta) (OCDE, Environmental Indicators, 2011). En la figura 1 se puede observar de una forma más detallada el modelo Presión-Estado-Respuesta.



La información utilizada proviene de distintos organismos públicos y privados, que han cooperado con el Ministerio del Medio Ambiente, tanto para la construcción de indicadores ambientales, como para apoyar el análisis de este informe. Es importante señalar que, si bien el país cuenta con importantes avances en materia de registros e información ambiental, es necesario continuar trabajando para generar estadísticas de mayor calidad, que permitan una adecuada toma de decisiones para la elaboración de políticas públicas.

Si bien los alcances de este informe pueden ser muy diversos, el objetivo fundamental es dar a conocer los principales problemas ambientales del país, estableciendo así un diagnóstico o estado del medio ambiente, para luego identificar los principales factores de presión o causas y, finalmente, dar cuenta de las estrategias o la respuesta para abordar dichos problemas. De esta forma, se busca motivar a la sociedad en su conjunto a tomar las medidas para proteger y conservar el medio ambiente.

El informe comienza con la descripción del marco legal de la protección del medio ambiente, con el fin de dar cuenta de las reglas básicas que rigen y regulan el cuidado del medio ambiente, así como de los instrumentos de gestión ambiental que pueden ser utilizados en la estrategia de respuesta frente al diagnóstico señalado.

El análisis propiamente tal está centrado en tres ejes ambientales principales: riesgos para la salud de la población y calidad de vida, patrimonio ambiental y cambios atmosféricos globales y en doce capítulos temáticos.

RIESGOS PARA LA SALUD DE LA POBLACIÓN Y CALIDAD DE VIDA	Contaminación del Aire	Contaminación de Suelos	Residuos	Ruido	Acceso al Agua Potable y Alcantarillado	Disponibilidad de Áreas Verdes
PATRIMONIO AMBIENTAL	Biodiversidad	Recursos Hídricos	Suelos para Uso Silvoagropecuario	Cielos para la Observación Astronómica		
CAMBIOS ATMOSFÉRICOS GLOBALES	Cambio Climático	Agotamiento de la Capa de Ozono				

En primer lugar, se revisan los principales factores que pueden afectar la salud humana y la calidad de vida de la población, a través de un diagnóstico de cada uno de ellos, señalando sus causas y estableciendo luego las acciones para enfrentar cada problema. En concreto, se aborda la contaminación de aire, contaminación de suelos, residuos, ruido, acceso al agua potable y disponibilidad de áreas verdes.

En segundo lugar, y siguiendo el mismo esquema, se estudia el patrimonio ambiental del país, esto es, la biodiversidad, el recurso hídrico, los suelos para uso silvoagropecuario y finalmente los cielos para la observación astronómica.

Finalmente, se analizan los cambios atmosféricos globales como son el cambio climático y el agotamiento de la capa de ozono, para lo cual se entrega un diagnóstico sobre sus efectos en el país, así como sus causas y las acciones para enfrentar ambos temas.

Para dar cuenta del estado de los distintos componentes ambientales, se han utilizado indicadores, acordes a la información disponible. Para mayor detalle, revisar en la sección final Indicadores.

Marco legal de la protección del medio ambiente e instrumentos de gestión ambiental

El derecho a vivir en un ambiente libre de contaminación forma parte de las garantías constitucionales que la Constitución Política de Chile asegura a todas las personas, según da cuenta su artículo 19 N° 8, el cual establece asimismo el deber del Estado de “velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza”, señalando finalmente que “la ley podrá establecer restricciones específicas al ejercicio de determinados derechos o libertades para proteger el medio ambiente”.

Por su parte, en la garantía del derecho de propiedad en el numeral 24, la Constitución dispone que solo la ley podrá establecer las limitaciones y obligaciones que deriven de la función social de la propiedad, la cual incluye como una de sus causales, “la conservación del patrimonio ambiental”. Como forma de hacer efectivo el cumplimiento de la garantía citada, el artículo 20 de la Constitución consagra el recurso de protección en materia ambiental, cuando el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación sea afectado por un acto u omisión ilegal imputable a una autoridad o persona determinada.

Pese al establecimiento formal de esta garantía constitucional, las presiones ejercidas al medio ambiente producto del crecimiento económico del país, han generado importantes problemas ambientales y un deterioro en la calidad ambiental. Estos problemas se incrementaron ante la inexistencia, hasta principios de los años noventa, de una política ambiental integral. Ello, en un contexto internacional en el cual la protección del medio ambiente y la necesidad de incorporar la variable ambiental en el proceso de desarrollo de los países fueron reconocidas como prioridades, tal como quedó establecido en la Declaración de Río, durante la Cumbre de La Tierra de 1992.

En este marco y ante el reconocimiento de la imposibilidad de dar respuesta a la serie de problemas ambientales bajo la estructura regulatoria e institucional existente, el año 1994 se promulgó la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente, Ley N° 19.300, la cual creó la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), como órgano coordinador de las políticas ambientales del Estado. Este cuerpo normativo, inspirado en una política ambiental orientada al desarrollo sustentable, estableció directrices generales, reconociendo expresamente las competencias sectoriales en materia ambiental. Asimismo, estableció un

conjunto de disposiciones y definiciones legales, instrumentos de gestión ambiental, como el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), además de regular la responsabilidad por daño ambiental y establecer el fondo de protección ambiental.

La política ambiental que originó la institucionalidad ambiental se basó en siete principios, expresamente reconocidos en el mensaje de la ley ambiental. Estos principios no solo dan coherencia y significado a los aspectos legales e institucionales, sino que también a los instrumentos de gestión ambiental, permitiendo entender su alcance y los objetivos perseguidos.

En primer lugar y como principio inspirador de todo el derecho ambiental, el principio preventivo, el cual apunta a evitar o reducir las situaciones de deterioro o de efectos negativos ambientales antes que ellas se produzcan.

El principio el que contamina paga -derivado de la Tragedia de los Comunes-, de acuerdo al Mensaje de la Ley N° 19.300 “se funda en la idea de que el particular que actualmente contamina, o que lo haga en el futuro, debe incorporar a sus costos de producción todas las inversiones necesarias para evitar la contaminación”, internalizando así las externalidades negativas ambientales que se puedan producir.

El principio de la responsabilidad establece que el responsable por el daño ambiental debe reponer el medio ambiente o uno o más de sus componentes a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas.

El principio de gradualidad reconoce la necesidad de observar moderación en la aplicación de instrumentos de gestión ambiental, sin renunciar al cumplimiento de los objetivos de largo plazo.

El principio de realismo establece que los objetivos deben ser alcanzables, considerando la magnitud de los problemas ambientales existentes, la forma y oportunidad en que se pretenda abordarlos y los recursos y medios con que se cuenta para ello.

El principio de eficiencia contempla que las medidas que adopte la autoridad para enfrentar el deterioro ambiental han de ser las más efectivas al menor costo posible, privilegiando aquellos instrumentos que permitan una mejor asignación de los recursos.

El principio de participación ciudadana, concebido en un amplio sentido, incluye la participación directa de los afectados y de las distintas partes interesadas en cada caso, tales como tomadores de decisión, organismos técnicos, sectores público y privado, inversionistas públicos y privados, organismos científicos, organizaciones no-gubernamentales y ciudadanía en general. Así lo establece el Mensaje de la Ley 19.300, al señalar que “(este principio) es de vital importancia en el tema ambiental, puesto que para lograr una adecuada protección del medio ambiente, se requiere de la concurrencia de todos los afectados en la problemática”.

Modelo Coordinador

La dictación de la ley 19.300 constituyó un gran avance para el país, en tanto dio un contenido concreto y un desarrollo jurídico adecuado a los derechos constitucionales relacionados con el ambiente. Esta ley, que entró en vigencia el 9 de marzo de 1994, creó una institucionalidad a nivel nacional para abordar los problemas ambientales existentes y evitar la generación de otros nuevos. Con este fin incorporó la regulación ambiental al desarrollo del país, estableciendo para ello instrumentos para una adecuada gestión.

Tal como lo destacó el informe Evaluación del Desempeño Ambiental, de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) del año 2005, a diez años de gestión, además del avance en desarrollo institucional, Chile evidenció importantes logros como consecuencia de esta institucionalidad y del marco legal establecido. Así, destacan la reducción de la contaminación del aire, la implementación de planes de descontaminación, el establecimiento y operación de un sistema de evaluación de impacto ambiental, entre otros temas relevantes.

No obstante los avances, el modelo coordinador ambiental evidenció falta de peso político de la CONAMA dentro de la administración del Estado, así como problemas respecto a la implementación de instrumentos de gestión ambiental, principalmente porque las competencias ambientales seguían siendo sectoriales y CONAMA carecía de facultades para resolver varios problemas ambientales.

A su vez, otra de las desventajas del modelo coordinador es que muchas veces existió una contraposición entre los objetivos productivos y de fomento, por parte de ministerios y servicios, versus los objetivos ambientales de la CONAMA y no una real política de desarrollo sustentable por parte del Estado. Lo anterior se debió no solo por una falta de peso político de la CONAMA al no ser un ministerio, sino que también a la falta de una adecuada separación de las funciones de regulación ambiental, fiscalización y fomento productivo, sumado a la falta de incentivos para alcanzar una efectiva coordinación intersectorial.

Junto a los problemas de coordinación, en términos de gestión, CONAMA se enfocó principalmente a administrar el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, en desmedro de otros instrumentos regulatorios.

En este contexto y ante la serie de exigencias internacionales respecto a estándares de desempeño ambiental y transparencia y acceso a la información, la reforma a la institucionalidad ambiental aparecía como una necesidad inobjetable. De esta manera el Ejecutivo ingresó el 5 de junio de 2008 el proyecto de ley, que crea el Ministerio del Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente.

Rediseño de la Institucionalidad Ambiental

Luego de una ardua tramitación parlamentaria que permitió llegar a un consenso político en cuanto a la inclusión en la institucionalidad nueva de un Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y de Tribunales Ambientales, el 26 de enero de 2010 se publicó la ley 20.417.

Entre los objetivos sustanciales incorporados en la reforma, se pueden mencionar el fortalecimiento de la generación de información ambiental y su publicidad, la incorporación de nuevas instancias de participación y mayor legitimación participativa, principalmente en el SEIA, la incorporación de competencias en materia de cambio climático, organismos genéticamente modificados, fortalecimiento de la gestión ambiental local, entre otros.

Entre los aspectos más relevantes de la modificación, destaca la diferenciación entre las funciones de regulación y diseño de políticas; de gestión y administración de la evaluación y las de fiscalización ambiental integrada. Con este fin, tal como se mencionó anteriormente, se crearon tres órganos distintos: un Ministerio del Medio Ambiente, un Servicio de Evaluación Ambiental y una Superintendencia del Medio Ambiente. Cabe señalar que uno de los ejes centrales de este diseño institucional es el establecimiento de una fiscalización más eficiente y eficaz, incorporando mayores incentivos al cumplimiento de la normativa y las exigencias ambientales, de modo de prevenir de mejor forma el deterioro del medio ambiente.

De acuerdo con el artículo 69 de la ley 19.300 se crea el Ministerio del Medio Ambiente, como una Secretaría de Estado encargada de colaborar con el Presidente de la República en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, así como en la protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables e hídricos. Por su parte, el artículo 70 estableció las competencias de este Ministerio, las cuales si se comparan con las competencias que tenía la CONAMA, son más amplias y de mayor alcance.

Funciones CONAMA

Proponer políticas ambientales e informar sobre su avance y cumplimiento.

Funciones MMA

Proponer Políticas, Programas, Planes, Normas

Supervigilar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNASPE) y las Áreas Marinas Costeras de Múltiples Usos (AMCP-MU).

Regularen materia de residuos, suelos contaminados, evaluación de riesgo de productos químicos, organismos genéticamente modificados y cambio climático.

Tomar acciones para favorecer recuperación y conservación de recursos hídricos, genéticos, la flora, la fauna, los paisajes ecosistemas y espacios naturales etc.

Colaborar con autoridades competentes en programas de educación y difusión ambiental.

Colaborar

Con autoridades competentes a nivel nacional, regional y local, en programas de educación, promoción y difusión ambiental.

Con Ministerios sectoriales en formulación de criterios ambientales para ser incorporados en planes y políticas, EAE y procesos de planificación.

Con organismos competentes en formulación de políticas ambientales relativas a RRNN renovables e hídricos.

Administrar un Sistema Nacional de Información Ambiental, desglosada regionalmente.

Administrar

El Registro de Emisiones y Transferencias (RETC).
Un sistema nacional de información ambiental

Información de programas de monitoreo de calidad del aire, agua y suelo.

Elaborar

Y ejecutar estudios de investigación, protección y conservación de la biodiversidad, y administrar base de datos sobre biodiversidad.

Estudios y recopilar información para determinar la línea de base ambiental del país, elaborar cuentas ambientales y la capacidad de carga de cuencas.

Cada cuatro años informes sobre estado del medio ambiente, y reportar anualmente situación del medio ambiente.

Establecer

Un sistema de información pública sobre cumplimiento y aplicación de la normativa ambiental vigente.

Generar y recopilar información

técnica y científica para la prevención de la contaminación y la calidad ambiental.

Funciones CONAMA

Coordinar

proceso de generación de normas de calidad Ambiental, normas de emisión y planes de prevención y descontaminación y materias relacionadas con el medio ambiente.

Actuar

como organo de consulta, analisis, comunicación y coordinación en materias relacionadas con medio ambiente

Financiar

proyectos y actividades orientados a la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental.

Crear

y presidir comités y subcomités operativos.

Funciones MMA

Coordinar proceso de generación de normas de calidad ambiental, de emisión y de planes de prevención o descontaminación , determinando los programas para su cumplimiento.

Interpretar administrativamente normas de calidad ambiental, de emisión y de planes de prevención o descontaminación.

Participar en el procedimiento de Evaluación Ambiental Estratégica de políticas y planes que promuevan diversos organos de la administración.

Establecer convenios de colaboración con gobiernos regionales y Municipalidades para adoptar medidas para la conservación del m.a, educación ambiental y participación ciudadana.

Fomentar y facilitar la participación ciudadanas en la formulación de políticas, planes, normas de calidad ambiental, de emisión y en proceso de Evaluación Ambiental Estratégica.

Realizar y fomentar capacitación y actualización técnica del Ministerio.

Participar en elaboración de presupuestos ambientales sectoriales y en el procedimiento de Evaluación Ambiental Estratégica.

Velar por cumplimiento de convenciones internacionales en materia ambiental y ejercer como contraparte.

Velar que los organismos competentes del Estado elaboren y mantengan actualizado un inventario de especies de plantas, algas, hongos y animales silvestres.

Exigir, cuando corresponda, la presentación y cumplimiento de planes de manejo de recursos naturales.

Proporcionar los medios materiales para el funcionamiento del Consejo de Ministros por la Sustentabilidad.

Financiar 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.

Crear y presidir comités y subcomités operativos.

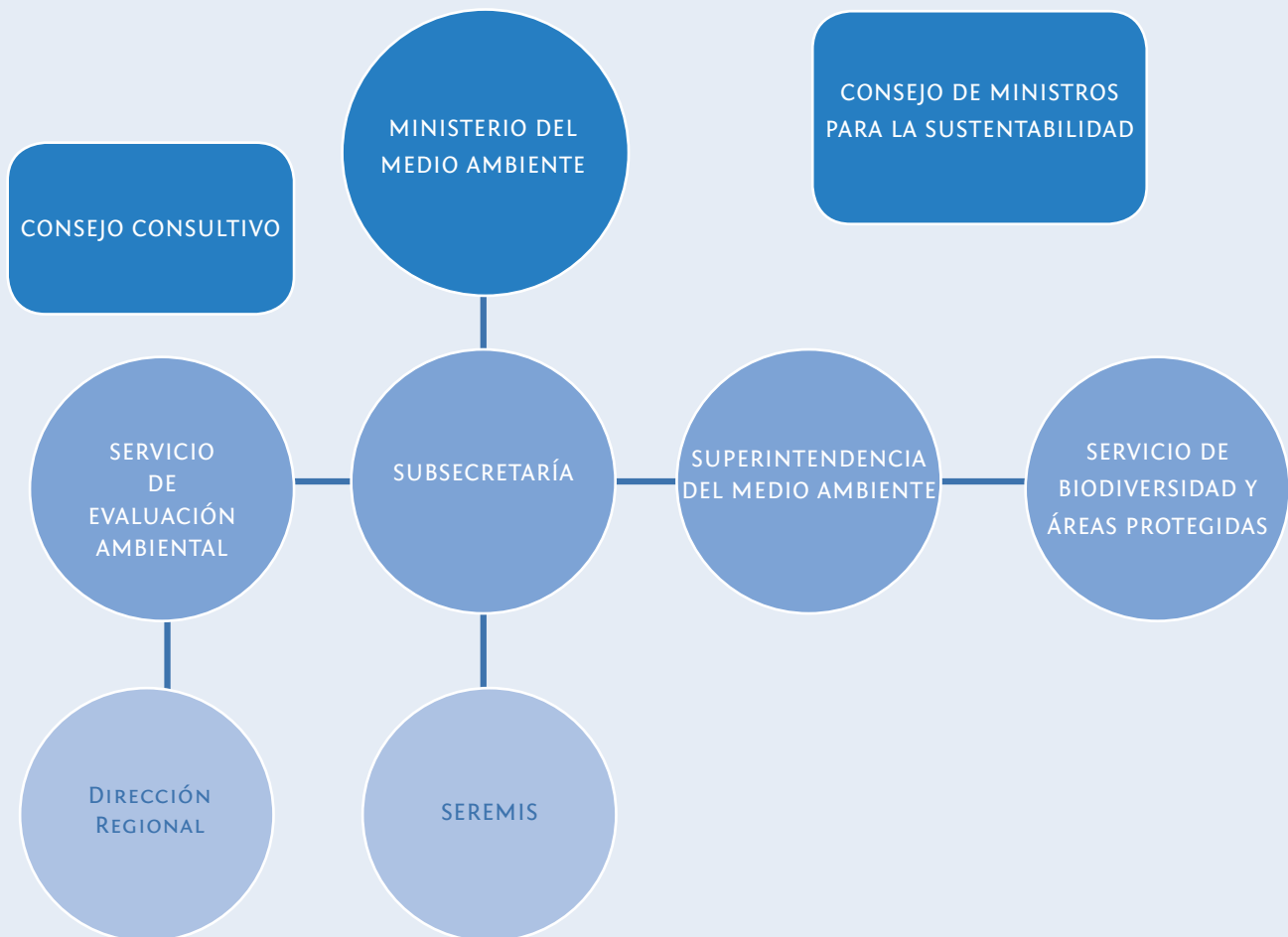
Asimismo, en la discusión parlamentaria surgió la idea de crear tribunales especializados que no solo fueran un contrapeso a las facultades de la Superintendencia del Medio Ambiente, sino que también ejercieran una jurisdicción especializada y con jueces expertos para conocer el contencioso administrativo ambiental y las causas de responsabilidad por daño ambiental. Tras una larga discusión, proyecto de ley fue aprobado por el Congreso el 19 de enero de 2012.

A diferencia del modelo anterior, esta nueva institucionalidad se basa en un modelo híbrido, que combina la función de coordinación, diseño y aplicación de políticas públicas ambientales a cargo de un Ministerio del Medio Ambiente, con la función transversal y de deliberación de la política pública sustentable del Estado, a cargo de un Consejo de Ministros para la Sustentabilidad. Este Consejo, no solo propone al Presidente de la República las políticas para el manejo, uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales renovables, incorporando criterios de sustentabilidad, sino que también se pronuncia sobre los proyectos de ley y actos administrativos, cualquiera sea el ministerio de origen, que contengan normas de carácter ambiental. De esta forma, este órgano debe evaluar materias que dicen relación con la sustentabilidad del país, por lo que su existencia implica la incorporación de aspectos de sustentabilidad en el diseño de la política pública chilena en general.

Con todo, sigue pendiente la regulación de los temas de biodiversidad y rediseño del sistema de áreas protegidas. Para lo anterior, actualmente se discute en el Congreso el proyecto de ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas, proyecto que regula instrumentos de gestión en biodiversidad, tanto dentro de las áreas protegidas como fuera de ellas. La aprobación de este proyecto de ley significará poder completar el rediseño completo de nuestra institucionalidad ambiental.

INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL	COMPETENCIAS	CREACIÓN
Ministerio del Medio Ambiente	Secretaría de Estado encargada de las políticas, planes y programas en materia ambiental, así como en la protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables e hídricos, promoviendo el desarrollo sustentable, la integridad de la política ambiental y su regulación normativa.	Ley 20.417 (2010)
Servicio de Evaluación Ambiental	Servicio público encargado de la administración del SEIA.	Ley 20.417 (2010)
Superintendencia del Medio Ambiente	Servicio público encargado de la fiscalización ambiental y de sancionar en casos de incumplimientos ambientales.	Ley 20.417 (2010)
Consejo de Ministros para la Sustentabilidad	Propone al Presidente de la República las políticas para el manejo, uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales renovables, incorporando criterios de sustentabilidad y pronunciándose acerca de los actos administrativos de carácter ambiental de la administración del Estado.	Ley 20.417 (2010)
Tribunales Ambientales	Órganos jurisdiccionales especiales, sujetos a la superintendencia directiva, correccional y económica de la Corte Suprema, cuya función es resolver las controversias medio ambientales de su competencia y ocuparse de los demás asuntos que la ley somete a su conocimiento.	Proyecto aprobado por el Congreso (2012). En Tribunal Constitucional
Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas	Servicio público especializado a cargo de la administración de las áreas protegidas del país y de la protección de su biodiversidad.	Proyecto de Ley en tramitación

El siguiente organigrama presenta la estructura de la institucionalidad ambiental.



Cumplimiento y sanción

A la Superintendencia del Medio Ambiente le corresponde ejecutar, organizar y coordinar el seguimiento y fiscalización de las Resoluciones de Calificación Ambiental, de las medidas de los Planes de Prevención y/o de Descontaminación Ambiental, del contenido de las Normas de Calidad Ambiental y Normas de Emisión, y de los Planes de Manejo, cuando corresponda, y de todos aquellos otros instrumentos de carácter ambiental que establezca la ley.

De acuerdo con la ley, los organismos sectoriales que cumplan funciones de fiscalización ambiental, deberán adoptar y respetar todos los criterios que la Superintendencia establezca, en relación a la forma de ejecutar las actuaciones de fiscalización, pudiendo solicitar a ésta que se pronuncie al respecto.

Entre las funciones y facultades de la Superintendencia, se encuentra la de imponer sanciones. El proceso sancionatorio puede iniciarse de oficio, a petición de un órgano sectorial o por denuncia.

	ANTES - CONAMA	HOY - MMA	SMA
FOCOS ESTRATÉGICOS	Sanción	Sanción	Cumplimiento
MULTA MÁXIMA	UTM 500	UTM 500	UTA 10.000
SANCIÓN MÁXIMA	Revocación Resolución de Calificación Ambiental (RCA)	Revocación RCA	Cierre definitivo
DETERMINACIÓN DE SANCIÓN	Comisión Regional del Medio Ambiente (COREMA)	Comisión de Evaluación	SMA
CÁLCULO DE SANCIÓN	Sin metodología	Sin metodología	Sin metodología

Institucionalidad Ambiental Sectorial

La gestión ambiental del sector público se entiende como el 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.

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 productivas del Estado sean llevadas a cabo conforme al concepto del desarrollo sustentable. Así, al Ministerio del Medio Ambiente le corresponde colaborar con los ministerios sectoriales en la formulación de los criterios ambientales que deben 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 y relacionados. Asimismo, el Ministerio del Medio Ambiente ha de 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.

Otra función importantísima del Ministerio del Medio Ambiente en este sentido, radica en su participación en la elaboración de los presupuestos ambientales sectoriales, promoviendo su coherencia con la política ambiental nacional.

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

- ▶ Planificación Ambiental (formulación de políticas ambientales, elaboración de planes y programas, evaluación de impacto ambiental, coordinación de asuntos ambientales).
- ▶ Regulaciones (establecimiento de normas ambientales, autorización (ambiental) de proyectos y actividades, determinación y administración de cargas e incentivos económicos).

- ▶ Control Ambiental (fiscalización ambiental, monitoreo y vigilancia ambiental, control técnico y legal, tribunal ambiental).
- ▶ Formación Ambiental (investigación ambiental, información ambiental, educación ambiental, capacitación ambiental).
- ▶ Prestación de Servicios Ambientales (prestación de asistencia técnica ambiental, prestación de asistencia financiera ambiental, producción de servicios ambientales).
- ▶ Reparación de Daños Ambientales (reparación de daños al medio ambiente, reparación de daños provocados por fenómenos naturales críticos o desastres).

▶ *Servicios más relevantes en la gestión ambiental*

INSTITUCIÓN	DEPENDENCIA O SECTOR	FACULTAD
Subsecretaría de Pesca	Instancia de normativa directa del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción	Proponer la política pesquera y sus formas de aplicación. Dirige y coordina las actividades que corresponde realizar al Estado en relación con el sector pesquero.
Servicio Nacional de Pesca (SERNA-PESCA)	Es el órgano administrativo del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción	Ejecutar la política pesquera nacional, normar la actividad pesquera y fiscalizar el cumplimiento de la normativa. Asimismo, debe velar por la debida aplicación de las normas legales y reglamentarias sobre pesca, caza marítima y demás formas de explotación de recursos hidrobiológicos.
Servicio Nacional de Turismo (SER-NATUR)	Servicio que tiene representación en todas las regiones del país y depende del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.	Tiene responsabilidades en la preservación del patrimonio artístico e histórico.
Dirección General de Aguas (DGA)	Depende del Ministerio de Obras Públicas.	Planificar el desarrollo del recurso hídrico en las fuentes naturales, para formular recomendaciones sobre su aprovechamiento; investigar y medir el recurso; y vigilar las aguas y supervisar el funcionamiento de las organizaciones de usuarios.
Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)		Estudiar, proponer y controlar el cumplimiento de normas técnicas sobre diseño, construcción y explotación de servicios sanitarios y residuos líquidos industriales en todo el país. 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.

Continúa en página siguiente

INSTITUCIÓN	DEPENDENCIA O SECTOR	FACULTAD
Corporación Nacional Forestal (CONAF)	Depende del Ministerio de Agricultura	Contribuir a la conservación, incremento, manejo y aprovechamiento de los recursos forestales del país. También, debe procurar el adecuado manejo y aprovechamiento de los bosques que se establezcan por acción directa o indirecta de la Corporación, y elaborar y ejecutar planes nacionales y regionales de protección y conservación de los recursos forestales del país.
Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)	Depende del Ministerio de Agricultura	Contribuir tanto al desarrollo silvoagropecuario del país mediante la protección, mantención e incremento de la salud de los animales y vegetales, así como el 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.
Ministerio de Salud		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.
Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNA-GEOMIN)	Entidad asesora al Ministro de Minería	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.
Consejo de Monumentos Nacionales	dependiente del Ministerio de Educación	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.
Corporación de Desarrollo Indígena	dependiente del Ministerio de Planificación y Cooperación (MIDEPLAN)	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 las etnias, y promover estudios e investigación al respecto.

Continúa en página siguiente

INSTITUCIÓN	DEPENDENCIA O SECTOR	FACULTAD
Subsecretaría de Transportes, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones		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.

Principales Instrumentos de Gestión Ambiental

La Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente y su modificación por la Ley 20.417 contempla los siguientes instrumentos de gestión ambiental:

TIPO DE INSTRUMENTO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Educación e Investigación	Educación ambiental	Como herramienta en la toma de conciencia de los problemas ambientales y el desarrollo de hábitos y conductas tendientes a su prevención y solución.
	Fondo de protección ambiental	Relacionado con el financiamiento de proyectos de investigación científica, desarrollo tecnológico y social relativos al medio ambiente.
Participación Ciudadana	Información Ambiental	Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) e Informe del estado del medio ambiente.
	Consejos Consultivos	Absolver consultas que le formule el Ministro del Medio Ambiente y el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, emitir opiniones sobre los anteproyectos de ley y decretos supremos que fijen normas de calidad ambiental, planes de prevención y de descontaminación, regulaciones especiales de emisiones y normas de emisión que les sean sometidas a su conocimiento. Asimismo podrá pronunciarse, de dicho oficio, sobre temas ambientales de interés general y ejercer todas las demás funciones que le encomiende el Ministerio y la Ley.
	Consulta pública	Mecanismos que aseguren la participación informada de la comunidad organizada en procesos normativos y de calificación de los estudios de impacto ambiental

Continúa en página siguiente

TIPO DE INSTRUMENTO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Preventivos y correctivos	Evaluación Ambiental Estratégica	Procedimiento realizado por Ministerio sectorial para incorporar consideraciones ambientales al proceso de formulación de políticas y planes. En el caso de los instrumentos de planificación territorial, dicho procedimiento es obligatorio. Este objetivo se logra a través de informes ambientales remitidos al Ministerio del Medio Ambiente para su observación.
Preventivos y correctivos	Normas de emisión	Referidas a la cantidad máxima permitida para un contaminante medida en el efluente de la fuente emisora, indicando su ámbito de aplicación territorial.
	Planes de manejo	Referidos al uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables, asegurando su capacidad de regeneración y la diversidad biológica asociada a ellos, en especial de aquellas especies clasificadas por el RCE.
	Planes de prevención y descontaminación (PM, PPDA)	Referidos al uso y aprovechamiento sustentable de recursos naturales renovables, y las medidas de gestión requeridas en zonas latentes o saturadas para la reducción de las concentraciones de contaminantes
	Sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA)	aplicado a proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, los que podrán ejecutarse o modificarse previa evaluación de dicho impacto
Económicos	Permisos de emisión transables, Impuestos o subsidios e Información al consumidor.	No utilizados aun de forma extensiva en el control de la contaminación ambiental en Chile.

► *Educación Ambiental*

No hay libertad ni responsabilidad sin educación. Como ciudadanos, es a través de la educación que aprendemos a hacer elecciones en nuestra vida diaria. (PNUMA, 2010 p.6)

Desde hace más de cincuenta años, la educación es reconocida como un instrumento fundamental para contribuir a mejorar los graves impactos generados por el ser humano al medio ambiente y así promover el desarrollo sustentable. A nivel mundial, desde la Declaración de Estocolmo en 1972, se ha llegado al acuerdo sobre la necesidad de potenciar el conocimiento, el cuidado y protección del medio ambiente, con el fin de generar conductas que valoren su importancia y relación con la vida de las personas.

Posteriormente en la Cumbre de Río de Janeiro (1992), en su agenda 21, y en la Cumbre de Johannesburgo (2002) se definió que: “La educación es fundamental para lograr el Desarrollo Sustentable”, para lo cual los gobiernos se comprometieron a mejorar y fortalecer la incorporación de la dimensión ambiental en la educación formal y no formal en la economía y en la sociedad (Naciones Unidas, 2002 p.112).

De esta manera, una educación que incluya la variable ambiental, en primer término, posibilita el necesario reconocimiento de la vital relación entre ser humano y medio ambiente, y en segundo término, reconoce que el proceso de aprendizaje es fundamental para influir en la conducta, valores, modo de vida, ocupación, alimentación y costumbres, que permitan reducir el nivel de impacto de las actividades diarias en el entorno.

Desde el punto de vista social, la educación ambiental se asienta en la constatación de que los impactos humanos sobre la naturaleza vienen determinados por los modelos éticos y socioeconómicos. Consecuentemente, promueve cambios de valores y de criterios para orientar a la humanidad hacia una mejor calidad de vida y un desarrollo sostenible que alcance a todos los habitantes de la Tierra. (NOVO, S.F. p.3)

De manera consecuente con el reconocimiento del valor de la educación ambiental a nivel internacional, en Chile, desde la promulgación de la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente en 1994 y luego tras su modificación en 2010, se definió que constituye un instrumento de la gestión ambiental, definiéndola como un “proceso permanente de carácter interdisciplinario, destinado a la formación de una ciudadanía que reconozca valores, aclare conceptos y desarrolle las habilidades y las actitudes necesarias para una convivencia armónica entre seres humanos, su cultura y su medio biofísico circundante” (Artículo 2 letra h).

De acuerdo con este marco legal, el proceso educativo, en sus diversos niveles, a través de la transmisión de conocimientos y de la enseñanza de conceptos modernos de protección ambiental, orientados a la comprensión y toma

de conciencia de los problemas ambientales, deberá incorporar la integración de valores y el desarrollo de hábitos y conductas que tiendan a prevenirlos y resolverlos" (Art. 6°).

El mismo cuerpo jurídico en su título final, artículo 70, letra m, señala que el Ministerio deberá "colaborar con las autoridades competentes a nivel nacional, regional y local en la preparación, aprobación y desarrollo de programas de educación, promoción y difusión ambiental, orientados a la creación de una conciencia nacional sobre la protección del medio ambiente, desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental, y a promover la participación ciudadana responsable en estas materias".

En este contexto, para abordar la Educación Ambiental se han impulsado áreas de trabajo que permitan abrir espacios de interlocución con actores claves de la gestión ambiental local y de la educación formal, tales como organizaciones sociales territoriales y funcionales, del sector productivo (público y privado) y de comunidades aledañas a los establecimientos educativos. Estas líneas de trabajo son desarrolladas a través de las Mesas de la Política Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable (PNEDES), el Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educativos (SNCAE), el Proyecto de Educación Ambiental Territorial (PRODEEM) (CONAMA-JICA), el Club de Forjadores Ambientales, el Fondo de Protección Ambiental y la Participación Ciudadana en los Instrumentos de Gestión Ambiental.



En este contexto, el 09 de abril del año 2009 se aprobó la Política Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable y, en el marco de ésta, se constituyó un equipo interministerial, compuesto por 11 ministerios, encargados de la elaboración del Plan de Acción Nacional de la Política, dando de esta manera una mayor coherencia en el accionar del sector público en esta materia.

Más recientemente, en el año 2010, se realizó el levantamiento de información que permitió construir el Diagnóstico de Educación para el Desarrollo Sustentable desde la mirada del servicio público. Uno de los principales hallazgos de esta medición fue constatar el despliegue de programas públicos de carácter “ambiental” en todos los servicios participantes. El 60% de los programas reflejó una transversalidad en contenidos ambientales. Asimismo, el 47% de los programas apuntaron al eje “sociocultural” lo que pone en evidencia la importancia que cobra el trabajo y el despliegue público que atiende a la ciudadanía en su conjunto.

El Plan de Acción para la Educación Ambiental constituye la materialización de los objetivos de la Política Nacional de Educación. El plan está orientado a comprometer a los actores sociales en el desarrollo ambiental del país, a través de la construcción de redes y alianzas tanto públicas como privadas, que permitan ampliar la cobertura territorial, así como generar contenidos y herramientas que fortalezcan las prioridades y lineamientos ambientales del programa de gobierno, con el objetivo de mejorar la educación ambiental, la gestión ambiental y la participación ciudadana en Chile.

Este plan contempla objetivos y acciones, según el ámbito de aprendizaje: educación formal (desarrollada en ámbitos pre-escolar, escolar y educación superior), no formal (formación a través de otras instituciones u actores) e informal (medios de comunicación). A continuación se presentan las iniciativas desarrolladas, así como los actores involucrados.

LÍNEA ESTRATÉGICA	OBJETIVO	ACCIONES	ACTORES
Educación formal	Promover la educación ambiental a nivel escolar y técnico profesional.	Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educativos (SNCAE)	Comunidad escolar (directivos, profesores, estudiantes, centro de padres y apoderados, auxiliares) y entorno social (juntas de vecinos, municipalidades, familias)
	Crear competencias en el mundo público-privado en materias ambientales	Capacitación público-privada	Profesores, empresarios, trabajadores, profesionales, funcionarios y ciudadanía organizada.

Continúa en página siguiente

LÍNEA ESTRATÉGICA	OBJETIVO	ACCIONES	ACTORES
Educación no formal	Impulsar la participación y liderazgo ambientales en niños, jóvenes y adultos.	Club de Forjadores Ambientales	Ciudadanía en general que se encuentre agrupada de manera formal o informal.
	Apoyar, promover e impulsar iniciativas y acciones orientadas a la protección o reparación del medio ambiente, la preservación de la naturaleza o la conservación del patrimonio ambiental.	Fondo de Protección Ambiental	Organizaciones comunitarias, territoriales o funcionales; organizaciones sindicales; cooperativas; comunidades agrícolas; asociaciones gremiales y organismos no gubernamentales. Universidades públicas y privadas, y centros de investigación. Comunidades y asociaciones Indígenas registradas en la CONADI.
	Instalar capacidades en materia de gestión ambiental en los municipios del país, por medio del Sistema de Certificación Ambiental Municipal.	Sistema de Certificación Ambiental Municipal.	Año 2011, 33 municipios en 8 regiones.
	Fortalecer la articulación entre los distintos actores en el proceso de desarrollo de gestión ambiental y la participación pública a nivel local, y generar cambio de hábitos en las poblaciones.	Capacitación y talleres para el desarrollo de conciencia y hábitos ambientales en la ciudadanía	Sociedad civil; ONG; organizaciones sociales de base, juntas de vecinos; municipalidades.
	Iniciar un proceso de integración del factor ambiental en barrios, para fomentar conductas sustentables en los vecinos.	Barrios Verdes	Municipalidades, juntas de vecinos, comunidad organizada.

Continúa en página siguiente

LÍNEA ESTRATÉGICA	OBJETIVO	ACCIONES	ACTORES
	Involucrar a la ciudadanía en los instrumentos de gestión ambiental (Normas, Planes, Políticas, Estrategias) en el marco de la Ley 19.300.	Participación ciudadana, sistema electrónico e-pac	Sociedad civil; ONG; organizaciones sociales de base, juntas de vecinos, sector público y privado.
Educación Informal	Sensibilizar a las personas en la preservación y cuidado del medio ambiente.	Celebración de las efemérides ambientales	Ciudadanía en general
	Difundir y promover acciones y experiencias ambientales nacionales e internacionales.	Difusión de Buenas Prácticas	Ciudadanía en general, profesionales que trabajan en educación ambiental.

Normas y planes

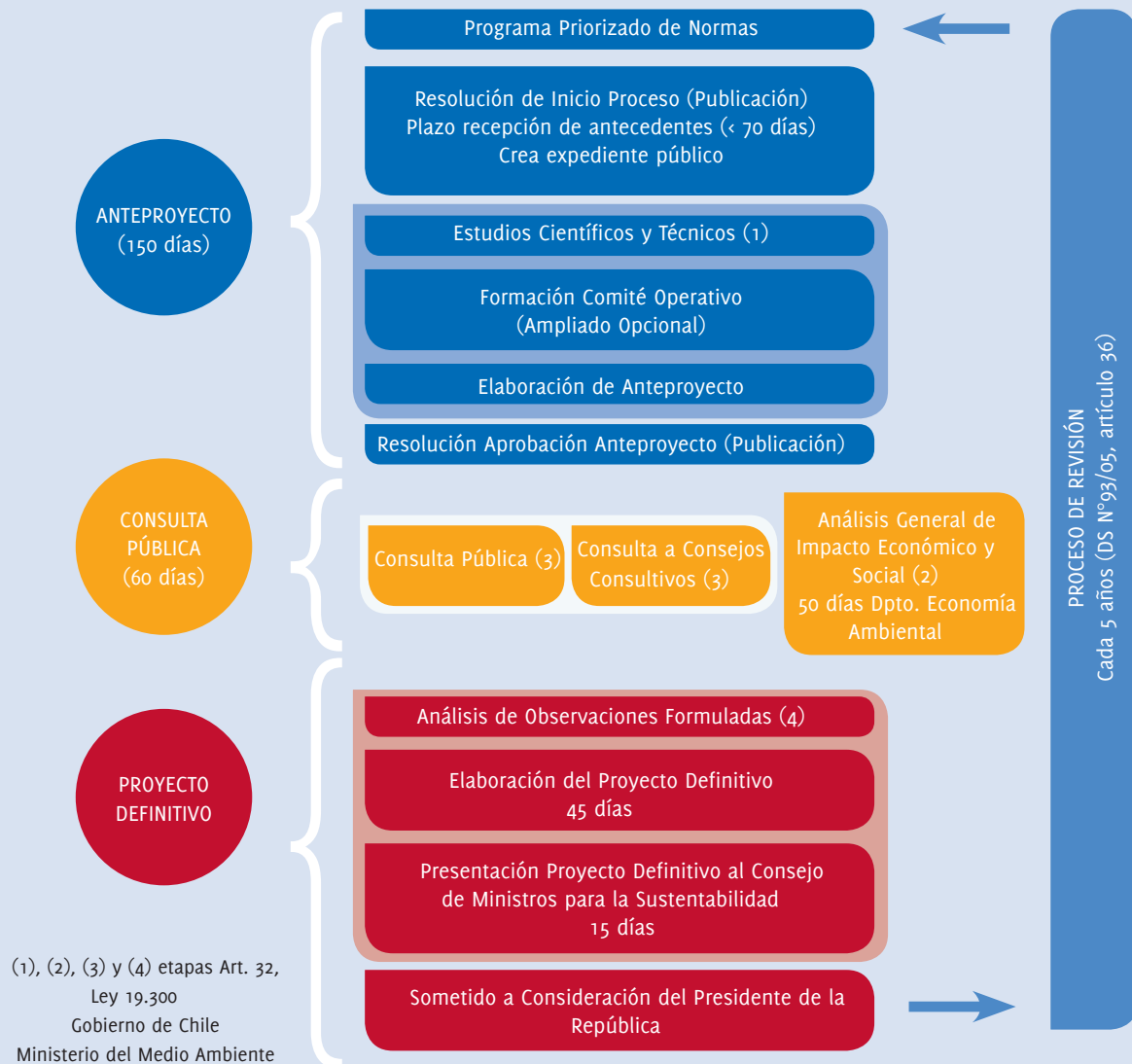
Uno de los principales instrumentos de gestión establecidos por la ley 19.300, corresponde a la dictación de normas de calidad ambiental primarias y secundarias, mediante las cuales es posible definir la calidad ambiental para los distintos componentes.

Las normas primarias establecen valores de concentraciones y periodos, 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. Estas normas tienen alcance nacional.

En tanto, las 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 la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza. Estas normas pueden ser sitio específicas.

Los objetivos de calidad ambiental definidos tanto por normas de calidad ambiental primaria y secundaria, no responden solamente a parámetros técnicos, sino que también a otros aspectos tales como los económicos y sociales, que también deben ser ponderados.

Los decretos supremos que promulgan las normas primarias de calidad ambiental llevarán la firma del Ministro del Medio Ambiente y del Ministro de



Salud. En el caso de las normas secundarias de calidad ambiental y de las normas de emisión, además del Ministro del Medio Ambiente, se requiere para su promulgación la firma de los ministros sectoriales competentes (agricultura, economía, etc.).

El procedimiento obligatorio para la aprobación de estos instrumentos considera a lo menos las siguientes etapas: análisis técnico y económico, desarrollo de estudios científicos, consultas a organismos competentes, públicos y privados, análisis de las observaciones formuladas y una adecuada publicidad.

Si las concentraciones de contaminantes en el aire, agua o suelo, en las áreas reguladas, se sitúan entre el ochenta y el cien por ciento del valor de la respectiva norma de calidad ambiental, esta zona se considera como latente por contaminación. Si definitivamente se supera el límite establecido la zona podría declararse como saturada por contaminación previo estudio.

Los Planes de Prevención o Descontaminación, son instrumentos correctivos, destinados a enfrentar los problemas de contaminación, previa dictación de zona "latente" o "saturada". La calificación "latente" o "saturada" tiene

Monitoreo de calidad del aire (1 a 3 años)

Decreto que declara una zona saturada (6 meses)

Proceso de elaboración de un Plan (2 años)

- ▶ Resolución de inicio de anteproyecto
- ▶ Elaboración del Anteproyecto
- ▶ Publicación del Anteproyecto en el diario oficial
- ▶ Consulta Pública (60 días)
- ▶ Elaboración del Proyecto Definitivo
- ▶ Presentación a Consejo de Ministros para la Sustentabilidad
- ▶ Firma de S.E Presidente de la República
- ▶ Revisión del Decreto Supremo a Contraloría
- ▶ Publicación Diario Oficial del Plan

como fundamento las mediciones realizadas o certificadas por los organismos públicos competentes. El procedimiento está a cargo del Ministerio del Medio Ambiente y corresponde a esta institución la elaboración de los planes de prevención o descontaminación, siguiendo las mismas etapas que existen para aprobar normas de calidad ambiental.

Los planes deben contener plazos para alcanzar las metas de reducción de emisiones, responsables de cumplimiento, autoridades responsables de la fiscalización, un estimado de los costos económicos y sociales, y la propuesta, cuando sea posible, de mecanismos de compensación de emisiones.

Los planes de prevención y de descontaminación pueden utilizar los siguientes instrumentos regulatorios o económicos, según corresponda:

- ▶ Normas de emisión
- ▶ Permisos de emisión transables
- ▶ Impuestos sobre emisiones o tarifas a usuarios que consideren los costos ambientales implícitos en la producción o uso de ciertos productos o servicios
- ▶ Otros incentivos que promuevan acciones de manera de mejorar y restaurar el medio ambiente.

▶ *El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)*

El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), es el principal instrumento de carácter preventivo considerado en la ley, el cual fue reforzado a través del Decreto Supremo Número 95 (2001) que estableció su Reglamento.

Mediante este sistema se busca el mejoramiento ambiental de los proyectos o actividades, a través de la formulación de observaciones de los servicios con competencia ambiental. El procedimiento, a cargo del Servicio de Evaluación Ambiental, determina si el impacto ambiental de una actividad o proyecto se ajusta a las normas vigentes y en el caso de los estudios, si además se hacen cargo de los impactos ambientales a través de medidas de mitigación, compensación y reparación adecuadas.

El artículo 10 de la ley 19.300 establece cuáles son los proyectos que deben ingresar al sistema de evaluación, lo que no podrán ejecutarse o modificarse sin la previa evaluación de su impacto ambiental a través de este sistema.

Algunos proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental, corresponden a:

- ▶ Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas, presas, drenaje,

deseccación, dragado, defensa o alteración, significativos, de cuerpos o cursos naturales de aguas;

- ▶ Líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje y sus subestaciones;
- ▶ Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW;
- ▶ Reactores y establecimientos nucleares e instalaciones relacionadas;
- ▶ Proyectos de desarrollo minero, incluidos los de carbón, petróleo y gas comprendiendo las prospecciones, explotaciones, plantas procesadoras y disposición de residuos y estériles, así como la extracción industrial de áridos, turba o greda
- ▶ Agroindustrias, mataderos, planteles y establos de crianza, lechería y engorda de animales, de dimensiones industriales;
- ▶ Proyectos de desarrollo o explotación forestal en suelos frágiles, en terrenos cubiertos de bosque nativo, industrias de celulosa, pasta de papel y papel, plantas astilladoras, elaboradoras de madera y aserraderos, todos de dimensiones industriales;

La forma de ingreso de un proyecto al SEIA puede ser a través de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o un Estudio de Impacto Ambiental (EIA). De acuerdo con el artículo 11 de la ley, los proyectos que deben presentar un EIA son aquellos que puedan generar impacto a la salud de las personas o al medio ambiente, así como la cantidad o calidad de los recursos naturales renovables o alteraciones significativas al paisaje, a los sistemas de vida de comunidades humanas, a monumentos o sitios pertenecientes al patrimonio natural o que por su ubicación puedan afectar poblaciones, áreas o zonas protegidas o destinadas a la conservación.

Someter un proyecto o actividad al SEIA permite acreditar el cumplimiento de la normativa y obtener las autorizaciones ambientales respectivas. La Ley dispone que los proyectos o actividades en ella señalados, sólo podrán ejecutarse o modificarse previa evaluación de su impacto ambiental, y que todos los permisos o pronunciamientos de carácter ambiental, que de acuerdo a la legislación vigente deban o puedan emitir los organismos del Estado, serán otorgados a través del SEIA. Esta evaluación y su aprobación incluyen las condiciones bajo las cuales se otorgarán permisos específicos durante la implementación del proyecto, como también eventuales trabajos de mitigación, reparación y compensación.

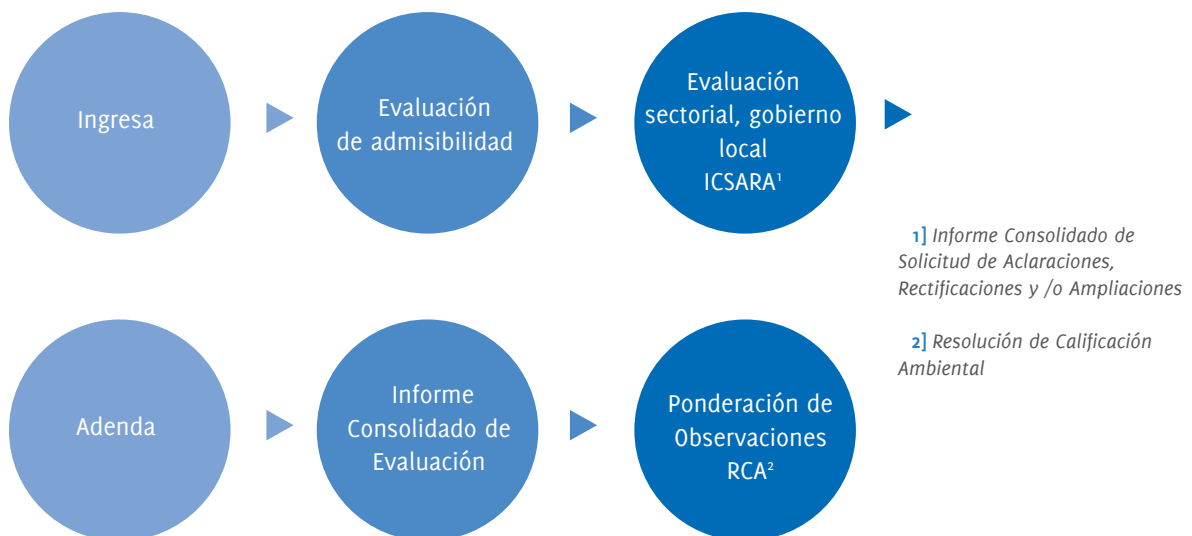
Luego del análisis, los proyectos regionales son calificados por una Comisión de Evaluación Ambiental presidida por el Intendente e integrada por los Secretarios Regionales Ministeriales del Medio Ambiente, de Salud, de Economía, Fomento y Turismo, de Energía, de Obras Públicas, de Agricultura, de Vivienda y Urbanismo, de Transportes y Telecomunicaciones, de Minería, y de Desarrollo.

llo Social, y el Director Regional del Servicio de Evaluación Ambiental, quien actuará como secretario. En el caso de proyectos que puedan causar impactos ambientales en zonas situadas en distintas regiones, ellos serán calificados por el Director Ejecutivo del Servicio de Evaluación Ambiental.

De acuerdo con la ley, si la evaluación es favorable, ningún organismo del Estado puede negar las autorizaciones ambientales pertinentes; por el contrario, si el pronunciamiento es negativo, esos mismos organismos deben denegarlas. Debe notarse que la respectiva resolución ambiental de la Comisión de Evaluación o del Director Ejecutivo del Servicio de Evaluación Ambiental, está basada en la opinión que los correspondientes organismos del Estado tengan, producto de la revisión que ellos hagan de los correspondientes documentos, Estudios o Declaraciones de Impacto Ambiental.

El proceso de evaluación considera un plazo de 120 días para el pronunciamiento respecto de los estudios de impacto ambiental, período en el cual se pueden solicitar aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones del estudio y, producto de ello la suspensión del plazo establecido para finalizar el proceso.

PROCESO O ETAPAS DE LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



En tanto, la ley establece un plazo de sesenta días para el pronunciamiento respecto a las Declaraciones de Impacto Ambiental. De la misma forma, este período incluye aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones, que también significará una suspensión del plazo que resta para finalizar el proceso de evaluación.

► *Participación ciudadana*

La Ley señala que es deber del Estado facilitar la participación ciudadana en materias vinculadas a la protección del medio ambiente. De esta forma, asegura mecanismos mínimos de participación ciudadana en tres áreas: en el proceso de generación de normas, planes y regulaciones de carácter ambiental; en el procedimiento de evaluación de impacto ambiental; y en el uso del derecho para efectuar denuncias por eventuales infracciones a la normativa ambiental.

En cuanto a la Participación Ciudadana en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, la ley establece algunos mecanismos mínimos que aseguren la participación, sin perjuicio de otros que además se puedan utilizar para estos fines. Los mecanismos mínimos disponen que el proponente debe publicar un extracto del estudio en el Diario Oficial y en un periódico de circulación regional o nacional, según sea el caso.

Adicionalmente, cualquier persona, natural o jurídica, pueden conocer el contenido de los proyectos, con excepción de los antecedentes necesarios para proteger invenciones o procedimientos patentables y presentar observaciones que el Servicio de Evaluación Ambiental considerará como parte del proceso de calificación, pronunciándose fundadamente respecto de todas ellas en su resolución. Si las observaciones no son debidamente consideradas, quienes las hayan presentado pueden reclamar ante la autoridad.

Asimismo, las Direcciones Regionales o el Director Ejecutivo, en su caso, podrán decretar la realización de un proceso de participación ciudadana por un plazo de veinte días, en las Declaraciones de Impacto Ambiental que se presenten a evaluación y se refieran a proyectos que generen cargas ambientales para las comunidades próximas.

El derecho de los ciudadanos a efectuar denuncias por infracciones Ambientales está destinado a detener conductas contrarias a las normas vigentes. Los directamente afectados pueden ejercer la acción indemnizatoria ordinaria y, a su vez, la acción reparatoria, para obtener la reparación del medio ambiente dañado. Lo anterior, ante los Tribunales Ambientales.

Por otra parte, la Ley establece los Consejos Consultivos, los cuales deben absolver las consultas que le formule el Ministerio del Medio Ambiente y el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, así como emitir opiniones sobre

los anteproyectos de ley y decretos supremos que fijen normas de calidad ambiental, planes de prevención y descontaminación, regulaciones especiales de emisiones y normas de emisión. Asimismo, la Ley establece los Consejos Consultivos Regionales, los cuales deben absolver las consultas que le formulen el Intendente, el Gobierno Regional, y el Secretario Regional Ministerial del Medio Ambiente.

Junto con lo anterior, el Ministerio del Medio Ambiente cuenta con un sitio electrónico que permite recoger las observaciones, opiniones y sugerencias que presenta la ciudadanía sobre la generación o modificación de planes de prevención o descontaminación y/o sobre normas ambientales, ya sean de calidad o emisión.

Gestión Ambiental de los Municipios

La Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente otorga ciertas facultades a los municipios y les entrega autoridad principalmente en lo que dice relación con el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

En relación con la fiscalización, las municipalidades recibirán las denuncias que formulen los ciudadanos por incumplimiento de normas ambientales y las pondrán en conocimiento de la Superintendencia del Medio Ambiente para que ésta le dé curso.

De manera complementaria, la Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades, establece varias funciones 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.
- ▶ 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.

Por otra parte, cabe señalar que Chile también ha participado activamente en la agenda internacional para el desarrollo sustentable y, en este contexto, forma parte de la mayoría de los acuerdos ambientales multilaterales establecidos desde 1990.

ACUERDO INTERNACIONAL	DESCRIPCIÓN
Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos	La Convención entró en vigor en 1982 como parte del Sistema del Tratado Antártico, de conformidad con las disposiciones del artículo IX del Tratado. 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	El Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) tiene como objetivo proteger la salud humana, facultando a la 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 intencionales de los denominados Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), sustancias químicas que se utilizan como plaguicidas o en la industria, o se producen de manera no intencional a partir de ciertas actividades humanas (procesos de combustión o incineración, entre otros).
Convención 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.
Convenio 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.

Continúa en página siguiente

ACUERDO INTERNACIONAL	DESCRIPCIÓN
Convenio de Rotterdam	El Convenio de Rotterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo aplicable a ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos objeto de comercio internacional, 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 cangrejera (<i>Lobodon carcinophagus</i>), Foca de Ross (<i>Ommatophoca rossi</i>), Lobo de dos pelos (<i>Arctocephalus</i> sp).
Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES)	La CITES 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 constituye una amenaza para su supervivencia.
Tratado Antártico	El Tratado Antártico fue suscrito en Washington el 1° 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.
Convenio Internacional para la Regulación de la Caza de la Ballena	El Convenio 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 a base de 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.
Convenio sobre Diversidad Biológica	El Convenio sobre Diversidad Biológica 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.

Continúa en página siguiente

ACUERDO INTERNACIONAL	DESCRIPCIÓN
Convención sobre Zonas Húmedas de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas (Ramsar)	La Convención sobre los Humedales, firmada en Ramsar, Irán, en 1971, 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. Hay actualmente 158 Partes Contratantes en la Convención y 1755 humedales, con una superficie total de 161 millones de hectáreas, designados para ser incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional de Ramsar.
Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la Desertificación	El objetivo de la Convención de Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación en los Países Afectados por Sequía Grave o Desertificación, en Particular en África, es 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 internacionales, en el marco de un enfoque integrado acorde con el Programa 21, para contribuir al logro del desarrollo sostenible en las zonas afectadas.
Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático	La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático tiene por objetivo reforzar la conciencia pública, a escala mundial, de los problemas relacionados con el cambio climático. En 1997 dio origen al Protocolo de Kyoto, que cuenta con medidas más jurídicamente vinculantes respecto de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2009. Política Nacional de Desarrollo Sustentable. Santiago de Chile: CONAMA.
- COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA). Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educacionales. Disponible en: www.mma.gob.cl/educacionambiental/
- MINISTERIO DE SALUD, 2009. Mortalidad infantil y sus componentes por región y comuna de residencia de la madre en Chile. Disponible en www.deis.cl
- MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA, 2001. DECRETO SUPREMO N° 95. EN: Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Santiago de Chile: Diario Oficial.
- MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA, 2010. LEY 19.300, MODIFICADA POR LEY 20.417 DE 2010. EN: Sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Santiago de Chile: Diario Oficial.
- NACIONES UNIDAS, 2002. Informe de la cumbre mundial sobre desarrollo sostenible de Johannesburgo. Nueva York: Naciones Unidas.
- NOVO, M. (S.F). Los vínculos escuela/medio ambiente: la educación ambiental. Disponible en: www.unioviedo.es/site09/Addendas/Novo3.pdf (Accesado en octubre de 2011).
- PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE, 2010. Aquí y ahora. Educación para el consumo sostenible. Recomendaciones y Orientaciones. París: PNUMA.
- PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO, 2011. Indicadores Internacionales sobre el desarrollo humano. Disponible en <http://hdrstats.undp.org.es/indicadores/101406.html>

CAPÍTULO 1 | Contaminación del Aire pág. 47

CAPÍTULO 2 | Contaminación de Suelos pág. 115

CAPÍTULO 3 | Residuos pág. 137

CAPÍTULO 4 | Ruido pág. 167

CAPÍTULO 5 | Acceso al Agua Potable y Alcantarillado pág. 185

CAPÍTULO 6 | Disponibilidad de Áreas Verdes pág. 221

Riesgos para la salud y calidad de vida de la población

“Vuestra Majestad haga saber a los mercaderes y gentes que se quisieren avecindar, que vengan, porque esta tierra es tal, que para poder vivir en ella y perpetuarse no la hay mejor en el mundo”

Pedro de Valdivia, Carta al Emperador Carlos V (siglo XVI)

El crecimiento urbano, sin una adecuada planificación, trae consigo una serie de problemas que pueden impactar negativamente la calidad de vida de la población y al medio ambiente en las ciudades y otros centros poblados del país. El crecimiento de la población y el crecimiento económico han implicado el aumento en el consumo de recursos energéticos, del espacio construido de agua potable, del parque vehicular y requerimientos sanitarios; entre otros aspectos.

Esto ha provocado problemas que deben ser gestionados adecuadamente, tales como: la contaminación del aire, aumento en la generación y disposición final de residuos, baja disponibilidad de áreas verdes, escasez de agua potable, mayores requerimientos de conexión a alcantarillado, generación de ruido, entre otros.

Para enfrentar estos desafíos la autoridad ha puesto en marcha un conjunto de medidas que permiten mitigar estos efectos y recuperar la calidad ambiental en el tiempo. Dentro del plan de acción establecido, la educación ambiental juega un rol importante como instrumento de gestión para la promoción de conductas ambientalmente sustentables.

La presente sección describe la situación del medio ambiente urbano en Chile en seis capítulos relacionados con esta temática: “Contaminación del Aire”, “Contaminación de Suelos”, “Residuos”, “Ruido”, “Acceso al Agua Potable y Alcantarillado” y “Disponibilidad de Áreas Verdes”.





Capítulo 1

Contaminación del Aire

1] Antecedentes	49
2] Diagnóstico: Calidad del aire	52
3] Causas: Emisiones contaminantes	60
4] Acciones: Control de la contaminación atmosférica	67

Calidad del Aire



Máximo permisible de MP2,5:
20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ anual promedio



Instrumentos de Gestión

- Planes de Descontaminación y Prevención
- Normas de emisión
- Información al consumidor
- Acuerdos voluntarios



Admisiones Hospitalarias

- Ataques al corazón
 - Disritmia
- Enfermedad isquémica al corazón
- Bronquitis crónica
 - Neumonía
- Ataques de asma



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.

Introducción

Resumen / Abstract

La calidad del aire constituye uno de los temas ambientales que más directamente afectan a la población. Pese a los esfuerzos y a los distintos instrumentos utilizados, el país aún no cumple con los estándares establecidos en las normas de calidad primaria y secundaria vigentes. En este contexto y dada la complejidad del problema, en 2010, el Ministerio del Medio Ambiente inició la elaboración e implementación del Programa Aire Limpio, 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.

Antecedentes 1

Múltiples estudios nacionales e internacionales han mostrado que existe una asociación entre el nivel de concentración de contaminantes como material particulado (MP), ozono (O_3), dióxido de azufre (SO_2) y dióxido de nitrógeno (NO_2) y la incidencia de muertes prematuras y varias enfermedades cardiorrespiratorias, tanto en niños como en adultos. Además, existe evidencia de efectos ambientales, tales como disminución de visibilidad, daños a los materiales e impactos en la flora y fauna (cuadro 1).

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, característica de la cual depende la intensidad de sus impactos. Existen dos métricas comúnmente utilizadas para clasificar el material particulado, partículas menores a 10 micrones conocidas como MP_{10} y partículas menores a 2,5 micrones, conocidas como $MP_{2,5}$. De esta forma, en el MP_{10} se pueden distinguir dos fracciones, la fracción gruesa, es decir, entre 2,5 y 10 micrones y la fracción fina, menor a 2,5 micrones.

Cuadro 1 Impactos generados por MP, O₃, SO₂ y NO₂

EFFECTO	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 y 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 NO ₂ y SO ₂ 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 los estomas de las plantas y dañar su estructura.

Fuente: MMA (2011a).

Cabe señalar que la fracción fina, MP_{2,5}, 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, 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).

En el MP_{10} se pueden distinguir dos fracciones, la fracción gruesa, es decir, entre 2,5 y 10 micrones y la fracción fina, menor a 2,5 micrones. El material particulado fino ($MP_{2,5}$) es el contaminante más agresivo para la salud de las personas.

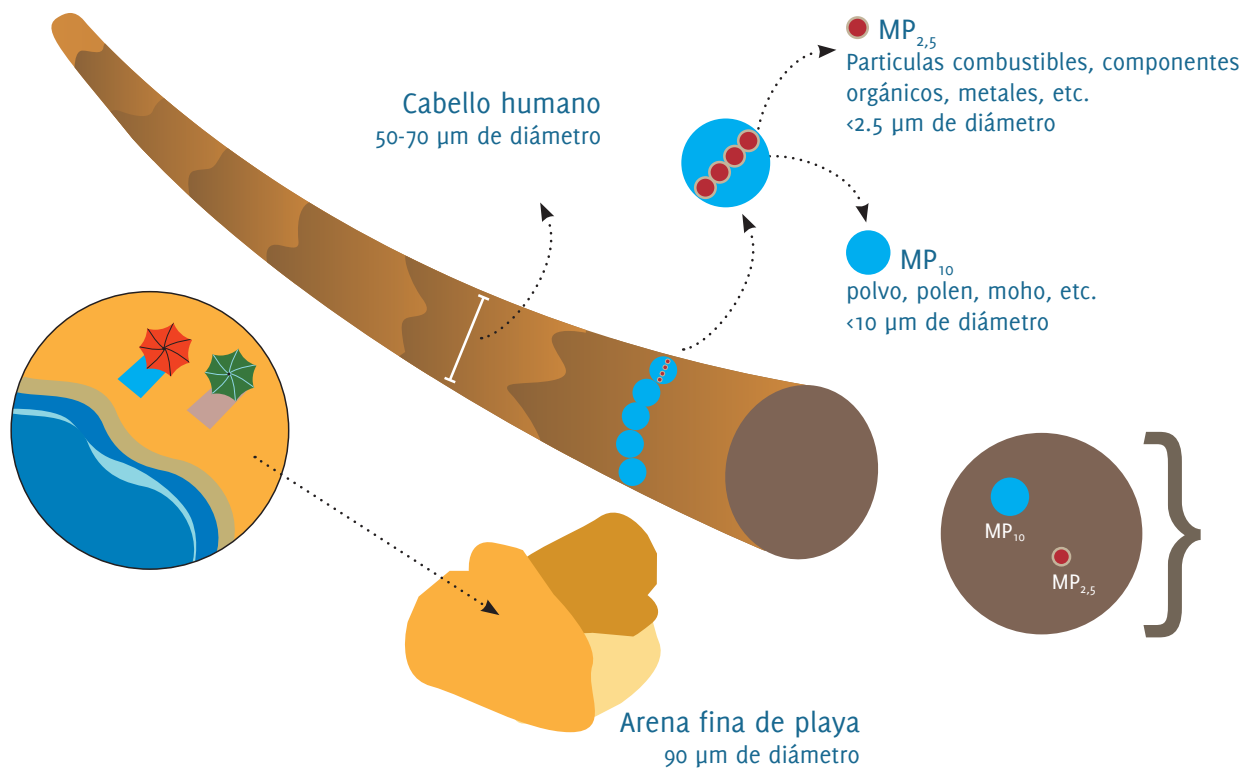


fig. 1

Diferencias entre $MP_{2,5}$ y MP_{10}

Fuente: Elaboración en base a imagen de sitio web de la EPA.

Diagnóstico:

2 Calidad del aire

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

2] “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.

En Chile, si bien la preocupación por la contaminación del aire tiene antecedentes que se remontan a inicios del siglo XX, las primeras normas de emisión y calidad se dictan en 1961 y 1978, respectivamente¹. 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 ambiental² 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 MP_{2,5}, así como respecto a dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono troposférico (O₃), monóxido de carbono (CO) y Plomo (Pb). La siguiente tabla presenta una descripción de algunas normas primarias de calidad del aire vigentes en µg/m³.

Cuadro 2 Normas primarias de calidad vigentes

CONTAMINANTE	NIVEL	MÉTRICA	EXCEDENCIA
O ₃	120	Promedio móvil de 8 horas	Percentil 99
MP ₁₀	50	Media aritmética trianual	No se permite
	150	Media aritmética diaria	Percentil 98
MP _{2,5}	20	Media aritmética anual	No se permite
	50	Media aritmética diaria	Percentil 98
SO ₂	80	Media aritmética anual	No se permite
	250	Media aritmética diaria	Percentil 99
NO ₂	100	Media aritmética anual	No se permite
	400	Media aritmética horaria	Percentil 99

Fuente: Elaboración propia.

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)³. En el país, además, existen estaciones de monitoreo privadas, la mayor parte de las cuales han sido instaladas en el marco de las exigencias establecidas en 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 que se realiza a lo largo de Chile se ha orientado preferentemente al material particulado MP_{10} , sin embargo, con la entrada en vigencia de la norma de $MP_{2,5}$ se espera aumentar la cobertura de monitoreo de este contaminante en los próximos años, lo cual permitirá contar con un mejor indicador del estado de la calidad del aire.

Pese a que aún no existen mediciones para material particulado fino en todo el país, las mediciones de MP_{10} permiten hacer estimaciones respecto a la concentración de su fracción más fina. De esta manera, a fin de tener una visión panorámica de la situación nacional, se ha estimado la concentración anual de $MP_{2,5}$ para comunas sin información⁴.

De acuerdo con estas estimaciones, es posible apreciar que las ciudades que se localizan en la zona centro y sur de nuestro país, registran altos niveles de concentración de este contaminante, superando los 20 microgramos por metro cúbico establecidos como límite máximo en la normativa vigente anual. Por su parte, las ciudades de la zona norte no registrarían niveles tan elevados de $MP_{2,5}$ 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 lo anterior, algunas ciudades con más 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 iniciativas.

De acuerdo con estos antecedentes, es posible estimar que en Chile al menos 10 millones de personas⁵ están expuestas a una concentración promedio anual de $MP_{2,5}$ superior a 20 microgramos por metro cúbico. Asimismo, y siguiendo la metodología propuesta por MMA (2011a), se estima que más de 4.000 personas mueren prematuramente al año por enfermedades cardiopulmonares asociadas a la exposición crónica a $MP_{2,5}$. Esta cifra representa más del doble del número de fatalidades por accidentes de tránsito (CONASET, 2010).

3] Las condiciones que deben cumplir están establecidas en Dto 59/1998, Dto 112/2002, Dto 113/2002, Dto 114/2002 y Dto 115/2002, todos de MINSEGPRES.

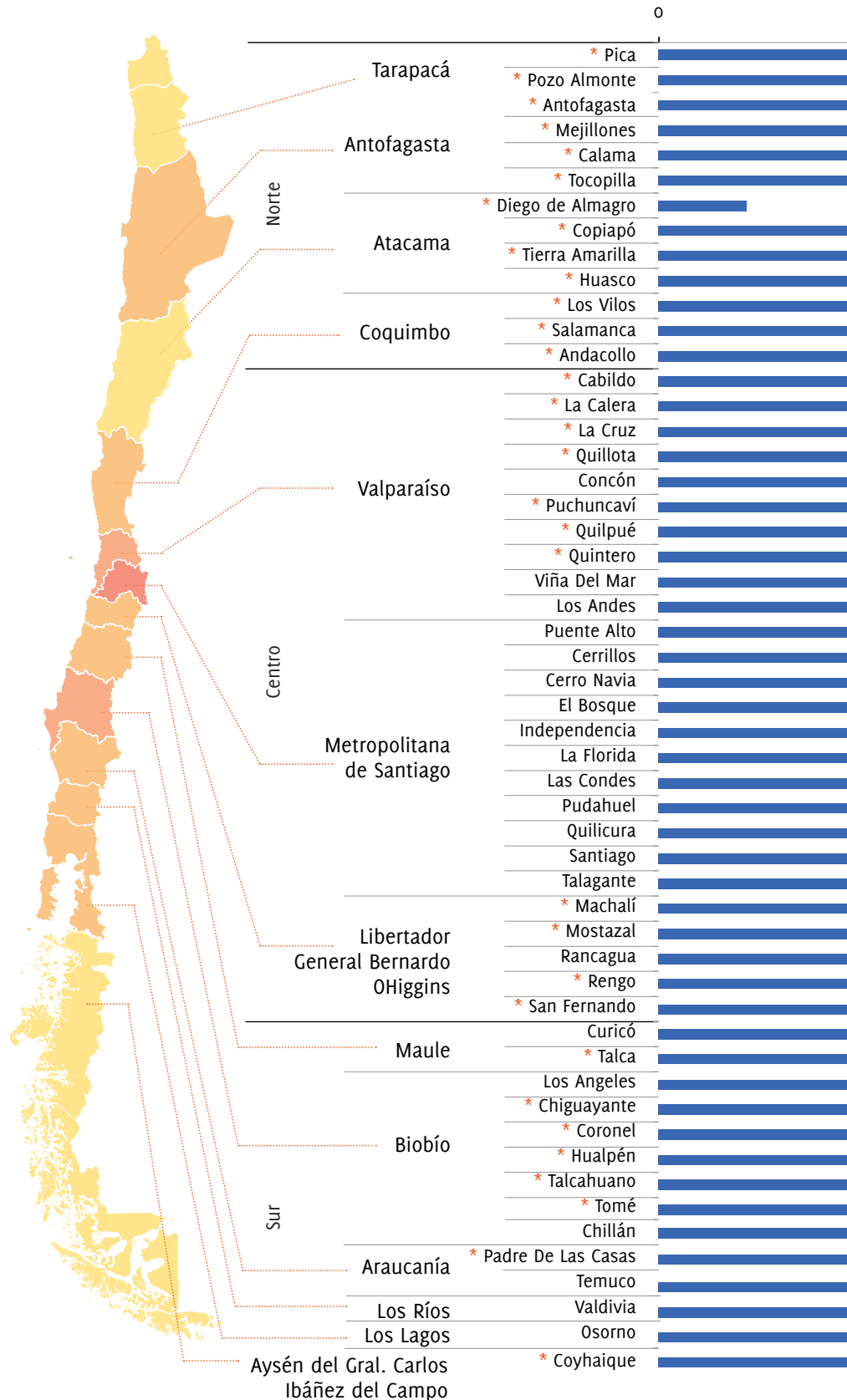
4] En base a la metodología propuesta por DICTUC (2009), que considera la compensación del material particulado y los tipos de fuentes emisoras en distintas zonas del país, se asume que en promedio el 14% del MP_{10} corresponde a $MP_{2,5}$ en la zona norte, 50% del MP_{10} corresponde a $MP_{2,5}$ en la zona centro y 70% del MP_{10} corresponde a $MP_{2,5}$ en la zona sur del país. En grandes áreas urbanas como la ciudad de Concepción se asume que un 50% del MP_{10} corresponde a $MP_{2,5}$.

5] La concentración de $MP_{2,5}$ medida en algunas comunas de la provincia de Santiago representa, en promedio, la concentración a la que está expuesta la población de la provincia en su totalidad.

Mortalidad y morbilidad asociada a la exposición a $MP_{2,5}$ *

Concentración anual MP_{2,5} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] a nivel nacional

fig. 2



“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

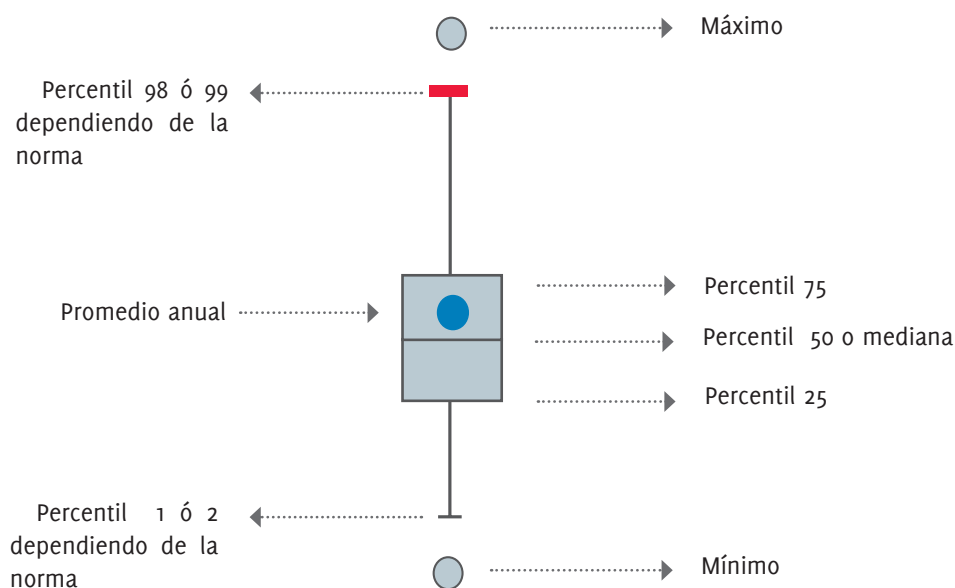


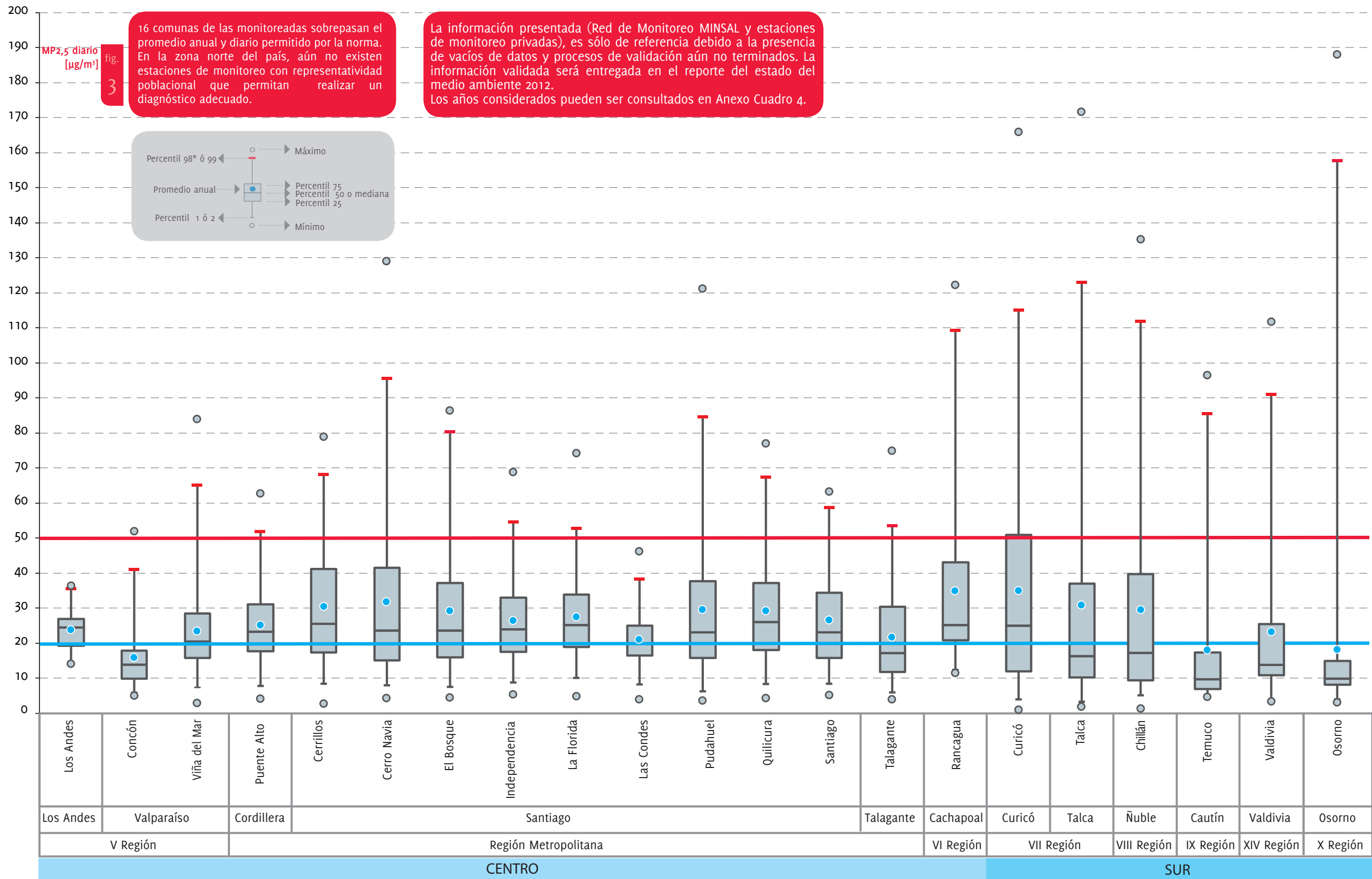
TIPO DE EVENTO	EVENTO	GRUPO DE EDAD	CASOS
Mortalidad prematura	Cardiopulmonar	Todos	4.200
Admisiones hospitalarias	Ataques al corazón	65+	2.500
	Disritmia	65+	1.200
	Enfermedad isquémica al corazón	65+	900
	Bronquitis crónica	18-64	700
		65+	1.200
	Neumonía	65+	6.800
Restricción de actividad	Días de pérdida de trabajo	Todos	1.570.000
	Días de actividad restringida	Todos	7.670.000
	Días de actividad restringida menor	Todos	28.900.000

* 10.000.000 personas a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ anual de $\text{MP}_{2,5}$

Fuente: Elaboración propia en base a MMA (2011a).

Para un análisis más detallado de las concentraciones de los contaminantes normados, se han utilizado diagramas de caja que permiten mostrar, en forma simultánea, distintas medidas descriptivas, facilitando así la comparación. En este caso, estas medidas también permiten asociar los valores al cumplimiento normativo respectivo. Las figuras 3 y 4 muestran gráficos de la información disponible a nivel nacional para $\text{MP}_{2,5}$ y MP_{10} , respectivamente. Además, en Anexo se presentan gráficos para O_3 , SO_2 y NO_2 .

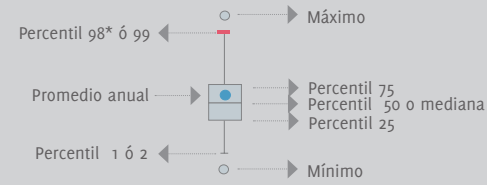




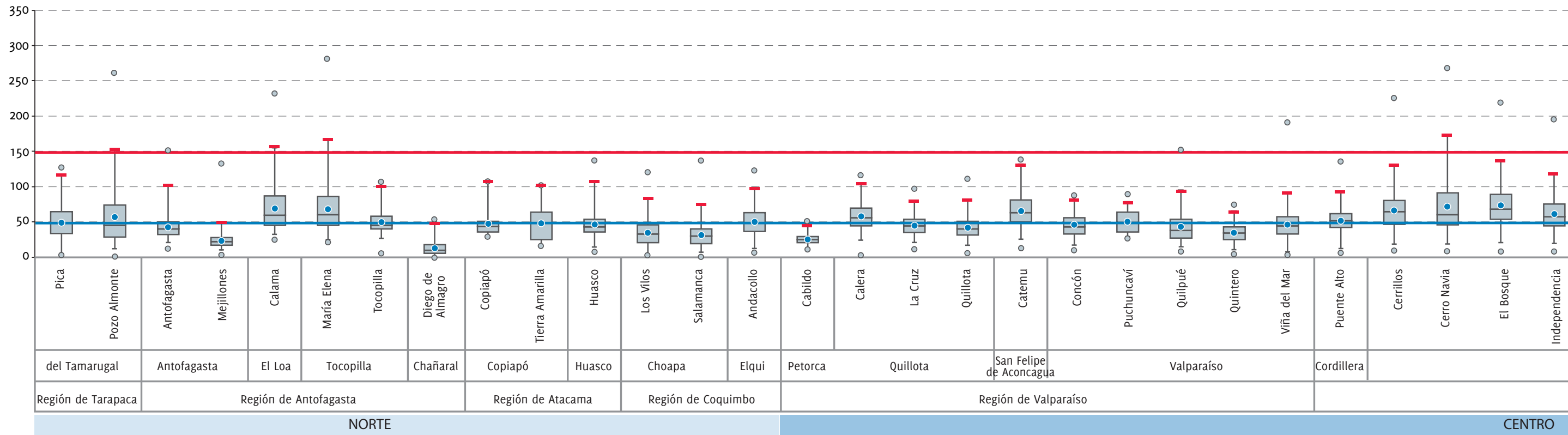
Concentración anual MP_{10} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] a nivel nacional

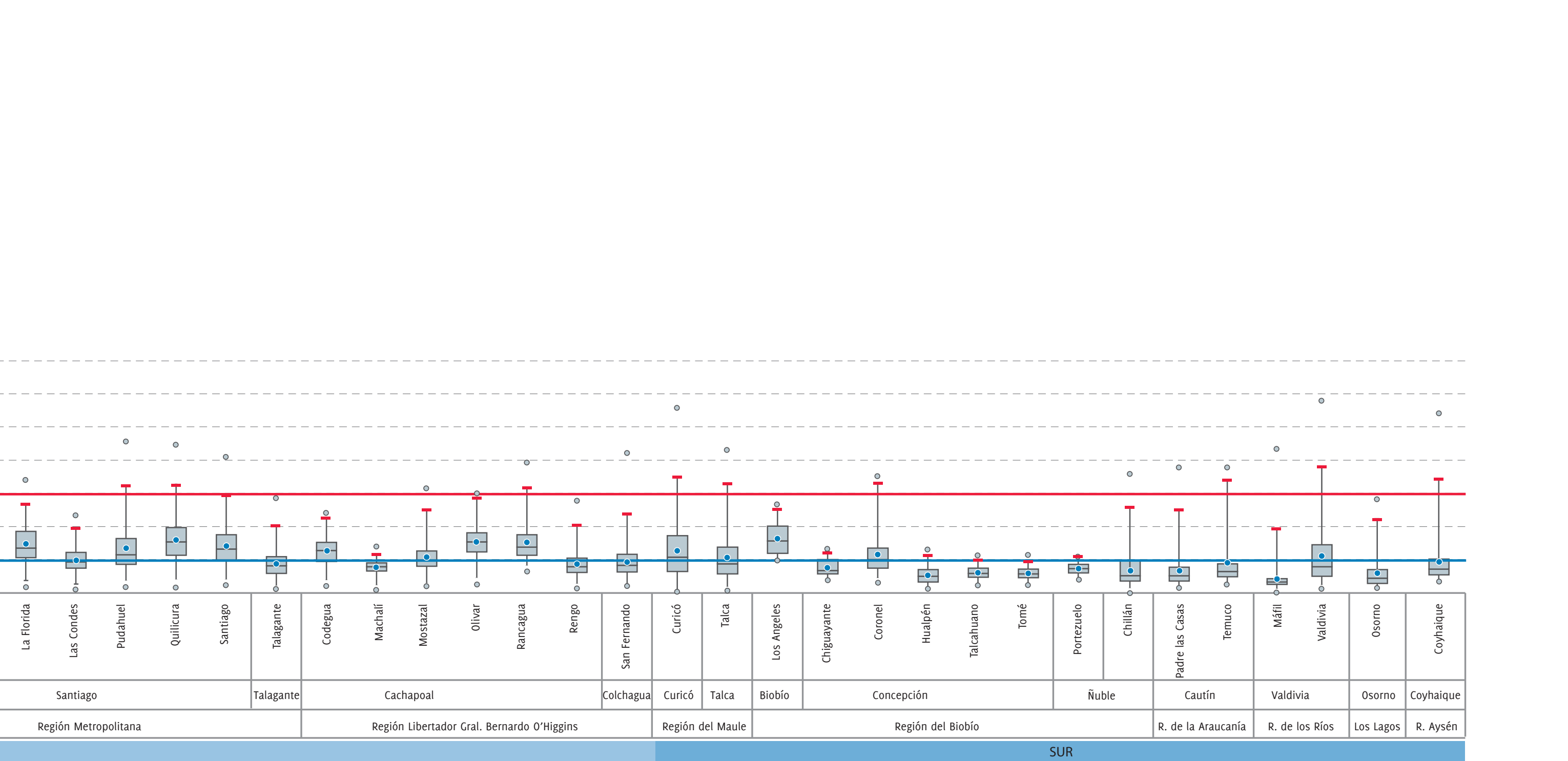
fig. 4

26 comunas sobrepasan el promedio anual permitido. En la zona sur, si bien los promedios anuales son menores al límite exigido, existen varios casos en que se sobrepasa el límite diario (percentil 98) que establece la norma.



La información presentada (Red de Monitoreo MINSAL y estaciones de monitoreo privadas), es sólo de referencia debido a la presencia de vacíos de datos y procesos de validación aún no terminados. La información validada será entregada en el reporte del estado del medio ambiente 2012. Los años considerados pueden ser consultados en Anexo Cuadro 4.







3 Causas: Emisiones contaminantes

Las concentraciones de $MP_{2,5}$ y MP_{10} , SO_2 y NO_2 se producen principalmente por emisiones directas de estos contaminantes a la atmósfera, ya sea de origen antropogénico o natural. En tanto, el O_3 se forma por acción de la radiación solar, mediante reacciones químicas entre compuestos orgánicos volátiles (COV), NO_x y otros compuestos químicos presentes en la atmósfera (Jorquera, 2007).

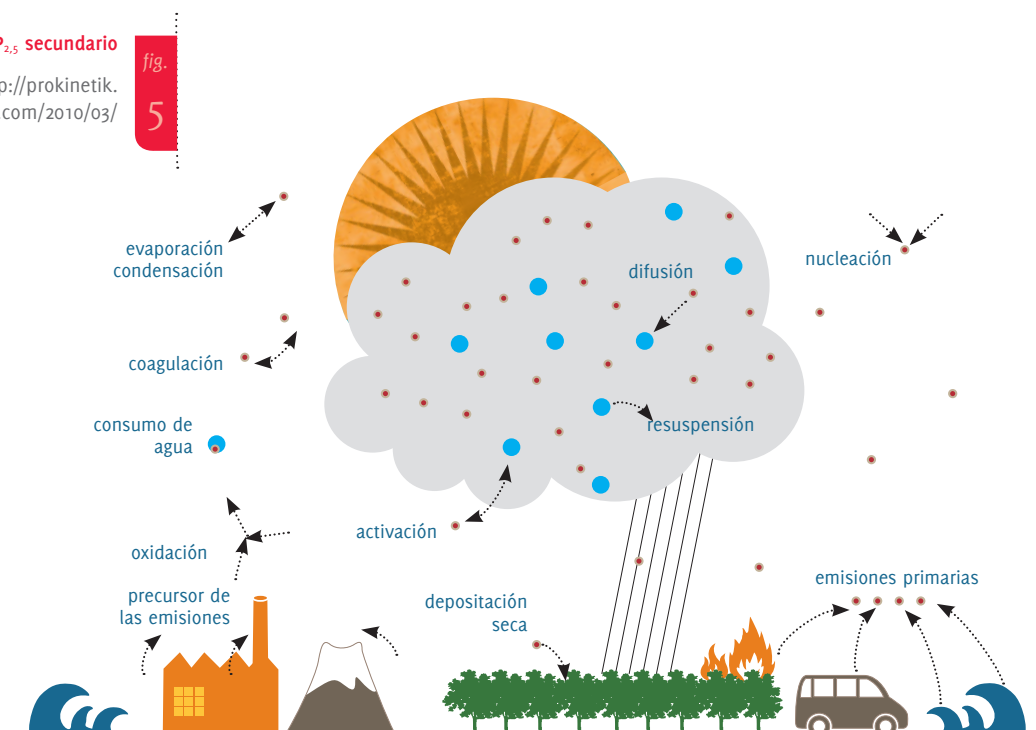
El $MP_{2,5}$ también puede formarse por reacciones químicas entre contaminantes gaseosos precursores de material particulado, tales como SO_x y NO_x y otros compuestos atmosféricos. A este tipo de $MP_{2,5}$ se le conoce como material particulado secundario.

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

Formación de $MP_{2,5}$ secundario

Fuente: <http://prokinetik.wordpress.com/2010/03/>



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, desgaste de frenos y neumáticos, de distintos tipos de transporte: automóviles, camiones, buses y motocicletas.

Las fuentes fugitivas, consisten en 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, demolición, entre otras. El material particulado asociado a este tipo de fuentes corresponde principalmente a partículas gruesas, siendo prácticamente el 90% mayores a 2,5 micrometros (μm) (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.

El Cuadro 4 presenta una clasificación de fuentes, que corresponde a la que, generalmente, se utiliza en la elaboración de los inventarios de emisiones en Chile.



FUENTES FIJAS



FUENTES FUGITIVAS



FUENTES MÓVILES

Clasificación de fuentes emisoras

TIPO	CONTAMINANTES	SUBTIPO	EJEMPLO DE ACTIVIDADES
Fuentes fijas	MP ₁₀ , MP _{2,5} , SO _x 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 fugitivas	MP ₁₀ , MP _{2,5}	Polvo resuspendido	Construcción de edificios Calles sin pavimentar Erosión eólica
Fuentes móviles	MP ₁₀ , MP _{2,5} , NO _x , COV, SO _x	En ruta	Buses, camiones, vehículos particulares, vehículos comerciales, taxis y motocicletas
		Fuera de ruta	Maquinaria de construcción o agrícola, operación de puertos o aeropuertos.

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. Sin embargo, es posible realizar un diagnóstico general en base a la información recopilada por el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC).

Para caracterizar y analizar las emisiones de MP_{10} , $MP_{2,5}$, NO_x y SO_x , se consideró el Reporte 2011 del RETC, que incluye información declarada al 2009. Asimismo, se incluyen otros sectores no contemplados aún en el RETC, como las emisiones por quema de leña para calefacción residencial y emisiones difusas del proceso de fundición de cobre, proporcionadas por MMA (2011b). En base a esta información, se contabilizan aproximadamente 213.559 toneladas por año de $MP_{2,5}$, 708.782 toneladas por año de SO_x y 247.099 toneladas por año de NO_x . Las principales fuentes emisoras a nivel nacional corresponden a calefacción residencial a leña para $MP_{2,5}$, fundiciones de cobre para SO_x y centrales termoeléctricas para NO_x . Cabe destacar el significativo aporte de fuentes areales, tales como las quemas agrícolas, a las emisiones directas de $MP_{2,5}$, a nivel nacional.

Acciones: Control

fig. 6

Distribución por tipo de fuente, año 2009

Fuente: Elaboración propia en base a MMA (2011b) y MMA (2011c).

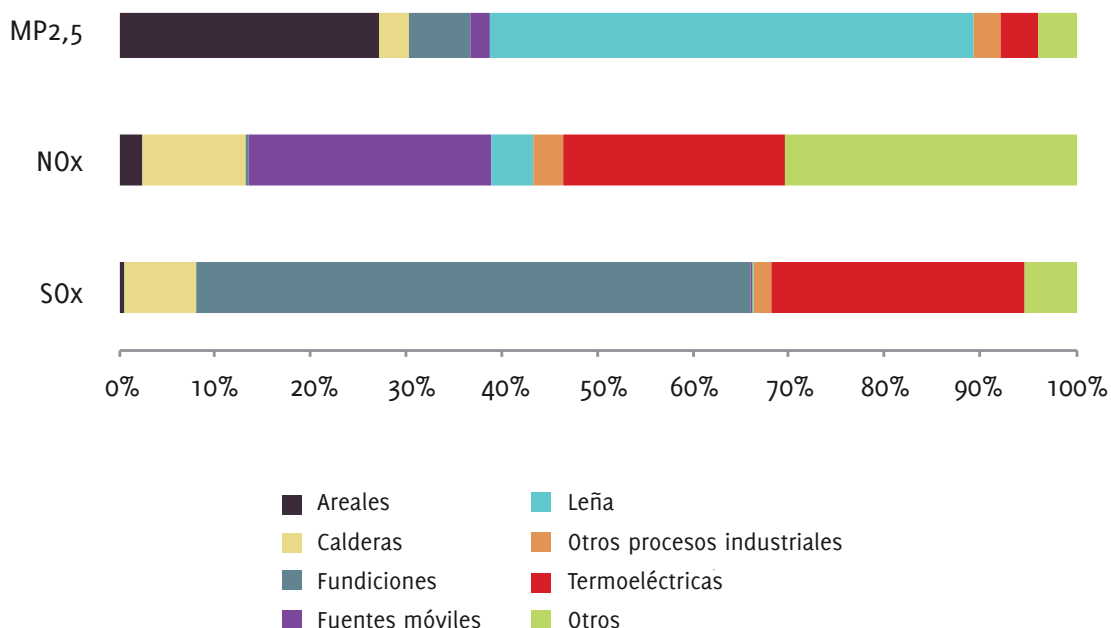
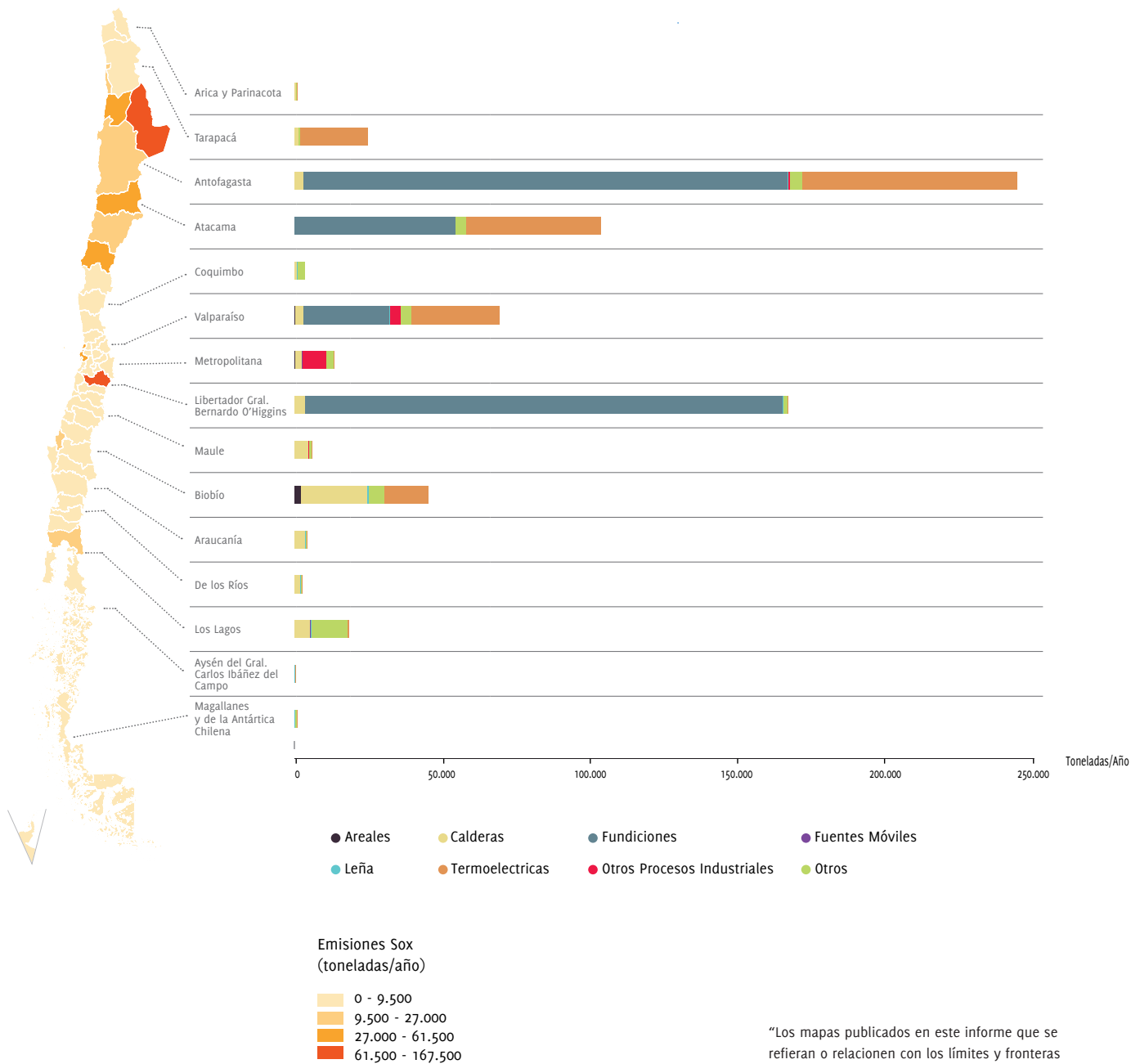


fig. 7

Mapa de Emisiones del Sox por provincia Gráfico de Emisiones del Sox por región y rubro

Fuente: Elaboración propia en base a RETC (2011) y MMA(2011b).

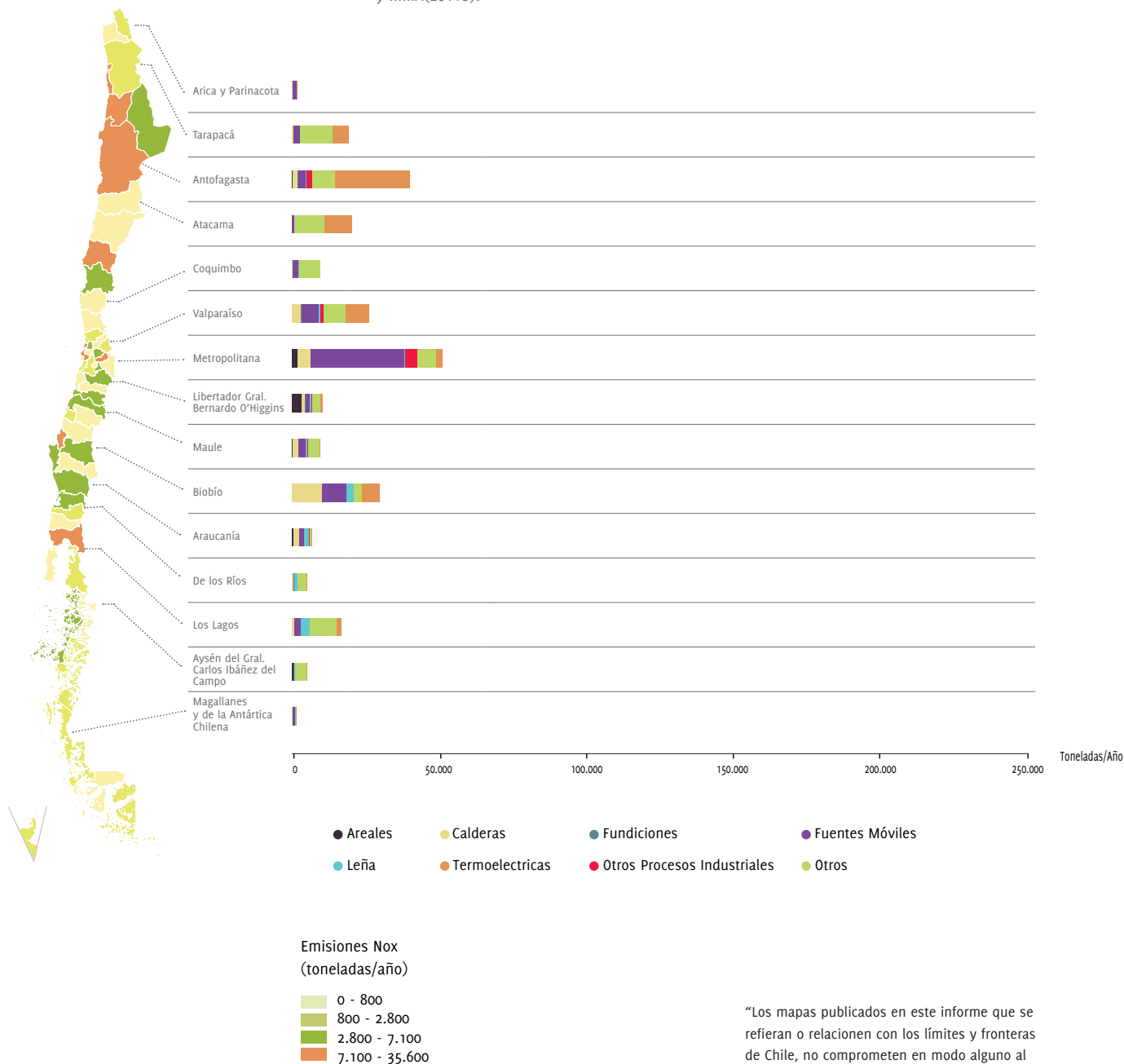


“Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al Artículo 2°, letra g del DFL 83 de 1979, del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum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

fig. 8

Mapa de Emisiones de Nox por provincia
Gráfico de Emisiones de Nox por región y rubro

Fuente: Elaboración propia en base a RETC (2011) y MMA(2011b).

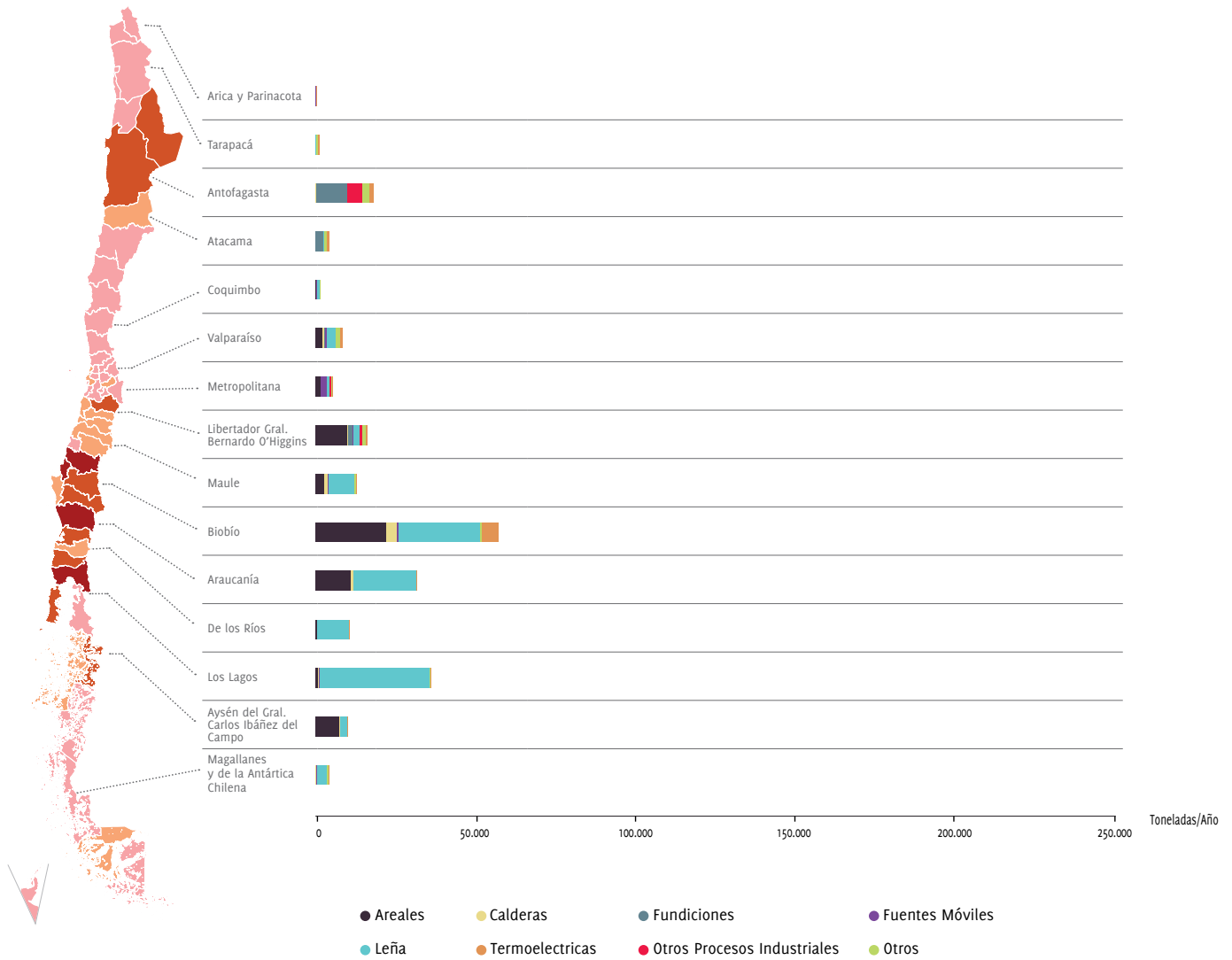
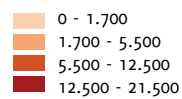


“Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al Artículo 2º, letra g del DFL 83 de 1979, del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum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

fig. 9

Emisiones de MP_{2,5} por región y rubro

Fuente: Elaboración propia en base a RETC (2011) y MMA(2011b).

**Emisiones MP_{2,5}
(toneladas/año)**

“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



de la contaminación atmosférica

4

En Chile, la gestión de la calidad del aire se inició hace cincuenta años, principalmente con medidas de comando y control, como fue la dictación del Decreto 144 del Ministerio de Salud, en 1961. Dicho decreto estableció “normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza”, sin embargo, no estableció límites de concentraciones, dejando esta potestad al Ministerio de Salud. Posteriormente, en 1978, mediante la Resolución 1.215 del Ministerio de Salud, se definieron concentraciones máximas para algunos contaminantes, como dióxido de azufre, monóxido de carbono, ozono troposférico y partículas en suspensión, originándose así la primera norma de calidad del aire en el país.

En este contexto, se evidenció que la Región Metropolitana, lugar de mayor concentración de la población chilena, registraba uno de los mayores problemas de contaminación del aire. Ello motivó que en el año 1990 se creara la Comisión Especial de Descontaminación de la Región Metropolitana (CEDRM), organismo responsable de las primeras medidas de control implementadas en la ciudad de Santiago. **Más tarde, tras la promulgación de la Ley 19.300 sobre Bases del Medio Ambiente, la gestión para enfrentar la contaminación y la calidad del aire se intensifica, estableciéndose para ello distintos instrumentos de gestión, que además de normas de emisión, incluyeron, entre otros, los planes de prevención y descontaminación.**

Como resultado de esta gestión, actualmente el país cuenta con normas de emisión⁶ para fuentes fijas y móviles, detalladas en el Cuadro 5.

Normas de emisión vigentes, según fuentes

⁶] 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”.

FUENTES	ACTIVIDAD	CONTAMINANTES	ALCANCE	DECRETO
Fuentes fijas	Fuentes fijas que emiten arsénico	As	Nacional	DS 165/1999 MINSEGPRES actualizada mediante Decreto 75/2008 MINSEGPRES
	Fabricación de pulpa sulfatada	H ₂ S	Nacional	DS 167/1999 MINSEGPRES
	Incineración y coincineración	MP, SO ₂ , NO _x , COT, CO, metales pesados, HCl, HF, benceno, dioxinas y furanos.	Nacional	DS 45/2007 MINSEGPRES
	Centrales termoeléctricas	MP, SO ₂ , NO _x , Hg	Nacional	DS13/2011MMA
	Sector industrial y comercial	MP, CO, SO ₂ , NO _x	RM	DS 66/2010 MINSEGPRES
	Fuentes estacionarias, puntuales y grupales*	MP	RM	DS 4/1992 MINSAL
Fuentes móviles	Vehículos medianos	CO, HC, HCNM, NO _x , MP	Nacional	DS 54/1994 MTT
	Vehículos pesados	CO, HC, HCNM, NO _x , MP	Nacional	DS 55/1994 MTT
	Motocicletas	CO, HCT, NO _x	Nacional	DS104/2000 MTT
	Buses de locomoción colectiva	CO, HCT, HCNM, CH ₄ , NO _x y MP	RM	DS130/2001 MTT
	Vehículos livianos	HC, HCNM, CO, NO _x , MP	Nacional	DS 211/1991 MTT
	Control de emisiones en plantas de revisión técnica para vehículos livianos y medianos de encendido por chispa	NO, HC Y CO	RM, V, VI, VII y IX	DS149/2006MTT
	Vehículos motorizados y procedimiento para su control	CO, HC	Nacional	DS 4/1994 MTT

RM: Región Metropolitana/ MTT: Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones/MMA: Ministerio de Medio Ambiente/MINSEGPRES: Ministerio Secretaria General de la Presidencia.

*Fuente Estacionaria: es toda fuente diseñada para operar en 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 emisiones 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 emisiones inferior a mil metros cúbicos por hora (1.000 m³/hr) bajo condiciones estándar, medido a plena carga.

Fuente: Elaboración propia.

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 descontaminación⁷, cuya elaboración se inicia una vez que se ha dictado el decreto que declara la zona latente o saturada. Tal como el caso de las normas, los planes de prevención y descontaminación han sido fundamentales para la gestión ambiental del aire en Chile⁸.

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 el Cuadro 6 se muestran los planes vigentes a nivel nacional.

Asimismo, existen algunas localidades que cuentan con la declaración de zona saturada o latente, paso previo a la elaboración de un plan de prevención o descontaminación. El Cuadro 7 muestra las zonas que cuentan con este hito.

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] Las condiciones para la utilización y elaboración de estos instrumentos están establecidas en la Ley 19.300.

Cuadro 6 Planes de prevención y descontaminación vigentes

REGIÓN	LOCALIDAD	MP ₁₀		SO ₂		DECRETO QUE ESTABLECE EL PLAN
		Anual	24 Hrs	Anual	24 Hrs	
Antofagasta	María Elena y Pedro de Valdivia		S			DS 164/1999/MINSEGPRES
	Chuquicamata		L	S	S	DS 206/2001/MINSEGPRES
	Tocopilla	S				DS 70/2010/MINSEGPRES
Atacama	Potrillo		S	S	S	DS 179/1999/MINSEGPRES
	Paipote				S	DS 180/1995/MINSEGPRES
Valparaíso	Puchuncaví (Ventanas)		S	S	S	DS 252/1992/MIN MINERIA
Metropolitana*	Todas las comunas	S	S			DS 66/2009/MINSEGPRES
Libertador General Bernardo O'Higgins	Caletones		S		S	DS 81/1998/MINSEGPRES
Araucanía	Temuco y Padre Las Casas		S			DS 78/2009/MINSEGPRES

(S) Zona saturada

(L) Zona latente

* El DS 131, 1996, MINSEGPRES declaró zona saturada por ozono, material particulado respirable, partículas en suspensión y monóxido de carbono, y zona latente por dióxido de nitrógeno, el área correspondiente a la Región Metropolitana.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 7 Localidades que cuentan con decreto de zona latente o saturada

REGIÓN	LOCALIDAD	MP ₁₀		DECRETO DECLARACIÓN DE ZONA
		Anual	24 Hrs	
Antofagasta	Calama	S		DS 57/2009/MINSEGPRES
	Tocopilla		S	DS 74/2008/MINSEGPRES
Coquimbo	Andacollo	S	S	DS 8/2009/MINSEGPRES
Libertador General Bernardo O'Higgins	Valle Central VI Región	S	S	DS 7/2009/MINSEGPRES
Maule	Talca y Maule	S	S	DS 12/2010/MINSEGPRES
Biobío	Concepción		L	DS 41/2006/MINSEGPRES

(L) Zona latente

(S) Zona saturada

Fuente: Elaboración propia

Caso de Santiago



La Región Metropolitana fue declarada zona saturada por ozono, material particulado respirable, partículas totales en suspensión y monóxido de carbono y zona latente por dióxido de nitrógeno, mediante DS N° 131/1996 del 12 de junio de 1996 del Ministerio Secretaría General

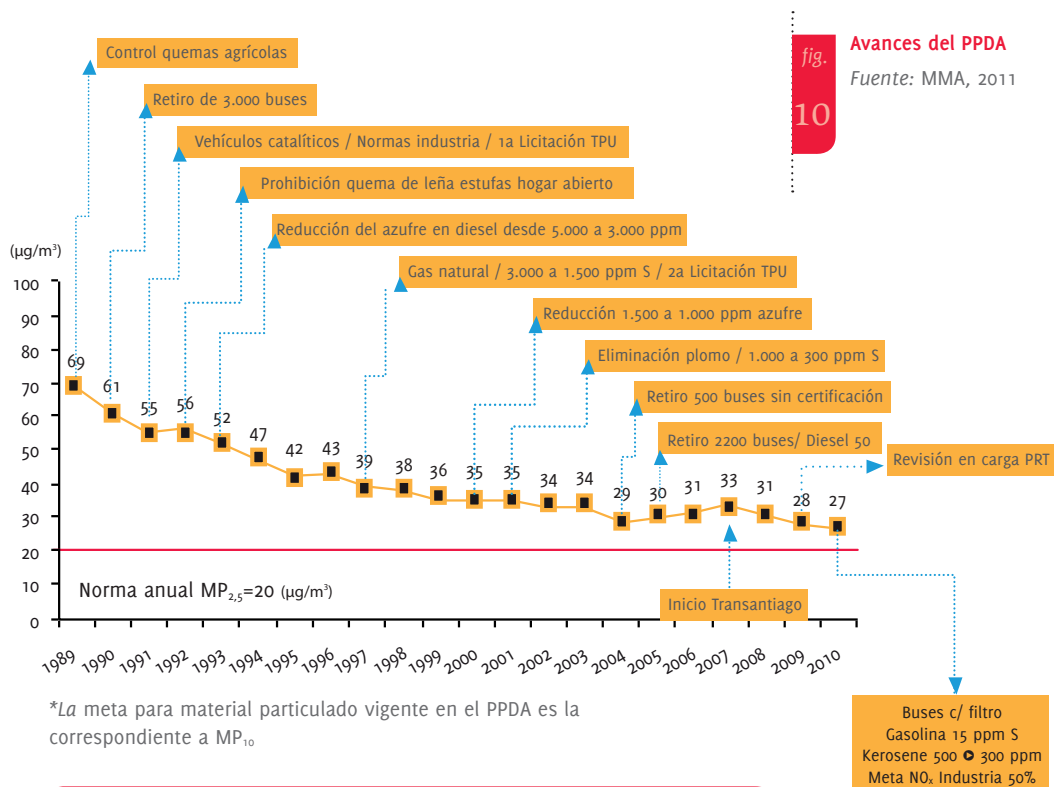
de la Presidencia. El año 1998, mediante el Decreto Supremo DS N° 16/1998, se dicta el primer Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA), instrumento de gestión ambiental cuyo objetivo es lograr el cumplimiento de las normas primarias de calidad del aire y con ello, proteger la salud de los habitantes de la región. Este Plan, que fue actualizado mediante el Decreto Supremo N° 66 de 2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, contiene las metas de calidad del aire y medidas, orientadas al control de las emisiones de las principales fuentes contaminantes identificadas en el área.

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 los altos niveles de estabilidad atmosférica que se observan en el período abril-agosto impiden una adecuada ventilación en la cuenca, favoreciendo la transformación y acumulación de contaminantes.

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 atenuar la intensidad y duración de los episodios críticos en el tiempo.

Es así como en 1997 se registraron 37 días de preemergencias y cuatro días de emergencia ambiental y en 2011 sólo se registraron cuatro preemergencias, las cuales además fueron de una magnitud significativamente menor. Sin embargo, la tasa de disminución anual de las concentraciones de MP_{10} y $MP_{2,5}$, se ha visto mermada con el tiempo y las concentraciones se han estabilizado, sin alcanzarse aún el cumplimiento de las normas de MP_{10} , O_3 y CO .



Sin perjuicio de que la declaración de zona saturada para la Región Metropolitana corresponde a MP_{10} , históricamente las medidas del PPDA han estado enfocadas en reducir $MP_{2,5}$.

Días de alta y baja visibilidad, 🚇 Estación de Metro San Joaquín, 2006



Las medidas consideradas en el PPDA han ayudado a reducir, de manera gradual y sistemática, los altos niveles de contaminación durante la última década



A pesar de los esfuerzos ambientales y de los distintos instrumentos utilizados, el país aún no cumple con los estándares establecidos en las normas de calidad primaria y secundaria vigentes. En este contexto y dada la complejidad del problema, en 2010, el Ministerio del Medio Ambiente inició la elaboración e implementación del Programa Aire Limpio, 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. Este programa está orientado al control del $MP_{2,5}$, así como sus contaminantes precursores, principalmente el SO_2 y NO_x , con el fin de contribuir al cumplimiento de las normas de calidad del país.

El Programa Aire Limpio tiene como objetivo principal mejorar la calidad del aire a nivel nacional, mediante un enfoque preventivo, con énfasis en la protección de la salud de las personas. En este contexto, se priorizó la publicación de la norma de calidad del aire para $MP_{2,5}$, la cual entró en vigencia en enero del año 2012. Esta norma, que constituye un soporte fundamental para llevar adelante una gestión de la calidad del aire más focalizada y eficiente, exige estándares equivalentes a la normativa europea, imponiendo un importante desafío tanto para la Región Metropolitana como para otras ciudades a lo largo del país.

Como estrategia, este programa prioriza acciones para abordar los sectores identificados como los principales responsables de la contaminación como son el sector industrial, transportes y residencial. Asimismo, el programa reconoce que los planes de descontaminación no han sido suficientes para resolver los problemas de calidad del aire en el país, así como también que la carencia de normas de emisión a nivel nacional, tanto para las actividades industriales identificadas como más contaminantes, como para fuentes móviles y calefactores a leña; no ha permitido responder de manera eficiente al aumento de estas fuentes emisoras en otras ciudades, fuera de la Región Metropolitana.

El Programa Aire Limpio también contempla avanzar en el fortalecimiento de las capacidades de monitoreo de calidad del aire a nivel nacional, aumentando la cobertura de medición del $MP_{2,5}$ y también mejorando el acceso público a la información de calidad del aire.

A continuación, se detallan las medidas contempladas para cada uno de los sectores priorizados.

Sector industrial

A lo largo del país se identifican zonas industriales donde se constatan problemas de calidad del aire. Entre las principales actividades económicas se incluye la minería extractiva, fundiciones de cobre, plantas de generación de energía, siderurgia y plantas cementeras. Para lograr una reducción significati-

va de emisiones en plazos razonables, se ha planteado llevar adelante un proceso de elaboración de normas de emisión, de alcance nacional, en aquellos sectores con mayor aporte en emisiones de $MP_{2,5}$ y sus precursores.

De esta forma, se definieron líneas de acción asociadas a regulaciones de comando y control para actividades específicas como centrales termoeléctricas, fundiciones de cobre, así como de procesos industriales y de combustión. En este contexto y como parte de esta priorización, en junio de 2011 se publicó la norma de emisión para termoeléctricas, mientras que la norma de emisión para fundiciones de cobre se encuentra en proceso de elaboración, tal como la correspondiente a los procesos de combustión.

Uno de los temas fundamentales incorporados en las normas de emisión para este tipo de fuentes, corresponde al monitoreo continuo y en línea de sus emisiones, medida que facilitará la fiscalización del cumplimiento de la normativa. Asimismo, para su adecuada implementación, se definirán criterios respecto al tamaño de las fuentes que requieren este tipo de sistemas, así como los protocolos de monitoreo, seguimiento y difusión de la información que permitan asegurar la calidad de la información reportada.

A través de la acción conjunta de normas de emisión, sistemas de monitoreo continuo de emisiones y una mayor fiscalización liderada por la Superintendencia del Medio Ambiente, se espera lograr una reducción de emisiones significativa en estos sectores.

Por su parte, aún sigue pendiente la utilización de instrumentos económicos

Cuadro 8 Acciones según sectores y actividades priorizadas

FUENTES	MEDIDA	PLAZO	CONTAMINANTES	ACTO ADMINISTRATIVO
Centrales termoeléctricas	Norma de emisión en centrales nuevas y existentes	2011	MP, SO_2 , NO_x y Hg	DS 13/2011 Ministerio del Medio Ambiente.
Fundiciones de cobre	Norma de emisión en fundiciones de cobre nuevas y existentes	2012	MP, SO_2 , As y Hg	Resolución exenta N° 300 de marzo de 2011 dio inicio al proceso
Calderas generadoras de vapor y otros procesos de combustión	Norma de emisión para calderas de generación de vapor y otros procesos de combustión	2013	MP, SO_2 , NO_x	Resolución exenta N° 285 de 24 de marzo de 2010 aprueba programa priorizado 2007-2009.
Monitoreo continuo	Termoeléctricas, fundiciones de cobre y procesos de combustión	2013	MP, SO_2 , NO_x , As y Hg	Exigencia incluida en normas de emisión

Fuente: Elaboración propia.

como permisos de emisión transables, para lo cual se requiere la tramitación de un proyecto de ley según lo establece la Ley 19.300. Se estima que un mercado de emisiones con permisos de emisión transables, otorgaría a las fuentes reguladas mayor flexibilidad para cumplir con las normas requeridas, al mismo tiempo, significaría mayores incentivos para encontrar y poner en práctica las medidas que les permitan controlar sus emisiones a mínimo costo (Tietenberg, 1998). Precisamente, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), en el marco de la Evaluación de Desempeño Ambiental realizada a Chile en 2005, recomienda evaluar las posibilidades de introducir instrumentos económicos en el marco normativo nacional, como los sistemas de cargos por emisiones al aire o la creación de mercados de emisiones (OCDE y CEPAL, 2005).

Actualmente, el Ministerio del Medio Ambiente se encuentra recabando antecedentes para evaluar la factibilidad de implementar esta medida en el país.

► Centrales termoeléctricas

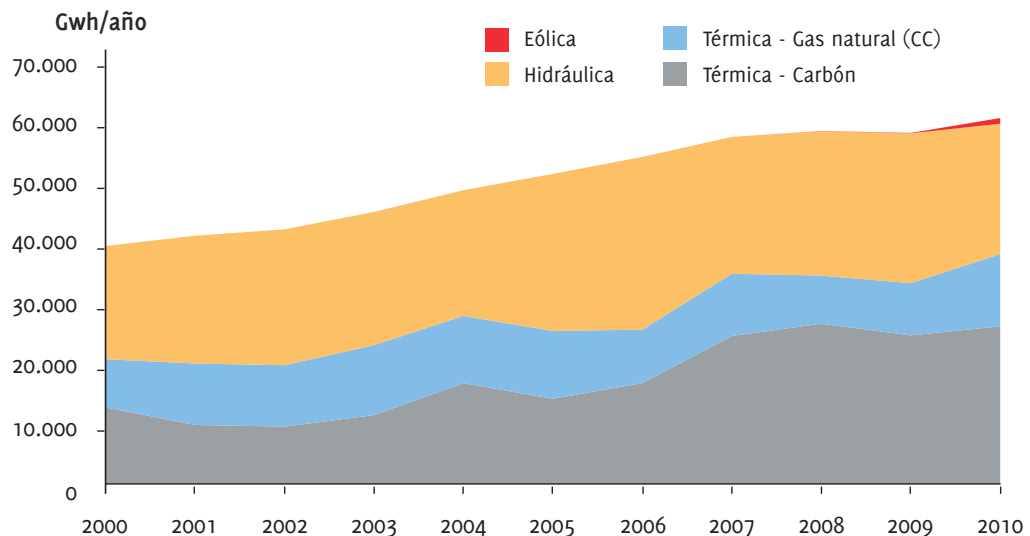
En Chile, el sector termoeléctrico ha dado signos de un crecimiento importante en los últimos 20 años, impulsado básicamente por proyectos sustentados en el uso del carbón, lo que ha significado que este combustible constituya el principal insumo del sector, representando en 2009 cerca del 44% de la generación termoeléctrica total del país.

Los principales contaminantes emitidos en el proceso de combustión de

fig. 11

Generación eléctrica por tecnología (Gwh)

Fuente: (INE 2000-2009) y cifras provisionales para 2010.



termoeléctricas corresponden a material particulado (MP), dióxido de nitrógeno (NO_2), dióxido de azufre (SO_2) y metales pesados como el mercurio (Hg). Las emisiones de estos contaminantes varían dependiendo del combustible utilizado y los equipos de abatimiento que incluya la central. De acuerdo con esto, las emisiones contaminantes por Gwh generado, son bastante menores en centrales de ciclo combinado que utilizan gas natural.

A pesar de que ha aumentado la generación térmica en el tiempo, antes del año 2011 no existían regulaciones específicas para este sector, salvo el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y planes de descontaminación locales. De esta forma, no se pueden apreciar reducciones importantes en las emisiones de centrales termoeléctricas, con excepción del SO_2 , cuya disminución ha sido consecuencia de las mayores exigencias de abatimiento en nuevas centrales establecidas en las resoluciones de calificación ambiental del SEIA (Figura 12).

En este contexto, se elaboró la norma de emisión para centrales termoeléctricas

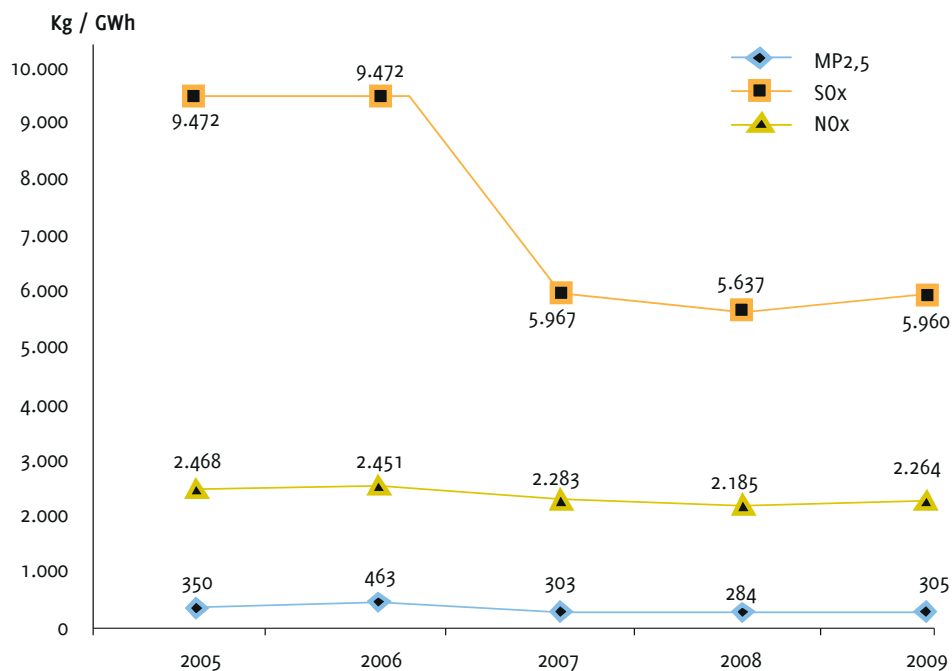


fig. 12

Emisiones centrales termoeléctricas por unidad de energía generada en el tiempo - SIC y SING

Fuente: Elaboración propia en base a MMA (2011c) e INE (2005-2009).

tricas, publicada en junio del 2011, mediante la cual se busca controlar las emisiones al aire de material particulado (MP), óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO_2) y mercurio (Hg).

La norma establece límites diferenciados, por lo que las fuentes emisoras existentes deben cumplir los valores de emisión de MP permitidos en un plazo de 2,5 años, es decir, a diciembre de 2013. El resto de los parámetros se deberán ejecutar en máximo cuatro años (junio de 2015) en aquellas zonas declaradas como latentes o saturadas por MP, SO_2 o NO_x ; mientras que se otorgará un intervalo de 5 años y seis meses (diciembre de 2016) para que se apliquen en el resto del país. Entanto, las fuentes emisoras nuevas deben acatar las exigencias de la norma a partir de la entrada en vigencia de ésta, es decir, desde el 23 de junio de 2011.

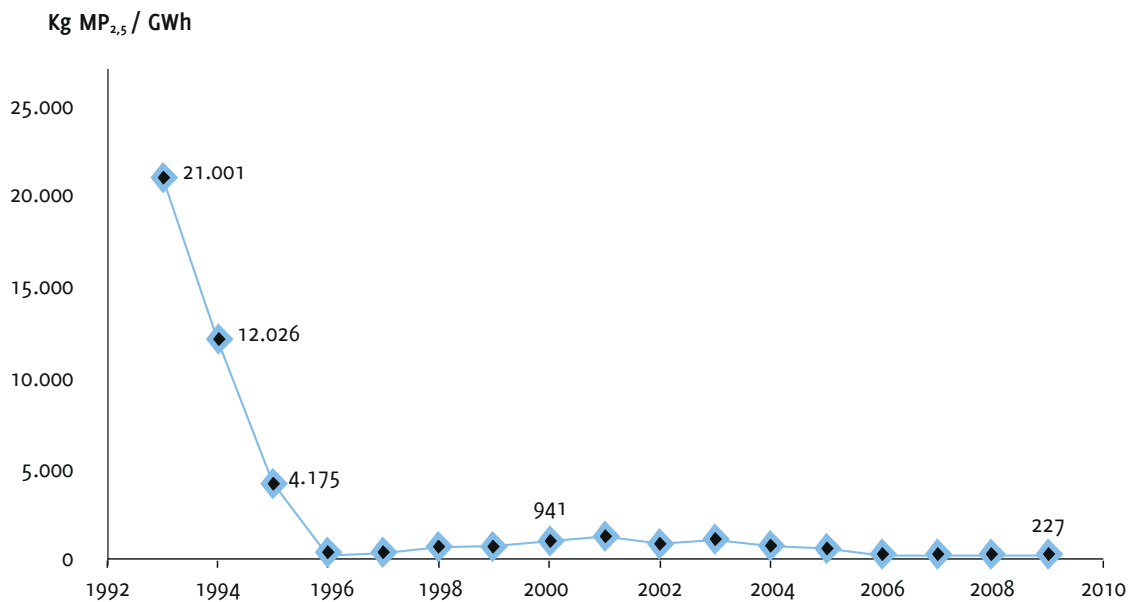
Por otra parte, los planes de descontaminación, como el implementado en el complejo de generación térmica Las Ventanas, también muestran importantes beneficios, tal como se puede apreciar en la Figura 13.

► Fundiciones de cobre

fig. 13

Emisiones centrales termoeléctricas por unidad de energía generada en el tiempo - Ventanas

Fuente: SAG y MINSAL (2010).



Chile es reconocido mundialmente como un país de gran riqueza minera, siendo el mayor productor de cobre en el mundo. A nivel nacional, esta actividad tiene un gran impacto en el crecimiento económico. Así, en 2010, las exportaciones de este metal representaron 6,4% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional (Banco Central, 2011). No obstante los importantes beneficios que esta actividad genera para el país, también produce externalidades ambientales considerables, especialmente porque durante mucho tiempo no existió una adecuada verificación de su impacto.

Una de las etapas con mayor impacto ambiental corresponde a la fundición de cobre. Este proceso se realiza en hornos a altas temperaturas, separando así el cobre de los otros minerales. Los principales contaminantes liberados en este proceso corresponden a $MP_{2,5}$, SO_x , NO_x y arsénico (As).

En este contexto, a partir de los años noventa, se establecieron planes de descontaminación en torno a las fundiciones, para reducir sus emisiones de MP , As y SO_x . Los registros obtenidos en aquella época permiten constatar la mejora en la calidad ambiental obtenida desde la implementación de estas medidas.

Asimismo, tal como se aprecia en la Figura 14, la producción de ácido sulfúrico nacional se ha incrementado exponencialmente, como consecuencia directa de los procesos asociados a la reducción de contaminantes. El ácido sulfúrico puede reutilizarse en el proceso de lixiviación del cobre y en otras actividades productivas, adquiriendo así un valor de mercado. Esto demuestra que es posible, mediante el adecuado uso de la tecnología, desacoplar el crecimiento de la minería de efectos adversos desde el punto de vista ambiental.

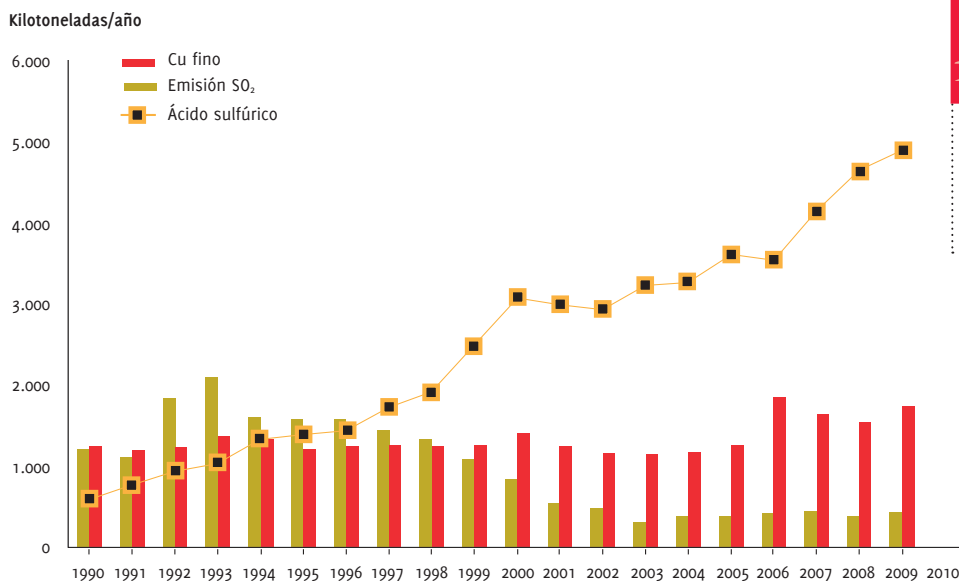


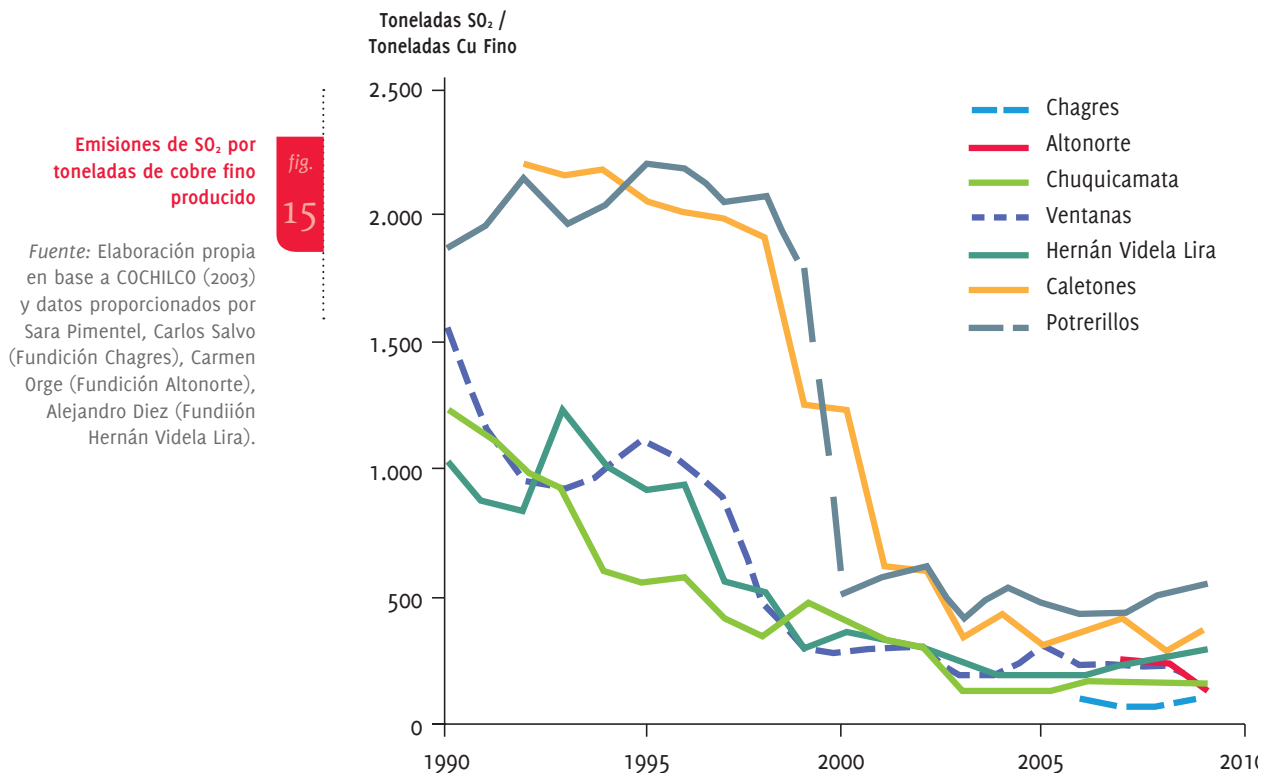
fig. 14 Disminución de emisiones de SO_2 , en relación a la producción de cobre fino.

Fuente: Elaboración propia en base a COCHILCO (2003) y datos proporcionados por Sara Pimentel, Carlos Salvo (Fundación Chagres), Carmen Orge (Fundación Altonorte), Alejandro Diez (Fundación Hernán Videla Lira).

La fundición de cobre en Chile se encuentra compartida entre dos empresas privadas y cinco que corresponden a empresas del Estado (CODELCO), con un total de siete fundiciones. A pesar de que todas las compañías han hecho considerables esfuerzos por incrementar su eficiencia ambiental, la fundición privada Chagres destaca positivamente por su desempeño, tal como se puede observar en la Figura 15.

Pese a los avances, esta actividad sigue siendo un emisor relevante a nivel nacional, por lo que el Ministerio del Medio Ambiente trabaja actualmente en la elaboración de un anteproyecto de norma de emisión para fundiciones de cobre, la cual se espera publicar el año 2012.

Otra medida en curso corresponde al programa voluntario Acuerdo de Producción Limpia: Zona Industrial Puchuncaví – Quintero, Región de Valparaíso, firmado el 1 de diciembre de 2011, mediante el cual 10 empresas de distintos sectores productivos, incluida la fundición de Ventanas, buscan “incorporar medidas y tecnologías de producción limpia, para reducir la contaminación y aumentar la eficiencia productiva” (APL, 2011). Este acuerdo establece 80 metas, las cuales implican una inversión de USD \$100 millones y cuyo cumplimiento tiene un plazo máximo de 24 meses.

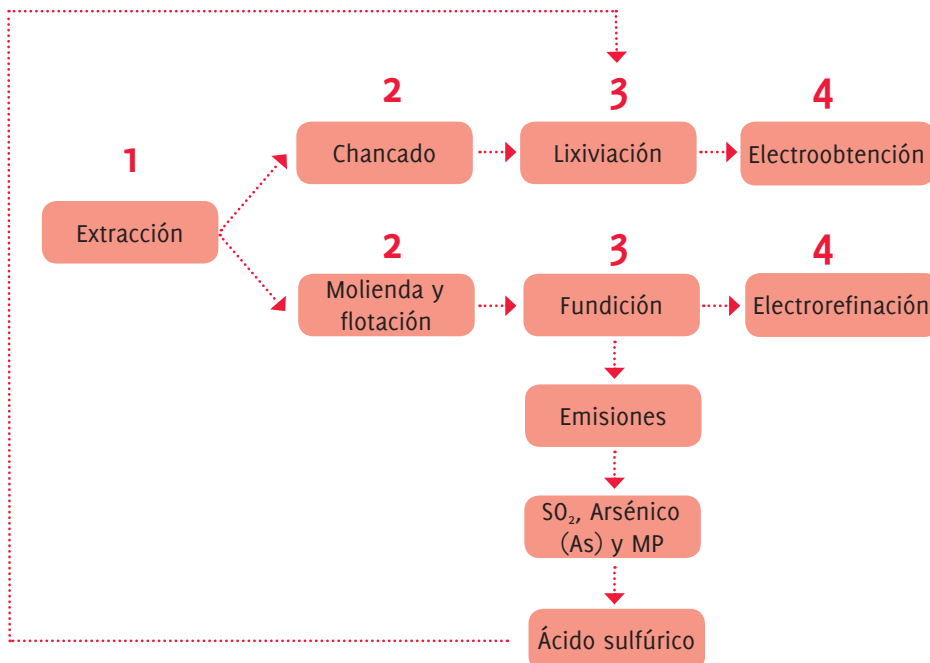


Fundición y lixiviación del cobre

Dos de los principales procesos asociados a la explotación del cobre son la fundición y la lixiviación, ambos tienen como objetivo purificar el concentrado de cobre. La fundición permite separar el cobre de otros minerales, en tanto, la lixiviación permite remover el cobre de los minerales que lo contienen.



El proceso de fundición genera emisiones de dióxido de azufre (SO_2), arsénico (As) y material particulado (MP). Los gases (monóxidos y dióxidos) generados en dicho proceso son utilizados para producir ácido sulfúrico (H_2SO_4), el cual tiene un valor de mercado en la minería para el proceso de lixiviación, mediante el cual se obtienen cátodos SxEw. De acuerdo con la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), Chile es el líder mundial en la producción de cátodos SxEw, con una participación del 69,1% en este segmento en 2009, un 10% mayor que la registrada el año 2000. Los países que le siguen son EE.UU. y Perú con el 15,7% y el 5,3%, respectivamente.



► Calderas generadoras de vapor y otros procesos de combustión

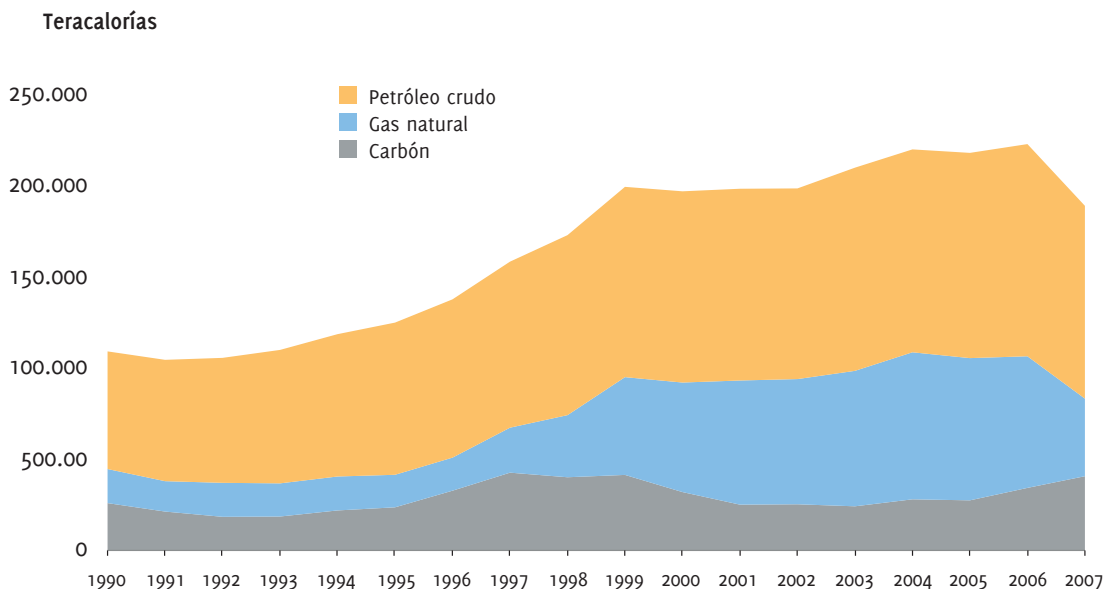
Los procesos de combustión están presentes en diversos rubros, con características muy distintas, tanto respecto a su potencia, como a la tecnología de combustión. En el caso de la actividad industrial, el consumo de combustible ha crecido 63% desde el año 1990.

Los principales contaminantes emitidos en el proceso de combustión corresponden a: material particulado (MP), dióxido de nitrógeno (NO_2) y dióxido de azufre (SO_2). A pesar de estar disponibles estas medidas de control de emisiones primarias y secundarias, las características antes enunciadas complejizan el diseño de instrumentos regulatorios que permitan alcanzar reducciones efectivas y eficientes. Pese a ello, la norma de emisión para calderas generadoras de vapor forma parte del programa estratégico de normas 2007- 2009, por lo que constituye un ámbito relevante para la gestión en materia de calidad del aire.

fig. 16

Aumento de consumo de combustible en el tiempo para procesos industriales

Fuente: CNE (1991 -2008)



Sector transporte

Las fuentes móviles generan emisiones de contaminantes atmosféricos, que impactan en forma directa a los habitantes de los centros urbanos de mayor densidad, localizados en la zona centro-sur de nuestro país. En un escenario de desarrollo económico, este sector posee un amplio margen de crecimiento, tal como se observó en el año 2010, periodo en que la venta de vehículos nuevos alcanzó un récord histórico de más de 300 mil unidades.

El potencial de crecimiento de este sector también se relaciona con la actual tasa de motorización en Chile, de 0,16 vehículos por habitantes, la cual puede considerarse baja en comparación con otros países de similar nivel de desarrollo, pero que, sin embargo, determina un parque vehicular que supera los 2,5 millones de unidades. Si Chile alcanzara, por ejemplo, una tasa de motorización similar a países como Portugal (0,5 vehículos por habitantes), el tamaño del parque podría llegar hasta 8 millones de vehículos. Asimismo, un factor relevante en el aumento de emisiones del parque vehicular corresponde al deterioro de sus sistemas de control de emisiones, como el convertidor catalítico y a la inadecuada mantención de los vehículos.



9] En la normativa vigente coexisten estándares de ingreso, según la normativa Europea y la impulsada por la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (EPA).

El aumento del parque ha incrementado las emisiones de NO_x , precursor de $\text{MP}_{2.5}$. Asu vez, el deterioro de los sistemas de control de emisiones, como el convertidor catalítico, también ha contribuido al aumento de las emisiones.

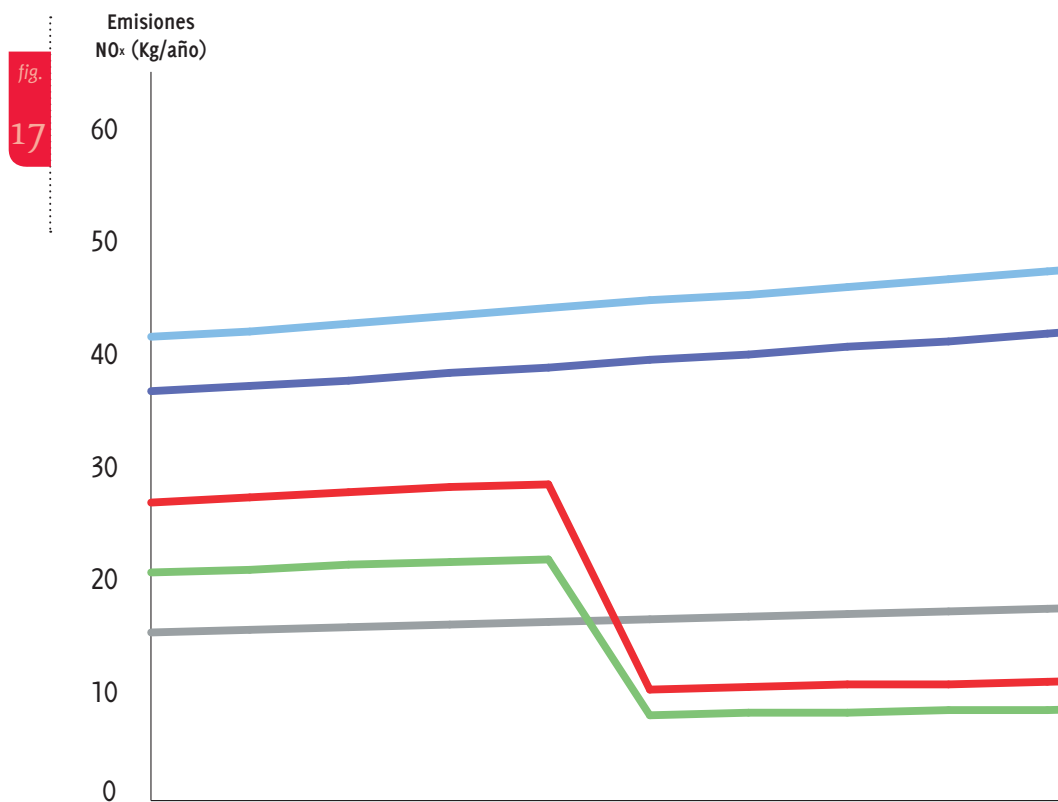
En materia de transporte, Chile requiere una estrategia para que el desarrollo del mercado automotriz no se traduzca en una mayor contaminación. Las normas de emisión para vehículos⁹, principalmente en el marco del Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana, han permitido reducir las emisiones unitarias del parque de automóviles en el tiempo.

Sin embargo, dado el incremento proyectado del parque vehicular, se requieren estándares aún más estrictos que permitan desacoplar el aumento de emisiones del sector.

Para abordar el complejo problema del transporte y poder disminuir las emisiones contaminantes de este sector, se han definido una serie de acciones, basadas en las distintas herramientas de gestión antes señaladas.

Emisiones vehiculares según año de fabricación

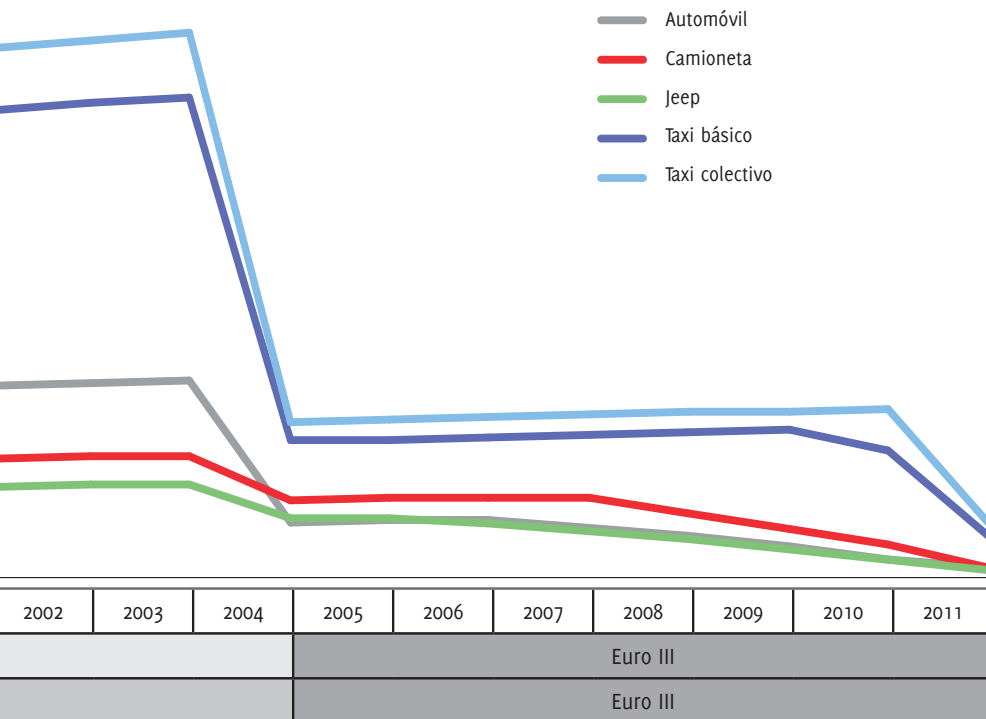
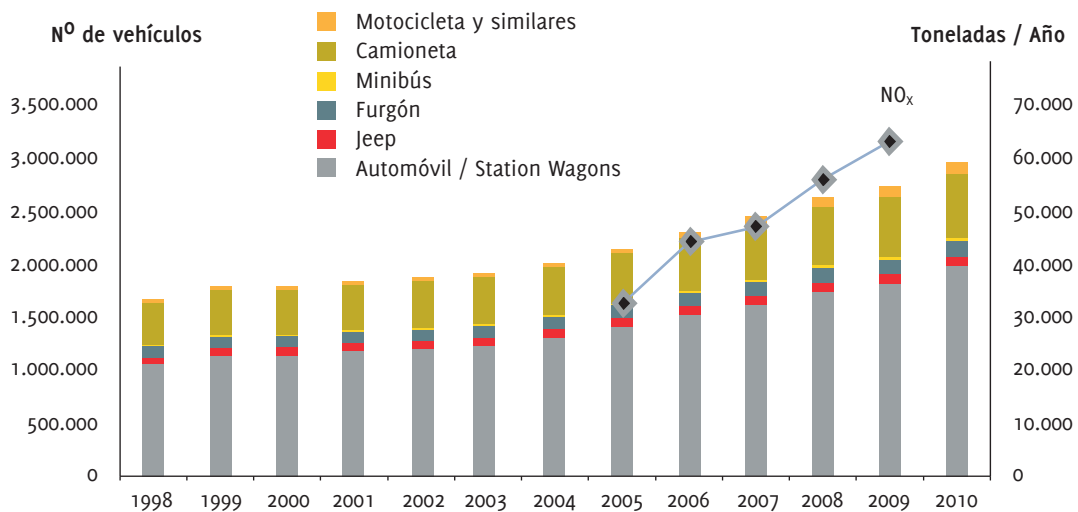
Fuente: MMA, 2011a.



Tipo/Año	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	
Pasajero	Euro I									
Comercial	Euro I					Euro II				

fig. 18 Aumento del parque vehicular y emisiones del sector transporte

Fuente: INE (2010) y MMA (2011c).



2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
			Euro III						
			Euro III						

Cuadro 9 Medidas para reducir emisiones del sector transporte

INSTRUMENTOS	SEGMENTO	MEDIDA	PLAZO	DECRETO
Comando y control	Motocicletas	Normas de entrada más exigentes.	2013	DS 104/2000 MTT (en revisión)
	Vehículos livianos y medianos	Normas de entrada más exigentes.	2013	DS 54/1994 MTT y DS 211/1991 MTT (ambos en revisión)
		Adecuación normativas a las nuevas tecnologías de baja y cero emisión. Vehículos podrán ser homologados bajo normas más exigentes en forma voluntaria.	2013	DS 54/1994 MTT y DS 211/1991 MTT (ambos en revisión)
		Aumentar las exigencias en Plantas de Revisión Técnica para identificar de mejor forma convertidores catalíticos en mal estado (Región Metropolitana - Valparaíso, L. Bernardo O'Higgins y Biobío).	2012-2014	DS 149/2006 MTT (en revisión)
	Buses	Normas de entrada más exigentes.	2012	DS 130/2001 MTT
		Criterios para renovación del parque vehicular (nacional).	2013	
	Camiones	Normas de entrada más exigentes (nacional).	2012	DS 55/1994 MTT (en revisión)

Continúa en página siguiente

INSTRUMENTOS	SEGMENTO	MEDIDA	PLAZO	DECRETO
		Zona de baja emisión para camiones en las región Metropolitana (2012).	2014	DS 18/ 2001 MTT
	Mejoramiento del combustible	Contenidos de azufre en diesel y gasolina de 15 ppm (2013).	2012	DS 319/2005 MINECON, modificado por Decreto 323/2010 MINECON
Instrumentos económicos	Vehículos livianos y medianos	Incentivos y desincentivos económicos para vehículos de baja y cero emisión.	2013	Recopilación de Antecedentes
		Eliminación de barreras de entrada para tecnologías de baja y cero emisión (e.g. infraestructura de carga vehículos eléctricos) para el desarrollo de la movilidad baja y cero emisiones.	2012-2014	-
Información al consumidor	Vehículos livianos y medianos	Diseño e implementación de un sistema de etiquetado para vehículos nuevos que considere: eficiencia, emisiones de contaminantes locales y CO ₂ (trabajo conjunto de los ministerios de Energía, Medio Ambiente y Transporte).	2012	D 61/ 2012 Ministerio de Energía y Resolución Exenta 77/2012 Ministerio de Energía

Sector residencial

En Chile, la leña representaba el 20% del total del consumo de energía primaria en el año 2009, ocupando el segundo lugar después del petróleo crudo (CNE, 2008). Asimismo, es el principal combustible utilizado en los hogares del país, con un 58% del gasto energético del sector residencial (CNE, 2008). Pese a la importancia de la leña en la matriz energética nacional, este combustible y otros derivados de la madera, no son considerados como tales por la legislación chilena.

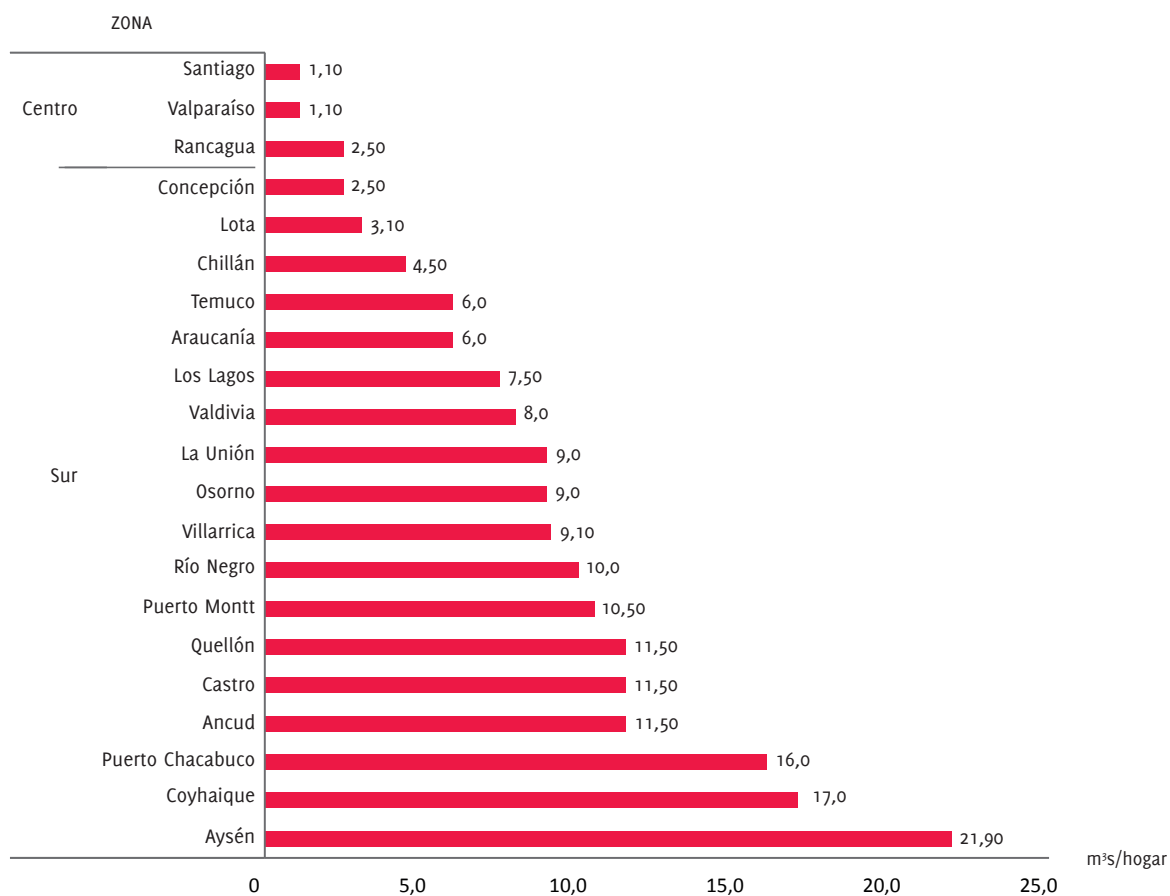


fig. 19

Distribución del consumo de leña en el país

Fuente: CNE (2006).

El uso de leña por hogar es mayor a medida que se avanza en latitud, debido a que las temperaturas promedio diarias disminuyen y las horas de frío aumentan, por lo tanto se incrementan las horas de funcionamiento de los calefactores. Por ejemplo, en Coyhaique el consumo anual de leña por hogar es 22 veces al de un hogar en Santiago.

La combustión a leña y derivados de la madera representa actualmente una de las principales fuentes de contaminación atmosférica en todas las ciudades del centro-sur del país (Rancagua, Talca, Curicó, Linares, Chillán, Los Ángeles, Concepción, Temuco, Osorno, Valdivia, Coyhaique, entre otras). El panorama es más desfavorable aún si se considera que la mayor parte de las partículas provenientes de la combustión de biomasa corresponden a una fracción inferior a 2,5 micrómetros (MP_{2,5}) (CONAMA, 2002).

La mala calidad del combustible, debido al alto contenido de humedad de la leña, representa el mayor aporte a las emisiones de MP de este sector, seguido por la baja eficiencia de los calefactores existentes, asociado también a su mala operación (MMA 2011b). El uso de cocinas a leña también representa una importante fuente de emisiones contaminantes.

La preferencia de leña, como combustible para calefacción, se explica en gran medida por su bajo precio con respecto a otros sustitutos. Por otra parte, la comercialización informal de leña hace aún más barato su precio de venta. Se estima que la evasión tributaria en este mercado alcanzaría los 15 millones de dólares anuales.

Cuadro 10 Costo de calefacción por combustible

FUENTE DE ENERGÍA	PETRÓLEO	GAS LICUADO	ELECTRICIDAD	LEÑA
Unidad	(litro)	(kilogramo)	(kw-hr)	(m ³ s/hogar)
Poder calórico superior (kcal/unidad)	9.156	12.100	860	1.641.920
Rendimiento de transformación (%)	90	92	100	65
Costo unidad (\$)	623	956	106	24.000
Poder cal. aprovechable (kcal/unidad)	8.240	11.132	860	1.067.248
Unidades por giga caloría neta	121	90	1.163	0.9
Costo por giga caloría neta (\$)	75.603	85.839	123.256	22.488
Costo en relación a la leña	3,4	3,8	5,5	1,0

Fuente: Kausel y Vergara, 2003, CCTP.

Como se ha visto, el consumo de leña es la principal causa de la contami-

nación en las ciudades del sur de Chile. Las condiciones climáticas, culturales y socioeconómicas, asociadas a este consumo, complejizan la solución de este problema. En este contexto, se ha seleccionado un conjunto de medidas para reducir el impacto negativo sobre la salud de la población, que contemplan los siguientes ámbitos de acción:

- ▶ Calefactores menos contaminantes y más eficientes
- ▶ Disponibilidad de leña seca
- ▶ Viviendas con menor demanda de energía
- ▶ Sistemas alternativos de calefacción modernos (calefacción distrital)
- ▶ Sensibilización y educación de la comunidad

Cabe destacar que, además del impacto en la calidad del aire, **existen otros co-beneficios al implementar estas medidas, tales como la protección del bosque nativo, debido a la reducción de la demanda por leña; la potencial disminución del número de incendios provocados por calefactores en mal estado; el aumento de la recaudación tributaria, producto de la formalización de este mercado; viviendas de mejor calidad, ahorro en el consumo de combustibles y mejores trabajos, asociados a toda la cadena de producción y comercialización de combustibles de biomasa.**

Asimismo, se está trabajando en la promoción de nuevas tecnologías y sistemas de calefacción, entregando apoyo a las PYMES, tanto para innovación tecnológica como para desarrollo de nuevos productos. En este contexto, el Ministerio del Medio Ambiente, conjuntamente con el Ministerio de Energía, está llevando adelante una línea de investigación para el diseño y propuestas de medidas de mediano y largo plazo, orientadas a la introducción de sistemas térmicos eléctricos eficientes y amigables con el medio ambiente, cuyo objetivo es reducir la emisión de contaminantes locales y globales. Los principales productos esperados son: análisis de las tecnologías de calefacción distrital y propuesta para un proyecto piloto.

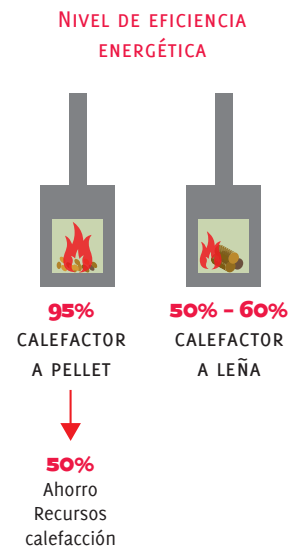
Medidas para reducir emisiones por uso de leña



Recambio de calefactores 2011



Centro de acopio



Respecto a las cocinas a leña, de acuerdo con los datos obtenidos en los censos de 1992 y de 2002, el número de cocinas y sus horas de uso estaría disminuyendo progresivamente¹⁰, constatándose que los hogares que utilizan este artefacto pasaron de 19% a 13%, en este periodo. Pese a ello, se trata de un problema que aún no ha sido abordado debido a la inexistencia de alternativas costo-efectivas. Si bien la norma de emisión para artefactos de uso residencial permitirá medir sus emisiones, éstas no deben cumplir con límites definidos.

^{10]} Esta reducción se explica por la preferencia en el uso de gas para cocinar y por el tamaño de las nuevas viviendas en zonas urbanas, donde principalmente para estratos socioeconómicos bajo y medio, se imposibilitaría la instalación y uso de la cocina a leña.

Calefactores a pellets

Un calefactor a pellets resuelve en forma simultánea tecnología, mala operación y calidad del combustible. Alcanza una eficiencia del 95% en la quema del combustible contra 50-60% de los calefactores a leña tradicionales en uso.

Un calefactor a pellets emite menos del 10% de lo que emite un calefactor a leña tradicional, dependiendo de las condiciones de operación.

Este tipo de equipos en viviendas, con una aislación adecuada, podría generar ahorro de recursos en calefacción de hasta un 30%. Desde este punto de vista, un recambio de calefactores a leña por a pellets podría ser ambiental y socialmente muy costo-eficiente.



INSTRUMENTOS	ÁMBITOS	ACCIONES	PLAZOS	DECRETO/NORMA
Comando y control	Calefactores	Norma de emisión para artefactos de uso residencial que combustionen leña u otros combustibles de biomasa	2012	DS 39/2011, del Ministerio del Medio Ambiente.
	Leña	Normas técnicas de calidad de leña y derivados de madera.	Vigentes	NCH 2907-2005 NCH 3246-2011
		Fiscalización de la calidad de la leña, mediante ordenanzas municipales	2012-2014	-
	Vivienda	Reglamentación sobre aislamiento térmica	2007	Decreto 192/2006 que modifica Decreto 47/1992, Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.
Instrumentos económicos	Calefactores	Programa de recambio de calefactores	<p>2010: Recambio de 1.000 calefactores en Concepción Metropolitana</p> <p>2011: Programa piloto en Temuco y Padre las Casas (519) y en Coyhaique (300).</p> <p>2012: se espera recambiar 1.700 calefactores en Coyhaique, 3.000 en Temuco; y 500 en Osorno, Chillán y Valdivia. Se espera implementar un programa piloto de recambio de calefactores a pellets en conjunto con el Centro de Energía Renovables.</p>	-
	Leña	Fomento a PYMES para creación centros de acopio y secado de leña, (mediante concurso SERCOTEC)	<p>2011: 186 MM\$ en Maule, Araucanía, Biobío, Los Lagos, Aysén, para subsidios de 2 a 16 MM\$ cada uno.</p> <p>2012: Se dispone de un total de 140 MM\$.</p>	-

Continúa en página siguiente

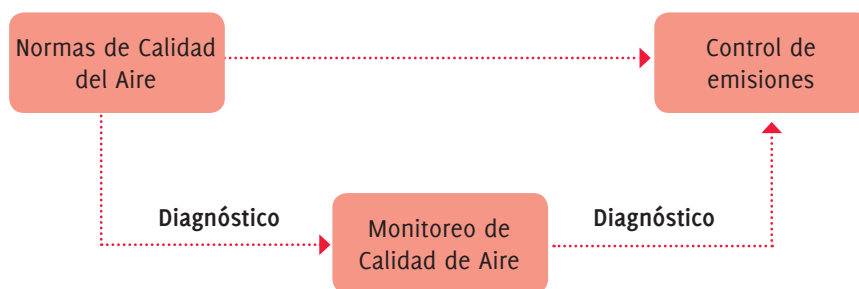
INSTRUMENTOS	ÁMBITOS	ACCIONES	PLAZOS	DECRETO/NORMA
Instrumentos económicos	Vivienda	Subsidios para mejoramiento térmico de las viviendas, Programa de Protección al Patrimonio Familiar. Permite reacondicionar térmicamente viviendas sociales o cuya tasación no supere las 650 UF, pertenecientes a familias que cuentan con máximo 13.484 puntos en su Ficha de Protección Social	2007	DS 255/2006 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo
	Calefactores	Etiquetado de eficiencia y emisiones en calefactores	2013 (por exigencia de norma de emisión)	DS 39/2011, del Ministerio del Medio Ambiente.
	Leña	Sistema voluntario de certificación de leña	2009 (iniciativa del sector privado)	–
	Educación y sensibilización a la población	Líneas del Fondo de Protección Ambiental para educación sobre problemas de contaminación por quema de leña.	2013	–
		Campaña de capacitación respecto al uso de calefactores, consumo de leña seca y aislación.	2011-2014	–
Acuerdos voluntarios	Leña	Acuerdo de Producción Limpia entre comerciantes de leña de los principales centros de consumo del sur de Chile.	2010	–

Monitoreo de calidad del aire

El Programa de Aire Limpio también contempla la necesidad de implementar una mayor cobertura de monitoreo de $MP_{2,5}$ a nivel nacional, en concordancia con la entrada en vigencia de la norma de calidad primaria para este contaminante (2012).

Como se indica en el diagrama siguiente, las normas de calidad permiten fundamentar las políticas de control de emisiones. Sin embargo, tanto para la evaluación de tipo diagnóstico orientada a verificar los niveles de calidad del aire en relación con los estándares, como para el seguimiento de los impactos de las medidas de control sobre la calidad del aire, se requiere contar con sistemas de monitoreo de la calidad del aire.

Actualmente, Chile cuenta con tres redes públicas de monitoreo de la ca-



lidad del aire: la red MACAM de la Región Metropolitana con 11 estaciones automáticas, la red SIVICA orientada al monitoreo en 15 ciudades a lo largo de nuestro país y la red de monitoreo del Gran Concepción, que cuenta con ocho estaciones. Estas redes se concentran principalmente en la medición de MP_{10} .

A partir de 2012, la operación de las estaciones de monitoreo está a cargo del Ministerio del Medio Ambiente. Dada la relevancia del tema, se ha definido mejorar y aumentar la cantidad de equipos de monitoreo de calidad del aire, principalmente para $MP_{2,5}$ en ciudades de más de 100 mil habitantes con el fin de fortalecer este sistema, de acuerdo a las necesidades del país. Al mismo tiempo, uno de los objetivos prioritarios de este trabajo es permitir el acceso público en línea de la información registrada.

Junto con la medición del material particulado fino, se requiere avanzar en la caracterización de sus componentes. Los principales constituyentes del $MP_{2,5}$ son carbono orgánico, carbono elemental, sulfatos, nitratos, amonios, cloruro de sodio o sal, materiales de origen geológico en forma de polvo superficial,

metales y otros elementos traza. A través de la caracterización de sus componentes es posible identificar las fuentes emisoras responsables de su formación con mayor precisión¹¹, lo que permite determinar las medidas de control más adecuadas a incorporar en los planes de descontaminación atmosféricos. La Figura 25 muestra los resultados de campañas de medición realizadas con un monitor ACSM (Aerosol Chemical Speciation Monitor), instalado en la estación USACH, que permite caracterizar en forma continua los componentes que forman el $MP_{2,5}$.

Esta estación tuvo un costo aproximado de cien mil dólares, financiado mediante un proyecto colaborativo entre la Universidad de Santiago de Chile, el Ministerio del Medio Ambiente, el Instituto Meteorológico Finlandés y el Centro Premio Nobel Mario Molina.

^{11]} Por ejemplo, el carbono orgánico y elemental es asociable a procesos de combustión, en tanto que sulfatos y nitratos se vinculan directamente a la conversión de emisiones de SO_x y NO_x en material particulado secundario. A su vez, compuestos, como el cloruro de sodio, están presentes en el material particulado, principalmente, de localidades cercanas al mar y tiene origen natural.

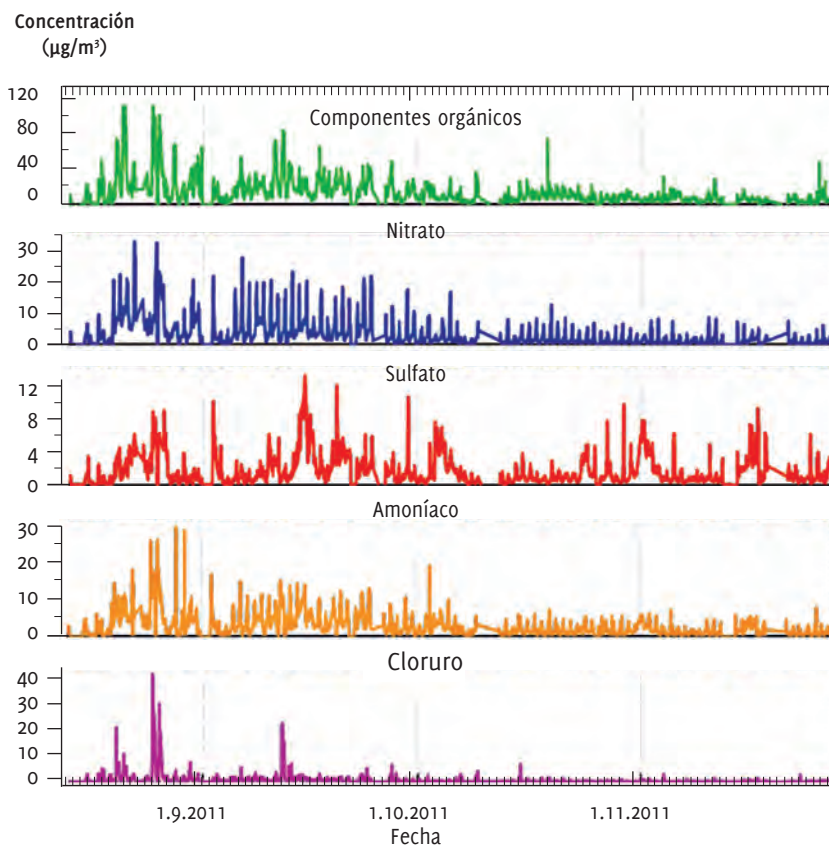


fig.
20

Mediciones
realizadas con un
monitor ACSM

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACUERDO DE PRODUCCIÓN LIMPIA (APL)**, 2011. Zona Industrial Puchuncaví-Quintero. Valparaíso.
- BANCO CENTRAL DE CHILE**, 2011. *Cuentas Nacionales 2003-2010*. Santiago de Chile: Banco Central de Chile.
- CHILE AMBIENTE CORPORACIÓN**, 2009. Informe final análisis del potencial estratégico de la leña en la matriz energética chilena”. Santiago: Comisión Nacional de Energía.
- 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 CHILENA DEL COBRE (COCHILCO)**, 2003. *Mercado del cobre y desarrollo sustentable en la minería, Capítulo 2: Análisis de inversiones y costos ambientales*. Santiago: Cochilco.
- COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA)**, 2002. *Priorización de medidas de reducción de emisiones por uso residencial de leña para la gestión de la calidad del aire en Temuco y Padre Las Casas*”. SANTIAGO: Universidad de Concepción.
- 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 PM_{2,5} (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 MP_{2,5} con la norma de calidad primaria de MP₁₀*. Preparado por Luis Cifuentes. Santiago: Conama.
- COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA (CNE)**, 1991-2008. *Balance Nacional de Energía (informes anuales)*. Disponible en: www.cne.cl, accesado en noviembre de 2011.
- COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA (CNE)**, 2006. Informe final *Diagnóstico del mercado de la leña en Chile*. Santiago. CNE.
- COMISIÓN NACIONAL DE SEGURIDAD DE TRÁNSITO (CONASET)**, 2010.

- Evolución de siniestros de tránsito 1972-2010*. Disponible en: http://www.conaset.cl/conaset_web/contenido.php?id=73, accesado en diciembre de 2011.
- DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE (DICTUC)**, 2011a. *Valores recomendados a utilizar en la realización de un AGIES que incorpore un análisis costo beneficio - salud*. Santiago: Ministerio del Medio Ambiente.
- DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE (DICTUC)**, 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*. Santiago: Ministerio del Medio Ambiente.
- DIRECCIÓN METEOROLOGÍA DE CHILE**, 2010. Disponible en: http://www.meteochile.cl/nino_nina/nino_nina_descripcion_nino.html
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA)**, 2009. *Integrated science assessment for particulate matter: Final report*. Research Triangle Park, NC, US Government.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE)**, 2001-2010. *Anuario, Parque de vehículos en circulación*. Santiago: INE.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE)**, 1999 al 2009. *Informes anuales de generación eléctrica y cifras provisionales para el 2010*. Disponible en www.ine.cl, accesado en noviembre de 2011
- JORQUERA, H.**, 2007. *Apuntes de contaminación atmosférica*. Santiago: UC.
- KAUSEL Y VERGARA**, 2003. El uso de la leña como combustible en la IX Región: aspectos económicos. Capítulo 2. En: BURSHEL, 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., CERECEDA-BALIC, F. y OYOLA, P.** 2001. Source apportionment of PM₁₀ and PM_{2,5} in five Chilean cities using factor analysis. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 51: 451-464.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA)**, 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 NO_x en vehículos en uso, de encendido por chispa (AGIES)*. Santiago: MMA.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA)**, 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. Santiago: MMA.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2011c. Base de datos del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC). Disponible en <http://www.retc.cl>

ORGANIZACIÓN DE COOPERACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICO Y COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (OCDE Y CEPAL), 2005. *Evaluación sobre el Desempeño Ambiental.* Santiago: OCDE.

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.

SERVICIO AGRÍCOLA GANADERO Y MINISTERIO DE SALUD (SAG Y MIN-SAL), 2010. *Evaluación de cumplimiento de Plan de Descontaminación Complejo Industrial Ventanas.* Santiago.

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., 1998. Disclosure strategies for pollution control. *Environmental and Resource Economics*, 11, 587-602.

Anexos

Cuadro 1 Normas primarias de calidad del aire

CONTAMINANTE	DECRETO SUPREMO	NIVEL	UNIDAD	MÉTRICA	EXCEDENCIA
O ₃	112/2002	120	µg/m ³	Promedio móvil de 8 horas	Percentil 99
PM ₁₀	59/1998	50	µg/m ³	Media aritmética trianual	No se permite
PM ₁₀		150	µg/m ³	Media aritmética diaria	Percentil 98
PM _{2,5}	12/2011	20	µg/m ³	Media aritmética anual	No se permite
PM _{2,5}		50	µg/m ³	Media aritmética diaria	Percentil 98
SO ₂	113/2002	80	µg/m ³	Media aritmética anual	No se permite
SO ₂		250	µg/m ³	Media aritmética diaria	Percentil 99
NO ₂	114/2002	100	µg/m ³	Media aritmética anual	No se permite
NO ₂		400	µg/m ³	Media aritmética horaria	Percentil 99
CO	115/2002	10.000	µg/m ³	Promedio aritmético móvil de 8 horas	Percentil 99
CO		30.000	µg/m ³	Promedio aritmético móvil de 8 horas	Percentil 99
Pb	136/2000				

Cuadro 2 Normas secundarias de calidad del aire

CONTAMINANTE	DECRETO SUPREMO		NIVEL	UNIDAD	MÉTRICA	EXCEDENCIA
PM SEDIMENTABLE	4/1992	Cuenca del río Huasco				
SO ₂	185/1991				

Cuadro 3 Efectos en salud contaminantes seleccionados

TIPO EFECTO	EFEECTO	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 médicas	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 cardíacas	18-64	Moolgavkar (2000)
			MP _{2,5}		65+	Moolgavkar (2003)
			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)
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 Rothchild (1989)
			O ₃	Días de actividad restringida menor	18-64	Ostro and Rothchild (1989)

Continúa en página siguiente

TIPO EFECTO	EFECTO	EXPOSICIÓN	CONTAMINANTE	CAUSA	GRUPO EDAD	FUENTE
Acciones médicas	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.

Cuadro 4

Año de medición de calidad del aire utilizado de referencia en capítulo de estado

COMUNA	MP _{2,5}	MP ₁₀	NO ₂	SO ₂	O ₃
Andacollo	-	2009	-	-	-
Antofagasta	-	2009	-	2007	2009
Cabildo	-	2009	-	-	-
Calama	-	2008	-	2008	-
Calera	-	2009	2009	2008	2008
Catemu	-	2003	-	-	-
Cerrillos	2010	2009	2010	2009	2010
Cerro Navia	2010	2009	2010	2009	2010
Chiguayante	-	2009	-	-	-
Chillán	2010	2010	-	-	-
Codegua	-	2008	2010	2007	2007
Concón	2008	2009	2009	2009	2009
Copiapó	-	2009	-	2009	-

Continúa en página siguiente

COMUNA	MP _{2,5}	MP ₁₀	NO ₂	SO ₂	O ₃
Coronel	-	2009	2010	-	2010
Coyhaique	-	2009	-	-	-
Curicó	2008	2009	-	-	-
Diego de Almagro	-	2009	-	-	-
El Bosque	2010	2009	-	2010	2010
Freirina	-	-	-	2009	-
Hualpén	-	2010	2009	2010	-
Huasco	-	2009	-	2009	-
Independencia	2010	2009	2010	2010	2010
Iquique	-	-	-	2009	2009
La Cruz	-	2009	-	2008	2008
La Florida	2010	2009	2010	2010	2010
Las Condes	2010	2009	2010	2009	2010
Llaylay	-	-	2010	-	2008
Los Andes	2009	-	-	-	-
Los Angeles	-	2009	-	-	-
Los Vilos	-	2009	-	-	-
Machalí	-	2008	-	2008	-
Máfil	-	2009	2009	2009	2009
María Elena	-	2009	-	-	-
Mejillones	-	2009	2008	2008	-
Mostazal	-	2008	2009	2007	2007
Olivar	-	2009	-	-	-
Osorno	2010	2010	-	-	-
Padre las Casas	-	2009	-	-	-
Pica	-	2009	-	-	-

Continúa en página siguiente

COMUNA	MP _{2,5}	MP ₁₀	NO ₂	SO ₂	O ₃
Portezuelo	-	2009	-	-	-
Pozo Almonte	-	2009	-	-	-
Puchuncaví	-	2009	2010	2010	2010
Pudahuel	2010	2009	2010	2009	2010
Puente Alto	2010	2009	2010	2010	2010
Quilicura	2010	2009	2010*	2010	2010
Quillota	-	2009	2009	2008	2008
Quilpué	-	2009	-	-	-
Quintero	-	2009	2010	2009	-
Rancagua	2008	2010	2008	2009	2009
Rengo	-	2009	-	-	2009
Requinoa	-	-	2007	-	-
Salamanca	-	2009	-	-	-
San Fernando	-	2009	2010	-	2009
Santiago	2010	2009	2007	2010	2010
Talagante	2010	2009	2007	2010	2010
Talca	2008	2008	-	-	-
Talcahuano	-	2010	2009	2010	-
Taltal	-	-	2009*	-	2009
Temuco	2010	2010	2009	-	-
Teno	-	-	-	2009	-
Tierra Amarilla	-	2009	-	2009	-
Tocopilla	-	2009	2008	2009	-
Tomé	-	2009	-	-	-
Valdivia	2010	2009	-	-	-
Viña del Mar	2009	2009	2010	2009	2009

Fuente: Sistema Nacional e Información de Calidad del aire, 2011.

Nota: datos referenciales por interpolación de datos vacíos.

* El valor máximo se asignó al percentil 0,995, debido a posibles mediciones atípicas.

Cuadro 5 Emisión por región y tipo de fuente (Toneladas/año)

	AREALES	CALDERAS	FUNDICIONES	FUENTES MÓVILES	LEÑA	OTROS PROCESOS INDUSTRIALES	OTROS	TERMOELÉCTRICAS	TOTAL
SO_x									
Arica y Parinacota		645		11	2		336	2	995
Tarapacá		1.390		9	1		605	22.963	24.968
Antofagasta	10	3.208	164.543	34	0	732	4.022	73.117	245.667
Atacama		4	54.893	6	2		3.627	45.705	104.236
Coquimbo	24	1.033		26	13		2.255		3.351
Valparaíso	240	2.752	29.316	56	39	3.835	3.488	29.967	69.691
Metropolitana de Santiago	303	2.388		147	12	8.008	2.578	71	13.507
Libertador General Bernardo O'Higgins	106	3.611	162.305	16	73	184	1.429	91	167.815
Maule	32	4.690		23	106	168	905	30	5.953
Bíobío	2.290	22.554		110	336		5.410	15.010	45.709
Aracucanía	115	3.611		14	257	0	228	24	4.249
Los Ríos		1.989		5	127		499	19	2.640
Los Lagos	36	5.421		27	450		12.330	351	18.616
Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	78	103		3	32		208	14	438
Magallanes y de la Antártica Chilena	3	95		8	42		800	0	948
Total									708.782

Continúa en página siguiente

	AREALES	CALDERAS	FUNDICIONES	FUENTES MÓVILES	LEÑA	OTROS PROCESOS INDUSTRIALES	OTROS	TERMOELÉCTRICAS	TOTAL
NO_x									
Arica y Parinacota		185		1.317	11		204	42	1.759
Tarapacá		531		2.083	6		10.968	5.270	18.858
Antofagasta	8	1.877	303	2.496	3	2.183	7.394	24.783	39.046
Atacama		2	75	650	14		10.028	9.231	20.001
Coquimbo		156		2.036	93		6.945		9.230
Valparaíso	2	2.940	195	5.923	274	1.156	7.352	7.706	25.547
Metropolitana de Santiago	1.792	4.350		31.345	85	4.090	6.389	2.008	50.058
Libertador General Bernardo O'Higgins	3.031	1.315	105	1.470	557	264	2.588	708	10.037
Maule	241	1.842		2.405	743	38	3.810	106	9.049
Bíobío		9.999		8.171	2.355		2.718	5.781	29.023
Aracucanía	419	2.049		1.540	1.801	0	761	38	6.609
Los Ríos		349		517	889		3.128	4	4.887
Los Lagos		694		2.109	3.152		9.011	1.494	16.460
Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	471	49		254	223		3.884	258	5.139
Magallanes y de la Antártica Chilena		362		639	292		99	6	1.397
Total									247.099

Continúa en página siguiente

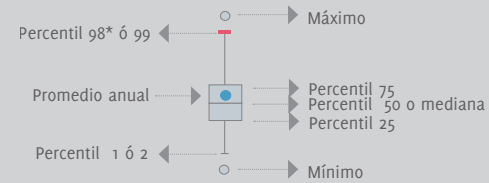
	AREALES	CALDERAS	FUNDICIONES	FUENTES MÓVILES	LEÑA	OTROS PROCESOS INDUSTRIALES	OTROS	TERMOELÉCTRICAS	TOTAL
MP_{2,5}									
Arica y Parinacota		32,36		117,83	117,25		50,73	2,95	321
Tarapacá		34,40		77,12	59,81		539,86	379,05	1.090
Antofagasta	116,05	82,29	9.420,33	232,66	30,38	4.512,15	2.271,82	1.222,69	17.888
Atacama		0,05	2.476,81	38,74	154,64		952,26	621,80	4.244
Coquimbo	269,45	34,00		186,83	994,76		25,67		1.511
Valparaíso	2.227,62	374,74	437,37	317,57	2.935,69	29,74	1.401,65	565,01	8.289
Metropolitana de Santiago	1.468,00	185,89		1.932,05	673,56	541,26	445,71	16,22	5.016
Libertador General Bernardo O'Higgins	9.830,35	195,24	1.437,30	136,46	1.837,40	975,93	1.146,21	338,21	15.897
Maule	2.718,51	1.115,22		221,80	7.963,79	1,59	363,55	74,74	12.449
Biobío	21.768,38	3.116,16		552,75	25.229,74		358,62	4.997,94	56.024
Araucanía	10.785,30	744,01		162,08	19.293,17		111,26	11,67	31.107
Los Ríos	528,27	126,11		42,64	9.525,64		66,99	2,40	10.292
Los Lagos	778,41	320,53		323,45	33.769,59		273,99	19,56	35.486
Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	7.440,72	39,07		44,92	2.386,09		37,17	2,18	9.950
Magallanes y de la Antártica Chilena	23,14	260,24		106,40	3.123,41		481,01	0,13	3.994
Total									213.559

Fuente: MMA (2011c).

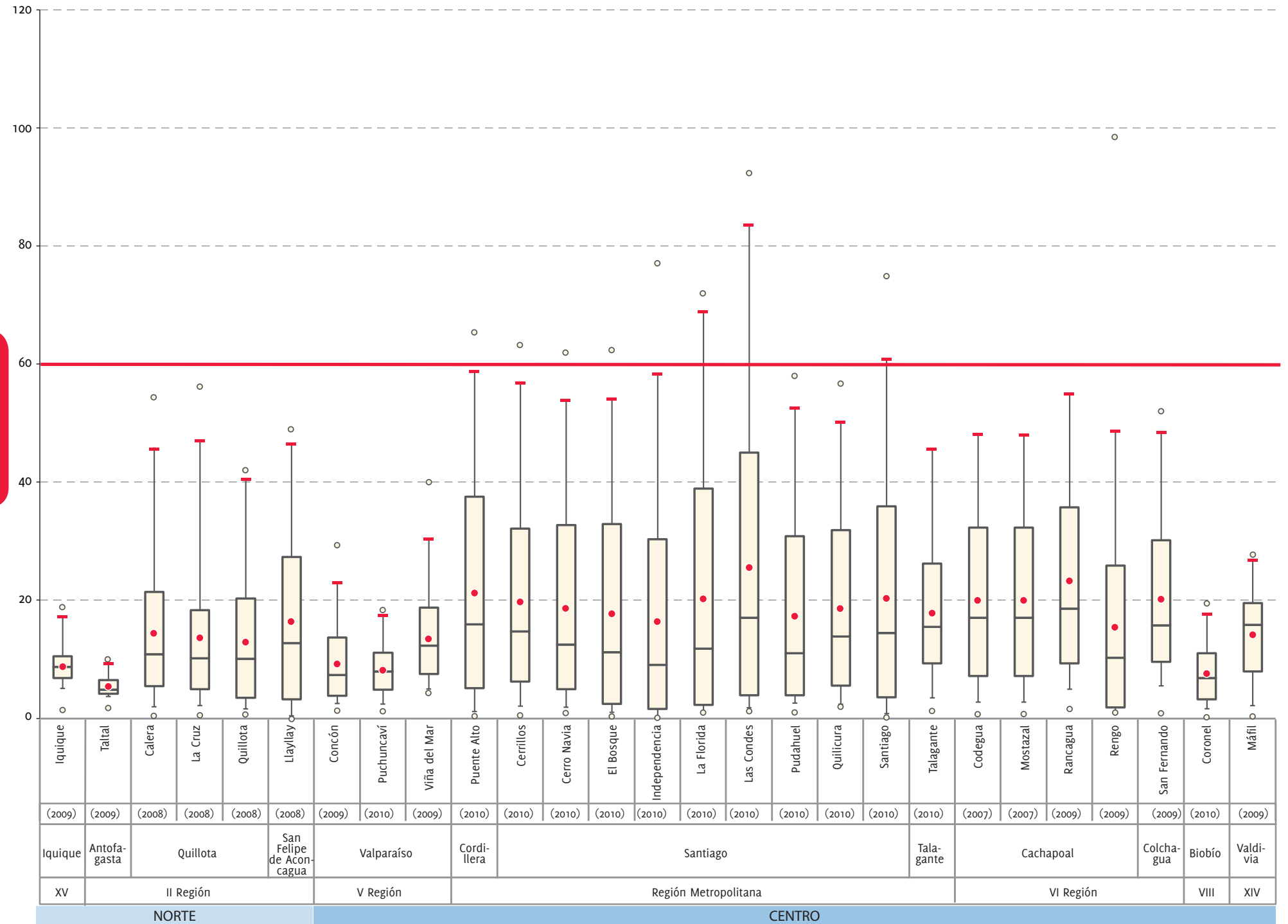
O₃ - media móvil
8 hrs [ppb]

fig.
1

Las comunas con mayores concentraciones de O₃ corresponden a Las Condes, seguida de La Florida y Santiago.



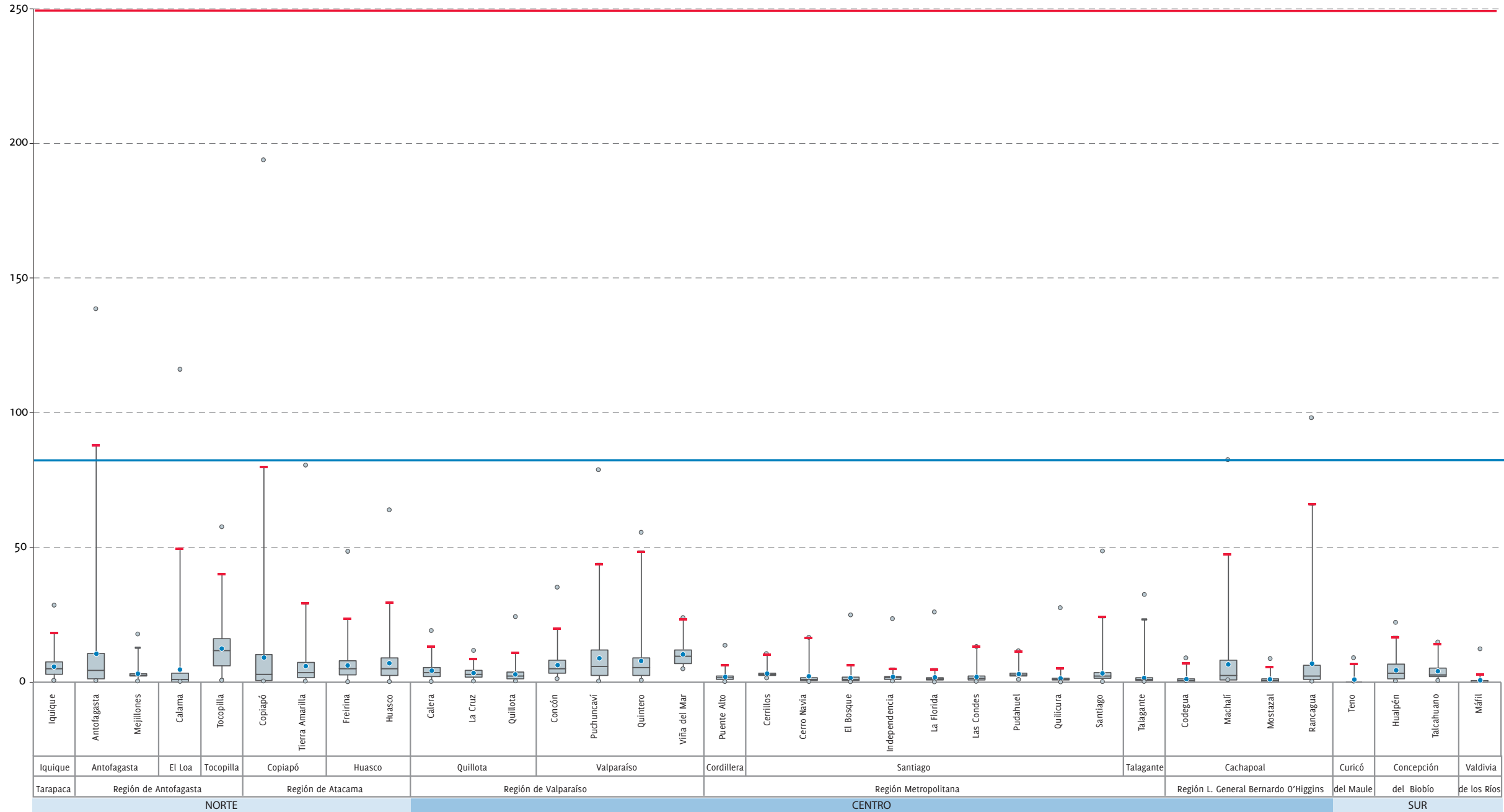
La información presentada (Red de Monitoreo MIN-SAL y estaciones de monitoreo privadas), es sólo de referencia debido a la presencia de vacíos de datos y procesos de validación aún no terminados. La información validada será entregada en el reporte del estado del medio ambiente 2012. Los años considerados pueden ser consultados en Anexo Cuadro 4.



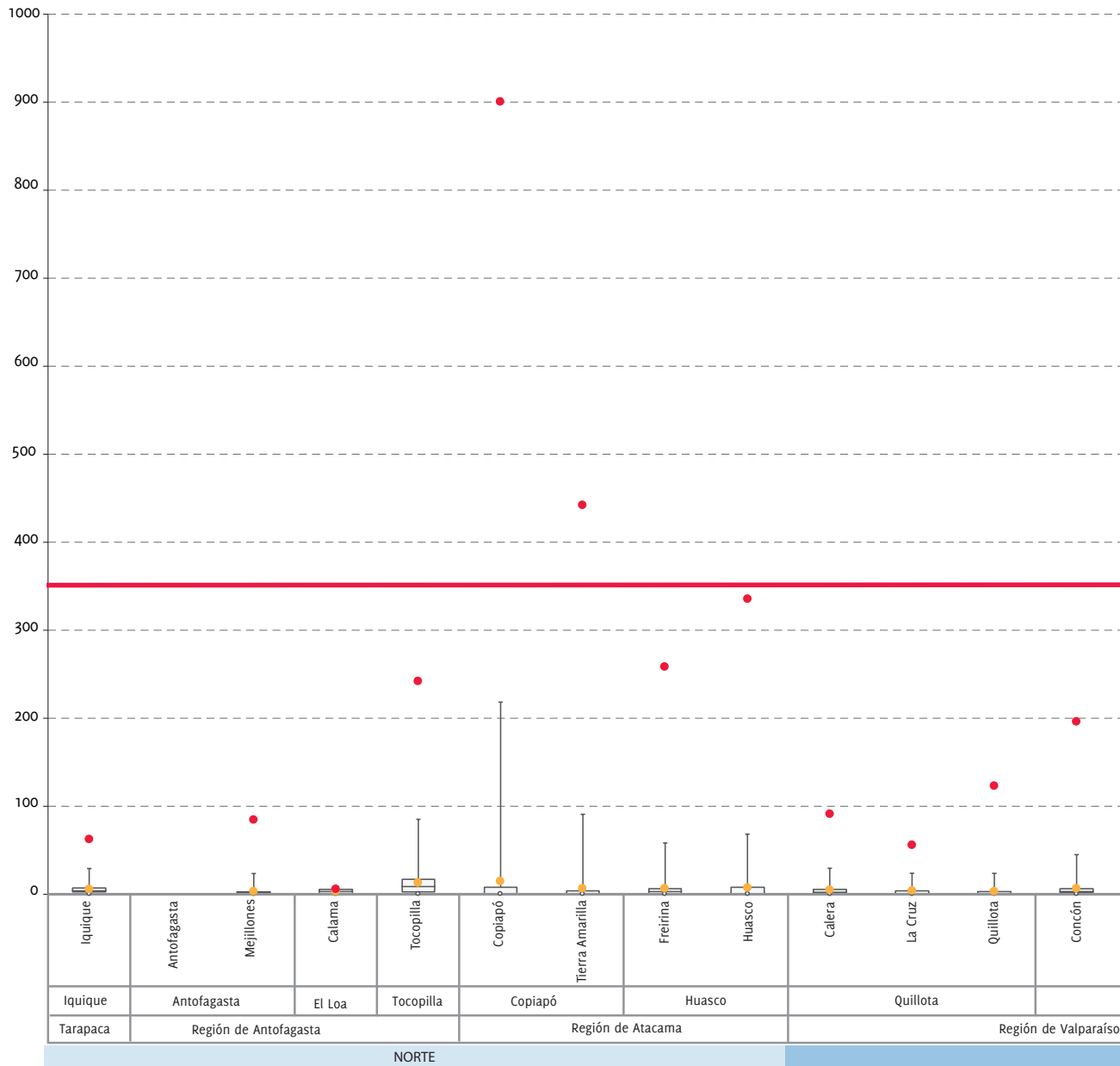
Por su parte, la concentración de SO₂ se ubica por debajo de los límites establecidos por la norma diaria y anual.

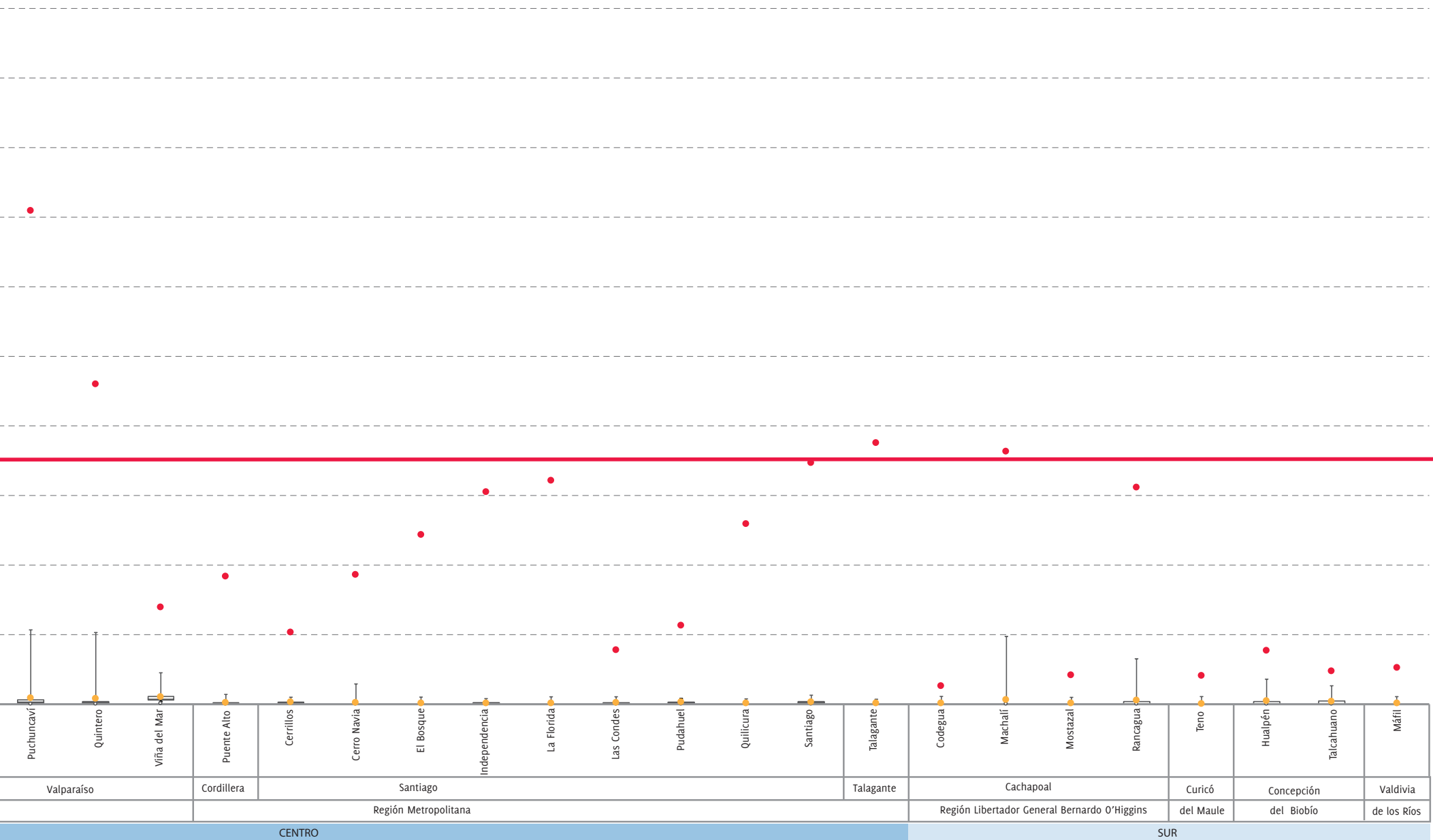
fig. 2
SO₂ diario
[µg/m³]

La información presentada (Red de Monitoreo MINSAL y estaciones de monitoreo privadas), es sólo de referencia debido a la presencia de vacíos de datos y procesos de validación aún no terminados. La información validada será entregada en el reporte del estado del medio ambiente 2012. Los años considerados pueden ser consultados en Anexo Cuadro 4.



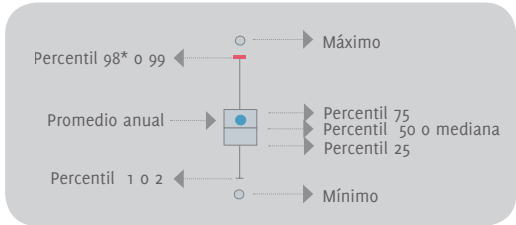






Sin embargo, se observan registros muy por sobre el límite horario establecido en la normativa europea, de un máximo de 350 microgramos por metro cúbico de SO₂.

fig. 3 SO₂ horario [µg/m³]

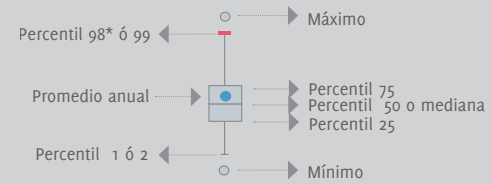


La información presentada (Red de Monitoreo MINSAL y estaciones de monitoreo privadas), es sólo de referencia debido a la presencia de vacíos de datos y procesos de validación aún no terminados. La información validada será entregada en el reporte del estado del medio ambiente 2012. Los años considerados pueden ser consultados en Anexo Cuadro 4.

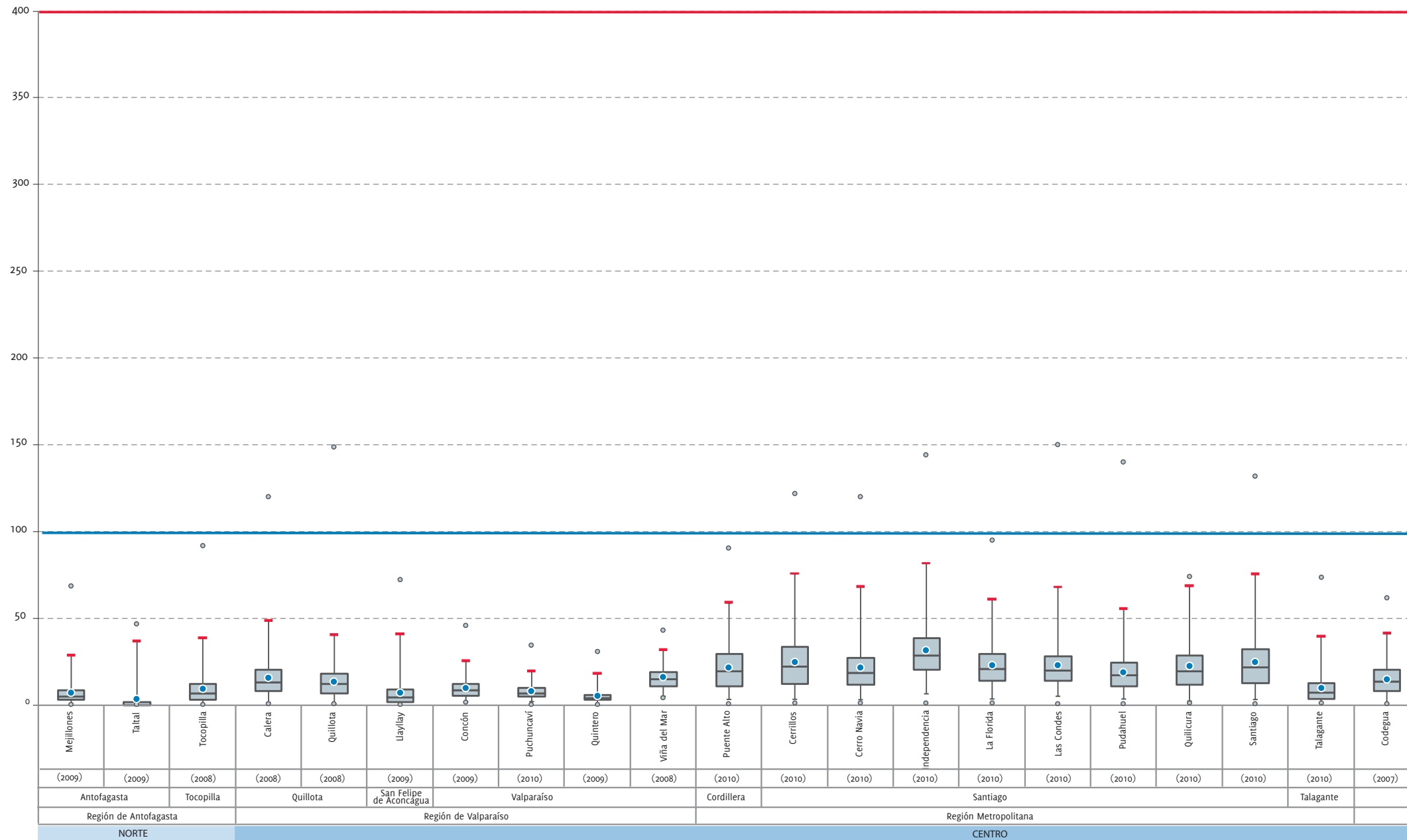
NO₂ hora
[µg/m³]

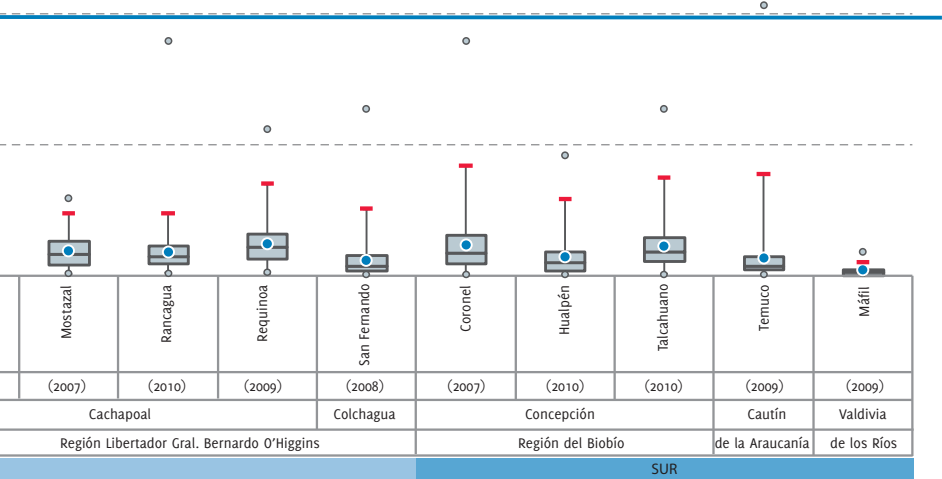
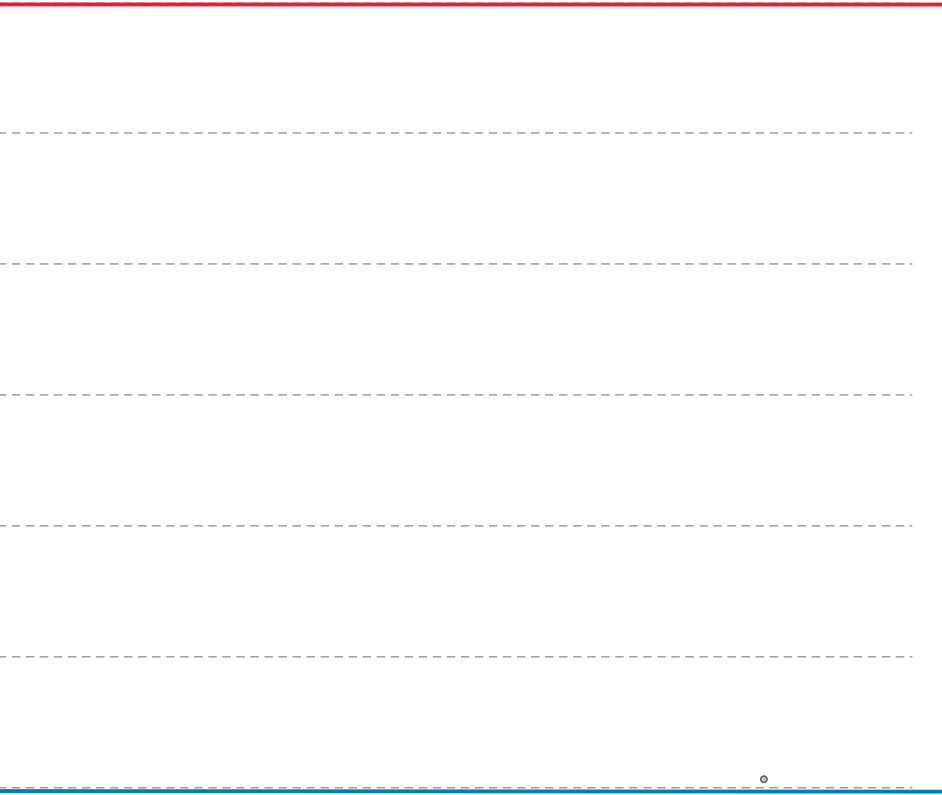
fig.
4

Destaca la concentración de NO₂ en la provincia de Santiago, asociable a emisiones del sector transporte en la zona. Sin embargo, los niveles registrados se ubican por debajo de los límites establecidos por la norma.



La información presentada (Red de Monitoreo MINSAL y estaciones de monitoreo privadas), es sólo de referencia debido a la presencia de vacíos de datos y procesos de validación aún no terminados. La información validada será entregada en el reporte del estado del medio ambiente 2012. Los años considerados pueden ser consultados en Anexo Cuadro 4.









Capítulo 2

Contaminación de Suelos

1] Antecedentes	117
2] Diagnóstico: Contaminación de Suelos	118
3] Causas: Fuentes potenciales de contaminación de suelos	123
4] Acciones: Gestión de sitios con presencia de contaminantes	130

Contaminación de suelos



Introducción

Resumen / Abstract

Los suelos potencialmente contaminados son aquellos en los cuales podría haber presencia de contaminantes, como consecuencia de actividades productivas que en el pasado no contaron con regulaciones o debido al incumplimiento de normativas actuales. Para dimensionar este problema y definir las acciones a desarrollar, el Ministerio del Medio Ambiente está iniciando la implementación de una metodología que, junto con identificar y confirmar la presencia de contaminantes en los suelos, evalúe los riesgos en la salud de las personas.

Antecedentes 1

La explotación de recursos naturales, así como diversos procesos productivos, junto con aportar al crecimiento económico y social del país, en algunos casos también han generado problemas e impactos ambientales, tales como suelos potencialmente contaminados. La gestión de éstos, depende del nivel de riesgo, tanto para el ambiente, como para la salud de las personas, por lo que es necesario, en primer término, una adecuada identificación y determinación de la presencia efectiva de contaminantes.

Entre las actividades o fuentes que presentan potencial de contaminar, se pueden mencionar las industrias extractivas, mineras e hidrocarburos; las actividades industriales, incluyendo el almacenamiento, transporte y distribución de sustancias peligrosas; la actividad petrolera en fase de refinación, así como el almacenamiento, transporte y distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo; la actividad agrícola y forestal, y la disposición final de residuos peligrosos.

Por otra parte, es necesario distinguir entre la potencial contaminación producida en el presente o la que se generó en el pasado. La diferencia radica en que, en la primera, existe un titular o industria que se encuentra en uso del suelo, o al menos es identificable a quien atribuir la responsabilidad por la protección de los recursos, en contraposición a la segunda, en la cual el sitio ha sido abandonado en condiciones inapropiadas.

Las causas que provocan la contaminación al ambiente también son diversas. Actualmente, en su mayoría, se producen por una gestión inadecuada en los procesos de actividades económicas que generan y/o manejan sustancias químicas potencialmente contaminantes para las personas y el ambiente, respecto a las cuales existe una regulación o marco normativo aplicable.

Por el contrario, la contaminación de suelo generada en épocas pasadas, por ejemplo, puede haberse producido en condiciones donde no era exigible una conducta diferente en aquel que produjo la contaminación. Tal es el caso del abandono espontáneo de las actividades, como sucedió con las faenas mineras antes del periodo 1997 a 2004, o la utilización de sustancias o compuestos de desconocido peligro, como pentaclorofenol en actividades forestales.

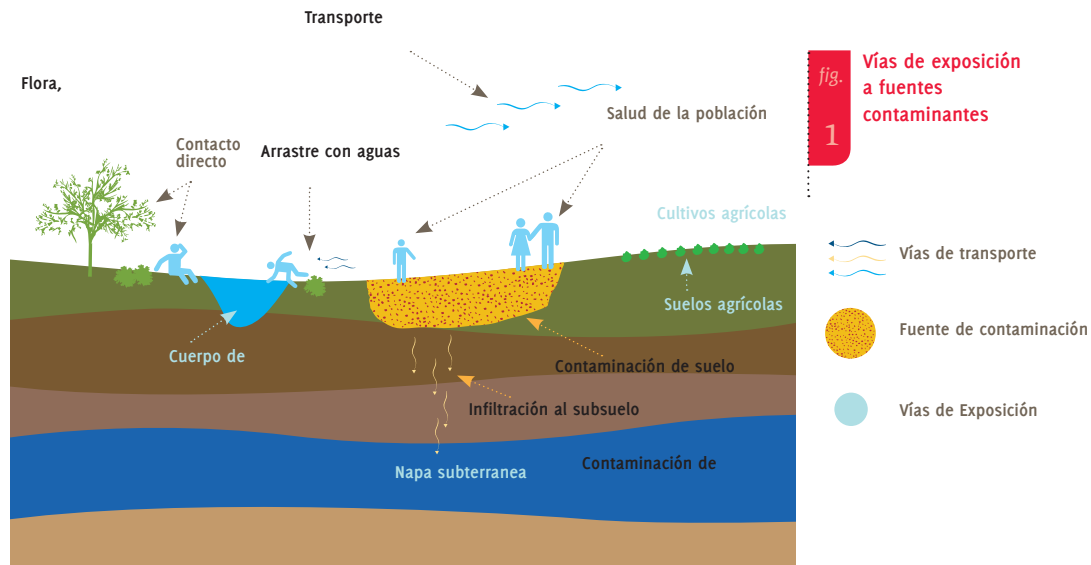
2 Diagnóstico: Contaminación de Suelos

El simple hecho de la existencia de contaminación en el suelo, no necesariamente implica un riesgo para la salud de la población. Para que éste exista, se requiere de un receptor y de rutas a través de las cuales puedan movilizarse los contaminantes.

Por sí mismo, el suelo no es un vector importante de dispersión de contaminantes, pero en combinación con la acción del aire y del agua puede constituir un importante foco de emisión de contaminación. Asimismo, la movilidad y destino final de los compuestos del suelo depende de varios factores, entre los cuales destacan la existencia, profundidad y dirección de escurrimiento de la napa freática, la porosidad, la temperatura, la capacidad de adsorción e intercambio iónico de las partículas del suelo, el contenido de agua y aire, y la presencia de organismos vivos.

El riesgo, especialmente para las personas, dependerá de la exposición de éstas a las fuentes existentes. Estas vías de exposición pueden corresponder a inhalación directa, contacto directo, consumo de vegetales o carnes impactadas o de agua afectada por contaminantes.

El contacto directo es, ciertamente, el mayor riesgo para la salud de la población, sobre todo cuando se trata de áreas con usos habitacionales, educacionales y/o recreativos. En tanto, la inhalación directa también reviste un factor de riesgo importante y puede producirse por el transporte de contaminantes por el aire, a través del polvo respirable en zonas aledañas al sitio contaminado (Figura 1).



Para determinar el impacto efectivo de contaminación en un sitio potencialmente contaminado, se debe realizar un análisis de riesgo, el cual contempla distintas fases.

Investigación preliminar (Fase I): Proceso de levantamiento de antecedentes de suelos y aplicación de una ficha de inspección.

Investigación confirmatoria (Fase II): Se realiza sobre la base de una cantidad restringida de datos y de ciertos supuestos. El objetivo es proporcionar una base científica sobre la cual decidir si un suelo puede ser excluido de aquellos que merecen atención, identificar situaciones de riesgo y determinar si es preciso realizar una evaluación adicional o confirmatoria más detallada.

Evaluación de riesgo ambiental (Fase III): Ésta tiene lugar cuando, a partir de la investigación confirmatoria, se corrobora la existencia de un riesgo potencial o si se trata de una situación que compromete a poblaciones humanas y ecosistemas. Se inicia con una evaluación de riesgo ambiental y finaliza con el establecimiento de medidas de control, mitigación o reducción del riesgo.

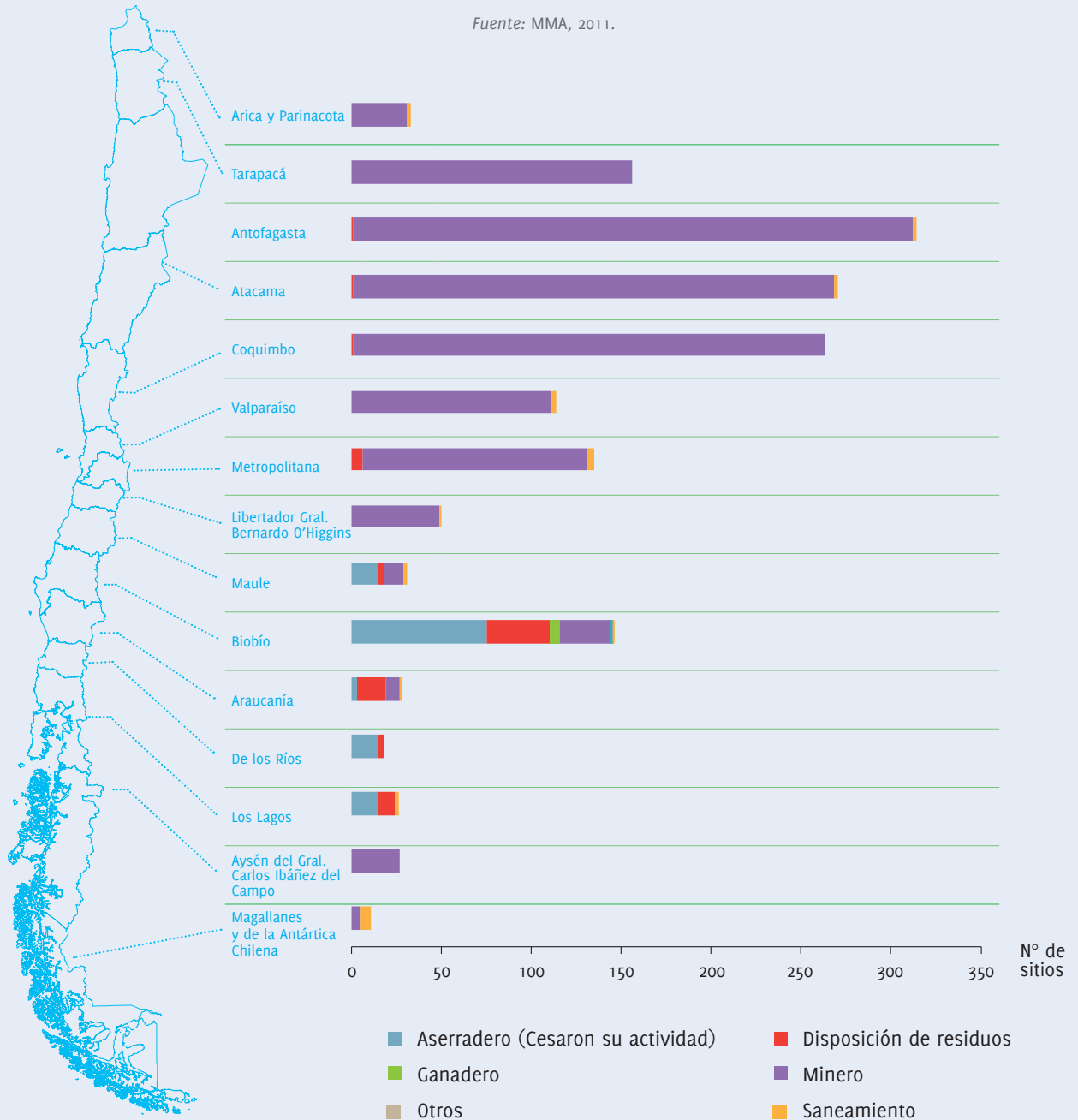
Cabe señalar que en Chile no existe un diagnóstico detallado sobre las actividades productivas que cesaron, lo que hace prácticamente desconocida la cantidad y características de los suelos y sitios contaminados. Con el propósito de graficar y dimensionar la situación de los suelos con potencial presencia de contaminantes¹ (SPPC), en la Figura 2 se muestra una primera aproximación sobre el problema, que refleja las áreas que han soportado actividades disruptivas en el territorio nacional. Ésta puede considerarse como punto de partida para evaluar la distribución geográfica y sectorial de los más de 1.500 suelos con potencial presencia de contaminantes -sustancias dañinas para la salud y/o el medio ambiente-, en los que aún se requiere confirmación, mediante mediciones detalladas.

¹ Lugar determinado geográficamente en el que se desarrollan o han desarrollado actividades potencialmente contaminantes.

fig. 2

Distribución geográfica y sectorial de los sitios potencialmente contaminados (primera aproximación)

Fuente: MMA, 2011.



“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”

Del listado de sitios potencialmente contaminados a nivel nacional, a la fecha se han realizado análisis confirmatorios en sitios con presencia de dioxinas y furanos asociados al uso de pentaclorofenol en aserraderos y en sitios vinculados potencialmente a contaminación por mercurio.

Por otra parte, en 925 fosas de hidrocarburos de la Región de Magallanes se ha realizado una evaluación de riesgo ambiental, como consecuencia de ello se implementaron medidas de saneamiento a más de 300 fosas.

Pentaclorofenol

Uno de los esfuerzos en materia de información, para descartar riesgos a la población, es la evaluación realizada respecto al uso que en el pasado existió del Pentaclorofenol (PCF). Precisamente, en 2009, se realizó un catastro de sitios con presencia de dioxinas y furanos asociados al uso de PCF, en aserraderos de las regiones madereras de Chile (VII a X regiones), que representan el 94% de la producción nacional. Este catastro permitió identificar un total de 93 sitios sospechosos de estar contaminados con PCF y, eventualmente, con dioxinas y furanos.

El PCF es una sustancia sintética que se produjo por primera vez en la década de 1930, se puede encontrar en varias formas: PCF (C_6HCl_5O), en sí mismo o como sus sales, tales como el pentaclorofenato de sodio ($PCF-Na$, C_6Cl_5NaO) y en menor cantidad, sus esterres. En el pasado se utilizó como herbicida, insecticida, fungicida, alguicida, desinfectante y como ingrediente en pinturas antiincrustantes. Algunas aplicaciones se encontraban en las semillas agrícolas (para usos no alimentarios), el cuero, la albañilería, conservación de la madera, torres de enfriamiento de agua y en fábricas de papel. En Chile, su uso fue suspendido por el Servicio Agrícola Ganadero en 1999 y prohibido en 2004.

Sitios identificados por región

Región	Nº de aserraderos
Región del Maule	15
Región del Biobío	43
Región de la Araucanía	4
Región de Los Ríos	16
Región de Los Lagos	15
Total	93

A partir de los 93 sitios identificados y de acuerdo a una metodología cualitativa de evaluación de riesgo preliminar, se definió una selección de los sitios con mayor sospecha de presencia de PCF. Debido a los altos costos de los análisis, se tomaron muestras de aserrines, agua y suelo sólo en cinco sitios. Como resultado, se encontró presencia de PCF en todos los puntos de suelo analizados y se detectaron concentraciones elevadas de hexadorobenceno en aserrín. En tanto, en las muestras de aguas superficiales, la mayoría de los compuestos analizados tales como polifenoles y clorobencenos, se encontraron como no detectables, lo que podría explicarse por la movilidad del agua, especialmente en sitios visitados que corresponden a zonas de alta pluviosidad. De acuerdo a estos resultados, de los cinco sitios se seleccionó el aserradero La Araucana, ubicado en la comuna de Los Alamos, Región del Biobío, el cual registró mayor concentración de pentaclorofenol en aserrín y suelos adyacentes (Figura 3).

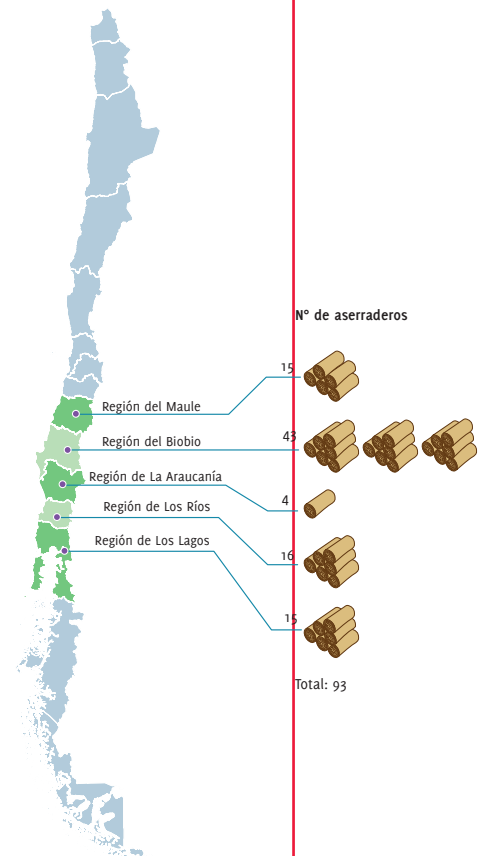
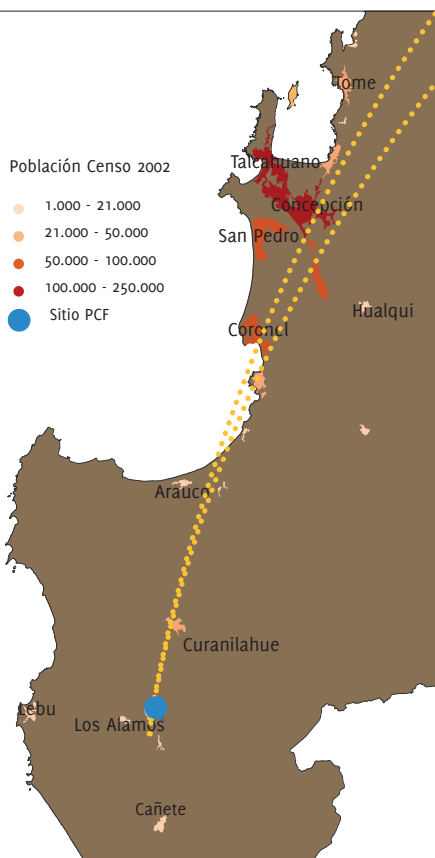


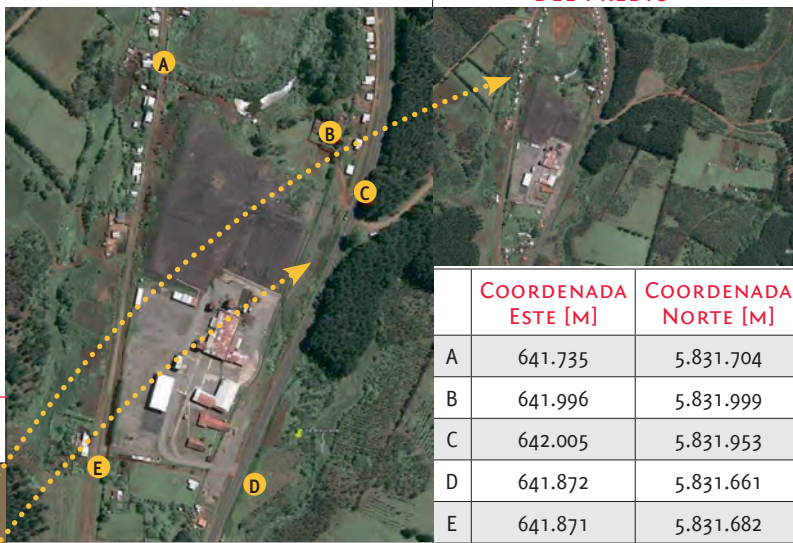
fig. 3

Ubicación de aserradero La Araucana, Región del Biobío. Deslindes, coordenadas y ubicación general aserradero La Araucana.

POBLACIÓN CENSO 2002



DESLINDES



UBICACIÓN GENERAL DEL PREDIO

	COORDENADA ESTE [M]	COORDENADA NORTE [M]
A	641.735	5.831.704
B	641.996	5.831.999
C	642.005	5.831.953
D	641.872	5.831.661
E	641.871	5.831.682

De los resultados obtenidos en la investigación confirmatoria, se desprenden las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- ▶ Por primera vez se dispone de mediciones de las concentraciones de pentaclorofenol (PCF) y otros polifenoles en aserrín, suelo y aguas superficiales de cinco aserraderos de Chile, considerados como suelos potencialmente contaminados con dioxinas y furanos, a partir del uso de pentaclorofenato de sodio (PCF-Na) como preservante de la madera.
- ▶ Al comparar los límites máximos de la normativa de referencia de EE.UU., Holanda, Alemania, Confederación Suiza y Nueva Zelanda, ninguna de las concentraciones de PCF detectados en suelos superficiales del aserradero La Araucana sobrepasó el límite de riesgo tolerable (LRT) para suelo superficial, incluso considerando la norma más estricta para suelos residenciales.
- ▶ El índice de probabilidad de riesgo para las diferentes tasas de exposición de PCF en el referido aserradero son despreciables para todos los valores aplicables a trabajadores.
- ▶ Al considerar el uso de equipamiento de protección personal obligatorio en el ambiente de trabajo (buzo, guantes, anteojos, etc.), el nivel de exposición dérmica de una persona sería despreciable en el sitio del aserradero, mientras se cumplan los requisitos de la legislación vigente (MMA 2011b).

Causas: Fuentes potenciales de contaminación de suelos 3

A continuación se exponen antecedentes de interés respecto a algunas actividades económicas que podrían generar contaminación en los suelos del territorio nacional. Estas actividades son las más relevantes, tanto por su participación en la economía nacional, como por sus procesos productivos, en los cuales se identifican algunas sustancias y desechos como potencial contaminante.

Minería

Chile es productor minero de nivel mundial y cuenta con las mayores reservas de cobre del mundo. Las empresas que conforman este sector producen el 34% del cobre y el 16% del molibdeno a nivel mundial y, en promedio, desde el año 2003 han sido responsables del 7,4% del PIB nacional y del 58% del total de las exportaciones del país (Fundación Chile, 2011). Los recursos minerales se concentran principalmente en el norte del país, dividiéndose entre minería metálica (cobre, oro, plata) y no metálica (litio, nitratos, cal), (Figura 4).

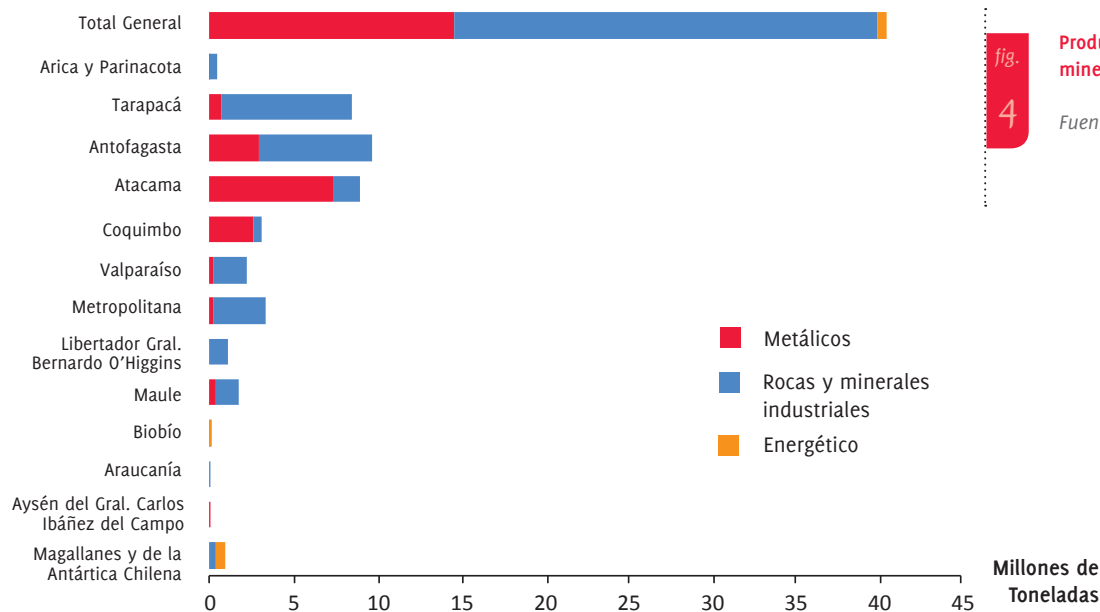


fig.

Producción de recursos mineros por región, 2010

4

Fuente: SERNAGEOMIN, 2010.

Actualmente, existen aproximadamente unas 150 faenas activas de mediana y gran minería a nivel nacional, ubicándose en su mayoría entre las regiones de Tarapacá y Valparaíso y concentrándose el 44% en las de Antofagasta y Atacama. La mayor producción minera se ubica en la zona ubicada entre la región de Tarapacá y del Libertador General Bernardo O'Higgins. Entre los recursos minerales metálicos de mayor producción destacan el cobre y el hierro, mayoritariamente explotados en las regiones de Tarapacá y Antofagasta.

La producción minera ha sustentado el crecimiento económico del país, sin embargo, también constituye una presión al medio ambiente, debido a que se trata de una actividad altamente disruptiva del suelo y generadora de un tipo especial de residuos. Los residuos mineros masivos provienen tanto de los procesos asociados a la exploración y explotación, así como de los procesos de transformación pirometalúrgicos, hidrometalúrgicos y refinación de sustancias minerales y de sus productos.

En general, las actividades mineras se ubican alejadas de los centros urbanos, por lo cual la mayoría de la población no se encuentra expuesta directamente a los riesgos asociados a ellas. No obstante, existen actividades mineras en el país, activas o abandonadas, en cuya cercanía las personas han situado las ciudades o centros poblados. De acuerdo con registros oficiales del Servicio Nacional de Geología y Minería, las faenas mineras abandonadas superan las 400, las cuales incluyen más de 1.200 instalaciones (Sernageomin, 2011).

Las externalidades ambientales que causa la minería y, de manera específica, el suelo como ruta de exposición a las personas y al medio ambiente, están asociadas a la insuficiente seguridad de las instalaciones de depósitos de relaves, estériles y otros residuos mineros. Según datos de SERNAGEOMIN, existen 867 depósitos de relaves en el territorio nacional, de los cuales 121 se encuentran en operación, lo que corresponde al 14%.

Para dimensionar la presión ejercida sobre el medio ambiente e identificar la distribución espacial de ella, se llevó a cabo un catastro de la ubicación y cantidad de faenas e instalaciones mineras del país, junto a las que se encuentran abandonadas o paralizadas (ver mapa Figura 5). Éstas corresponden, en gran medida, a la llamada minería histórica del país, las cuales pueden representar riesgos a la seguridad de las personas o de contaminación al medio ambiente. Para determinar ese peligro, se requiere efectuar una evaluación de riesgo ambiental.



fig.

5

Mapa del catastro de faenas mineras activas y abandonadas

Fuente: SERNAGEOMIN, 2011.

“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”

Actividades industriales

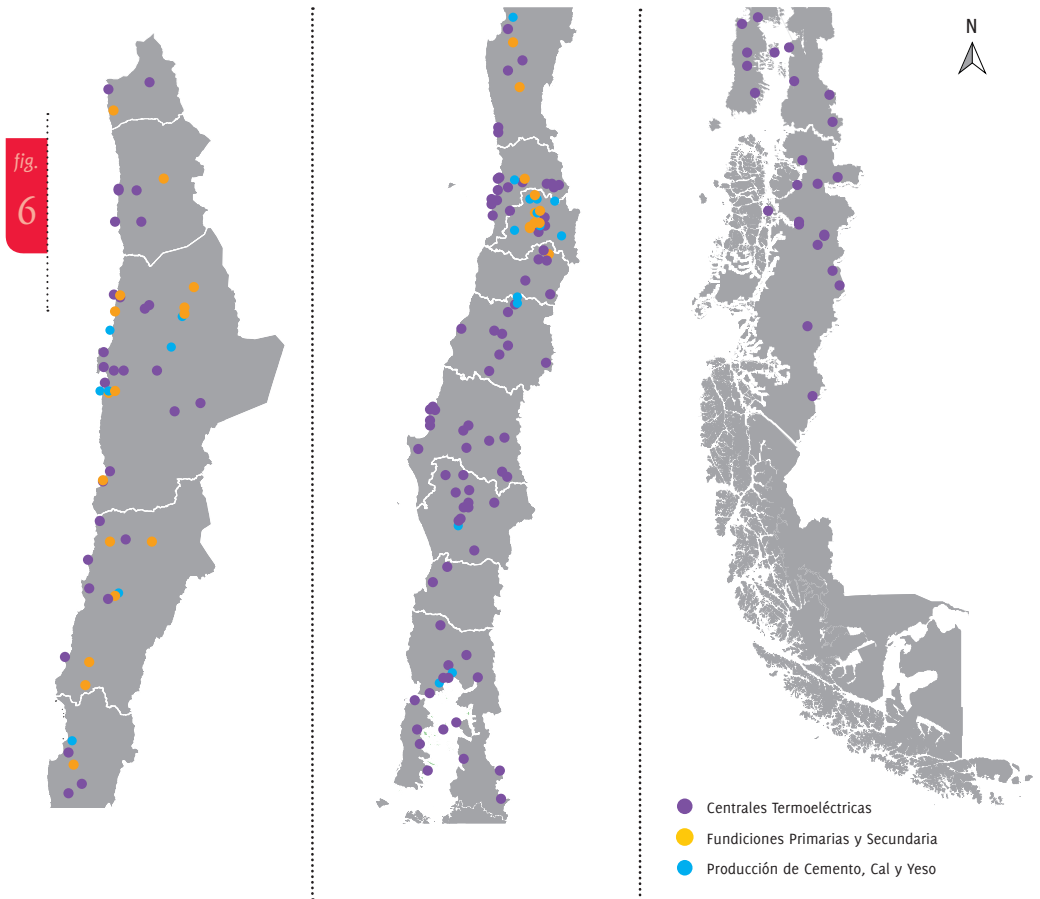
La industria es un sector de gran importancia respecto a la utilización de fuerza laboral en el país, empleando alrededor de 800.000 personas (INE, 2011), lo que representa más del 13% del empleo nacional. Tal como en el caso de la minería, las actividades industriales también ejercen una presión al medio ambiente a través de emisiones contaminantes al aire, agua y suelos.

Por ello es fundamental contar con información respecto a las potenciales fuentes de contaminación. Como parte de esta necesidad, desde el año 2006, nuestro país está implementando el Sistema de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), un catálogo o base de datos que permite tener un panorama general respecto de las emisiones y transferencias al medio ambiente de sustancias químicas potencialmente dañinas. Este registro incluye información sobre la naturaleza y cantidad de emisiones y transferencias, tanto al aire como a los distintos cuerpos de agua, así como de los residuos peligrosos transportados para su tratamiento o disposición final. Los datos son recabados de fuentes fijas (fábrica) y fuentes móviles (transportes).

A partir de los datos del RETC, se ha construido un mapa (Figura 6), con el fin de tener un panorama respecto a la cantidad y distribución de las principales actividades que, debido a sus procesos productivos y/o los desechos que generan, pueden constituir una fuente de contaminación tanto para el medio ambiente como para las personas.

Mapa de actividades industriales potencialmente contaminantes a nivel nacional

Fuente: MMA, 2011C



“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”

Por otra parte, la industria química chilena se compone de cerca de 300 empresas que producen un número similar de sustancias químicas industriales. En este sector, los potenciales riesgos de contaminación pueden manifestarse en la importación, exportación, producción, almacenamiento, transporte, uso y eliminación de las sustancias.

La gestión de sustancias químicas peligrosas se asocia, preferentemente, a actividades industriales, las cuales -para facilitar la distribución de los productos- se ubican de manera principal cerca de centros urbanos. En tanto, las instalaciones que almacenan, usan o producen sustancias químicas, constituyen otro de los factores relevantes en materia de fuentes potenciales de contaminación del suelo. Los incidentes generados por el mal manejo de las sustancias químicas y sus efectos abarcan desde manifestaciones no letales de inmunotoxicidad hasta la muerte; y desde la contaminación aguda de los ecosistemas hasta los efectos tardíos o crónicos producidos por la bioacumulación de sustancias insuficientemente biodegradables.

Considerando los riesgos que implica la manipulación inadecuada de sustancias químicas a lo largo de todo su ciclo, durante el año 2011 se desarrolló un catastro nacional de instalaciones que almacenan, usan o producen sustancias químicas peligrosas. Los objetivos se orientaron, entre otros, a cuantificar las instalaciones a nivel nacional que almacenan más de 12 toneladas, crear mapas de peligro de las industrias que manejan sustancias químicas peligrosas, así como diseñar y poner en marcha un sistema de registro de instalaciones que manejan sustancias químicas peligrosas, al cual puedan acceder los servicios públicos competentes. En la Figura 7 se indica el número preliminar de instalaciones encuestadas por región, asimismo, la Figura 8 proporciona información sobre las principales sustancias peligrosas almacenadas y su tonelaje a nivel nacional.

Nº de establecimientos

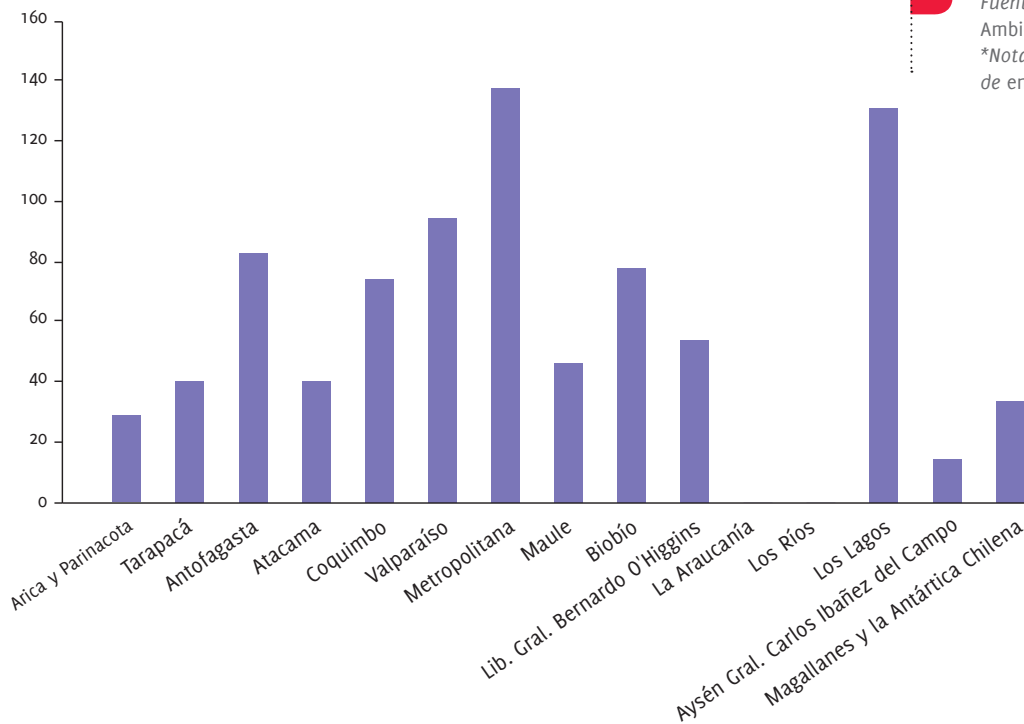


fig.

7

Catastro de instalaciones que almacenan o utilizan sustancias químicas por regiones*

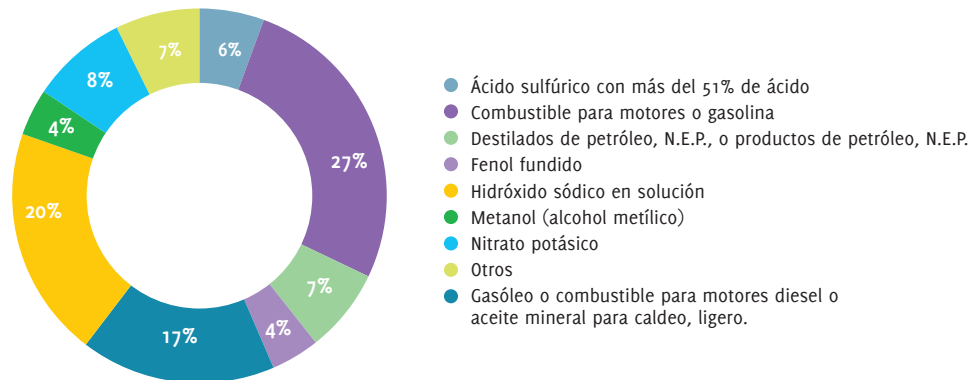
Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2011d.

*Nota: Basado en las respuestas de encuestas voluntarias

Distribución de las principales sustancias peligrosas almacenadas a nivel nacional

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2011d.

fig.
8



Actividad agrícola

Dado el carácter productivo intensivo de estas actividades, los principales riesgos para el suelo están asociados al empleo de agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas) para mejorar la producción y calidad de los bienes que se producen.

Dentro de los plaguicidas, se ha dado especial atención a los organoclorados, insertos dentro del Convenio de Estocolmo (aldrín, clordano, DDT, dieldrín, endrín, heptacloro, hexaclorobenceno, mirex, toxafeno, clordecona, lindano y endosulfán), conocidos como compuestos orgánicos persistentes (COP's), porque causan efectos nocivos irreversibles en la salud (mutagenicidad y carcinogenicidad), así como también contaminación en los suelos. Las características más destacadas de muchas de estas sustancias químicas son su alto grado de persistencia en el medio y que pueden ser transportados a grandes distancias. Al ser compuestos artificiales, las bacterias y demás organismos no pueden descomponerlo y degradarlos fácilmente. En el ser humano tienen efectos acumulativos, almacenándose en los tejidos grasos, a través de la cadena alimenticia. Adicionalmente, pueden tener efectos hormonales.

El uso de plaguicidas en exceso, y de aquellos no degradables, puede provocar contaminación de la vegetación por la absorción desde los suelos o por contaminación superficial de las plantas. La vegetación contaminada puede comprender plantas cultivadas y otras fuentes de alimentación para las personas, el ganado y la fauna silvestre, de este modo se pueden provocar efectos adversos a grandes distancias de la fuente de emisión.



Acciones: Gestión de sitios con presencia de 4 contaminantes

Chile cuenta con un número significativo de regulaciones para evitar la generación de nuevos sitios contaminados. Se trata de normas de carácter precautorio, generales y sectoriales, tales como la Ley de Cierre de Faenas Mineras; el DS 78/2010 del Ministerio de Salud para el almacenamiento de sustancias peligrosas y el DS 148/2004 del Ministerio de Salud para el manejo de residuos peligrosos. Asimismo, se encuentra en desarrollo el Reglamento del RETC que incorpora la obligación de informar el cumplimiento del DS 78, mediante la ventanilla única. Por otra parte, también se encuentra en elaboración el anteproyecto de ley que incluye el instrumento de gestión de residuos, denominado Responsabilidad Extendida del Productor (REP). Todos ellos, en refuerzo del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, en aplicación desde el año 1997.

Cabe señalar que la obligación de efectuar cierre de las faenas mineras en territorio nacional, surgió con la modificación del año 2004 al Reglamento de Seguridad Minera. A julio de 2010, existían 442 planes de cierre de faenas mineras aprobados por la autoridad sectorial.

El Ministerio de Medio Ambiente ha elaborado y aprobado una metodología para la identificación y evaluación de suelos abandonados con presencia de contaminantes, orientada a reducir y minimizar los riesgos de manera de proteger la salud de las personas y el medio ambiente. Ésta abarca la identificación y priorización de suelos abandonados, la evaluación de los sitios hasta la propuesta de medidas de control del riesgo a las personas, su aplicación y validación, de forma de gestionar los suelos de manera eficaz y oportuna.

Esta metodología fue aprobada por la autoridad ambiental, mediante la Resolución Exenta N°1690 del 30 de diciembre de 2011 y su implementación comenzará en 2012, identificando y priorizando los suelos abandonados con presencia de contaminantes (Figura 9).

La metodología ha sido aplicada de manera piloto en la Región de Maga-

NIVEL	ACTIVIDADES	PRINCIPALES RESULTADOS
REGIONAL Identificación y priorización	Levantamiento de información	Actividades potencialmente contaminantes por región
	Identificación de sitios	Listado de SPPC
	Priorización de sitios por vulnerabilidad territorial	Listado de SPPC priorizado
	Inspección de SPPC abandonados	Listado de SPPC priorizado y jerarquizado
SITIO ESPECÍFICO Diagnóstico	Investigación preliminar	Modelo conceptual de la situación de contaminación
	Investigación confirmatoria	Determinación cuantitativa de la presencia de contaminantes
	Evaluación de Riesgo Ambiental	Índices de Riesgo

fig.

9

Diagrama de etapas de metodología de identificación, priorización y confirmación de suelos con presencia de contaminantes.

llanes, donde se levantó la información respecto a actividades productivas presentes o pasadas, concluyéndose que las potencialmente contaminantes corresponden a 925. En la siguiente fase del análisis, se concluyó que 600 lugares presentaron las características de SPPC. Al agregar el factor de vulnerabilidad territorial, pasaron a configurarse 63 sitios en categoría de mayor probabilidad. Tales sitios fueron visitados e inspeccionados, resultando veintiocho abandonados y cuya evaluación debe continuar hacia el nivel sitio-específico, para determinar si efectivamente presentan contaminantes.

Actualmente, el Ministerio de Medio Ambiente trabaja en la ejecución de proyectos de gestión de suelos con presencia de contaminantes que representan importancia nacional. Estos corresponden a las regiones de Arica y Parinacota (Arica); de Coquimbo (Andacollo) y de Valparaíso (Concón-Quintero-Puchuncaví), en base a los criterios descritos tanto en la evaluación como en el control de los riesgos. Asimismo, se inició una investigación preliminar en las comunas de Illapel, Copiapó y Tierra Amarilla.

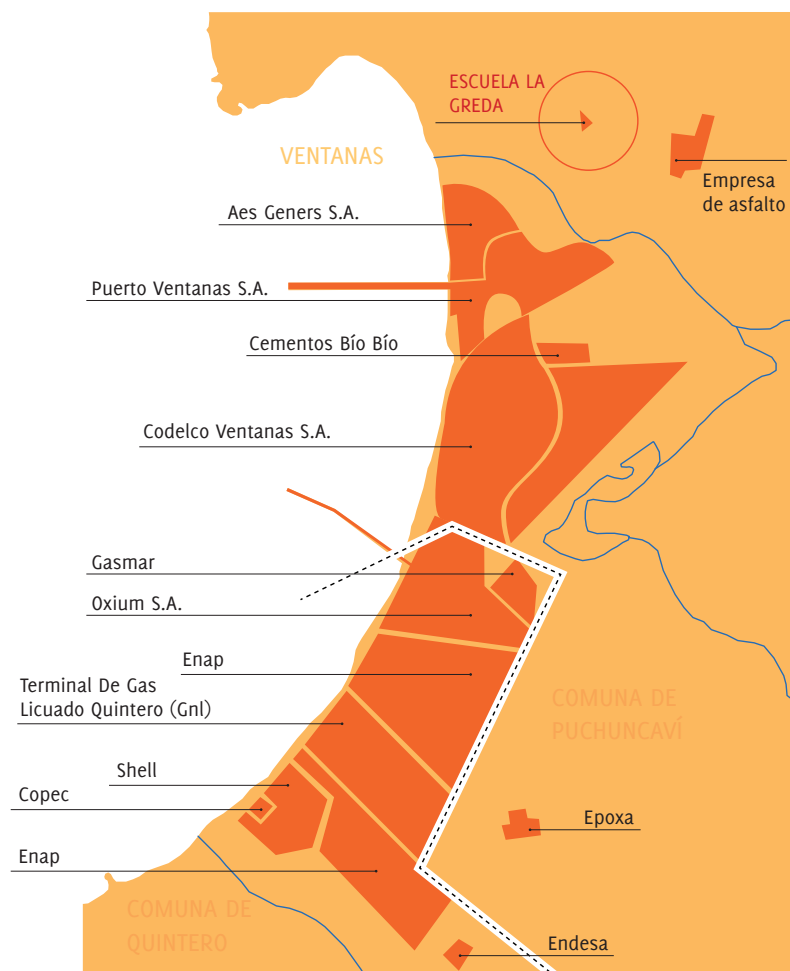
Polo industrial de Puchuncaví

Es un polo de desarrollo nacional que, en forma asociada, produce descargas de residuos líquidos al mar, emisiones atmosféricas, depósitos de cenizas en el suelo. A ello se suma el transporte de cargas peligrosas, uso de agroquímicos, etc., convirtiendo al territorio totalmente vulnerable desde el punto de vista ambiental, pese a que cuenta con un plan de descontaminación desde 1991.

Actualmente, en este sector, la autoridad está impulsando cuatro estudios en evaluación y gestión de riesgos ambientales:

- ▶ Percepción y comunicación del riesgo ambiental.
- ▶ Evaluación de exposición ambiental a sustancias potencialmente contaminantes presentes en el aire, polvo, suelos y aguas continentales.
- ▶ Evaluación de riesgo a la salud de las personas.
- ▶ Evaluación de riesgo ecológico.

Existe una mesa de trabajo público-privado para ejecutar acciones de control y mitigación, además de la coordinación del acuerdo de producción limpia del sector industrial Quintero-Puchuncaví, por parte de la Seremi del MMA de Valparaíso.



Polimetales de Arica

La contaminación por metales pesados en Arica se genera a raíz del ingreso de sustancias con contenido de metales pesados desde Suecia, entre 1984 y 1989. Además del embarque, almacenamiento y tránsito de ferrocarriles y camiones con minerales con alto contenido de plomo desde Bolivia.

A lo largo del tiempo, con el fin de abordar el riesgo para la población, se han implementado diversas medidas y acciones, en el ámbito de salud, educación, vivienda y medio ambiente.

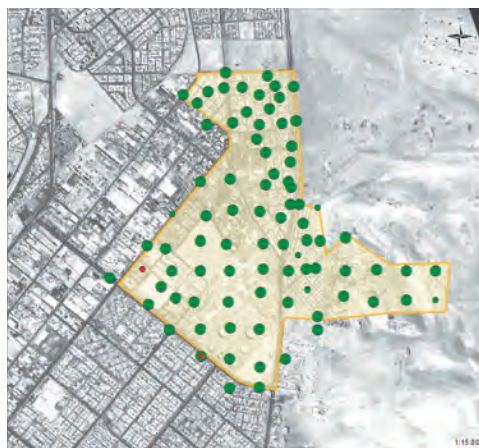
El año 2009 se elaboró el Programa Maestro de Intervención de Zonas con Presencia de Polimetales en Arica, que contempló el desarrollo de un plan de mitigación ambiental.

El año 2010 se firmó el Protocolo de Acuerdo Interministerial para Atención Integral de Zonas Afectadas por Contaminación de Polimetales en Arica. Al Ministerio del Medio Ambiente le corresponde, sobre la base de sus funciones, evaluar el riesgo ambiental y definir las zonas de riesgo y el perímetro de intervención de modo de proteger la salud de los habitantes.

El año 2011 se elaboraron los términos de referencia para el desarrollo del estudio *Evaluación de riesgos a la salud de la población por la presencia de polimetales en suelo en la ciudad de Arica*, cuyo objetivo es dar seguimiento al estudio de *Análisis químico de suelos de la ciudad de Arica* (Agriquem 2008 - 2009) y desarrollar una evaluación y análisis de los potenciales riesgos a la salud de la población de esta urbe, asociados a la exposición de polimetales, el cual finalizará a mediados del año 2012.



Plomo



Suelo Superficial Plomo

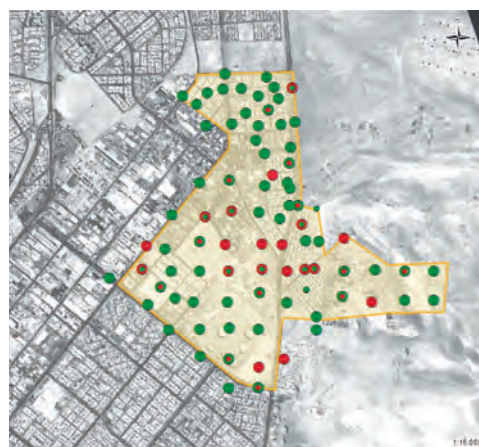
- 19,1 - 400,0
- 400,1 - 1814,1

Suelo Plomo

- 19,1 - 400,0
- 400,1 - 1814,1
- área estudio II

(mg/Kg)

Arsénico



Suelo Superficial Arsénico

- 3.000.000 - 20.000.000
- 20.000.000 - 100.000.000

Suelo Arsénico

- 0,1 - 20,0
- 20,1 - 101,0
- área estudio II

(mg/Kg)

Antecedentes comunas de Illapel, Copiapó y Tierra Amarilla

Durante el año 2011, mediante el Convenio entre el Ministerio del Medio Ambiente y el Centro Nacional del Medio Ambiente (MMA-CENMA), se efectuó la identificación y evaluación preliminar sitio-específica de suelos con potencial presencia de contaminantes (SPPC), producto de actividades mineras, en las comunas de Illapel, Copiapó y Tierra Amarilla.

En una primera etapa, se identificaron y seleccionaron suelos con presencia de residuos mineros abandonados. Posteriormente, se efectuó la recopilación de antecedentes, visitas de campo y la aplicación de fichas de inspección en cada uno de ellos, a partir de lo cual fue posible priorizarlos en función del riesgo preliminar a la salud que podrían representar. A nivel comunal, en aquellos suelos que se estimó mayor riesgo preliminar se efectuaron, posteriormente, investigaciones preliminares y confirmatorias.

Con esta información se ha recomendado, realizar otros estudios más detallados para algunos sitios, que permitan evaluar el nivel de riesgo.

Tranques de relaves Andacollo



Andacollo es una comuna cuya principal actividad económica, históricamente, ha sido la explotación minera, razón por la cual existen numerosos tranques de relaves y depósitos de ripios (estériles), que se encuentran en medio de la ciudad. A fin de conocer y aminorar el riesgo que esto podría generar para la población, la autoridad se encuentra realizando estudios, análisis y gestiones de mejoramiento en los suelos con potencial presencia de contaminantes (SPPC).

Entre las acciones desarrolladas se encuentra la investigación Manejo de desechos de y con contenido de mercurio, efectuada el año 2009, en la cual se llevó a cabo una evaluación de riesgo preliminar en la salud de las personas, en uno de los depósitos de relave de la localidad de Andacollo. Posteriormente, en 2010, se ejecutó la Evaluación de pasivos ambientales mineros. Sitios contaminados por mercurio. Un caso de estudio: Andacollo, en la que se evaluó la presencia de mercurio en 18 SPPC. En 2011, se efectuó una evaluación de riesgo a la salud, en 13 relaves de esta misma localidad, concluyéndose que éstos no representan un riesgo inminente a la salud de la comunidad. Adicionalmente, se ha constituido una mesa de trabajo público-privado, con el fin de ejecutar acciones de control y mitigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2008. *Política Nacional de Seguridad Química*. Santiago: Conama.
- COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2009. *Catastro de sitios con presencia de dioxinas y furanos, asociados al uso de pentaclorofenol en aserraderos*. Santiago: Conama.
- COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2009. *Inventario Nacional de Fuentes de Emisión de Dioxinas y Furanos*. Santiago: Conama.
- COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2009. *Política Nacional para la Gestión de Sitios con Presencia de Contaminantes*. Santiago: Conama.
- FUNDACIÓN CHILE), 2011. *Fuerza laboral en la gran minería chilena. Diagnóstico y Recomendaciones, 2011-2020*, Santiago.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE), 2011. *Empleo Trimestral*. Disponible en <http://www.ine.cl>
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2011a. Informe Final. *Preparación de antecedentes para la elaboración de la "norma de calidad primaria de suelos"*. Preparado por Ingeniería Alemana, Santiago: MMA.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2011b. *Catastro de sitios con presencia de dioxinas y furanos asociados al uso de pentaclorofenol en aserraderos fase II. Metodología de investigación confirmatoria y estimación preliminar de riesgos ambientales*. Preparado por Ingeniería Alemana. Santiago: MMA.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2011c. *Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes al 2009*. Disponible en <http://www.retc.cl>
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2011d. Informe final: *Continuación del catastro nacional de instalaciones que almacenan, usan y/o producen sustancias químicas peligrosas: hacia una herramienta de evaluación de peligros químicos*. Preparado por Universidad de Concepción. Concepción.
- SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA (SERNAGEOMIN), 2010. *Base de datos con producción minera a 2010*.
- SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA (SERNAGEOMIN), 2011. *Base de datos con faenas mineras activas y abandonadas a octubre de 2011*.



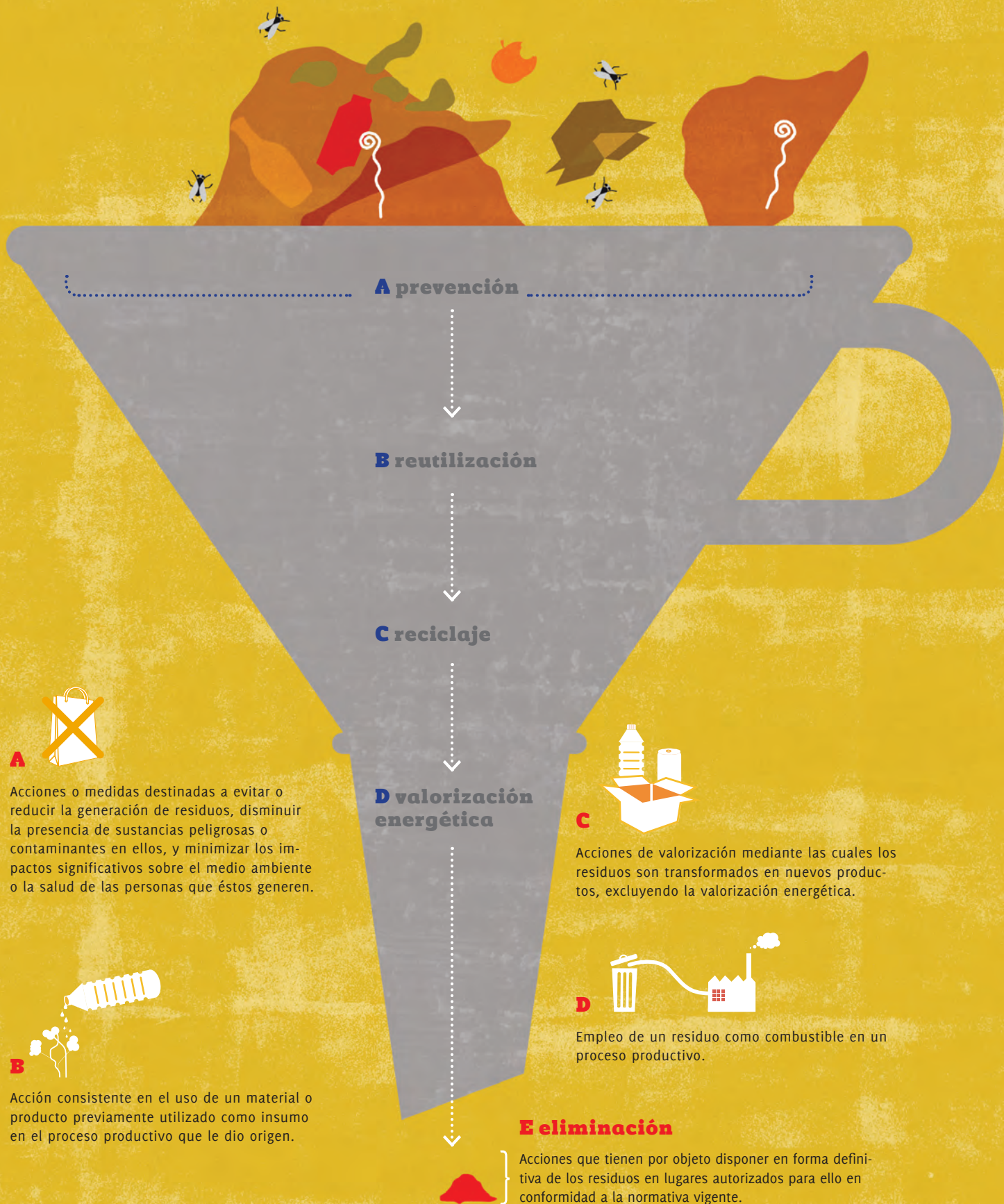


Capítulo 3

Residuos

1) Antecedentes	139
2) Presión: Generación de residuos	140
3) Acciones para enfrentar la problemática de residuos	156

[ESTRATEGIA JERARQUIZADA DE RESIDUOS]



Introducción

Resumen / Abstract

Si bien la generación de residuos es consustancial a cualquier organización social, adquiere mayor relevancia con la aparición de asentamientos importantes de población, lo cual exige un manejo y gestión adecuado, a fin de no generar impactos negativos a la salud y el medio ambiente.

Antecedentes 1

En la naturaleza no existen residuos, todo es reincorporado al ciclo a través de las cadenas tróficas y de los ciclos biogeoquímicos, sólo en los ecosistemas con presencia antrópica se generan residuos.

Los residuos son sustancias u objetos que habiendo llegado al final de su vida útil se desechan, procediendo a tratarlos mediante valorización o eliminación. Entre los principales impactos ambientales que puede generar la disposición final de los residuos (adaptado de BID, 2009), se pueden señalar:

- ▶ Afectación de la calidad del agua y alteración de las características hidráulicas, tanto superficiales como subterráneas;
- ▶ Alteración de la cantidad de biomasa, del tipo de vegetación y fauna;
- ▶ Alteración de las propiedades físicas, químicas y de fertilidad de los suelos (e.g. contaminación por presencia de aceites, grasas, metales pesados y ácidos, entre otros residuos, y activación del proceso erosivo por cambios de topografía);
- ▶ Emisiones atmosféricas de dioxinas y furanos, sulfuros de hidrógeno, entre otros;
- ▶ Emisión de gases de efecto invernadero, como metano y dióxido de carbono, fruto de los procesos de degradación anaeróbica en los rellenos sanitarios;
- ▶ Enfermedades provocadas por vectores sanitarios, cuya aparición y perma-

1995



100%

Vertederos y
basurales

2005



40%

Vertederos y
basurales

60%

Rellenos
sanitarios

nencia pueden estar relacionados en forma directa con la ejecución inadecuada de alguna de las etapas del manejo de los residuos;

- ▶ Impactos paisajísticos;
- ▶ Riesgo de accidentes, tales como explosiones o derrumbes;
- ▶ Deterioro anímico y mental de las personas directamente afectadas por la cercanía de residuos;
- ▶ Mal olor;
- ▶ Contaminación acústica derivada del transporte de residuos.

Pese a lo complejo de este tema, Chile ha realizado importantes avances en esta materia. En 1995 la totalidad de los residuos domiciliarios se disponía en vertederos y basurales; en cambio al año 2005, más del 60% de los residuos se disponen en rellenos sanitarios que cumplen una serie de exigencias técnicas sanitarias y ambientales¹ (CONAMA, 2005, p.12).

A pesar de estos avances, se requiere mejorar las regulaciones sanitarias y ambientales vigentes, abordar los vacíos legales existentes, lograr una mayor fiscalización y desarrollar la capacidad en la institucionalidad pública para coordinar a todos los actores que tienen competencia en la gestión de residuos.

No obstante lo anterior, es importante señalar que la gestión de los residuos ha sido abordada, mayoritariamente de manera reactiva, limitándose así a la recolección y disposición final, sin mayor atención a alternativas de valorización.

¹] Relleno sanitario: Lugar destinado a la disposición final de residuos que cumple con la legislación vigente (Autorización Sanitaria, de acuerdo al D.S. N° 189, más Resolución de Calificación Ambiental).

Vertedero: Lugar destinado a la disposición final de residuos que no cumplen con la legislación vigente, pero cuentan con Autorización Sanitaria, de acuerdo a la Resolución N° 2.444.

Basural y vertedero municipal o urbano: Lugar destinado a la disposición final de residuos que no cumplen con la legislación vigente y tampoco cuentan con Autorización Sanitaria, de acuerdo a la Resolución N° 2.444.

2 Presión: Generación de residuos

Generación de residuos a nivel nacional

En Chile, desde hace décadas, el manejo de los residuos se plantea como preocupación en los distintos sectores sociales, aunque sin soluciones efectivas. La complejidad del tema, nos enfrenta hoy, además, a patrones de producción y consumo que favorecen la generación cada vez mayor de residuos. Entre sus principales causas destacan:

- ▶ El proceso de crecimiento, distribución y concentración de la población;

- ▶ Las características físicas del país y la distribución de las actividades económicas, que implican la presencia de muchos lugares alejados de zonas pobladas que dificultan la fiscalización y posibilitan la instalación de basurales ilegales;
- ▶ El mayor consumo producto del aumento en los ingresos;
- ▶ La existencia de deficiencias institucionales, reglamentarias, de fiscalización y gestión.

La información sobre la generación y el manejo de residuos en el país es limitada. Se han ejecutado varios estudios sobre generación de residuos por origen y destino, que en la mayoría de los casos corresponde a catastros de sitios de disposición final.

Entre 2009 y 2010 se realizó el estudio “Levantamiento, Análisis, Generación y Publicación de Información Nacional Sobre Residuos Sólidos de Chile”, el cual presenta resultados en base a la revisión de estudios anteriores y encuestas a municipalidades, empresas generadoras y destinatarios de residuos. Los resultados del estudio presentan las siguientes estimaciones para el año 2009: una generación de 16,9 millones de toneladas de residuos, de las cuales 6,5 millones de toneladas corresponden a residuos municipales y 10,4 millones de toneladas a residuos industriales. Estos datos no incluyen a los residuos mineros masivos².

Es importante señalar que este estudio fue realizado en base a encuestas y estimaciones, por lo cual la información en algunos temas es incompleta e imprecisa.

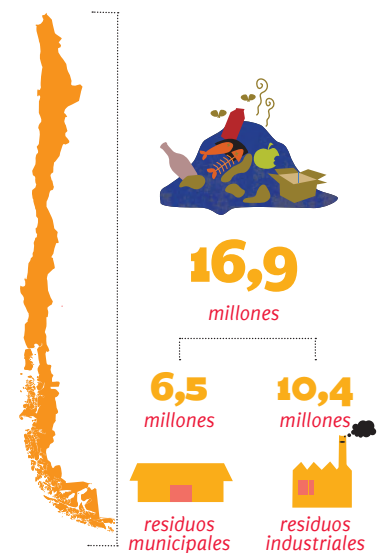
Generación de residuos municipales

La gestión de los residuos domiciliarios, entendida como recolección, transporte y disposición, es un servicio que opera a cargo de las respectivas municipalidades. Esta actividad, si bien es regulada y fiscalizada por parte del Estado, requiere normativas adicionales que permitan abordar la gestión de los residuos de manera integral.

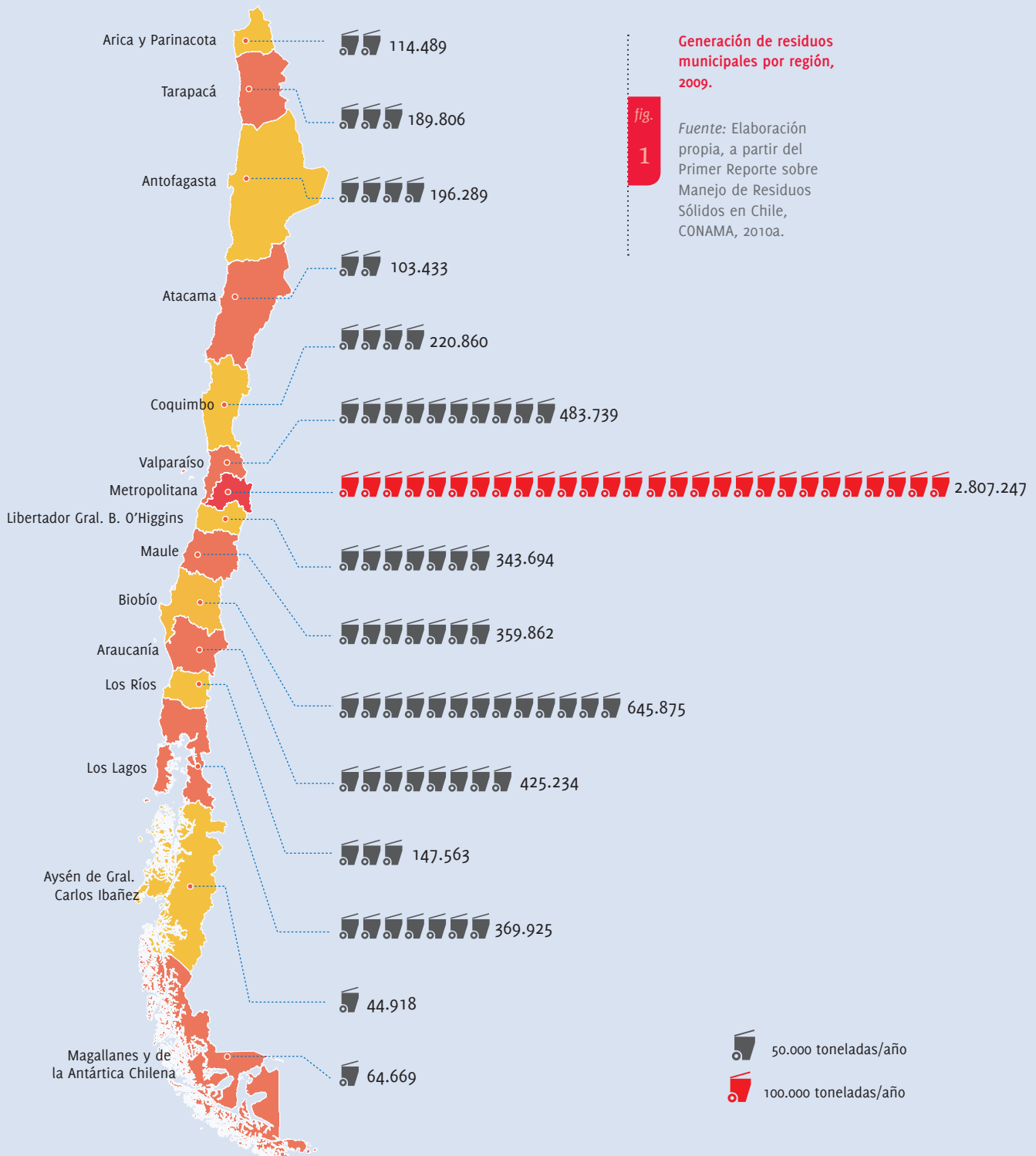
Existen dos factores que influyen preponderantemente en la generación de residuos domiciliarios: el número de habitantes y el nivel de ingreso. El número de habitantes corresponde al principal factor del cual depende la generación total de residuos municipales. A nivel individual, el nivel de ingreso corresponde a la variable que más incide en la generación de residuos per cápita.

En la Figura 1, se aprecia cómo la Región Metropolitana, que concentra casi el 50% de la población nacional, genera la mayor cantidad de residuos municipales con una participación del 43%, seguida de las regiones del Biobío con un 10% y de Valparaíso con un 7,4%.

A nivel local, la influencia del número de habitantes y el nivel de ingreso



² Este informe no incorpora los residuos masivos mineros, por cuanto no se disponía de datos al respecto.



Generación de residuos municipales por región, 2009.

fig. 1

Fuente: Elaboración propia, a partir del Primer Reporte sobre Manejo de Residuos Sólidos en Chile, CONAMA, 2010a.

“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



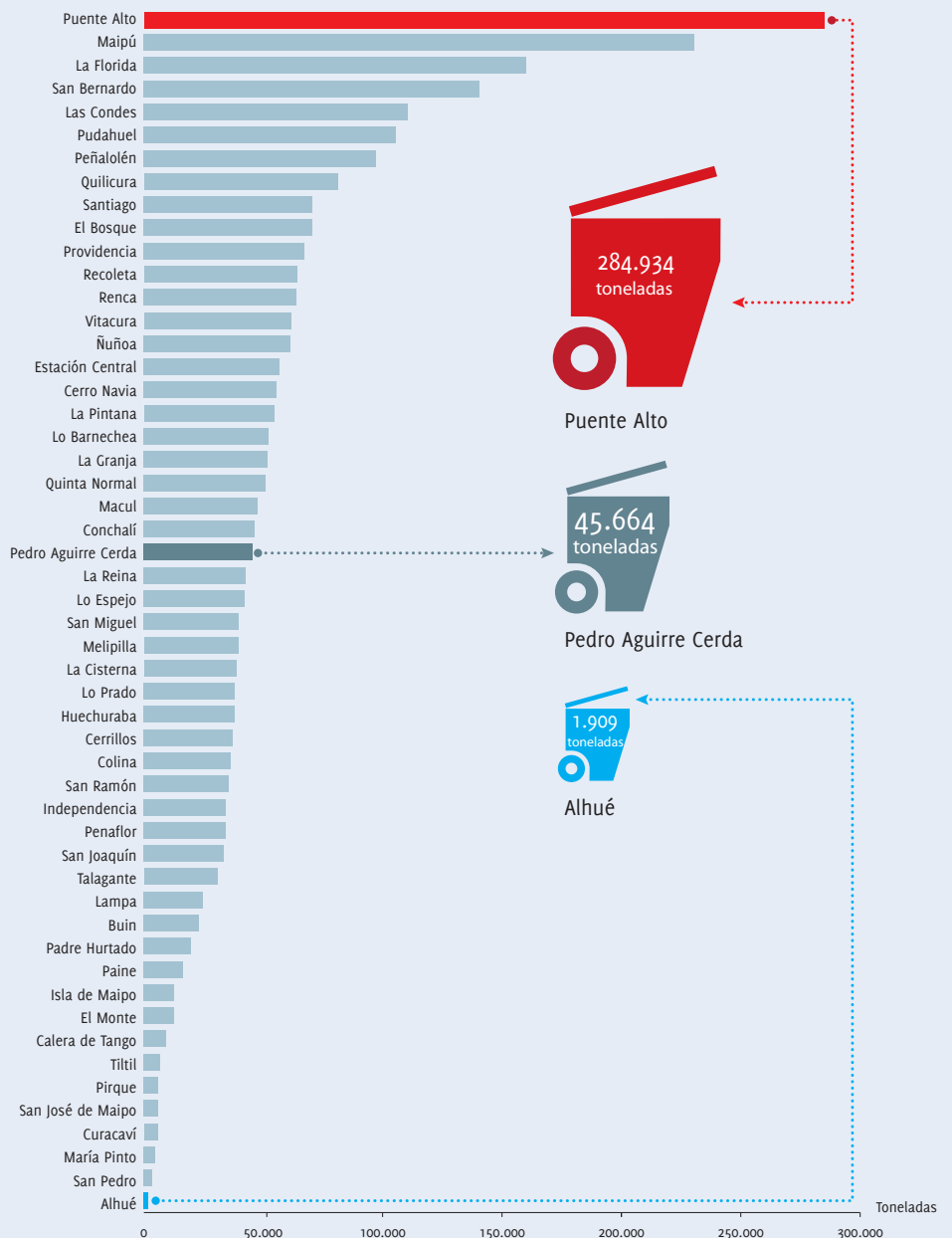
se aprecia con mayor claridad. Las Figuras 2 y 3 presentan la generación total de residuos municipales, población y generación per cápita por comunas de la Región Metropolitana. La comuna de mayor población de la región, Puente Alto, corresponde a la de mayor generación total de residuos.

En tanto, la comuna de Vitacura mantiene la mayor tasa de generación de

Generación de residuos municipales por comunas de la Región Metropolitana, 2009.

Fuente: Elaboración propia, a partir del Primer Reporte sobre Manejo de Residuos Sólidos en Chile, CONAMA, 2010a.

fig.
2



residuos per cápita.

La Figura 4 ofrece una proyección geográfica a nivel nacional del ingreso medio por habitante y de la generación per cápita de residuos domiciliarios por habitante, respectivamente, al año 2009.

Actualmente, la gran mayoría de los municipios limitan su gestión a la dis-

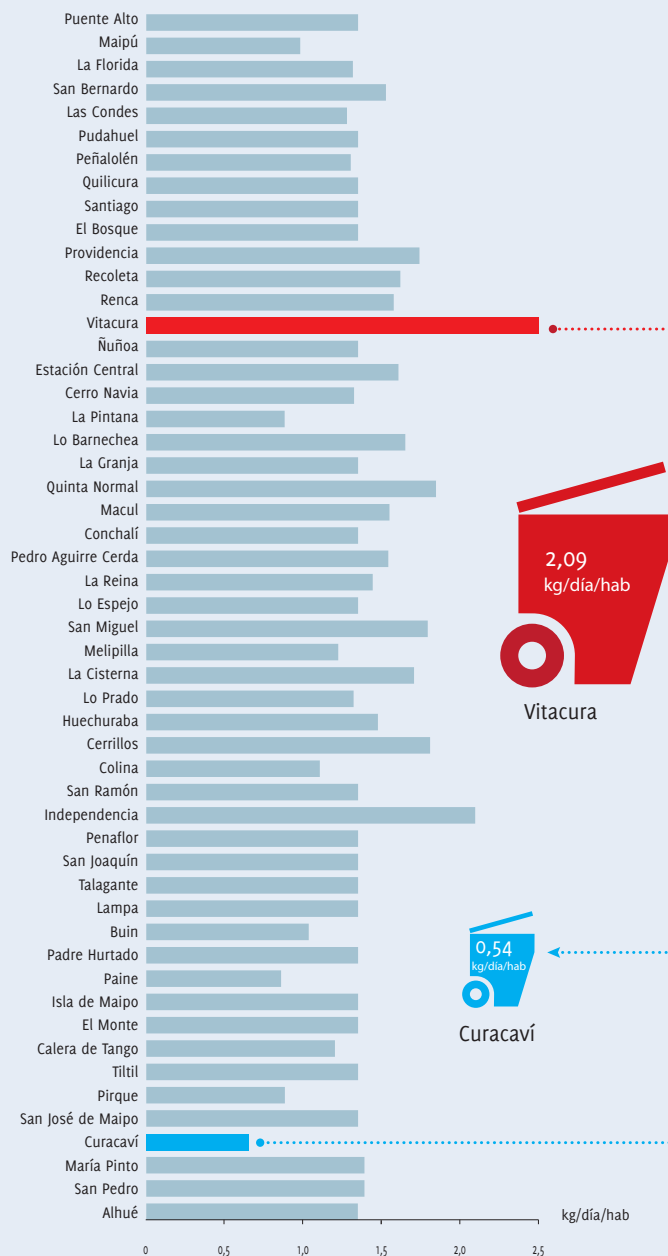


fig.

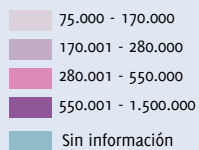
3

Generación de residuos per cápita por comunas de la Región Metropolitana, 2009.

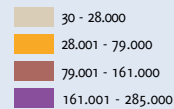
Fuente: Elaboración propia, a partir del Primer Reporte sobre Manejo de Residuos Sólidos en Chile, CONAMA, 2010a.



Ingreso promedio per cápita (\$)



Generación Residuos
(toneladas/año)

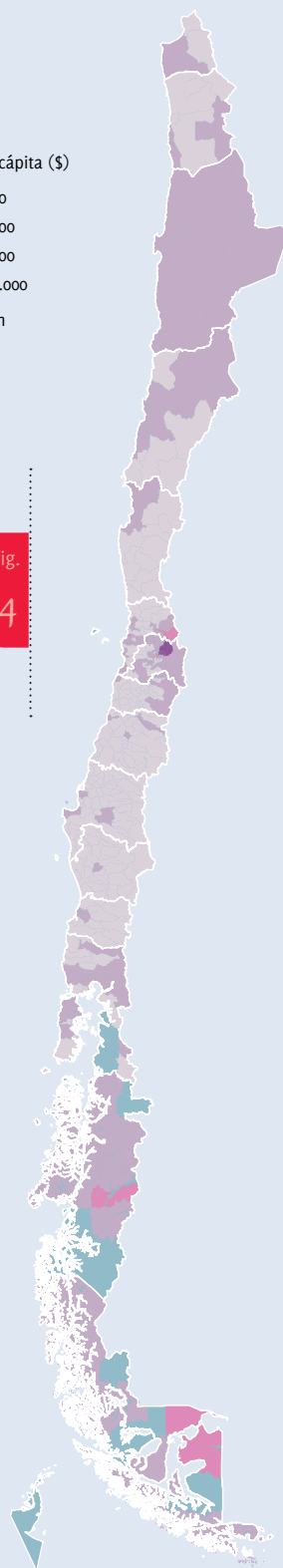


Ingreso promedio per cápita y generación de residuos municipales, 2009.

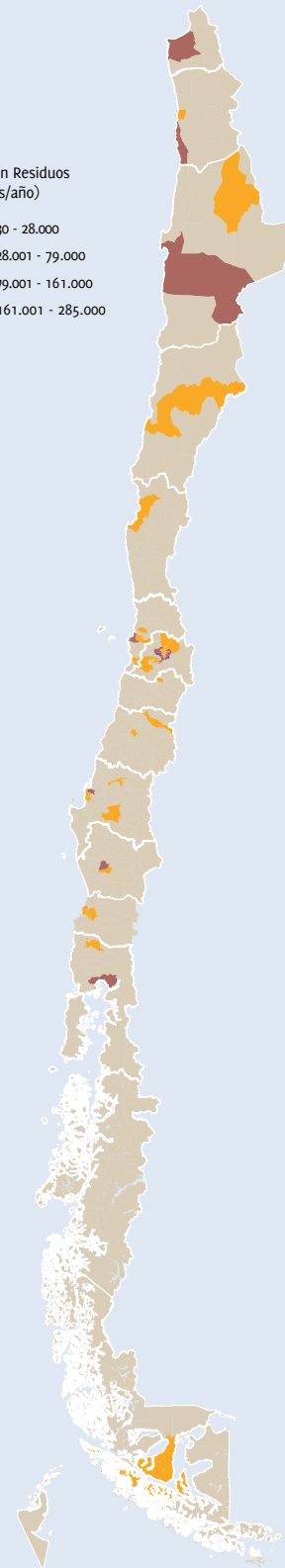
Nota: Es importante señalar que los datos fueron obtenidos en base a encuestas y estimaciones, por lo cual la información es incompleta e imprecisa.

Fuente: Elaboración propia, a partir del Primer Reporte sobre Manejo de Residuos Sólidos en Chile, CONAMA, 2010 y Encuesta CASEM 2009, MIDEPLAN.

fig.
4



0 250 500 km



0 250 500 km

“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

posición final de los residuos a través de contratos con empresas privadas o mediante manejo propio. En general, dichos organismos no han manifestado una disposición concreta para el manejo integral de sus residuos y buscan, por lo general, eliminarlos sin considerar estrategias como fomentar la prevención de su generación o su potencial valorización. Asimismo, los contratos de disposición final, muchas veces desincentivan las iniciativas de reciclaje, debido a que los costos por tonelada son menores mientras más aumente la cantidad dispuesta.

Sin perjuicio de lo anterior, algunos municipios han formalizado el reciclaje a través de contratos para la recolección diferenciada. Asimismo, existe un mercado informal de recicladores e intermediarios para la recolección de papel y cartón, chatarra y otros residuos reciclables y también un mercado formal con empresas recuperadoras de papel y cartón, chatarra, plástico y hojalatas, en las principales ciudades del país.

Como se aprecia en la Figura 5, más del 50% de los residuos municipales generados en el país podrían ser valorizados, lo que reduciría sustancialmente los residuos que se envían a sitios de disposición final, disminuyendo así los costos que invierten los municipios por este concepto.

Con respecto a sitios de disposición final en que los residuos sólidos mu-

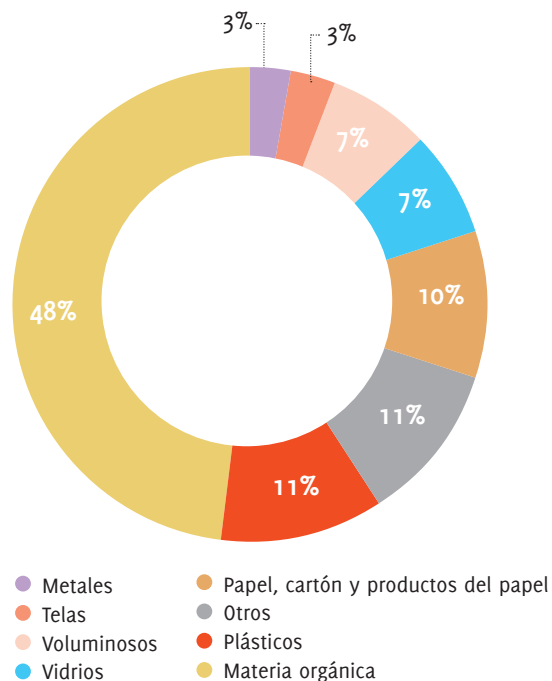


fig.

5

Composición de la generación de residuos municipales, 2009.

Fuente: Elaboración propia, a partir del Primer Reporte sobre Manejo de Residuos Sólidos en Chile, CONAMA, 2010a.

nicipales son depositados, se estima que un 69% se depositó en rellenos sanitarios, correspondientes a instalaciones que cumplen la reglamentación vigente, 22% en vertederos, correspondientes a instalaciones que cumplen la legislación del año 1980, y 9% en basurales, instalaciones que no cumplen ningún tipo de reglamentación. Estas últimas instalaciones se encuentran básicamente en zonas rurales y municipios con un bajo número de habitantes.

Para ilustrar de mejor forma este problema, se identificaron regiones del país que cuentan con catastros de sitios de disposición final completos. Con esta información se construyeron mapas que contienen, para cada comuna, los sitios de disposición final de residuos y el ingreso per cápita, obtenido de la encuesta CASEN realizada por MIDEPLAN el año 2009 (Figura 6).

Actualmente la Región Metropolitana de Santiago cuenta con tres rellenos sanitarios: Loma los Colorados (Til Til), Santiago Poniente (Maipú) y Santa Marta (San Bernardo), los cuales cubren las necesidades de la mayor parte de las comunas de la región. En la Figura 6 se evidencia, que las comunas con mayores ingresos no tienen sitios de disposición final de residuos, exportando sus desechos a otras comunas. Se aprecia además que en algunas comunas, como Puente Alto, persisten una gran cantidad de microbasurales ilegales.

La disposición final en rellenos sanitarios presenta economías de escala

Ingreso per cápita y sitios de disposición final para la Región Metropolitana, 2009.

Nota: Los Vertederos ilegales y microbasurales en la Región Metropolitana no están autorizados

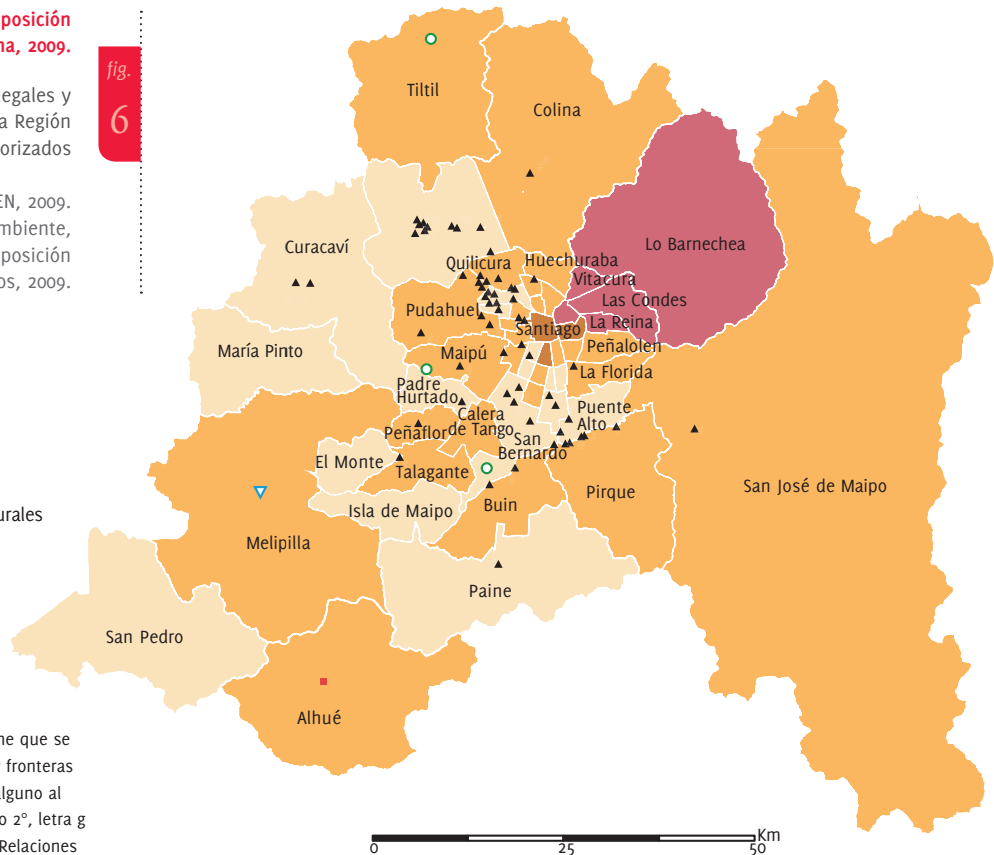
Fuente: MIDEPLAN, Encuesta CASEN, 2009.
Ministerio del Medio Ambiente, Catastro de Sitios de Disposición Final de Residuos, 2009.

Tipo Disposición de Residuos

- Basural
- Relleno Sanitario
- ▽ Vertedero
- ▲ Vertederos ilegales y Microbasurales

Ingreso Promedio Per Cápita (\$)

- 75.000-170.000
- 170.001-280.000
- 280.001-550.000
- 550.001-1.500.000



“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

importantes y, por lo mismo, la reglamentación desincentiva la multiplicación de lugares de disposición desde el punto de vista económico. Sin embargo, es importante destacar que desde el año 2006 no hay mayor avance en el mejoramiento de la disposición final en rellenos sanitarios.

Los vertederos y microbasurales ilegales, en su mayoría se ubican en la periferia de las zonas urbanas, afectando principalmente a comunas de bajos ingresos e impactando negativamente sus presupuestos, debiendo éstas asignar recursos económicos, equipamiento y personal para clasificar, extraer, transportar y eliminar los residuos dispuestos ilegalmente en el espacio público.

En algunos, casos lo anterior coincide con la falta de espacios disponibles para el desarrollo de actividades de recreación al aire libre, situación que daña la calidad de vida de sus habitantes.

La promoción de una mayor valorización de residuos, sin dejar de lado los as-



fig.

Microbasural en la rivera del río

7

Fotografía de Víctor
Rojas, 2011.



fig.

Microbasurales en la comuna de Puente Alto

8

Fuente: Ministerio del
Medio Ambiente, Imagen
Quick Bird, 2008.

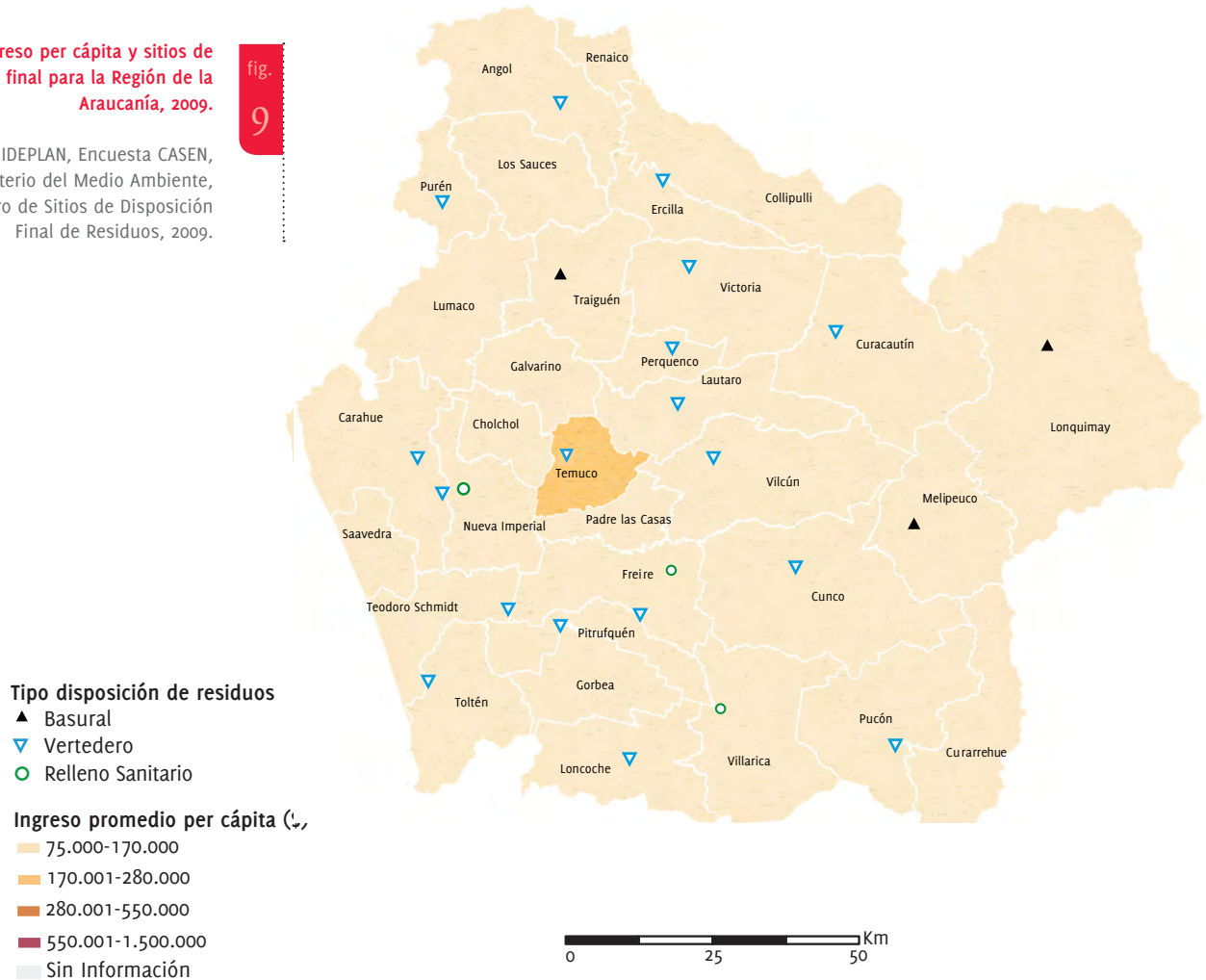
pectos sanitarios, permitiría disminuir la demanda de sitios de disposición final.

La Figura 9 corresponde a la Región de la Araucanía que comprende el caso de comunas con menor densidad urbana y de carácter más rural. Se observa un ingreso per cápita homogéneo y sitios de disposición final de residuos en casi todas las comunas de la región. Tres de estos sitios corresponden a rellenos sanitarios: Relleno Sanitario Privado Villarrica (Villarrica), Relleno Sanitario de Coipué (Freire) y Relleno Sanitario Privado Nueva Imperial (Nueva Imperial).

La Figura 10 también ilustra el caso de la Región de Los Lagos, que sólo

Ingreso per cápita y sitios de disposición final para la Región de la Araucanía, 2009.

Fuente: MIDEPLAN, Encuesta CASEN, 2009. Ministerio del Medio Ambiente, Catastro de Sitios de Disposición Final de Residuos, 2009.



“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

cuenta con vertederos y basurales en los principales centros poblados. No se observa una concentración de basurales en una comuna en particular.

Generación de residuos industriales

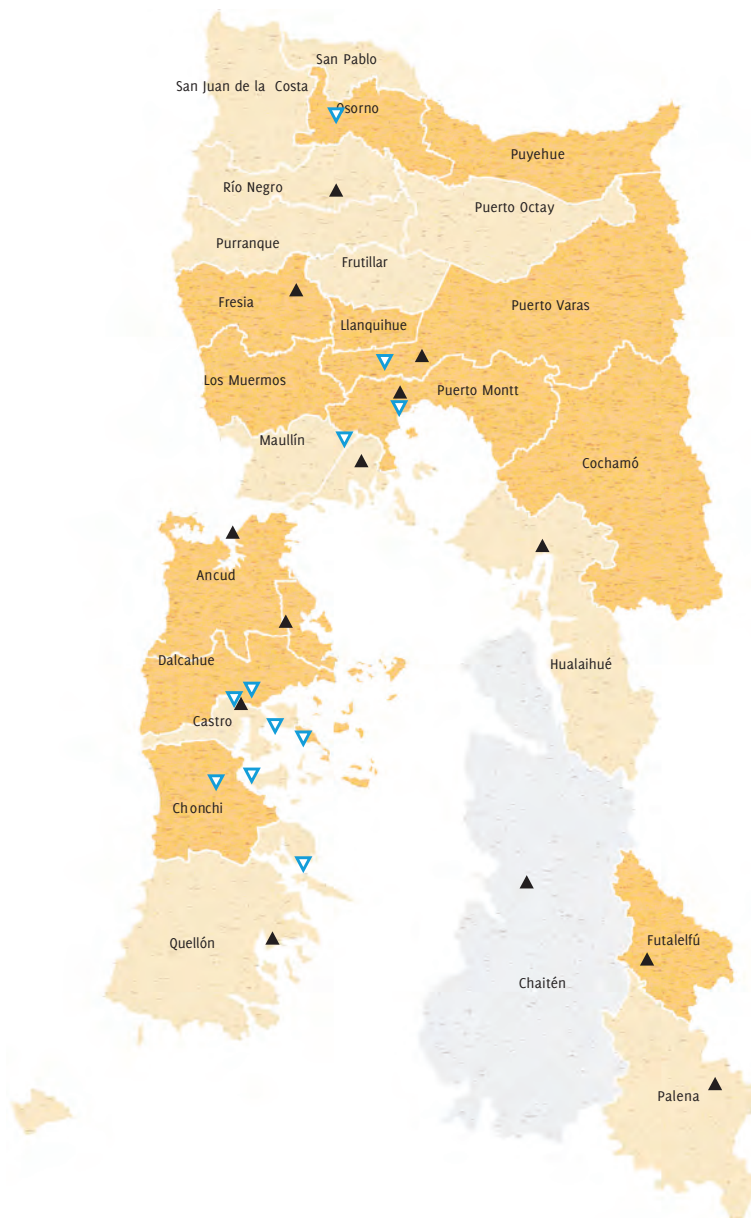


fig.
10

Ingreso per cápita y sitios de disposición final para la Región de Los Lagos, 2009.

Fuente: MIDEPLAN, Encuesta CASEN, 2009. Ministerio del Medio Ambiente, Catastro de Sitios de Disposición Final de Residuos, 2009.

Tipo disposición de residuos

- ▲ Basural
- ▼ Vertedero
- Relleno Sanitario

Ingreso promedio per cápita (\$)

- 75.000-170.000
- 170.001-280.000
- 280.001-550.000
- 550.001-1.500.000
- Sin Información

0 25 50 100 Km

“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

3] Otro caso corresponde a los fabricantes e importadores de plaguicidas, quienes se encuentran en una etapa de promoción del triple lavado de sus envases, para su posterior eliminación, evitando así el depósito ilegal de éstos en predios rurales.

La información respecto a residuos industriales es más limitada aún. Si bien existen estimaciones sobre generación de residuos industriales, hospitalarios, mineros, de construcción y silvoagropecuarios, según las cuales el 2009 representaron el 61,5% del total de residuos a nivel nacional, la información respecto del manejo actual de éstos es deficitaria. Una excepción es la generación y el manejo de los residuos radioactivos, reglamentada y fiscalizada por la Comisión Chilena de Energía Nuclear³

Sin embargo, debido a que la escasa información disponible se encuentra incompleta o gruesamente estimada, no es posible desglosar regionalmente la generación de residuos industriales. En la Figura 11, se presenta un panorama respecto a la distribución de residuos de este tipo a nivel nacional, los que no incluyen los residuos mineros masivos. Es importante tener presente que estos datos provienen principalmente de encuestas, y que no han sido validados con los sectores respectivos.

Generación de residuos peligrosos

Generación nacional de residuos industriales por sector, 2009.

Nota: Los residuos de la construcción incluyen las excavaciones. La información de los residuos industriales está desactualizada, incompleta o gruesamente estimada.

Fuente: Elaboración propia, a partir del Primer Reporte sobre Manejo de Residuos Sólidos en Chile, CONAMA, 2010.

fig.
11



Previo a la entrada en vigencia del reglamento (D.S. N°148 del MINSAL) sobre manejo de residuos peligrosos, el año 2005, la estimación de la generación de este tipo de residuos era alrededor de 30.000 toneladas, principalmente por la falta de normativas específicas.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en su Evaluación de Desempeño Ambiental el 2005 recomendó: “Fortalecer el manejo de residuos de sustancias químicas y peligrosas con arreglo a los tratados internacionales, en especial el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes, el Convenio de Rotterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional y el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación; completar y poner en práctica planes nacionales sobre contaminantes orgánicos persistentes y residuos peligrosos; fortalecer las actividades de fiscalización, desarrollar los registros de liberación y transferencia de contaminantes y perfeccionar el marco regulatorio para mejorar el manejo de los productos químicos a lo largo de todo su ciclo de vida.” (Recomendación 49).

En concordancia con esta recomendación, el mencionado reglamento estableció una definición de residuo peligroso y creó un sistema de declaración y seguimiento para los grandes generadores de estos residuos (1 kilo mensual o más de residuos tóxicos agudos y 1 tonelada mensual o más de otros residuos peligrosos). 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 422.800 toneladas en el año 2010, como se puede apreciar en la Figura 12.

Las Figuras 13 y 14 ilustran sobre la generación de residuos peligrosos según sectores, la composición y la generación por regiones, respectivamente.

Toneladas/año

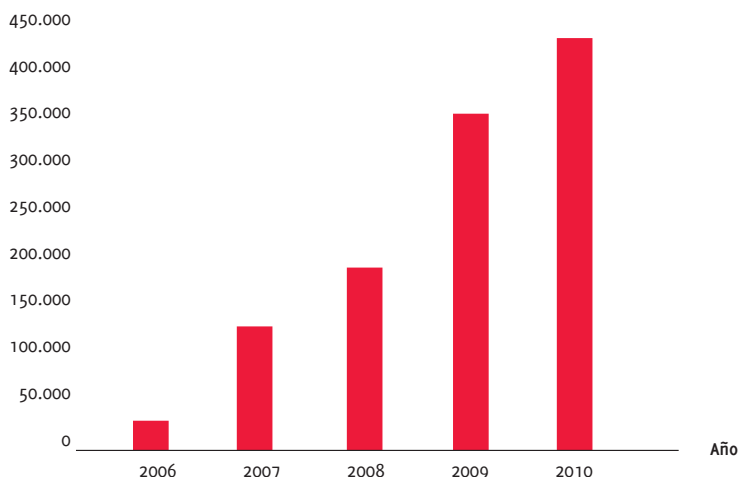


fig.
12

Generación anual de residuos peligrosos declarados

Fuente: SIDREP 2011

En el SIDREP existen 72 instalaciones de eliminación y/o valorización de residuos peligrosos, las que durante el año 2010, manejaron los residuos declarados. Sin embargo, la cantidad total recepcionada es mayor, dado que aún hay residuos peligrosos que se declaran a través de papel cuya información aún no ha sido digitalizada.

Tal como se puede apreciar en la Figura 15, el principal destino de residuos peligrosos durante el año 2010 correspondió a la Región Metropolitana, con un

Generación nacional de residuos peligrosos, 2009.

Fuente: RETC, 2011

fig.
13



2%

Transporte, almacenamiento y comunicaciones



3%

Suministro de electricidad, gas y agua



fig. 14

Composición de residuos peligrosos, 2009.

Fuente: MMA, 2011.

registro total de 204.032 toneladas, seguida por la Región de Antofagasta con un total de aproximadamente 135.000 toneladas.

Acciones para enfrentar la



1%

Comercio al por mayor
y al por menor



52%

Industrias
manufactureras

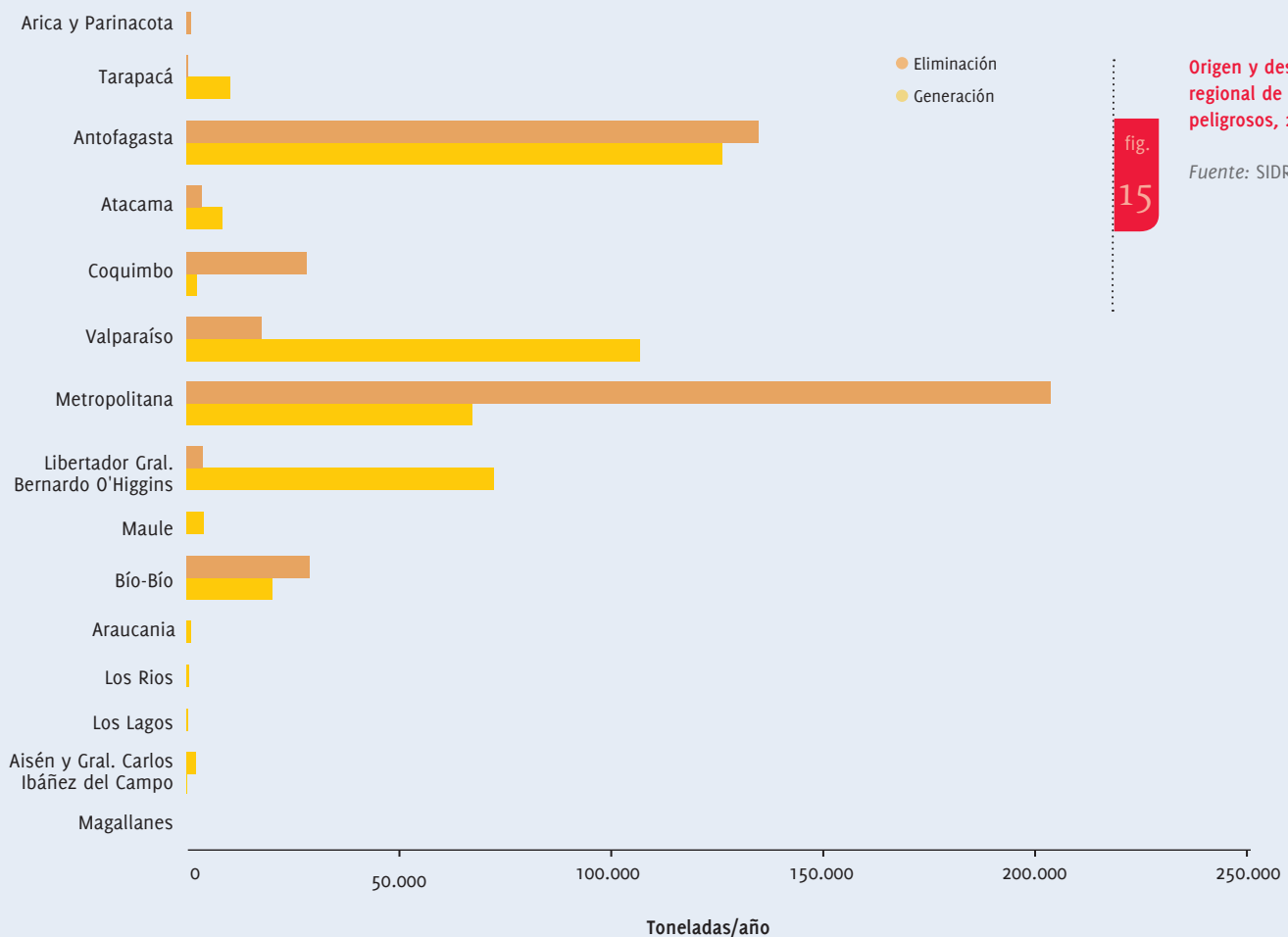


34%

Explotación de
minas y canteras

8%

Otras



problemática de residuos

3

En Chile el marco normativo asociado a residuos data desde el 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 el Cuadro 1 se listan las leyes y decretos relevantes.

Históricamente el énfasis de la gestión de residuos ha sido puesto en resolver adecuadamente su disposición final. Sin embargo, 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 en nuestro país.

Para enfrentar la complejidad de este problema, ya en 2005 el Consejo Directivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, aprobó la Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos, elaborada por un Comité Técnico, con representantes del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Ministerio de Salud, Ministerio de Economía, la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo y la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

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”. Para la implementación de la Política se crearon Secretarías Ejecutivas, tanto a nivel nacional como a nivel regional.

Uno de los aspectos relevantes que incorpora esta política es la necesidad de contar con una gestión integral de residuos que abarque todas las etapas de un producto, desde que es elaborado hasta su eliminación. Este modelo, utilizado en gran parte de los países desarrollados, ha probado su efectividad en el tiempo.

En materia de gestión de residuos, el primer objetivo es evitar la generación; si esta no es posible de evitar, se debe procurar su minimización; si esto no es posible, entonces se debe recién evaluar su potencial disposición final. Esta

Cuadro 1 Leyes y decretos asociados a la gestión de residuos sólidos

AÑO DE VIGENCIA	LEYES Y DECRETOS
1967	DFL N°725, del Ministerio de Salud, que establece el Código Sanitario.
1992	DS 685/1992 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	DS 594/2000 del MINSAL sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo (proviene del D.S. 745 del año 1993).
2004	DS 148/2004 del MINSAL, que establece el Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos.
2007	DS 45/2007 de MINSEGPRES, el cual establece la norma de emisión para la incineración y co-incineración.
2008	DS 189/2008 del MINSAL, que regula las condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios.
2009	DS 6/2009 del MINSAL, sobre el manejo de residuos generados en establecimientos de atención de salud.
2009	DS 4/2009 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 proponer políticas y formular normas, planes y programas en materias de residuos (artículo 70 letra g).

secuencia en la gestión de residuos se denomina jerarquía y se ilustra en la Figura 16.

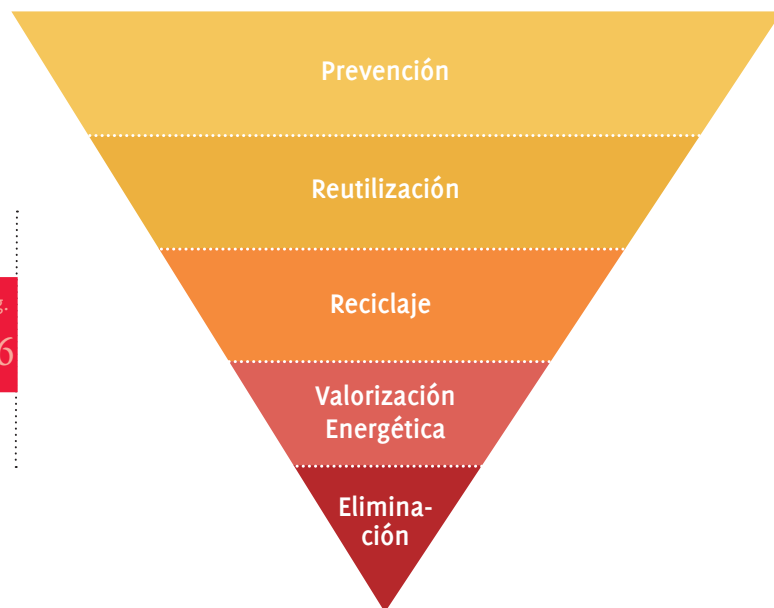
La jerarquía considera las siguientes etapas:

- ▶ **Prevención:** acciones o medidas destinadas a evitar o reducir la generación de residuos, disminuir la presencia de sustancias peligrosas o contaminantes en ellos, y minimizar los impactos significativos sobre el medio ambiente o la salud de las personas que éstos generen.
- ▶ **Reutilización:** acción consistente en el uso de un material o producto previamente utilizado como insumo en el proceso productivo que le dio origen.
- ▶ **Reciclaje:** acciones de valorización mediante las cuales los residuos son transformados en nuevos productos, excluyendo la valorización energética.
- ▶ **Valorización Energética:** empleo de un residuo como combustible en un proceso productivo.
- ▶ **Eliminación:** acciones que tienen por objeto disponer en forma definitiva los

Estrategia Jerarquizada de residuos

Fuente: Adaptado de Hertfordshire Waste Partnership, 2007

fig.
16

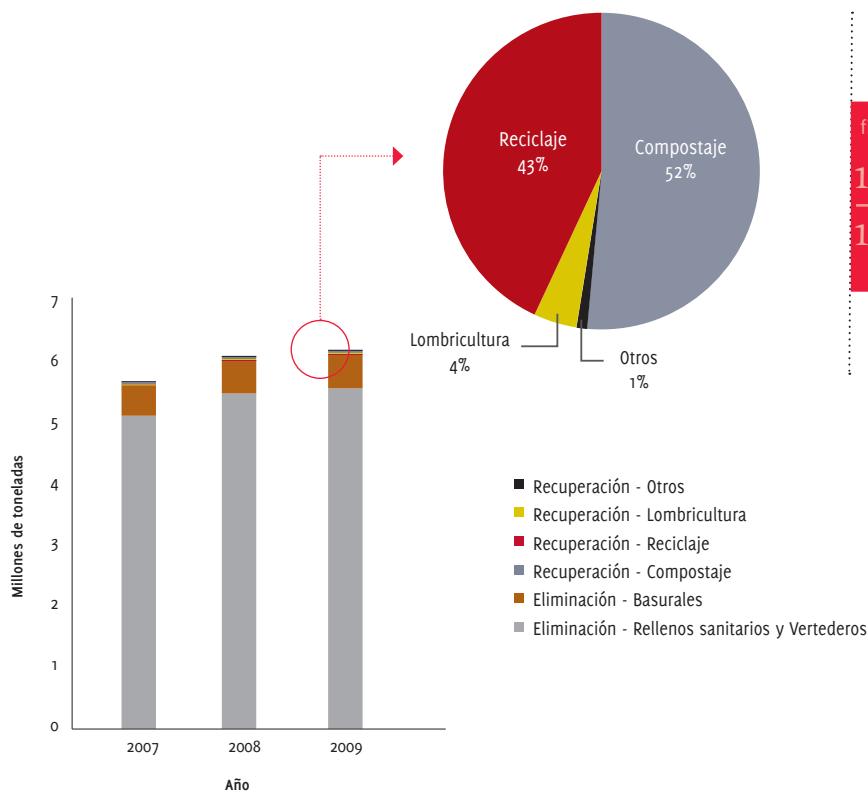


residuos en lugares autorizados para ello en conformidad a la normativa vigente.

El seguimiento de los programas de valorización y eliminación cada año, permite monitorear si se están reduciendo las cantidades destinadas a la eliminación, en favor de la valorización.

La Figura 17 ilustra sobre la tendencia a la recuperación de residuos con fines de valorización y de eliminación, respectivamente, en el período 2007-2009; mientras la Figura 18 informa sobre la distribución de los residuos recuperados y valorizados entre distintas opciones.

Dado que no es obligatorio declarar a la autoridad los flujos y manejo de los residuos en todas las regiones, las cifras de valorización de las principales fracciones de residuos, como papel y cartón, chatarra y vidrio, entre otras,



Residuos municipales recolectados a nivel nacional y destino, 2007-2009.

Fuente: Elaboración propia, a partir del Primer Reporte sobre Manejo de Residuos Sólidos en Chile, CONAMA, 2010.

fig.
17
18

Recuperación residuos municipales, 2009.

Fuente: Elaboración propia, a partir del Primer Reporte sobre Manejo de Residuos Sólidos en Chile, CONAMA, 2010

4] La valorización es entendida como acciones cuyo objeto es recuperar residuos o alguno de sus componentes, con la finalidad de reincorporarlos a procesos productivos y/o generar nuevos materiales, productos o energía.

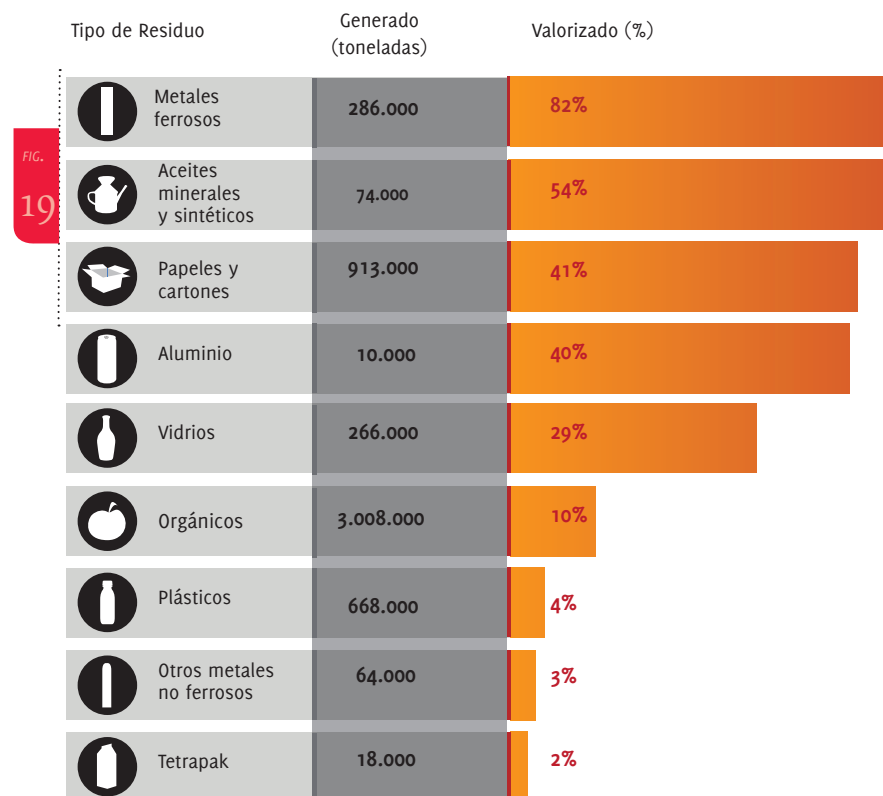
fueron estimadas con información entregada por las principales empresas que se dedican a la valorización de residuos industriales y/o residuos municipales, según se puede apreciar en la Figura 19.

Potenciar la adecuada valorización⁴ de los residuos generados comprende un desafío pendiente. **Se estima que la tasa de valorización de residuos generados en Chile es aún incipiente, del orden del 10% (CONAMA, 2010a).** No obstante, el desarrollo de mercados para la valorización de residuos tales como papel y cartón, vidrio, plástico y metales, ha experimentado un crecimiento importante en los últimos años. A nivel local también se han implementado algunas experiencias que fomentan la participación y compromiso ciudadano por la valorización de residuos. Por ejemplo, existen iniciativas destacadas en los municipios de La Pintana, La Reina, Ñuñoa, Peñalolén, Viña del Mar, Talcahuano, Las Condes y Vitacura, entre otros.

La OCDE, en la Evaluación de Desempeño Ambiental del país del año 2005, también establece una serie de recomendaciones⁵ para fomentar la valorización de residuos como: “Profundizar la aplicación de los principios “el que

Generación y valorización nacional por tipo de residuo industrial y municipal, 2009

Fuente: Elaboración propia, a partir del Primer Reporte sobre Manejo de Residuos Sólidos en Chile, CONAMA, 2010a.





La modificación del enfoque hacia una mirada integral de los residuos, sin dejar de lado los aspectos sanitarios, permitirá disminuir la demanda de sitios de disposición final, particularmente de aquellos que no cuentan con normativas o regulaciones ambientales.

5) Recomendación 3 *Evaluar las posibilidades de introducir instrumentos económicos nuevos (cargos por residuos peligrosos, cargos por emisiones al aire, cargos por contaminación del agua, entre otros) y mejorar los mecanismos de creación de mercados.*

Recomendación 4 *Profundizar la aplicación de los principios “el que contamina paga” y “el usuario paga”, mediante cargos apropiados (sobre el manejo de residuos, el acceso a las áreas protegidas o los recursos naturales, entre otros), con la debida consideración de las restricciones sociales.*

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” (Recomendaciones 3 y 4).

Actualmente, el Ministerio del Medio Ambiente se encuentra trabajando en un proyecto de ley para la gestión de residuos que incorpora un nuevo instrumento, denominado Responsabilidad Extendida del Productor (REP).

REP implica que un productor, fabricante o importador debe hacerse cargo del producto una vez terminada su vida útil. El concepto, desarrollado en Europa en los años 90, es especialmente aplicable a los productos de consumo masivo, tales como aceites, neumáticos, equipos de informática, baterías, envases y embalajes, lámparas, pilas y aparatos eléctricos. Los resultados positivos obtenidos por esta política han implicado su aplicación a una mayor cantidad de productos.

Al transferir la responsabilidad para el manejo de los residuos derivados de productos desde la municipalidad al productor, este último deberá considerar los costos para su manejo en su precio de mercado. De este modo, se incentiva al productor a considerar mejoras en el diseño de sus productos, por ejemplo en relación con su vida útil, la presencia de sustancias peligrosas, y su ensamblaje para facilitar su valorización. Por otro lado, al considerar los costos para el manejo del producto al final de su vida útil en el precio de venta, se pone en práctica el principio “el que contamina paga”.

El año 2009 se iniciaron en Chile proyectos pilotos de REP para cuatro productos seleccionados: neumáticos fuera de uso, aceites lubricantes usados, aparatos electrónicos (equipos de informática y celulares) y baterías plomo-ácido.

Sin perjuicio de la necesidad de un cambio de enfoque en la gestión de residuos, también debe continuarse el proceso continuo de mejora de sitios de disposición final. Al respecto, la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administración (SUBDERE) del Ministerio del Interior inició el Programa Nacional de Residuos Sólidos el año 2007, cuyo objetivo es mejorar las condiciones de salubridad y calidad ambiental de centros urbanos y rurales, y la implementación de sistemas integrales y sostenibles para el manejo eficiente de residuos sólidos domiciliarios (RSD).

Entre las acciones contempladas en este programa se encuentra la construcción de nuevos rellenos sanitarios, adquisición de maquinaria y equipos para su operación, cierre de vertederos, capacitación y asesoramiento a los departamentos técnicos de las municipalidades, mejoramiento de la capacidad de planificación regional del manejo de residuos sólidos domiciliarios, fortalecimiento de la capacidad de fiscalización, control sanitario y ambiental del Estado, entre otros. En el Cuadro 2 se presentan los avances del Programa al 2011.

Por otra parte, para la gestión adecuada de los residuos, se requiere revisar, actualizar y complementar la escasa y dispersa información disponible. Es indispensable mejorar la información con respecto a las cantidades y carac-

Cuadro 2 Programa Nacional de Residuos Sólidos a nivel regional, 2011

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	
<i>Arica-Parinacota</i>	1		1	1		2	1		1
<i>Tarapacá</i>			2						
<i>Antofagasta</i>			1				1		1
<i>Atacama</i>	5		1				1		
<i>Coquimbo</i>	3							1	1
<i>Valparaíso</i>	1						1		3
<i>Metropolitana</i>	1								7
<i>O'Higgins</i>	1							1	3
<i>El Maule</i>	2								9
<i>Biobío</i>	16	1		1	1	9	1		
<i>Araucanía</i>	15		11	2		2			2
<i>Los Ríos</i>	4		2	1					3
<i>Los Lagos</i>	11		10	2					2
<i>Aysén</i>	1		1		3		1		
<i>Magallanes</i>						1			1
Totales	61	1	29	7	4	13	6	2	32

Fuente: SUBDERE, 2011

6] *El Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) es una base de datos accesible al público, destinada a capturar, recopilar, sistematizar, conservar y difundir la información sobre emisiones y residuos potencialmente dañinos para la salud y el medio ambiente que son emitidos al entorno, generados en actividades industriales o no industriales o transferidos para su valorización o eliminación.*

La información de las emisiones, residuos, y/o transferencias de contaminantes la proporcionarán las distintas fuentes o establecimientos obligados a reportar estos datos a los órganos de la administración del Estado competentes, a través del Sistema de Ventanilla Única. Además, el registro contemplará la estimación de emisiones y residuos de aquellos contaminantes que no se encuentran regulados en una reglamentación vigente, cuando se trate de emisiones que corresponden a fuentes difusas, o que se estiman debido a que se encuentran en convenios internacionales suscritos por Chile. Las estimaciones las realizará el Ministerio del Medio Ambiente, mediante la información que entreguen los diferentes órganos de la Administración del Estado.

terísticas de los residuos generados, sus fuentes de generación, y el manejo actual de estos considerando todas sus etapas, desde su generación hasta su valorización o eliminación, pasando por su recolección, almacenamiento, transporte y pre-tratamiento.

A la necesidad del país en materia de información, se suman los compromisos asumidos con la OCDE, organismo que demanda información en sintonía a lo que disponen otros países miembros. Junto con lo anterior, Chile deberá cumplir en plazos establecidos una serie de requerimientos que este organismo tiene respecto a definiciones, normativa, movimiento transfronterizo de residuos, entre otros.

El Ministerio del Medio Ambiente ha realizado diversos esfuerzos para catastrar la generación de los residuos municipales. Hasta la fecha las iniciativas que han sido efectuadas se ilustran en el Cuadro 3. Actualmente, **el Ministerio del Medio Ambiente está desarrollando el Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), con el objetivo de integrar en una sola plataforma la declaración de los residuos, el cual se implementará a través del Reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC).**⁶

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2005. *Política*

Cuadro 3 Catastros de residuos municipales

AÑOS	PRODUCTO
2000 – 2006	El Ministerio (CONAMA) elaboró un catastro de residuos sólidos domiciliarios anual, en base a información entregada por municipalidades y Secretarías Regionales Ministeriales de Salud (Servicios de Salud). La información estaba limitada a los residuos depositados y faltaba información de varias municipalidades e instalaciones de disposición final. Asimismo, los datos no estaban validados, con excepción de la Región Metropolitana.
2007 – 2008	Revisión de los datos del catastro de residuos sólidos domiciliarios, complementación con datos faltantes de municipalidades e instalaciones de disposición final, además se aplicaron factores de generación y disposición final.
2009 – 2010	Se realizó el estudio “Levantamiento, análisis, generación y publicación de información nacional sobre residuos sólidos en Chile”, para lo cual se revisaron estudios anteriores y se enviaron encuestas a municipalidades, empresas generadoras y destinatarios de residuos. Los principales resultados de este estudio fueron presentados en el Reporte del Manejo de Residuos Sólidos en Chile, publicado en 2010.

integrada de gestión de residuos sólidos. Santiago, Chile.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2009. *Inventario nacional de fuentes de emisión de dioxinas y furanos*. Santiago, Chile.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2010a. *Primer reporte sobre manejo de residuos sólidos en Chile*. Santiago, Chile: Conama.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2010b. *Levantamiento, análisis, generación y publicación de información nacional sobre residuos sólidos de Chile*. Santiago, Chile: Conama.

HERTFORDSHIRE WASTE PARTNERSHIP, 2007. *Hertfordshire municipal waste management strategy: draft core strategy*. Disponible en: <http://www.wasteaware.org.uk/strategy/corestrategy.pdf>.

MEIJER, J. (jmeijer@mma.gob.cl), 13 septiembre 2011. RE: *Información Residuos*. E-Mail a M. SERRANO (mserrano@mma.gob.cl).

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2011. *Registro de emisiones y transferencias de contaminantes*. Disponible en: <http://www.retc.cl>.

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICOS (OCDE), 2005. *Evaluaciones de desempeño ambiental, Chile*. Paris, Francia.

TERRAZA, H., 2009. *Manejo de residuos sólidos. lineamientos para un servicio integral, sustentable e inclusivo*. Banco Inter-Americano de Desarrollo. Departamento de Infraestructura y Medio Ambiente. Nota técnica N°. IDB-TN-101. Disponible en: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=2197909>



403 LA REINA

403

Calle 10 de Agosto
Alameda
Manuel Rodriguez
Santa Ana

3

Calle 10 de Agosto
Alameda
Manuel Rodriguez
Santa Ana
Hospital Militar

ZN-61-90



Capítulo 4 Ruido

1) Antecedentes: El problema del ruido	169
2) Diagnóstico: El ruido en Chile	171
3) Causas del ruido y percepción	177
4) Acciones para enfrentar el problema del ruido	181

El ruido es un contaminante invisible



El ruido es un contaminante invisible



Introducción

Resumen / Abstract

El ruido es un contaminante invisible que genera diversos efectos en la salud, afectando la calidad de vida de las personas. Si bien la gestión en control de ruido en Chile muestra claros avances, se debe reforzar el marco regulatorio y la generación de información, así como también acciones de difusión y educación.

Antecedentes: El problema del ruido 1

El ruido se refiere a cualquier sonido que sea calificado como molesto, desagradable o inoportuno, por quien lo percibe.

A diferencia de otros contaminantes, el ruido no deja residuos, no tiene sabor, olor, textura o color, por lo que se suele decir que **el ruido 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.

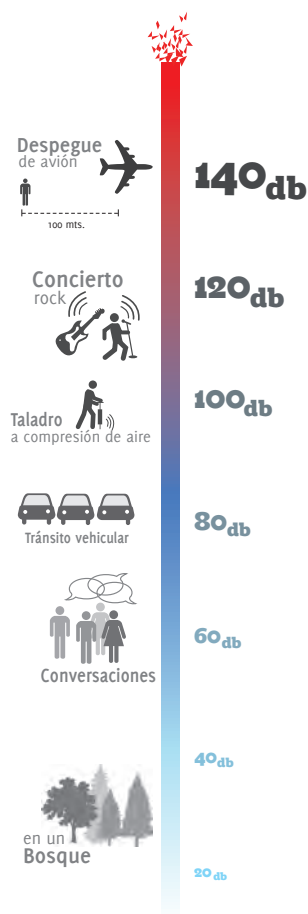
El ruido es una consecuencia directa de cualquier actividad humana y tiene importantes efectos sobre la salud de las personas, que sobrepasan a aquellos vinculados estrictamente a la audición. Es un agente preponderante del estrés, dificulta la comunicación y los procesos de aprendizaje, afecta la recuperación de pacientes, el descanso, la mantención y conciliación del sueño, entre muchos otros efectos, los que, en definitiva, atentan progresivamente contra la calidad de vida de la población expuesta.

El ruido al que una persona se ve expuesta dependerá del ambiente en el que se encuentre. No obstante, los entornos acústicos más agresivos y generalizados se producen como consecuencia directa de la actividad humana y, por lo tanto, su manifestación más importante tiene lugar en donde se concentran tales actividades, como es el caso de las grandes ciudades. En este contexto, el desafío es lograr que estas actividades, necesarias en una ciudad, no repercutan en la calidad de vida y en la salud de sus habitantes.

fig. 1

Tabla de decibeles

Fuente: Elaboración propia

**Medición del ruido**

El ruido, en general, se mide en una unidad conocida como decibel. El decibel es una relación matemática del tipo logarítmica, donde un aumento de 3 dB implica que la energía sonora aumenta al doble.

La población, en general, está expuesta a niveles de ruido que oscilan entre los 35 y 85 dBA. Por debajo de los 45 dBA, en un clima de ruido normal, en general nadie suele sentir molestias, pero cuando se alcanzan los 85 dBA, normalmente éstas aparecen: por eso entre 60 y 65 dBA, para ruido diurno, se sitúa el umbral donde comienza la incomodidad para el ser humano. Para tener una idea, podemos establecer que en el ambiente de una biblioteca se tienen 40 dBA, una conversación en voz alta a un metro de distancia registra unos 70 dBA, el tránsito de una calle muy agitada sobrepasa fácil los 85 dBA al borde de la vereda, y el despegue de un avión a 70 metros de distancia alcanza 120 dBA. (Bruel y Kjaer, 1984).

A nivel internacional, tanto la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) como la Unión Europea (UE), recomiendan valores máximos de ruido ambiental. Ambos organismos plantean una diferenciación para los periodos diurnos y nocturnos, en base a estándares que representan un promedio del ruido ambiental existente para cada uno de los periodos señalados.

Cuadro 1 Valores máximos de ruido ambiental recomendados por la OCDE y UE

RECOMENDACIONES OCDE - UE		
L_D	Periodo diurno	65 dBA
L_N	Periodo nocturno	55 dBA

Nota:

 L_D : Nivel de presión sonora continuo equivalente para el periodo diurno. L_N : Nivel de presión sonora continuo equivalente para el periodo nocturno.

Fuente: CONAMA, 2009.

Tales valores representan estándares referenciales que permiten generar un indicador ambiental común, a fin de lograr comparar los avances en materia de gestión en control de ruido ambiental en los países miembros.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha publicado un estudio referente al ruido nocturno y sus consecuencias en la salud, específicamente Night Noise Guidelines for Europe (NNG, 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 ésta no debe estar expuesta

a niveles de ruido nocturno superior a 40 dB de $L_{night, outside}$ ¹ durante la noche, cuando la mayoría de la gente se encuentra durmiendo. Agrega que este valor puede ser considerado como un valor límite de las directrices para ruido nocturno, necesarias para proteger a la población, incluyendo a los grupos más vulnerables como niños, enfermos crónicos y los ancianos, de los efectos adversos sobre la salud del ruido nocturno.

Cabe destacar que tal recomendación de la OMS está basada exclusivamente en criterios de salud. No obstante, señala que para sectores en los que no es factible en el corto plazo cumplir con esta meta, podrían considerarse niveles mayores, pero sólo temporalmente y con un máximo de 55 dB.

¹ $L_{night, outside}$ es el indicador de ruido nocturno (L_{night}) de la Directiva 2002/49/EC del 25 de junio de 2002.

Diagnóstico: El ruido en Chile 2

Para realizar un control de ruido ambiental eficiente se debe disponer de información cuantificable y objetiva. En concreto, se debe conocer la situación actual de las zonas urbanas, establecer metas, definir y aplicar programas de prevención y control de ruido ambiental, acordes con la realidad local de cada ciudad.

En 1989, en la Región Metropolitana se realizó el “Estudio base de generación de niveles de ruido” del Gran Santiago, encargado por la Intendencia Metropolitana, con el propósito de evaluar y analizar el ruido comunitario exterior, en una zona que cubrió cerca de 280 km². En dicha cobertura espacial habitaban aproximadamente 3 millones de personas, distribuidas en 180 distritos censales - de acuerdo con los datos obtenidos del censo de población del año 1982, los cuales correspondían a 23 comunas de la Región Metropolitana-. Mediante este estudio, se pudo detectar los sectores donde la situación sonora presentaba mayores niveles de ruido. Al mismo tiempo, permitió identificar los posibles riesgos a los cuales estaba sometida la población expuesta al ruido urbano, considerando normativas nacionales e internacionales.

Dicho estudio fue actualizado por el Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente (SESMA) el año 2001. Dentro de los principales resultados, destaca la evaluación del criterio de interferencia con el sueño de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos, determinándose que en la zona de estudio no existían lugares sin riesgo de interferencia con el sueño.

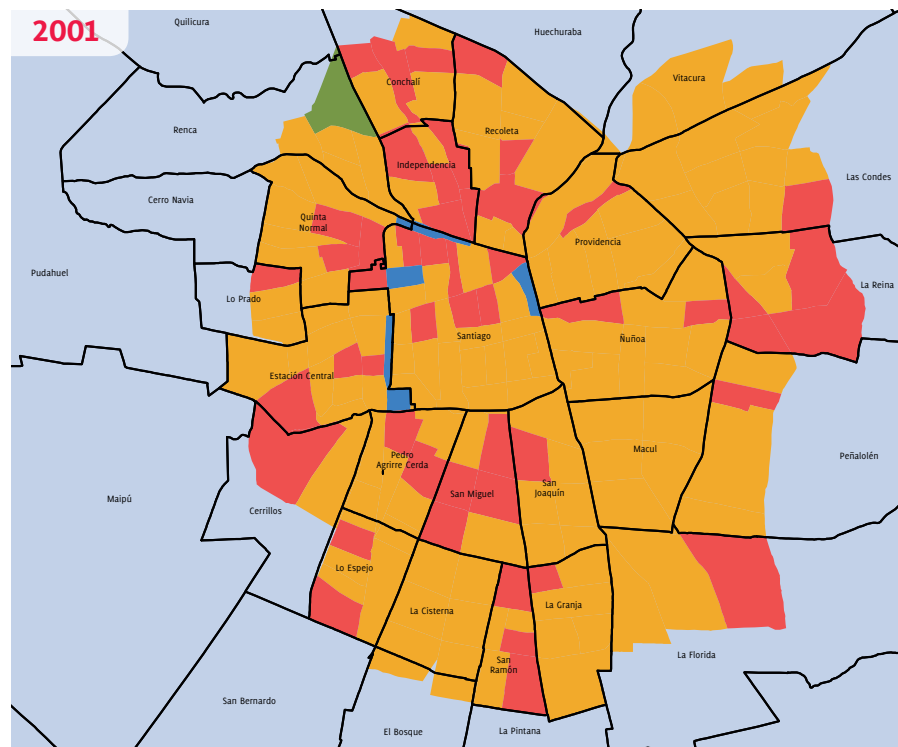
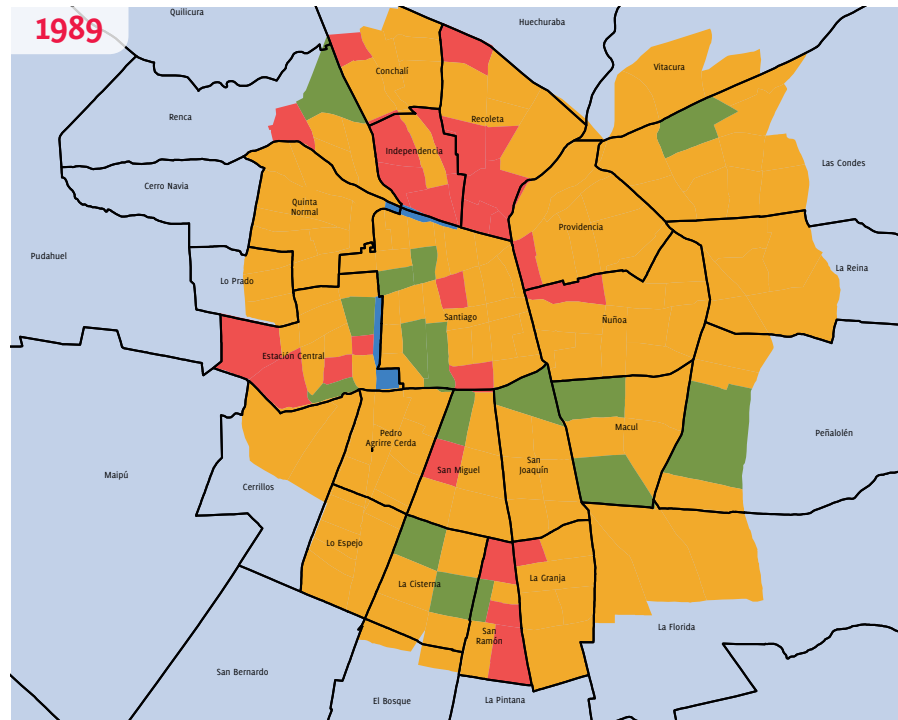
Mapa de riesgo de interferencia con el sueño, Gran Santiago 1989-2001.

Fuente: Intendencia 1989, SESMA, 2001.

fig.
2

Riesgo de interferencia con

- Bajo el criterio: Leq Noche menor a 50 dB(A)
- Sobre el criterio: Leq Noche entre 50 dB(A) y 60 dB(A)
- Sobre el criterio: Leq Noche entre 60 dB(A) y 70 dB(A)
- Sobre el criterio: Leq Noche entre 70 dB(A) y más de 70 dB(A)



“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”

Según los resultados de la actualización (2001), el 0,7 % de la población (18.691 personas) se encuentra en lugares en donde el criterio es superado hasta en 10 dB(A). Un 72,9 % de la población (2.005.761 personas) se ubica en sitios en donde el criterio es superado hasta en 20 dB(A). Un 25,8 % (710.265 personas) está en lugares en donde éste es sobrepasado en más de 20 dB(A).

Como resultado de estos estudios, se constata que mientras la población en estudio aumentó un 1,9%, un 37% de ella ha incrementado su grado de contaminación y sólo un 1,5% la ha disminuido. Además, en sólo un 16,3% de la población no existe riesgo de pérdida auditiva (criterio Environmental Protection Agency, EPA, Estados Unidos); asimismo, no existe población en el área de estudio cuya vivienda se encuentre en un sector apto, de acuerdo a los niveles de ruido registrados (criterio HUD, Department of Housing and Urban Development, EE.UU.).

El año 2007, Chile decidió elaborar los Mapas de Ruido como herramienta de diagnóstico. Estos mapas entregan valiosa información acerca de los niveles reales de ruido presentes en una ciudad o sector de ella, y permiten identificar claramente focos de problemas, para orientar las medidas preventivas y de control, como por ejemplo impulsar la elaboración de una norma de calidad de ruido; relevar el ruido como variable de decisión en los instrumentos de planificación territorial o promover la aplicación de criterios de aislamiento acústico en la edificación. La utilización periódica de esta herramienta es una obligación para ciudades de la Comunidad Europea, sin embargo, en América Latina no existen estudios de modelación de ruido de grandes ciudades.

Para elaborar los mapas de ruido se utilizan modelos predictivos, basados en métodos de cálculo de emisión y propagación del ruido. Si bien con la utilización de modelos deben realizarse algunas mediciones para calibrar el modelo, una herramienta informática tiene las ventajas de poder analizar escenarios futuros de forma sencilla y abarcar grandes extensiones espaciales.

Hasta el momento, se han realizado los mapas de ruido de las comunas de Antofagasta y Providencia (2009), como caso piloto y Santiago (2010).

Según el Mapa de Ruido de Antofagasta, un 42% y un 78% de la superficie de la ciudad sobrepasa estas recomendaciones para los periodos diurno y nocturno, respectivamente (Figura 3).

Para el caso de Providencia (CONAMA, 2009) y en términos de su superficie, cerca del 32% de ella se encuentra sobre 65 dBA durante el día, mientras que para el periodo nocturno un 64% se encuentra sobre los 55 dBA, límites máximos recomendados, tanto por la OCDE como por la UE (Figura 4).

En el mismo sentido, y en términos de su superficie, el Mapa de Ruido de la comuna de Santiago da cuenta que el 54% se encuentra sobre los 65 dBA para el periodo diurno, mientras que el 60% se encuentra sobre los 55 dBA para el nocturno (Figura 5, extracto del Mapa de Ruido de la comuna de Santiago).

Cabe señalar que los mapas de ruido han sido elaborados contemplando la contribución exclusiva del tránsito vehicular, dejando al margen las otras fuentes de ruido. Esto se explica en consideración a que el ruido existente en una ciudad - ruido urbano - es generado fundamentalmente por dicho tránsito.

En rigor las otras fuentes de ruido coexisten con el generado por el tránsito vehicular, pero generalmente éste enmascara a las otras fuentes.

Por ello, el caracterizar exclusivamente esta fuente, junto con facilitar el trabajo de modelación, permite obtener una situación muy cercana a la realidad, lo que ha sido corroborado con mediciones puntuales que validan el método.

Los resultados de los mapas deben ser interpretados en consideración a diversos factores, por ejemplo, en función de la sensibilidad de las actividades existentes en aquellos sectores por sobre los estándares recomendados. Es decir, la gravedad de la situación sonora en una zona dependerá del tiempo de exposición y del grado de compatibilidad de una actividad frente al ruido. Así, aquellas zonas que poseen altos niveles de ruido son incompatibles con actividades sensibles como hospitales, escuelas y bibliotecas, pero pueden serlo con actividades comerciales o del tipo industrial. Tal incompatibilidad se relaciona con el grado de interferencia que genera el ruido en el desarrollo normal de la actividad.

No obstante estos estudios, en general hay una completa ausencia de información de los niveles de ruido presentes en nuestras ciudades. A ello se debe sumar que no existen catastros de fuentes ni inventarios de emisiones. Más aún, hay un desconocimiento en la cantidad de población potencialmente impactada por este contaminante. Sólo se cuenta con estudios en Santiago y diagnósticos básicos en algunas ciudades del país, los que, además de ser insuficientes, presentan metodologías diferentes y, por tanto, sus resultados no son comparables.

Cabe destacar que durante el año 2011 se inició la elaboración del Mapa de Ruido del Gran Santiago mediante modelación, cuya extensión geográfica comprende a la provincia de Santiago y a las comunas de Puente Alto y San Bernardo, logrando un total de 34 comunas. A partir de este estudio y en coordinación y colaboración con el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, se definirán los mecanismos que permitan replicar esta iniciativa en los centros urbanos más importantes del país, de modo de obtener los mapas de ruido de la ciudad principal de cada región y su actualización periódica.

Antofagasta

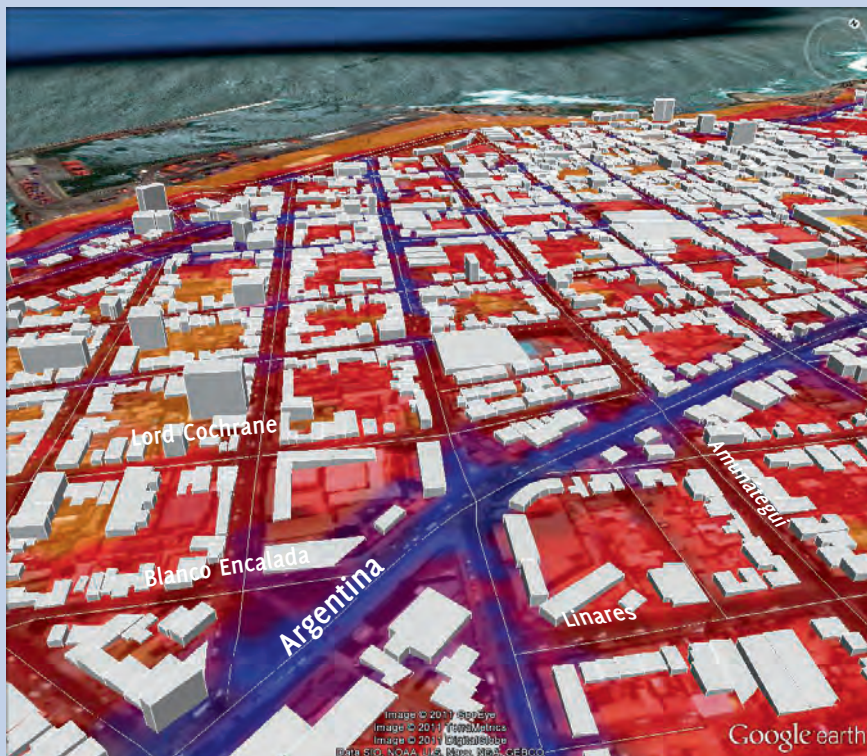


fig. 3

Mapa de Ruido comuna de Antofagasta , 2009

Nota: Los mapas de las figuras 3, 4 y 5 representan el parámetro LDN, que corresponde a un valor promedio del ruido para un periodo de 24 horas, más un factor de corrección para el periodo nocturno.

Fuente: Elaboración propia en base a base a CONAMA, 2009.

Las imágenes corresponden a la superposición de los mapas de ruido obtenidos mediante modelos predictivos sobre la aplicación gratuita de Google Earth.

Comuna de Providencia



fig. 4

Mapa de Ruido comuna de Providencia, 2009

Fuente: Elaboración propia en base a base a CONAMA, 2009.

..	= 35.0 dB(A)
35.0	... =40.0 dB(A)
40.0	... =45.0 dB(A)
45.0	... =50.0 dB(A)
50.0	... =55.0 dB(A)
55.0	... =60.0 dB(A)
60.0	... =65.0 dB(A)
65.0	... =70.0 dB(A)
70.0	... =75.0 dB(A)
75.0	... =80.0 dB(A)
80.0	... =85.0 dB(A)

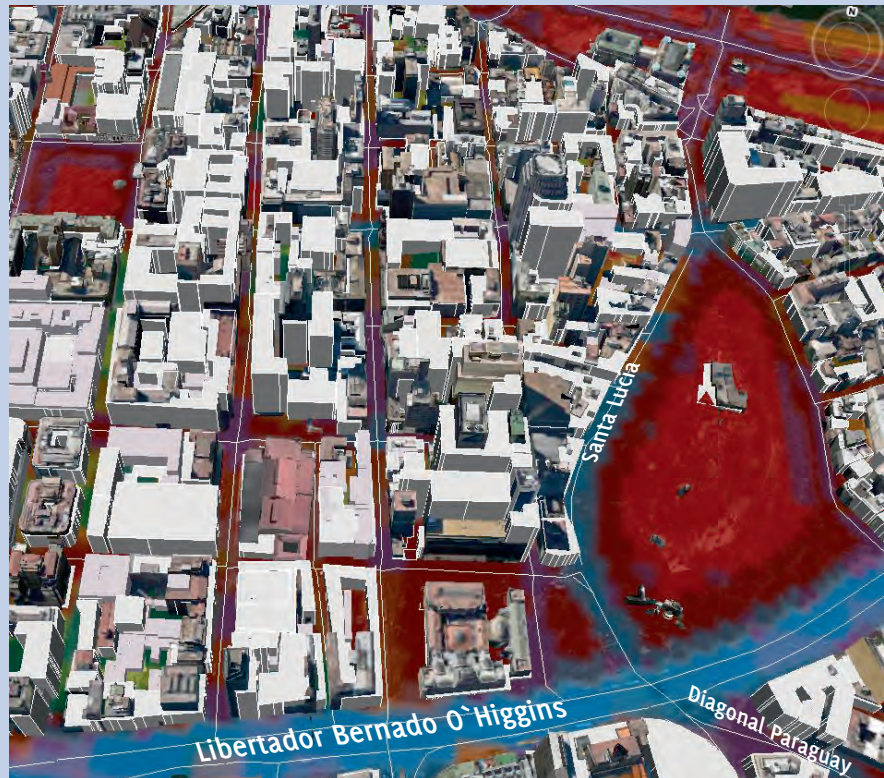
Comuna de Santiago

Mapa de Ruido comuna de Santiago, 2010

Fuente: Elaboración propia en base a MMA, 2010.

fig.

5



...	=	35.0 dB(A)
35.0	...	=40.0 dB(A)
40.0	...	=45.0 dB(A)
45.0	...	=50.0 dB(A)
50.0	...	=55.0 dB(A)
55.0	...	=60.0 dB(A)
60.0	...	=65.0 dB(A)
65.0	...	=70.0 dB(A)
70.0	...	=75.0 dB(A)
75.0	...	=80.0 dB(A)
80.0	...	=85.0 dB(A)

Causas del ruido y percepción 3

Como se señalaba, el ruido se define como cualquier sonido que sea calificado, por quien lo oye, como molesto, desagradable o inoportuno. Tal calificación varía de persona a persona, e incluso, para una misma persona en distintos momentos. Un ejemplo sencillo de esto corresponde a la música, que mientras para una persona puede ser grata, para otros receptores puede ser calificada como molesta. A mayor abundamiento, a la misma persona que le agrada la música le puede parecer desagradable cuando pretende descansar. Esta calificación, que le otorga cada individuo al interactuar con el mundo objetivo del sonido, corresponde a la componente subjetiva del ruido y se denomina percepción.

Fuentes de ruido

En la actualidad, **en las zonas urbanas las principales fuentes de ruido se encuentran relacionadas con los medios de transporte de personas y mercancías, destacando ampliamente el tránsito rodado.** Esta situación está motivada no sólo por el aumento vertiginoso que ha experimentado el parque automotriz en el curso de 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.

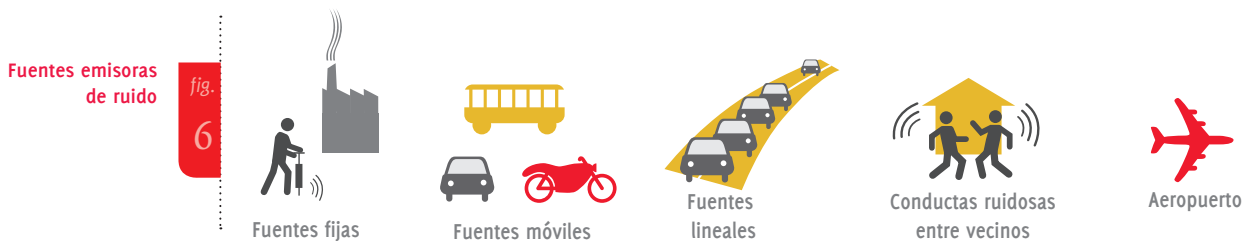
El nivel básico de las emisiones sonoras del flujo vehicular viene determinado por el ruido de los motores y los dispositivos de escape. Otra fuente de ruido de los vehículos corresponde al originado por el contacto de los neumáticos con el pavimento, el que aumenta rápidamente con la velocidad. Para los vehículos ligeros los neumáticos y las superficies son las fuentes principales de ruido a velocidades superiores a los 60 km/h.

En las zonas urbanas uno de los factores más importantes que influyen en las emisiones sonoras es el comportamiento al volante. Las fuertes aceleraciones, y el aumento de la rotación del motor en situaciones de tránsito denso, pueden acarrear emisiones hasta de unos 15 dBA por encima de los niveles normales de emisión que resultan de una conducción más pasiva (Comisión de las Comunidades Europeas, 1996).

Al ruido de tránsito vehicular se deben agregar los producidos por los ferrocarriles y los aviones que generan altos niveles de ruido, pero durante un corto

periodo de tiempo. Del mismo modo, se deben agregar los ruidos transmitidos desde instalaciones industriales, talleres u obras de construcción, denominadas como fuentes fijas, que generalmente presentan un impacto localizado en el entorno próximo al lugar donde se encuentran emplazados.

Sin embargo, no sólo el transporte y las instalaciones industriales son en la actualidad los causantes de la situación acústica existente en las ciudades, sino que también, la propia actividad humana, como consecuencia del aumento de la densidad de la población, es una fuente que contribuye a elevar los niveles sonoros en los núcleos urbanos, particularmente en las zonas donde se ubican centros o establecimientos de diversión nocturna, en especial durante los fines de semana.



Denuncias por ruido

En Chile, se han realizado estudios para determinar la percepción de la comunidad frente al ruido en algunas ciudades. En Talcahuano (1997), el tránsito es considerado como la fuente de ruido más importante de la comuna. Posteriores estudios durante el periodo 1999-2000 en Valparaíso, Iquique y Temuco han arrojado datos similares en cuanto a que el tránsito es considerado como la fuente de ruido más importante, junto con los ruidos generados por las mismas personas (vecinos). En estas tres ciudades, sobre el 60% de los encuestados se manifiesta molesto por el ruido.

Por su parte, en Valdivia (2000), más del 90% de la población considera que el ruido tiene una influencia media o fuerte en su calidad de vida. En tanto, el resultado de una encuesta realizada en la comuna de Providencia el año 2004 reveló que el ruido ambiental es calificado por los vecinos como el principal problema ambiental.

A partir de una consulta realizada por CONAMA durante el año 2009, respecto de las denuncias por ruido recibidas en el periodo 2007-2008 por los municipios emplazados en las principales ciudades del país, se determina que la mayor cantidad de éstas corresponden a las del tipo conductual como **fiestas particulares**, seguidas por fuentes fijas, tal como se puede apreciar en la Figura 7.

Fuentes de ruido más denunciadas
Fuente: Elaboración propia, según datos de consulta realizada por CONAMA en 2009 a las municipalidades del país.

fig.

7





Acciones para enfrentar el problema del ruido 4

A partir de la promulgación de la Ley 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, se define al ruido como un elemento contaminante y se establecen diversos instrumentos, que permitirían el inicio de la gestión en control de ruido ambiental. En este contexto, se han diseñado acciones de difusión y sensibilización frente al tema, así como regulaciones orientadas a prevenir y controlar el ruido ambiental. Estas regulaciones han permitido establecer medidas correctivas y debido a su obligatorio cumplimiento en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, también tienen un carácter preventivo.

El marco regulatorio del ruido ambiental, hasta la fecha, consiste en sólo dos normas ambientales de emisión:

- ▶ *Decreto Supremo N° 146/97 MINSEGPRES - Norma de Emisión de Ruidos Molestos generados por Fuentes Fijas.* Establece límites máximos permisibles, diferenciados por periodos diurnos y nocturnos, y dependiendo en la zona donde se encuentre el receptor del ruido. Esta norma funciona por denuncia y es incorporada en la evaluación del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Se encuentra en etapa de revisión.
- ▶ *Decreto Supremo N° 129/02 MINTRATEL - Norma de Emisión de Ruido para Buses de Locomoción Colectiva Urbana y Rural.* Esta norma fija estándares de ingreso y posterior control en revisiones técnicas. En su entrada en vigencia se aplicó también a los buses existentes.

Cabe señalar que actualmente se están elaborando otras dos normas:

- ▶ Norma de Emisión de Ruidos Generados por Actividades de Construcción. Que incorpora exigencias de tipo preventivas, como por ejemplo una planificación de la obra que minimice las potenciales molestias.
- ▶ Norma de Emisión de Ruido para Vehículos Livianos, Medianos y Motocicletas. Similar a la norma de ruido de buses. Se establecerán exigencias para el ingreso al parque automotriz y controles en las revisiones técnicas

Por otra parte, es importante destacar que los instrumentos de gestión ambiental definidos en la Ley 19.300, no contemplan una regulación asociada al receptor del ruido que permita, por ejemplo, establecer valores mínimos de calidad acústica para las edificaciones. Con este propósito, se promovió la elaboración de una regulación técnica, no ambiental y de carácter referencial, en el Instituto de Normalización Nacional (INN). Dicha norma reconoce las necesidades de aislamiento acústico de las fachadas de las edificaciones de uso habitacional, en consideración al ruido existente en el lugar donde se pretende emplazar.

- ▶ NCh 352/1. Of. 2000 – Aislación Acústica – Parte 1: Construcciones de uso habitacional -Requisitos mínimos y ensayos (2000).

Si bien esta norma es oficial, en la práctica se utiliza sólo como referencia, ya que no está explícito su uso en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC). Por tal razón, se ha iniciado un trabajo de coordinación con el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, con el propósito de impulsar la aplicación de la norma en el marco de dicha Ordenanza, con el objetivo de generar requisitos de aislamiento acústico.

Otra regulación relevante, por su aplicación directa al ámbito local, son las ordenanzas municipales. En este ámbito, se ha hecho una revisión exhaustiva tanto de dichos instrumentos como de las atribuciones que poseen los municipios. Como resultado, se espera obtener un Modelo de Ordenanza Municipal de Ruidos, con el objetivo de disponer de un documento único y técnicamente válido, para posteriormente ponerlo a disposición de las municipalidades, en el marco del Sistema de Certificación Ambiental Municipal, que desarrolla el Ministerio del Medio Ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRUEL & KJAER, 1984. Measuring Sound, Naerum. Denmark.

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 1996. Libro verde de la Comisión Europea, política futura de acción contra el ruido. Bruselas, Bélgica. Disponible en: <http://www.juristasruidos.org/Documentacion/ruidolibroverde.pdf> (Consultado en septiembre de 2011).

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2009. Estudio elaboración de mapas de ruido mediante software de modelación para caso piloto (comunas de Antofagasta y Providencia). Santiago, Chile: CONAMA.

INTENDENCIA REGIÓN METROPOLITANA, 1989. Estudio base Generación de niveles de ruido, Santiago, Chile.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2010. Elaboración de Mapa de Ruido comuna de Santiago mediante software de modelación. Santiago, Chile. MMA

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y TELECOMUNICACIONES (MTT). Norma de Emisión de Ruido para Buses de Locomoción Colectiva Urbana y Rural. Decreto Supremo N° 129/02. Santiago, Chile. Mintratel.

MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA RESIDENCIA (MINSEGPRES). Norma de Emisión de Ruidos Molestos generados por Fuentes Fijas. Decreto Supremo N° 146/97. Santiago, Chile. Minsegpres.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), REGIONAL OFFICE FOR EUROPE, 2009. Nigth Noise Guidelines for Europe. Copenhagen, Denmark. WHO Regional Office for Europe.



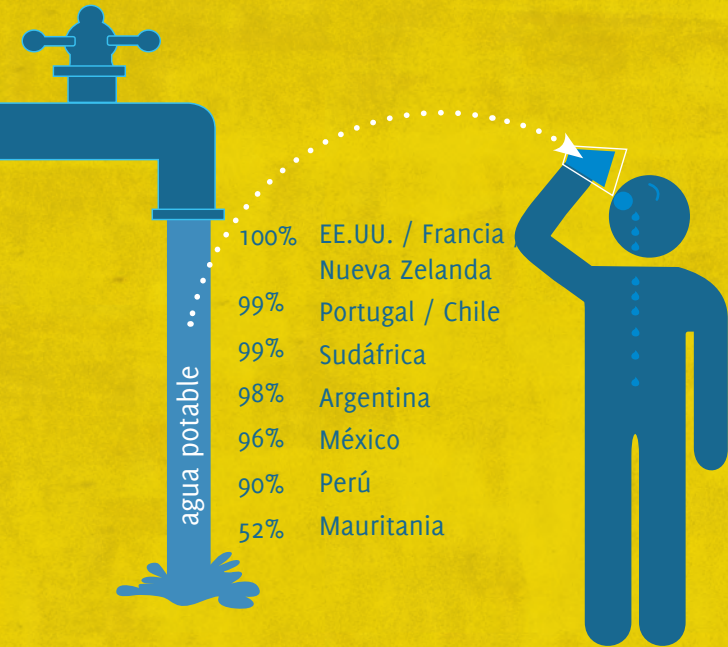
Capítulo 5

Acceso al Agua Potable y Alcantarillado

1] Antecedentes	187
2] Diagnóstico respecto a acceso a agua potable y alcantarillado	188
3] Acciones relacionadas con agua potable y alcantatrillado	196

Agua Potable

% de población urbana con acceso a agua potable



Enfermedades

Anemia, arsenicosis, ascariasis, campilobacteriasis, cólera, toxinas cianobacterianas, el dengue y el dengue hemorrágico, diarrea, ahogamiento, fluorosis, enfermedad del gusano de Guinea (dracunculiasis), encefalitis japonesa, intoxicación por plomo, leptospirosis, malaria, malnutrición, metahemoglobinemia, oncocercosis (ceguera de los ríos), tiña (tinea), escabiosis, esquistosomiasis, lesión de la médula espinal, tracoma, tifoidea y fiebres entéricas paratifoideas.

agua no potable

Alcantarillado

% de población urbana con acceso a alcantarillado



Introducción

Resumen / Abstract

La disponibilidad y calidad de agua potable, junto con el acceso a un adecuado saneamiento, dado por la conexión a la red de alcantarillado, juegan un rol clave en el aseguramiento de la salud de la población en centros urbanos (OMS, 2011). En esta línea, Chile ha realizado esfuerzos destacables en aumentar las coberturas urbanas de agua potable y alcantarillado (SISS, 2011b).

anemia/ arsenicosis/
ascariasis/
campilobacteriasis/ cólera/
toxinas cianobacterianas/
el dengue y el dengue
hemorrágico/ diarrea/
ahogamiento/
fluorosis/ enfermedad del
gusano de guinea
(dracunculiasis)/ encefalitis
japonesa/ intoxicación por
plomo/ leptospirosis/

Antecedentes 1

La disponibilidad y calidad de agua potable, junto a un adecuado saneamiento, juegan un rol clave en la calidad de vida de la población urbana. El suficiente y adecuado suministro de estos servicios básicos es una de las principales preocupaciones de todos los países del mundo, ya que la ausencia o insuficiencia afecta de forma importante la salud de su población, y por ende al desarrollo económico y social y nivel de bienestar general.

Es por ello que la Organización Mundial de la Salud (OMS) aborda el tema del agua, saneamiento e higiene (tanto medioambiental como humana) desde una perspectiva que integra los aspectos de calidad del agua, salud y pobreza.

La ausencia o insuficiencia de agua salubre, saneamiento e higiene, según la OMS, se relaciona con numerosas enfermedades (OMS, 2011), las cuales están entre las más comunes causas de morbilidad y mortalidad: anemia, arsenicosis, ascariasis, campilobacteriasis, cólera, toxinas cianobacterianas, el dengue y el dengue hemorrágico, diarrea, ahogamiento, fluorosis, enfermedad del gusano de Guinea (dracunculiasis), encefalitis japonesa, intoxicación por plomo, leptospirosis, malaria, malnutrición, metahemoglobinemia, oncocercosis (ceguera de los ríos), tiña (tinea), escabiosis, esquistosomiasis, lesión de la médula espinal, tracoma, tifoidea y fiebres entéricas paratifoideas. Por ejemplo, “las enfermedades diarreicas representan un 4,3% (62,5 millones de AVAD¹)” (OMS, 2011). De éstas, “el 88% se puede atribuir al abastecimiento inseguro de agua y al inadecuado saneamiento e higiene y, principalmente, afectan a niños de países en desarrollo” (OMS, 2011).



malaria/malnutrición/
metahemoglobinemia/
oncocercosis (ceguera de
los ríos)/ tiña (tinea)/
escabiosis/
esquistosomiasis/ lesión
de la médula espinal/
tracoma/ tifoidea y
fiebres entéricas
paratifoideas/

¹ Los años de vida ajustados a la discapacidad (AVAD) son la suma de los años de vida perdidos por muerte prematura (AVP) y los años de vida con salud perdidos por padecer un estado de salud subóptimo, es decir, con discapacidad (AVD), que se normalizan por medio de las ponderaciones asociadas a la gravedad.

Debido a los impactos en la salud descritos, la OMS realiza una tarea preventiva elaborando recomendaciones internacionales relativas a calidad del agua y la salud de las personas, que sirven de guía y referencia a los países para la elaboración de sus propios reglamentos y normas. Una de las referencias más importantes elaboradas por la OMS, es la Guía para la Calidad del Agua Potable, en la cual se consideran los factores de riesgo para la salud humana asociados, como son los aspectos microbiológicos o agentes infecciosos, los productos químicos tóxicos, la contaminación radiológica y aspectos de aceptabilidad.

En los centros urbanos de Chile los servicios de agua potable y alcantarillado están concesionados a empresas sanitarias que son reguladas por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). Actualmente existen 58 empresas que componen el sector sanitario, de las cuales 54 están en operación, atendiendo las áreas de concesión exclusivas en las 15 regiones del país, cubriendo 15.150.766 de habitantes en 357 localidades (SISS, 2011a).

Antes de la dictación de la Ley N°19.549 de 1998, que modifica el régimen jurídico aplicable al sector de los servicios sanitarios, la mayor parte de las empresas concesionarias eran propiedad del Estado, prestando un servicio a alrededor del 90% de la población. Luego de la dictación de esta ley, se incorporaron capitales privados al sector, así al 2010 un 95,4% de los clientes es atendido por empresas privadas y un 4,6% por concesionarias de propiedad del Estado, municipalidades y cooperativas (SISS, 2011b).

2 Diagnóstico respecto a acceso al agua potable y alcantarillado

Efectos atribuibles al agua potable y alcantarillado

^{2]} En la región de Antofagasta, debido al inicio de las operaciones de las fundiciones de cobre, las concentraciones de arsénico en el agua potable se elevaron hasta 580 µg/litro (promedio ponderado por la población) en la década de 1950. Luego, las concentraciones disminuyeron a menos de 50 µg/litro, respetando la norma nacional, debido a la instalación de plantas de tratamiento de arsénico a inicios de 1970.

Estos valores han descendido aún más hasta alcanzar valores de 10 µg/litro, respetando así la recomendación de la OMS.

El informe de evaluación de desempeño ambiental que la OCDE y CEPAL realizaron a Chile el año 2005, señala que el país ha mejorado su calidad del agua continuamente, donde se destacan logros como: el cabal cumplimiento de la norma nacional de calidad de agua potable, la erradicación del cólera, reducción de las concentraciones de arsénico (elemento cancerígeno) en el suministro de agua potable de la región de Antofagasta², que alcanzó los niveles recomendados por la OMS (OCDE y CEPAL, 2005). Sin embargo, este informe también señala deficiencias, como la ausencia de norma de boro en el agua potable, a pesar de la existencia de la recomendación de la OMS de 0,3 mg/litro y del hecho que se han encontrado altos niveles de boro en acuíferos de las regiones de Arica y Parinacota y Tarapacá (OCDE y CEPAL, 2005).

Un estudio realizado por la CEPAL señala que “en Chile las tasas de mortalidad infantil son bajas, ocupando el país uno de los primeros lugares entre los países de América Latina y el Caribe, con valores comparables a los de países desarrollados. No cabe duda de que los servicios de agua potable y alcantarillado han tenido una contribución relevante en los índices de salud alcanzados” (Valenzuela y Jouravlev, 2007, p.32).

Por otra parte, la OMS llevó a cabo una estimación de los impactos a la salud atribuibles a riesgos relacionados con el agua, saneamiento e higiene (WSH risks, en inglés) (Fewtrell, Prüss-Üstün, Bos, Gore, y Bartram, 2007). Se consideraron once enfermedades o lesiones (ver Cuadro 1), entre las cuales, por ejemplo para diarrea, se utilizó un método basado en niveles de acceso (cobertura) a agua potable y adecuado nivel de saneamiento (cobertura de alcantarillado) para estimar los impactos. Este estudio y las estadísticas más recientes publicadas por la OMS, muestran que a nivel mundial Chile se encuentra entre los países con una baja tasa de muertes³ causadas por enfermedades relacionadas con agua, saneamiento e higiene, alcanzando un valor aproximado de 7,7 muertes por cada 100.000 habitantes el año 2004 (ver Figura 1).

3] Considerando toda la población (ambos sexos y todo el rango de edades).

Grupos de riesgos relacionados con agua, saneamiento e higiene y enfermedades asociadas

Cuadro 1	GRUPOS DE RIESGOS RELACIONADOS CON AGUA, SANEAMIENTO E HIGIENE E INTERVENCIONES	PRINCIPALES ENFERMEDADES
Suministro de agua, saneamiento e higiene		Diarrea infecciosa
		Malnutrición y consecuencias de malnutrición en la mayoría de las enfermedades infecciosas*
		Infecciones del nemátodo intestinal (ascariasis tricuriasis, enfermedad del gusano de Guinea, otras)
		Esquistosomiasis
		Tracoma
Gestión de recursos hídricos		Filariasis linfática
		Malaria
		Oncocercosis
		El Dengue Encefalitis japonesa
Salubridad de ambientes acuáticos		Ahogamientos

*Nota: Ciertas enfermedades que son una consecuencia de malnutrición también son una consecuencia directa de WSH. Para el propósito de cálculos, y para evitar una sobreestimación, aquellas enfermedades son incluidas sólo una vez como consecuencia directa de WSH, y no nuevamente como una consecuencia de malnutrición (esto concierne enfermedades diarreicas, malaria, esquistosomiasis, filariasis linfática, oncocercosis, dengue, encefalitis japonesa, tracoma e infecciones de nemátodo intestinal).

Fuente: Traducido de Fewtrell et al., 2007.

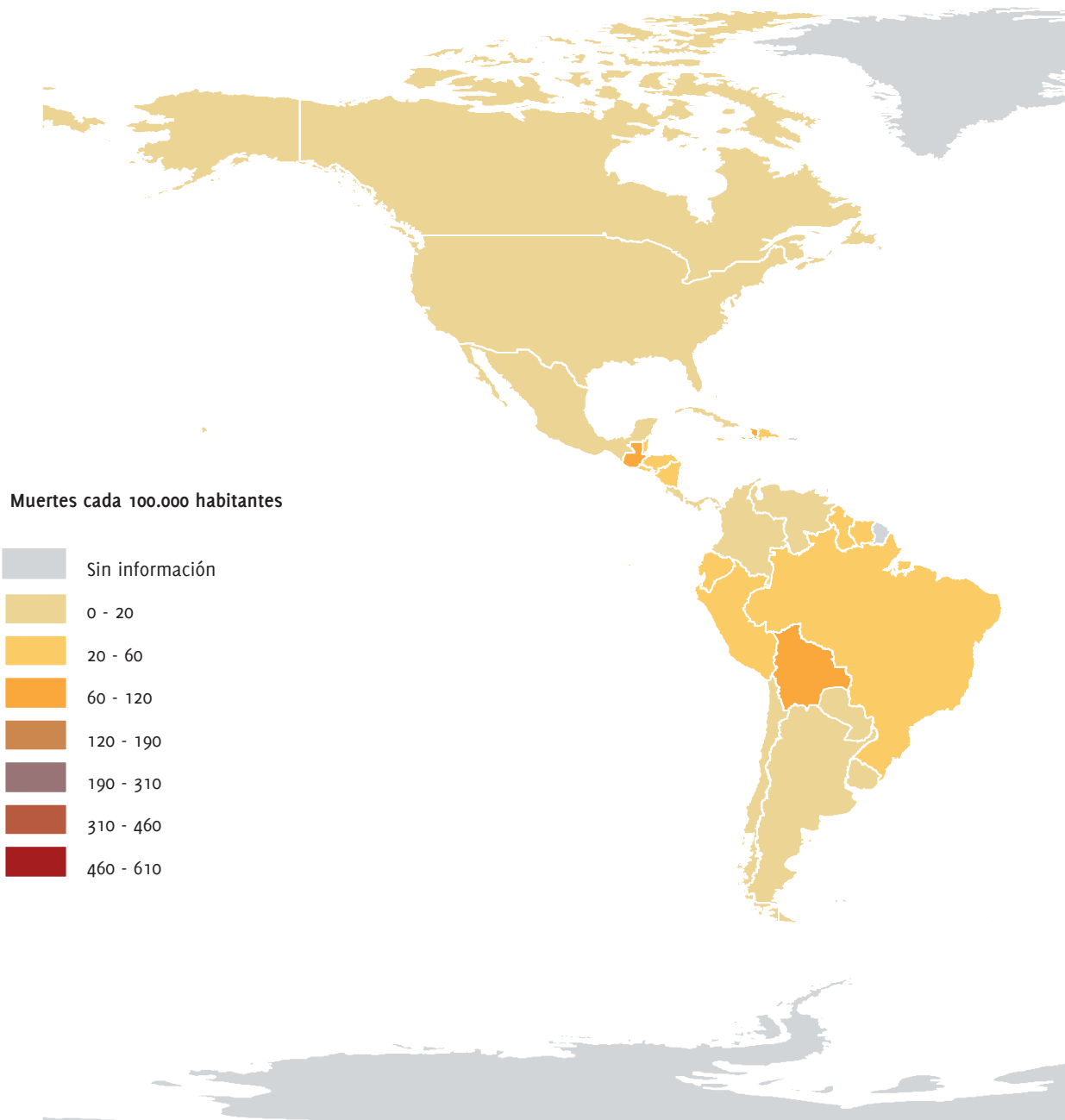
A nivel mundial, Chile presenta una baja tasa de muertes causadas por enfermedades relacionadas con agua, saneamiento e higiene.

fig.
1

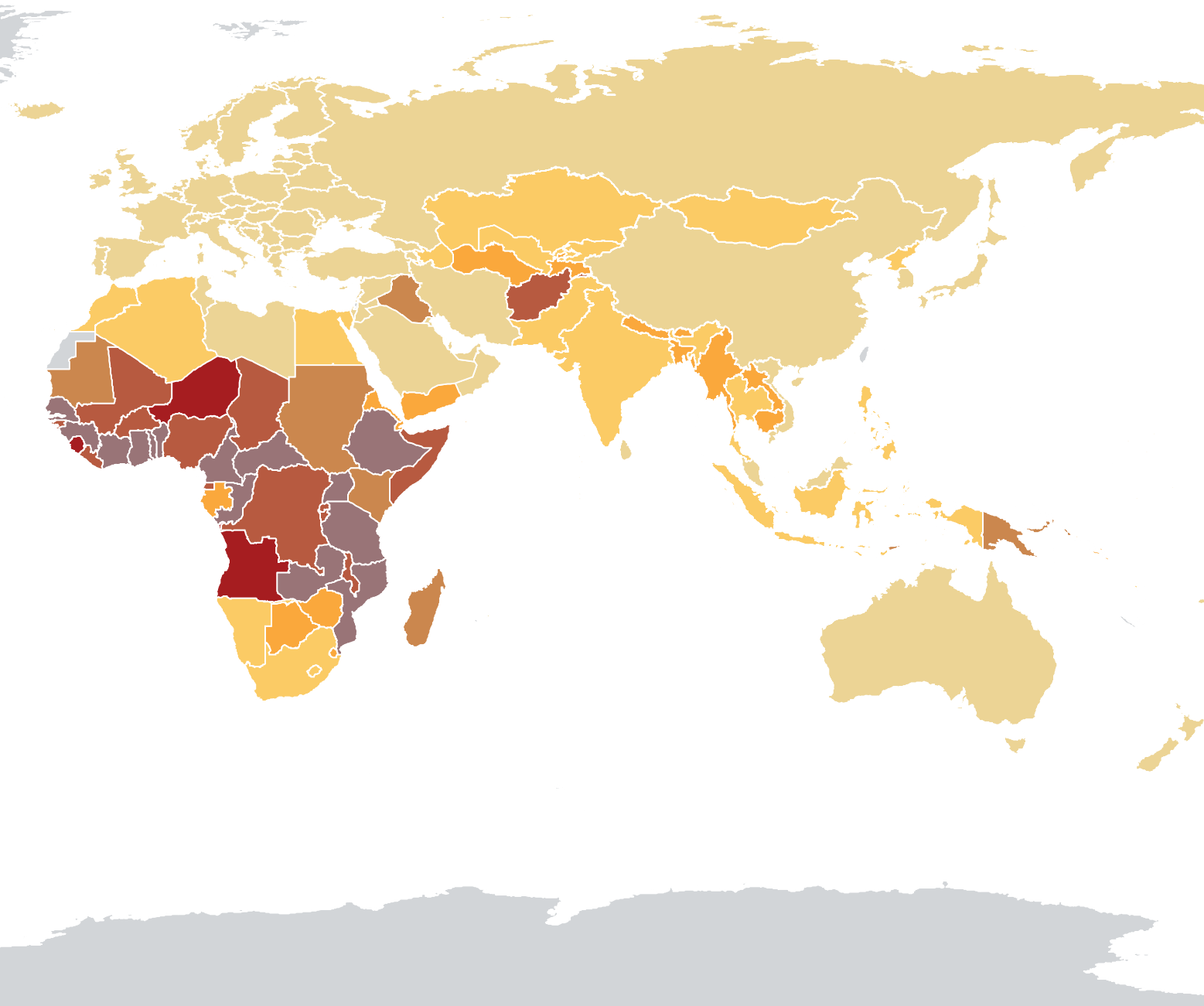
Tasa de muertes relacionadas con agua, saneamiento e higiene por países (muertes cada 100.000 habitantes), 2004.

Nota: La tasa de muertes cada 100.000 habitantes relacionadas con agua, saneamiento e higiene se calculó a base de las tasas de muertes, de hombres y mujeres de todas las edades, causadas por las siguientes enfermedades: diarrea infecciosa, malaria, esquistosomiasis, filariasis linfática, oncocercosis, el dengue, encefalitis japonesa, tracoma, infecciones de nemátodo intestinal, malnutrición proteico-calórica y ahogamientos.

Fuente: Elaboración propia en base a estadísticas de la Organización Mundial de la Salud, 2011.



“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”





Producción y consumo de agua potable

Chile es bastante heterogéneo a nivel regional respecto a la disponibilidad del recurso hídrico, la calidad de éste y la factibilidad técnica y económica de su explotación. Depende entonces de estos factores cuál es la fuente (superficial, subterránea o mixta) desde donde se extrae este recurso para la producción de agua potable en cada zona del país.

La capacidad máxima de producción de agua potable en el país es de 84.311 l/s, donde un 47% corresponde a la capacidad de agua subterránea y un 53% a superficial (SISS, 2011b). En el norte del país, desde Arica y Parinacota a Atacama, la fuente principal⁴ de abastecimiento es de tipo subterránea, ya que la superficial es escasa. En el centro del país, desde Valparaíso hasta Los Lagos, el abastecimiento es mixto y en el sur es totalmente superficial, dadas la abundancia y buena calidad del recurso hídrico (SISS, 2011b).

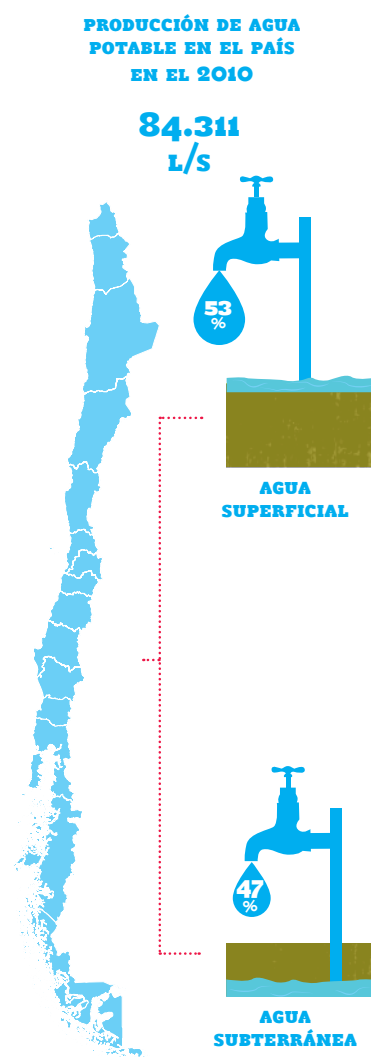
A nivel nacional, la producción de agua potable de las principales empresas sanitarias ha aumentado desde 1.312.442 mil m³ en el año 1998 a 1.550.010 mil m³, lo que representa un incremento de 18% (ver Figura 2) (SISS, 2011b).

El aumento de la producción de agua potable ha incrementado también las pérdidas que ocurren durante el proceso de producción y distribución, debido principalmente a roturas y filtraciones de las cañerías (SISS, 2011b). El volumen de pérdidas ha crecido en forma importante en el periodo 1998-2010 (de 386.231 a 548.901 mil m³) y su participación en el total producido pasó de un 29% a un 35% en el mismo periodo.

El aumento de las pérdidas de agua potable implica una señal de alerta y plantea un gran desafío en el ámbito de la eficiencia de la gestión de un recurso escaso, más aún tomando en cuenta que la SISS considera como eficiente hasta un 15% de pérdida en la etapa de producción y hasta un 5% en la distribución (SISS, 2011b).

Sin embargo, a pesar del aumento en el consumo (agua facturada) como total, se aprecia que el consumo promedio mensual por hogar en el país ha disminuido continuamente en el periodo 1998-2010, pasando desde 24 a 19 m³/hogar/mes. El 2010, la Región Metropolitana es la que presenta los valores más altos (22 m³/hogar/mes) (SISS, 2011b).

⁴ Existe el caso de abastecimiento desde agua de mar, en que las plantas desaladoras de Antofagasta y Taltal las tratan para producir agua potable. Esta es incluida en las fuentes superficiales en la cuantificación.

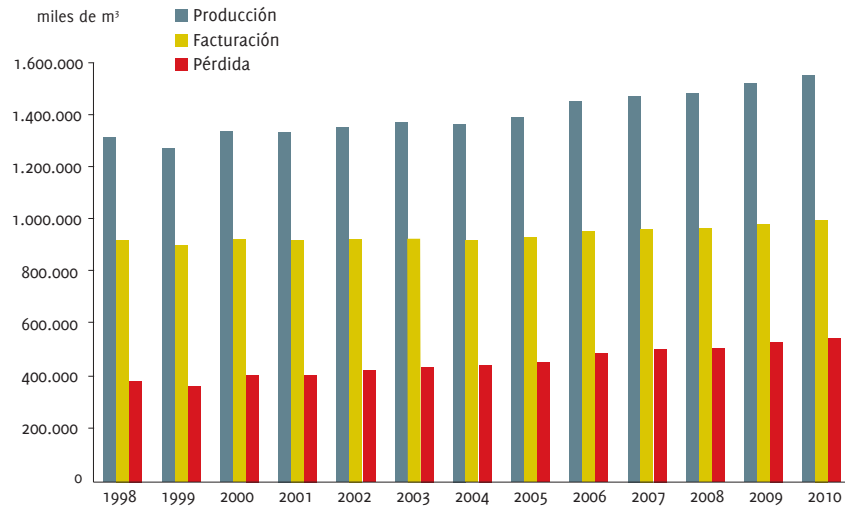


Fuente: Elaboración en base a SISS, 2011b.

fig. 2

Producción total, facturación y pérdidas de agua potable a nivel nacional, 1998-2010.

Fuente: SISS, 1999-2011b.



Calidad del agua potable

5] El cumplimiento normativo referido al muestreo se refiere a los procedimientos y estándares necesarios relativos al muestreo para realizar los controles de calidad del agua potable.

6] Aspectos microbiológicos, químicos, radiológicos y de aceptabilidad que define la OMS.

7] Los parámetros críticos son “aquellos parámetros, característicos de la fuente o del servicio, tóxicos u organolépticos (Tipo II o Tipo IV), que en ausencia o falla del proceso de tratamiento superan el límite máximo especificado en NCh409/1” (INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN, 2005, p. 3). Ver en Anexo listado de parámetros Tipo II y Tipo IV.

En el país se entiende por agua potable el “agua que cumple con los requisitos microbiológicos, de turbiedad, químicos, radiactivos, organolépticos y de desinfección descritos en la NCh409/1, que aseguran su inocuidad y aptitud para el consumo humano” (Instituto Nacional de Normalización, 2005, p. 2).

La SISS elabora indicadores para el seguimiento de la calidad del agua potable suministrada por 19 empresas sanitarias, que representan el 99,7% de los clientes urbanos totales a nivel nacional. Estos indicadores reflejan el grado de cumplimiento, tanto de calidad como lo referido a muestreo⁵ para verificarla, establecidos en la NCh 409 “Agua Potable - Parte 1: Requisitos, y Parte 2: Muestreo”. Buscando abordar los distintos aspectos⁶ de calidad del agua que plantea la OMS, la SISS utiliza los siguientes indicadores: bacteriología, turbiedad, cloro libre residual, parámetros críticos⁷ y parámetros no críticos.

Entre los años 2007 y 2010 se observa un mejoramiento de todos los indicadores de calidad del agua potable publicados por la SISS, tanto de calidad como de muestreo, donde el mayor aumento en la mejora se registra en el caso de los parámetros críticos (ver Cuadro 2).



Cuadro 2 Indicadores de calidad del agua potable suministrada por el sector sanitario, 2007-2010

	2007	2008	2009	2010
CALIDAD				
Bacteriología	97,2%	99,3%	99,2%	100,0%
Turbiedad	98,8%	93,1%	96,8%	99,9%
Cloro libre residual	98,8%	98,5%	99,4%	99,7%
Parámetros críticos	86,7%	94,6%	93,1%	97,4%
Parámetros no críticos	99,0%	99,2%	99,3%	99,2%
MUESTREO				
Bacteriología	74,2%	93,4%	96,0%	99,5%
Turbiedad	75,0%	93,8%	96,1%	99,8%
Cloro libre residual	80,5%	93,7%	97,1%	99,6%
Parámetros críticos	54,8%	93,4%	97,5%	98,6%
Parámetros no críticos	99,0%	99,2%	99,3%	99,3%

Fuente: Sitio web de la SISS (<http://www.siss.gob.cl/577/w3-propertyvalue-3450.html>)

3 Acciones relacionadas con agua potable y alcantarillado

Calidad del agua potable

En Chile se han elaborado normas relacionadas con la calidad del agua potable que han contribuido a avanzar en la materia. Dentro de ellas destaca la Norma chilena NCh 409/1 de 2005 “Agua potable – parte 1: Requisitos” y la Norma chilena NCh 409/2 de 2004 “Agua potable – parte 2: Muestreo”, las que se han elaborado siguiendo las guías de la OMS (“Guidelines for drinking water quality”) y que establecen la calidad mínima del agua potable que deben suministrar las empresas sanitarias. Una selección de normas relacionadas con calidad del agua potable y alcantarillado se presenta en Anexo 1.

Coberturas urbanas de agua potable y alcantarillado

La población con acceso a agua potable y la población con acceso a alcantarillado son indicadores de calidad de vida utilizados ampliamente por organizaciones internacionales como Naciones Unidas, Banco Mundial y la OCDE.

Desde el año 1997 al 2005 la cobertura urbana de agua potable a nivel nacional aumentó desde 91,6% a 99,8%, manteniéndose este valor hasta el 2010 (ver Cuadro 3).

Definiciones de coberturas urbanas de agua potable y alcantarillado según la SISS

Cobertura de agua potable: “corresponde al porcentaje que representa la población abastecida respecto a la población urbana total, en el área de concesión. Se considera población abastecida a todas las personas que habitan o residen en viviendas (inmuebles residenciales) que reciben servicio de agua potable de alguna empresa sanitaria a través de sus redes de distribución (clientes)” (SISS, 2011a, p. 16).

Cobertura de alcantarillado: “corresponde al porcentaje que representa la población saneada respecto a la población urbana total, en el área de concesión. Se considera población saneada a todas las personas que habitan o residen en viviendas (inmuebles residenciales) que reciben servicio de recolección de aguas servidas de alguna empresa sanitaria a través de sus redes de recolección (clientes)” (SISS, 2011a, p.16).

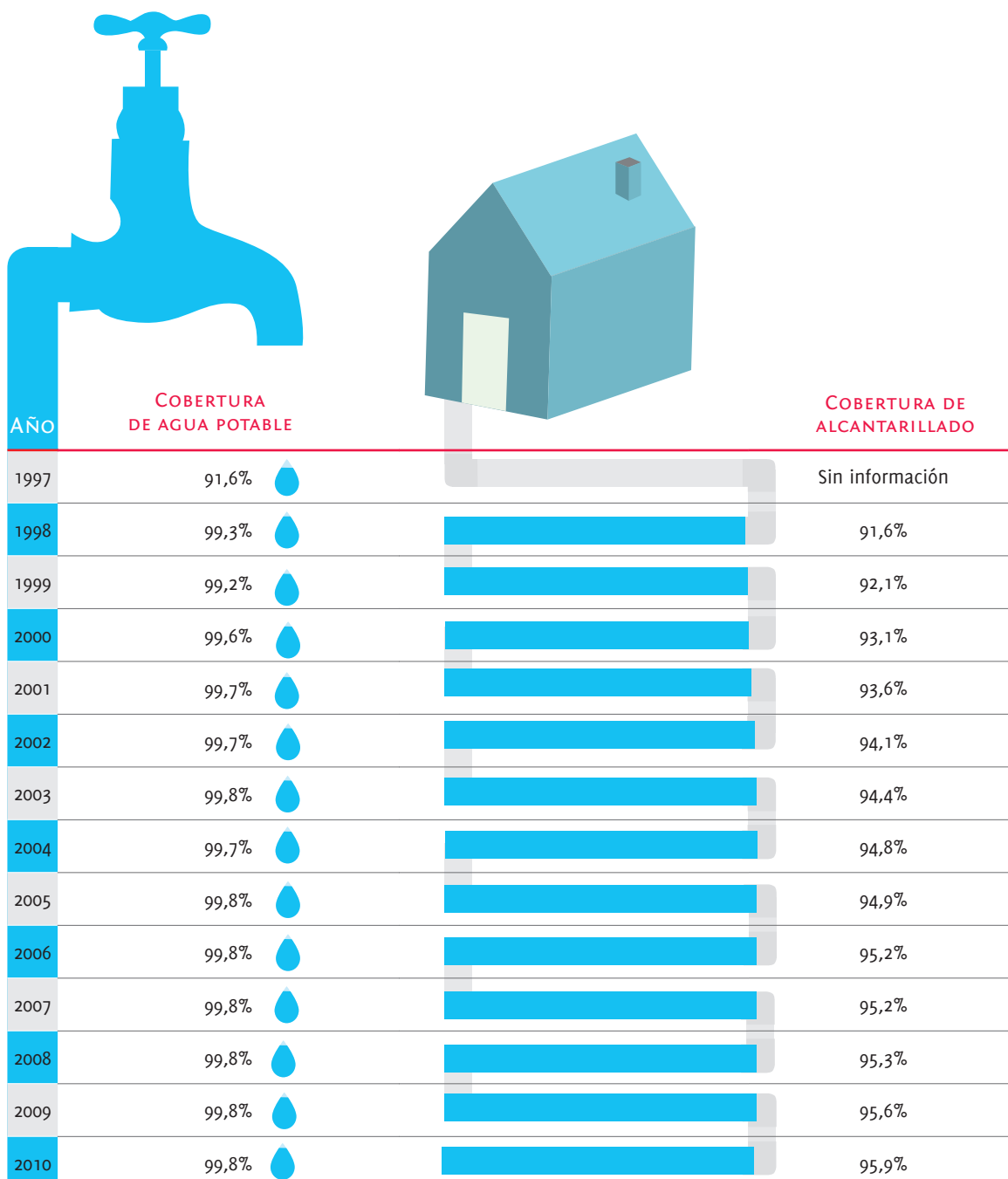
La cobertura urbana a red de alcantarillado a nivel nacional aumentó de 91,6% a 95,9% en forma gradual en el periodo 1998-2010 (ver Cuadro 3).

Al año 2010 se aprecia que las quince regiones del país presentan niveles de cobertura urbana de agua potable superiores al 99% y ocho de éstas poseen prácticamente un 100%. Las que presentan la menor cobertura son las regiones de Valparaíso y O'Higgins, ambas con un 99,3%.

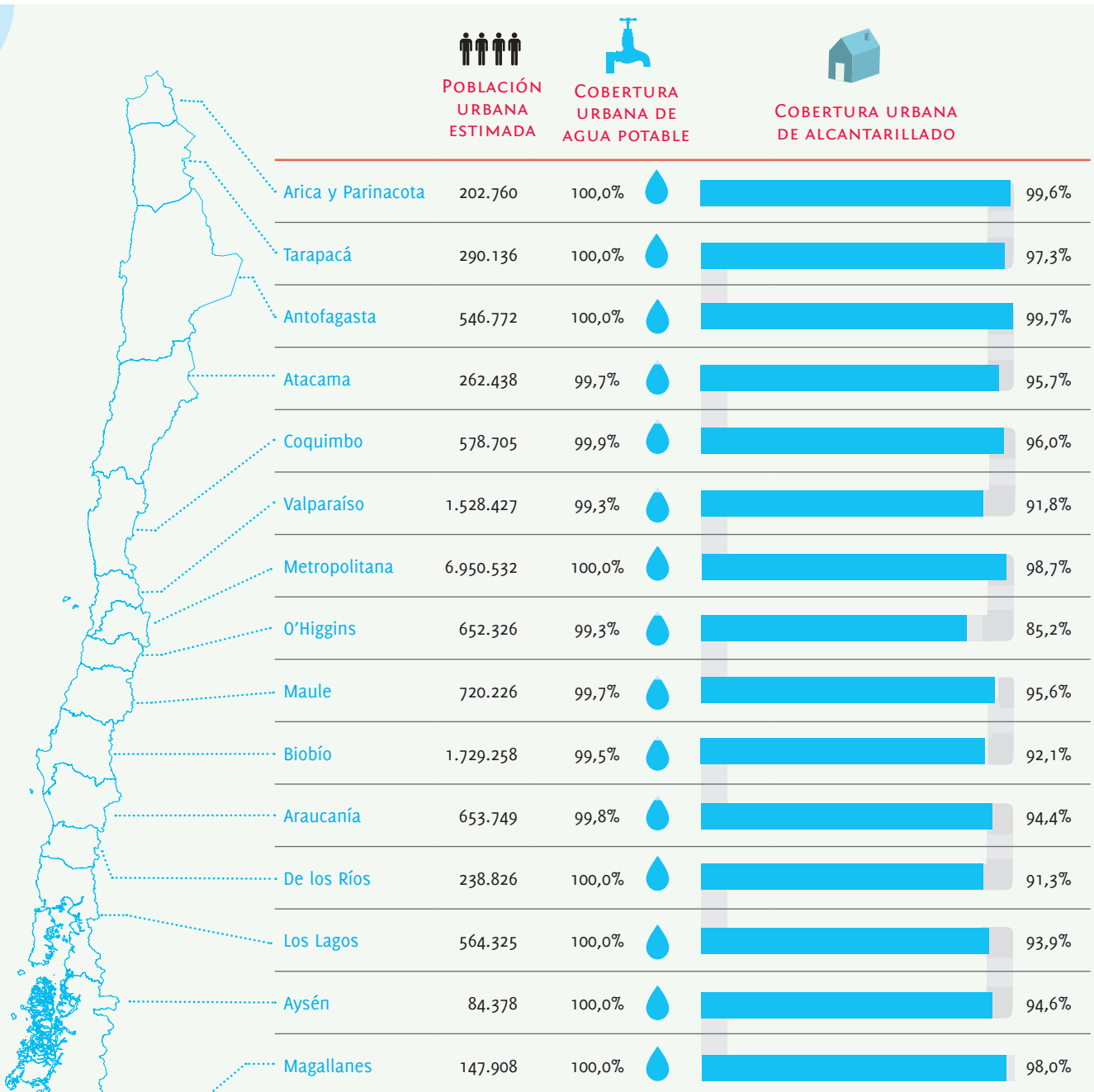
Respecto a cobertura urbana de alcantarillado a nivel regional, se observa para el 2010 que ninguna ha alcanzado aún el 100%, siendo la Región de O'Higgins la de menor cobertura (85,2%) y la de Antofagasta la de mayor (99,7%).

Cuadro 3

Cobertura urbana de agua potable y de alcantarillado a nivel nacional, 1997-2010



Fuente: Elaboración propia en base a SISS, 1999-2011b.



Fuente: Elaboración propia en base a SISS, 2011b.

“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”

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FEWTRELL, L.; PRÜSS-ÜSTÜN, A.; BOS, R., GORE, F. & BARTRAM, J., 2007. *Water, sanitation and hygiene: quantifying the health impact at national and local levels in countries with incomplete water supply and sanitation coverage*. World Health Organization. Geneva: WHO Environmental Burden of Disease Series No. 15.
- INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN, 2005. *Norma chilena oficial NCh 409/1. Agua potable- Parte 1: Requisitos*. Santiago de Chile.
- ORGANIZACIÓN DE COOPERACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICO (OCDE) Y COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL), 2005. *Evaluaciones del desempeño ambiental: Chile*.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 2011. *Agua, saneamiento y salud*. Recuperado el 27 de octubre de 2011, de http://www.who.int/water_sanitation_health/es/index.html
- SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS (SISS), 2010. *Informe de Gestión del Sector Sanitario 2009*. Santiago de Chile.
- SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS (SISS), 2011a. *Informe anual de coberturas urbanas de servicios sanitarios 2010*. Obtenido de Superintendencia de Servicios Sanitarios: http://www.siss.gob.cl/577/articles-8705_recurso_1.pdf
- SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS (SISS), 1999-2011b. *Informe de Gestión del Sector Sanitario 1998-2010*. Santiago de Chile.
- VALENZUELA, S., & JOURAVLEV, A., 2007. *Servicios urbanos de agua potable y alcantarillado en Chile: factores determinantes del desempeño*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Santiago de Chile: Publicación de las Naciones Unidas .
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. (WHO), 2011. *Guidelines for Drinking-water Quality*. Fourth edition.

Anexo 1

Principales normas chilenas relacionadas con calidad de agua potable y alcantarillado

NORMATIVA	Nº	AÑO	TÍTULO
Agua potable - Ensayos - Requisitos			
NCh	400	1988	Sulfatos de aluminio sintético para tratamiento de agua- Muestreo y métodos de análisis.
NCh	401	1951	Grava y arena para filtros de agua potable.
NCh	409/1	2005	Agua potable - Parte 1 : Requisitos.
NCh	409/2	2004	Agua potable - parte 2 : Muestreo.
NCh	423	1970	Agua - Determinación del hierro.
NCh	424	1991	Agua - Determinación del carácter incrustante o agresivo.
NCh	425	1971	Agua - Ensayo - Determinación del arsénico.
NCh	426	1963	Agua para análisis.
NCh	426/2	1997	Agua grado reactivo para análisis - Especificaciones - Parte 2: Análisis físico-químico y microbiológico.
NCh	691	1998	Agua potable-conducción, regulación y distribución - Requisitos.
NCh	692	2000	Agua potable. Plantas elevadoras. Especificaciones generales.
NCh	711	1971	Arquitectura y Construcción- designación gráfica de elementos para instalaciones sanitarias.

Continúa en página siguiente

NORMATIVA	Nº	AÑO	TÍTULO
NCh	777/1	2008	Agua potable - Fuentes de abastecimiento y obras de captación - Parte 1: Captación de aguas superficiales.
NCh	777/2	2000	Agua potable - Fuentes de abastecimiento y obras de captación - Parte 2: Captación de aguas subterráneas.
NCh	1061	1975	Cloro líquido. Carga, recepción y descarga. Condiciones de seguridad en carros estanques de ferrocarril.
NCh	1062	1975	Cloro líquido- Transporte de ferrocarril. Condiciones de seguridad en carros - estanques.
NCh	1086	1986	Sulfato de aluminio sintético para tratamiento del agua - Especificaciones.
NCh	1104	1998	Ingeniería sanitaria- Presentación y contenido de proyectos de sistemas de agua potable y alcantarillado.
NCh	1194/II	1976	Cloro líquido. Métodos de ensayo.
NCh	1333	1987	Requisitos de calidad del agua para diferentes usos.
NCh	1365	1978	Agua potable - Plantas de tratamiento - Terminología.
NCh	1366	1979	Agua Potable - Plantas de tratamiento - Generalidades.
NCh	1367	1978	Agua potable - Plantas de tratamiento - Desarenadores y sedimentadores simples (sin coagulación previa).
NCh	1620/1	1984	Agua potable - Determinación de bacterias coliformes totales. Parte 1: Método de los tubos múltiples (NMP).
NCh	1620/2	1984	Agua potable - Determinación de bacterias coliformes totales. Parte 2: Método de filtración por membrana.
NCh	1801	1980	Agua - Determinación de plomo - Método colorimétrico.

Continúa en página siguiente

NORMATIVA	Nº	AÑO	TÍTULO
NCh	1802	1980	Agua - Determinación de cromo - Método colorimétrico.
NCh	1803	1980	Agua - Determinación de cadmio - Método colorimétrico con ditizona.
NCh	1804	1980	Agua - Determinación de estaño orgánico como estaño. Método colofimétrico.
NCh	1878	1981	Agua - Determinación de metales (Cd, Ca, Co, Cu, Cr, Fe, Mg, Mn, Ag, Pb y Zn), por espectrofotometría de absorción atómica - Método directo.
NCh	1879	1981	Agua - Determinación de metales (Cd, Cr, Pb) por espectrofotometría de absorción atómica - Método indirecto.
NCh	1880	1981	Agua - Pretratamiento de muestras para análisis de metales.
NCh	1938/1	1985	Artefactos de producción instantánea de agua caliente para usos sanitarios que utilizan combustibles gaseosos (calefones) - Parte 1: requisitos generales de fabricación.
NCh	1938/2	1985	Artefactos de producción instantánea de agua caliente para usos sanitarios que utilizan combustibles gaseosos (calefones) - Parte 2: Métodos de ensayo.
NCh	2043	1998	Aguas - Métodos de determinación simultánea de bacterias coliformes totales y Escherichia coli mediante la técnica del sustrato cromogénico.
NCh	2485	2000	Instalaciones domiciliarias de agua potable - Diseño, cálculo y requisitos de las redes interiores.
NCh	2794	2003	Instalaciones domiciliarias de agua potable - Estanques de almacenamiento y sistemas de elevación - Requisitos.
NCh	2972	2008	Aguas - Determinación simultánea de bacterias coliformes totales y Escherichia coli mediante método de filtración por membrana con m-Colibblue.
NCh	3098	2008	Sulfato férrico para tratamiento del agua - Requisitos y métodos de análisis.

Continúa en página siguiente

NORMATIVA	Nº	AÑO	TÍTULO
Aguas servidas - Alcantarillado			
NCh	411/11	1997	Calidad del agua - Muestreo - Parte 11: Guía para el muestreo de aguas subterráneas.
NCh	411/1	1996	Calidad del agua - Muestreo - Parte 1: Guía para el diseño de programas de muestreo.
NCh	411/10	1997	Calidad del agua - Muestreo - Parte 10: Guía para el muestreo de aguas residuales.
NCh	411/2	1996	Calidad del agua - Muestreo - Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo.
NCh	411/3	1996	Calidad del agua - Muestreo - Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de las muestras.
NCh	411/6	1997	Calidad del agua - Muestreo - Parte 6: Guía para el muestreo de ríos y cursos de agua.
NCh	411/8	1998	Calidad del agua - Muestreo - Parte 8: Guía para el muestreo de depósitos húmedos en forma de precipitaciones (lluvias y nieve).
NCh	1105	1998	Ingeniería sanitaria - Alcantarillado de aguas residuales - Diseño y cálculo de redes.
NCh	1362	1978	Alcantarillado - Prueba de impermeabilidad.
NCh	2472	2000	Aguas residuales - Plantas elevadoras - Especificaciones.
NCh	3190	2010	Calidad del aire - Determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica.
Calidad del agua y aguas residuales			
NCh	2313/1	1995	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 1: Determinación de pH.
NCh	2313/10	1996	Aguas residuales - Método de análisis - Parte 10: Determinación de metales pesados - Método de espectrofotometría de absorción atómica con llama.

Continúa en página siguiente

NORMATIVA	Nº	AÑO	TÍTULO
NCh	2313/11	1996	Aguas residuales - Método de análisis - Parte 11: Determinación de cromo hexavalente - Método de espectrofotometría de absorción atómica.
NCh	2313/12	1996	Aguas residuales - Método de análisis - Parte 12: Determinación de mercurio - Método de espectrofotometría de absorción atómica con generación de vapor frío.
NCh	2313/13	1998	Aguas residuales - Método de análisis - Parte 13: Determinación de molibdeno por espectrofotometría de absorción atómica con llama.
NCh	2313/14	1997	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 14: Determinación de cianuro total.
NCh	2313/15	1997	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 15: Determinación de fósforo total.
NCh	2313/16	1997	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 16: Determinación de nitrógeno amoniacal.
NCh	2313/17	1997	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 17: Determinación de sulfuro total.
NCh	2313/18	1997	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 18: Determinación de sulfato disuelto por calcinación de residuo.
NCh	2313/19	1998	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 19: Det. del índice de fenol - Mét. espectro. de la 4-aminoantipirina después de destilación.
NCh	2313/2	1995	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 2: Determinación de la temperatura.
NCh	2313/20	1998	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 20: Determinación de trihalometanos (THM) - Método de cromatografía gaseosa con detector de captura electrónica (ECD).
NCh	2313/21	1997	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 21: Determinación del poder espumógeno.

Continúa en página siguiente

NORMATIVA	Nº	AÑO	TÍTULO
NCh	2313/22	1995	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 22: Determinación de coliformes fecales en medio EC.
NCh	2313/23	1995	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 23: Determinación de coliformes fecales en medio A-1.
NCh	2313/24	1997	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 24: Determinación de la demanda química de oxígeno.
NCh	2313/25	1997	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 25: Determinación de metales por espectroscopía de emisión de plasma - Método de plasma acoplado inductivamente I.C.P.
NCh	2313/26	1999	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 26: Bioensayo bacteriano de toxicidad en aguas residuales - Método de inhibición del crecimiento de <i>Bacillus subtilis</i> .
NCh	2313/27	1998	Aguas residuales - Mét. de análisis-Parte 27: Determin. de surfactantes aniónicos - Mét. para sust. activas al azul de metileno (SAAM).
NCh	2313/28	1998	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 28: Determinación de nitrógeno Kjeldahl - Método potenciométrico con digestión previa.
NCh	2313/29	1999	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 29: Determinación de pentaclorofenol y algunos herbicidas organoclorados - Método por cromatografía gaseosa con detector de captura electrónica (ECD).
NCh	2313/3	1995	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 3: Determinación de sólidos suspendidos totales secados a 103°C - 105°C.
NCh	2313/30	1999	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 30: Determinación de selenio - Método de espectrofotometría de absorción atómica por generación continua de hidruros.

Continúa en página siguiente

NORMATIVA	Nº	AÑO	TÍTULO
NCh	2313/31	1999	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 31: Determinación de benceno y algunos derivados - Método por cromatografía gaseosa usando head-space.
NCh	2313/32	1999	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 32: Determinación de cloruro - Método argentométrico de Mohr.
NCh	2313/33	1999	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 33: Determinación de fluoruro - Método potenciométrico después de destilación.
NCh	2313/4	1995	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 4: Determinación de sólidos sedimentables - Método volumétrico.
NCh	2313/5	2005	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 5: Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO 5).
NCh	2313/6	1997	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 6: Determinación de aceites y grasas.
NCh	2313/7	1997	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 7: Determinación de hidrocarburos totales.
NCh	2313/9	1996	Aguas residuales - Métodos de análisis - Parte 9: Determinación de arsénico - Método de espectrofotometría de absorción atómica con generación continua de hidruros.

Continúa en página siguiente

Anexo 2

Valores de los parámetros de la Norma Chilena Oficial de Agua Potable (NCh 409/1) y referencias de la Organización Mundial de la Salud

TIPO	NOMBRE TIPO	SUBTIPO	PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR NCH 409/1	VALOR DE REFERENCIA OMS
I	Parámetros microbiológicos y de turbiedad	Microorganismos indicadores de contaminación microbiológica	Coliformes totales	col/100ml	- 1 col/100 ml: < 10% muestras - 5 col/100 ml: < 5% muestras - Control por sectores - Exentas de Escherichia coli	
I	Parámetros microbiológicos y de turbiedad		Turbiedad	NTU	- Media mensual < 2 NTU - 4 NTU: < 5% muestras - Ninguna muestra > 20 NTU - Entre 10 y 20 NTU: no consecutivas	
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Elementos esenciales	Cobre	mg/l	2	2
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Elementos esenciales	Cromo total	mg/l	0,05	0,05
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Elementos esenciales	Fluoruro	mg/l	1,5	1,5
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Elementos esenciales	Hierro	mg/l	0,3	

Continúa en página siguiente

TIPO	NOMBRE TIPO	SUBTIPO	PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR NCH 409/1	VALOR DE REFERENCIA OMS
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Elementos esenciales	Manganeso	mg/l	0,1	0,4
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Elementos esenciales	Magnesio	mg/l	125	
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Elementos esenciales	Selenio	mg/l	0,01	0,01
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Elementos esenciales	Zinc	mg/l	3	
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Elementos o sustancias no esenciales	Arsénico	mg/l	0,01	0,01
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Elementos o sustancias no esenciales	Cadmio	mg/l	0,01	0,003
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Elementos o sustancias no esenciales	Cianuro	mg/l	0,05	0,07
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Elementos o sustancias no esenciales	Mercurio	mg/l	0,001	0,006
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Elementos o sustancias no esenciales	Nitrato	mg/l	50	50

Continúa en página siguiente

TIPO	NOMBRE TIPO	SUBTIPO	PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR NCH 409/1	VALOR DE REFERENCIA OMS
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Elementos o sustancias no esenciales	Nitrito	mg/l	3	3
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Elementos o sustancias no esenciales	Razón nitrato + nitrito	mg/l	1	
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Elementos o sustancias no esenciales	Plomo	mg/l	0,05	0,01
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Sustancias orgánicas	Tetracloroetano	µg/l	40	40
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Sustancias orgánicas	Benceno	µg/l	10	10
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Sustancias orgánicas	Tolueno	µg/l	700	>700
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Sustancias orgánicas	Xilenos	µg/l	500	500
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Plaguicidas	DDT + DDD + DDE (diclorodifenil-tricloroetano + diclorodifenil-dicloroetileno + diclorodifenildicloroetano)	µg/l	2	1

Continúa en página siguiente

TIPO	NOMBRE TIPO	SUBTIPO	PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR NCH 409/1	VALOR DE REFERENCIA OMS
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Plaguicidas	2,4 - D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético)	µg/l	30	30
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Plaguicidas	Lindano	µg/l	2	2
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Plaguicidas	Metoxicloro	µg/l	20	20
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Plaguicidas	Pentaclorofenol	µg/l	9	20
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Productos secundarios de la desinfección	Monocloroamina	mg/l	3	3
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Productos secundarios de la desinfección	Dibromoclorometano	mg/l	0,1	0,1
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Productos secundarios de la desinfección	Bromodiclorometano	mg/l	0,06	0,06
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Productos secundarios de la desinfección	Tribromometano	mg/l	0,1	
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Productos secundarios de la desinfección	Triclorometano	mg/l	0,2	

Continúa en página siguiente

TIPO	NOMBRE TIPO	SUBTIPO	PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR NCH 409/1	VALOR DE REFERENCIA OMS
II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	Productos secundarios de la desinfección	Trihalometanos	mg/l	1	1
III	Elementos radiactivos		Estroncio 90	Bq/ l	0,37	10 ^a
III	Elementos radiactivos		Radio 226	Bq/l	0,11	1 ^a
III	Elementos radiactivos		Actividad beta total (excluyendo Sr-90, Ra-226 y otros emisores alfa)	Bq/l	37	
III	Elementos radiactivos		Actividad beta total (incluyendo Sr-90, corregida para el K-40 y otros radioemisores naturales)	Bq/l	1,9	
III	Elementos radiactivos		Actividad alfa total (incluyendo Ra-226 y otros emisores alfa)	Bq/l	0,55	
IV	Parámetros relativos a las características organolépticas	Físicos	Color verdadero	Unidad Pt-Co	20	
IV	Parámetros relativos a las características organolépticas	Físicos	Olor	-	inodora	
IV	Parámetros relativos a las características organolépticas	Físicos	Sabor	-	insípida	

Continúa en página siguiente

TIPO	NOMBRE TIPO	SUBTIPO	PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR NCH 409/1	VALOR DE REFERENCIA OMS
IV	Parámetros relativos a las características organolépticas	Inorgánicos	Amoníaco	mg/l	1,5	
IV	Parámetros relativos a las características organolépticas	Inorgánicos	Cloruro	mg/l	400	
IV	Parámetros relativos a las características organolépticas	Inorgánicos	pH	-	6,5 < pH < 8,5	
IV	Parámetros relativos a las características organolépticas	Inorgánicos	Sulfato	mg/l	500	
IV	Parámetros relativos a las características organolépticas	Inorgánicos	Sólidos disueltos totales	mg/l	1500	
IV	Parámetros relativos a las características organolépticas	Orgánicos	Compuestos fenólicos	µg/l	2	
V	Parámetros de desinfección		Cloro libre residual		- Concentración máxima: 2,0 mg/l - 0,2 mg/l: < 10% muestras - 0,0 mg/l: 1 muestra para < de 100 análisis o 3 muestras para más de 100 análisis.	

Nota: ³ La OMS presenta los valores de referencia de radionúclidos redondeados aplicando un criterio basado en la escala logarítmica (a 10^n si el valor calculado es menor que 3×10^n y mayor que $3 \times 10^{(n-1)}$). ⁵

Fuente: Elaboración propia en base a Instituto Nacional de Normalización, 2005 y OMS, 2011.

Anexo 3

Valores de referencia de la OMS de parámetros no incluidos en la Norma Chilena Oficial de Agua Potable (NCh 409/1)

Sustancias químicas y plaguicidas

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Bario	mg/l	0,7
Boro	mg/l	0,5
Molibdeno	mg/l	0,07
Uranio	mg/l	0,015
Tetracloruro de carbono	µg/l	4
Di(2-etilhexil)ftalato	µg/l	8
1,2-Diclorobenceno	µg/l	1.000
1,4-Diclorobenceno	µg/l	300
1,2-Dicloroetano	µg/l	30
1,2-Dicloroetano	µg/l	50
Diclorometano	µg/l	20
1,4-Dioxano	µg/l	50
Ácido edético (EDTA)	µg/l	600
Etilbenceno	µg/l	300
Hexaclorobutadieno	µg/l	0,6
Ácido nitrilotriacético (ANT)	µg/l	200
Estireno	µg/l	20
Tricloroetano	µg/l	20
Alacloro	µg/l	20
Aldicarb	µg/l	10
Aldrín y dieldrín	µg/l	0,03
Atrazina	µg/l	2
Carbofurán	µg/l	7
Clordano	µg/l	0,2
Clorotolurón	µg/l	30
Cianazina	µg/l	0,6

Continúa en página siguiente

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
2,4-DB	µg/l	90
1,2-Dibromo-3-cloropropano	µg/l	1
1,2-Dibromoetano	µg/l	0,4
1,2-Dicloropropano (1,2-DCP)	µg/l	40
1,3-Dicloropropeno	µg/l	20
Dicloroprop	µg/l	100
Dimetoato	µg/l	6
Endrín	µg/l	0,6
Fenoprop	µg/l	9
Isoproturón	µg/l	9
Lindano	µg/l	2
MCPA	µg/l	2
Mecoprop	µg/l	10
Metoxicloro	µg/l	20
Metolacloro	µg/l	10
Molinato	µg/l	6
Pendimetalina	µg/l	20
Simazina	µg/l	2
2,4,5-T	µg/l	9
Terbutilazina	µg/l	7
Trifluralina	µg/l	20
Cloro	mg/l	5
Monocloramina	mg/l	3
Bromato	µg/l	10
Bromoformo	µg/l	100
Clorato	µg/l	700

Continúa en página siguiente

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Clorito	µg/l	700
Cloroformo	µg/l	300
Cloruro de cianógeno	µg/l	70
Dibromoacetnitrilo	µg/l	70
Dicloroacetato	µg/l	50
Dicloroacetnitrilo	µg/l	20
Monocloroacetato	µg/l	20
Tricloroacetato	µg/l	200
2,4,6-Triclorofenol	µg/l	200
Acilamida	µg/l	0,5
Epiclorhidrina	µg/l	0,4
Antimonio	µg/l	20
Benzo[a]pireno	µg/l	0,7
Plomo	µg/l	10
Níquel	µg/l	70
Cloruro de vinilo	µg/l	0,3
Clorpirifós	µg/l	30
Permetrina	µg/l	300
Piriproxifeno	µg/l	300
Microcistina-LR	µg/l	1

RADIONÚCLIDO	VALOR (Bq/l)	RADIONÚCLIDO	VALOR (Bq/l)	RADIONÚCLIDO	VALOR (Bq/l)
3H	10.000	93Mo	100	140La	100
7Be	10.000	99Mo	100	139Ce	1.000
14C	100	96Tc	100	141Ce	100
22Na	100	97Tc	1.000	143Ce	100
32P	100	97mTc	100	144Ce	10
33P	1.000	99Tc	100	143Pr	100
35S	100	97Ru	1.000	147Nd	100
36Cl	100	103Ru	100	147Pm	1.000
45Ca	100	106Ru	10	149Pm	100
47Ca	100	105Rh	1.000	151Sm	1.000
46Sc	100	103Pd	1.000	153Sm	100
47Sc	100	105Ag	100	152Eu	100
48Sc	100	110mAg	100	154Eu	100
48V	100	111Ag	100	155Eu	1.000
51Cr	10.000	109Cd	100	153Gd	1.000
52Mn	100	115Cd	100	160Tb	100
53Mn	10.000	115mCd	100	169Er	1.000
54Mn	100	111In	1.000	171Tm	1.000
55Fe	1.000	114mIn	100	175Yb	1.000
59Fe	100	113Sn	100	182Ta	100
56Co	100	125Sn	100	181W	1.000
57Co	1.000	122Sb	100	185W	1.000
58Co	100	124Sb	100	186Re	100

Continúa en página siguiente

RADIONÚCLIDO	VALOR (Bq/l)	RADIONÚCLIDO	VALOR (Bq/l)	RADIONÚCLIDO	VALOR (Bq/l)
60Co	100	125Sb	100	185Os	100
59Ni	1.000	123mTe	100	191Os	100
63Ni	1000	127Te	1.000	193Os	100
65Zn	100	127mTe	100	190Ir	100
71Ge	10.000	129Te	1.000	192Ir	100
73As	1.000	129mTe	100	191Pt	1000
74As	100	131Te	1.000	193mPt	1000
76As	100	131mTe	100	198Au	100
77As	1.000	132Te	100	199Au	1000
75Se	100	125I	10	197Hg	1000
82Br	100	126I	10	203Hg	100
86Rb	100	129I	1.000	200Tl	1000
85Sr	100	131I	10	201Tl	1000
89Sr	100	129Cs	1.000	202Tl	1000
90Y	100	131Cs	1.000	204Tl	100
91Y	100	132Cs	100	203Pb	1000
93Zr	100	134Cs	10	206Bi	100
95Zr	100	135Cs	100	207Bi	100
93mNb	1.000	136Cs	100	210Bi	100
94Nb	100	137Cs	10	210Pb	0,1
95Nb	100	131Ba	1.000	210Po	0,1
224Ra	1	140Ba	100	223Ra	1
225Ra	1	235U	1	242Cm	10
228Ra	0,1	236U	1	243Cm	1
227Th	10	237U	100	244Cm	1
228Th	1	238U	10	245Cm	1

Continúa en página siguiente

RADIONÚCLIDO	VALOR (Bq/l)	RADIONÚCLIDO	VALOR (Bq/l)	RADIONÚCLIDO	VALOR (Bq/l)
229Th	0,1	237Np	1	246Cm	1
230Th	1	239Np	100	247Cm	1
231Th	1.000	236Pu	1	248Cm	0,1
232Th	1	237Pu	1.000	249Bk	100
234Th	100	238Pu	1	246Cf	100
230Pa	100	239Pu	1	248Cf	10
231Pa	0,1	240Pu	1	249Cf	1
233Pa	100	241Pu	10	250Cf	1
230U	1	242Pu	1	251Cf	1
231U	1.000	244Pu	1	252Cf	1
232U	1	241Am	1	253Cf	100
233U	1	242Am	1.000	254Cf	1
234U	10	242mAm	1	253Es	10
		243Am	1	254Es	10
				254mEs	100

Nota: ¹ La OMS presenta los valores de referencia de radionúclidos redondeados aplicando un criterio basado en la escala logarítmica (a 10^n si el valor calculado es menor que 3×10^n y mayor que $3 \times 10^{(n-1)}$).

Fuente: OMS, 2011.





Capítulo 6

Disponibilidad de Áreas Verdes

1) Antecedentes	223
2) Diagnóstico: Disponibilidad de áreas verdes	225
3) Acciones relacionadas con áreas verdes	236

Áreas Verdes

mejora de la calidad del aire

captura de carbono

protección de biodiversidad

calidad de vida de la población

control de la temperatura urbana

integración social

conexión de corredores biológicos

actividad física



Introducción

Resumen / Abstract

Las áreas verdes urbanas cumplen un rol importante en la calidad de vida de la población y dentro de la ecología urbana. Por ello constituye una preocupación a nivel mundial y existe un estándar mínimo recomendado por la Organización Mundial de la Salud. Chile tiene un gran desafío por mejorar en esta materia, ya que en promedio presenta bajos niveles de metros cuadrados por habitante y una alta desigualdad a nivel regional y comunal. El caso del Gran Santiago confirma este diagnóstico.

Antecedentes 1

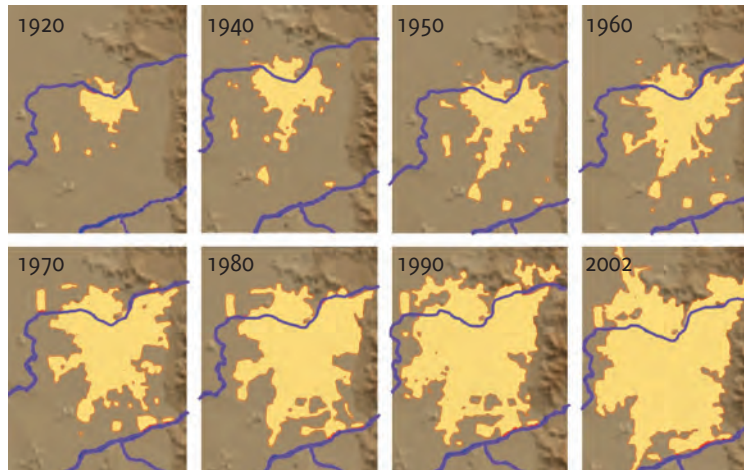
Las áreas verdes son espacios en donde predomina la vegetación y elementos naturales como lagunas, esteros y senderos no pavimentados (Reyes, Presentación, 2011). Éstas entregan múltiples beneficios a la población y al medio ambiente urbano: favorecen la actividad física, la integración social y una mejor calidad de vida de la población; también proveen servicios ambientales como el control de la temperatura urbana, captura de carbono, mejora de la calidad del aire, protección de la biodiversidad, reducción de erosión, control de inundaciones, ahorro de energía, control de ruidos, entre otros (Reyes, 2011; Flores, 2011).

Las áreas verdes “son escasas en las grandes ciudades de América Latina, producto de la historia de urbanización precaria y explosiva de la segunda mitad del siglo XX” (Reyes y Figueroa, 2010, p. 90). La población en las ciudades de Chile ha crecido aproximadamente un 107% entre los años 1970 y 2002, pasando de 6.050.436 a 12.538.053 en ese periodo (Universidad de Chile, 2010). Al comparar los datos del censo de 1992 con el 2002, se aprecia que 26 ciudades tuvieron un crecimiento poblacional explosivo, entendiendo éste como una tasa de crecimiento promedio anual mayor a 4,2% (Universidad de Chile, 2010). En la Figura 1 se aprecia la expansión urbana entre 1920 y 2002 de la ciudad de Santiago.

Crecimiento urbano en Santiago de Chile, 1920-2002

Fuente: PNUMA, PUCCH, IEUT y GORE, 2003.

fig.
1



“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”

El crecimiento urbano explosivo ha ido en desmedro de la disponibilidad de áreas verdes.

En Chile, la definición oficial del concepto de área verde se presenta en la Ley de Urbanismo y Construcción en su Ordenanza General. Allí se la identifica 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). Esta definición es deficitaria, debido a que deja abierta la posibilidad de que un área verde sea considerada como tal a pesar de carecer de vegetación.

De acuerdo al Plan Regulador Metropolitano de Santiago, las áreas verdes “corresponden a los espacios urbanos predominantemente ocupados (o destinados a serlo), con árboles, arbustos o plantas y que permitan el esparcimiento y la recreación de personas en ello” (Secretaría Regional Ministerial Región Metropolitana, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2007, p. 5). Aunque esta definición es más estricta al incluir la existencia de vegetación sólo a la Región Metropolitana de Santiago.

Por otro lado, la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), actualmente Ministerio del Medio Ambiente, definió las áreas verdes como espacios urbanos o de periferia a éstos, predominantemente ocupados con árboles, arbustos o plantas, que pueden tener diferentes usos, ya sea para cumplir funciones de esparcimiento, recreación, ecológicas, ornamentación, protección, recuperación y rehabilitación del entorno o similares (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2002). Esta definición entrega una visión más amplia del concepto de áreas verdes, ya que incorpora la función ecológica que brindan.

La disponibilidad de áreas verdes en los centros urbanos es una preocupación mundial. Es por eso que diversas instituciones internacionales se encuentran promoviendo el uso de indicadores relativos a esta temática y así realizar evaluaciones de desempeño ambiental que además permitan la comparabilidad entre países.

Dada la importancia de las áreas verdes para la calidad de vida de la población urbana, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda un estándar de 9 m²/habitante como mínimo (citado en Reyes y Figueroa, 2010).

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) planea incluir el indicador de superficie de áreas verdes por habitante dentro de un set de indicadores ambientales urbanos que desea impulsar. Dicho concepto ha sido propuesto por Naciones Unidas en el marco de los indicadores de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y de la Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible (ILAC). El indicador de superficie de áreas por habitante por sí solo no explica todos los aspectos asociados a las áreas verdes, como accesibilidad a éstas y su distribución en la ciudad, por lo cual en este capítulo se presentan indicadores complementarios que sí abarcan estos aspectos, disponibles en estudios realizados para el Gran Santiago.

Diagnóstico: Disponibilidad de áreas verdes 2

Áreas verdes por región

En Chile, la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo del Ministerio del Interior genera el indicador de áreas verdes con mantenimiento municipal por habitante para cada comuna y publica estos datos en su Sistema Nacional de Información Municipal (SINIM)¹. En base a esta información, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) también publica este indicador en el sitio web del Observatorio Urbano. Por su definición, aquí sólo se refiere a las áreas que reciben mantención de los municipios, excluyendo áreas verdes privadas y áreas municipales sin mantención, a las que de igual forma puede acceder la población.

¹ <http://www.sinim.cl>

2] Se utilizó el dato comunal más reciente entre 2007 y 2009 publicado en el sitio web del Observatorio urbano del MINVU (www.observatoriourbano.cl).

Con la información publicada por el Observatorio Urbano se construyó el promedio de áreas verdes con mantenimiento municipal por habitante para cada región del país, utilizando el dato más reciente². Se observa que ninguna región del país alcanza el estándar de la OMS de 9 m²/hab y además se evidencia una amplia disparidad entre ellas. La Región de Arica y Parinacota es la que registra el valor más bajo (0,7 m²/hab) y la del Maule el más alto (7,2 m²/hab). La Región Metropolitana de Santiago alcanza sólo 3,4 m²/hab.

Debido a que este indicador se limita a las áreas verdes públicas que reciben mantención de parte de la respectiva comuna y no al total de áreas verdes disponibles en ella, a continuación se presenta un análisis más exhaustivo, elaborado a partir de estudios que presentaron indicadores para el caso del Gran Santiago.

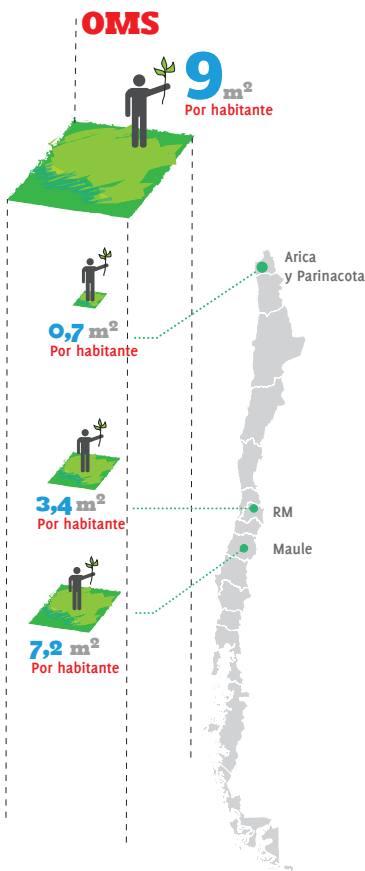
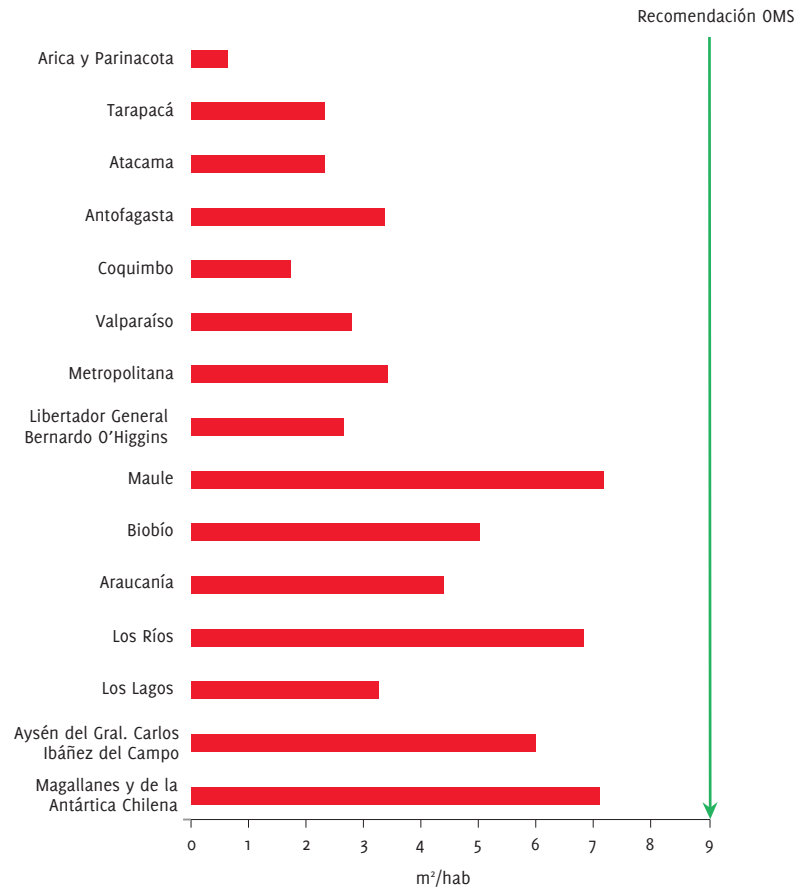


fig. 2

Áreas verdes con mantenimiento municipal por habitante por región, último año disponible (m²/habitante)

Fuente: Elaboración propia en base a indicadores publicados por el Observatorio Urbano del MINVU (www.observatoriourbano.cl).



Áreas verdes del Gran Santiago

El Gran Santiago (GS) se divide en 34 comunas donde habitan 5,8 millones de personas aproximadamente, con una densidad promedio de 93,3 hab/ha.

Como se mencionó antes, la disponibilidad de áreas verdes del GS en promedio se encuentra por debajo del estándar de 9 m²/hab de la OMS, con bastante desigualdad entre las comunas que la conforman. La Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) realizó un catastro de las áreas verdes del GS para el año 2003, obteniéndose un promedio de 3,2 m²/hab., valor similar al que se presentó usando los datos publicados por el Observatorio Urbano del MINVU. En el catastro de CONAMA se obtuvo que las comunas más pobres registraban valores entre 0,4 y 2,9 m²/hab. y las más ricas entre 6,7 y 18,8 m²/hab (Figuroa, 2008).

Estudios recientes (Reyes y Figueroa, 2010 y Figueroa, 2008) realizaron un análisis más completo sobre las áreas verdes del Gran Santiago (GS), incluyendo todas las áreas verdes disponibles, es decir, las municipales con y sin mantención y las privadas. **En la Figura 3 y Cuadro 1 se observa que de las 34 comunas del GS sólo ocho superan los 9 m²/hab recomendados por la OMS y que las comunas de mayor ingreso poseen mayor superficie de áreas verdes por habitante que las de menor ingreso. La comuna con mayor superficie de áreas verdes per cápita es Vitacura (56,2 m²/hab) y la de menor es El Bosque (1,8 m²/hab).**

En el GS existe un gran potencial para mejorar la disponibilidad de áreas verdes en las comunas que más lo necesitan. Si los sitios eriazos existentes en cada comuna fueran transformados en áreas verdes, casi todas las comunas verían incrementada su superficie de áreas verdes por habitante y algunas lo harían en forma bastante significativa. Por ejemplo, comunas con un bajo estándar de áreas verdes como El Bosque, Cerro Navia, Quinta Normal y Lo Espejo prácticamente podrían duplicarlo, llegando hasta triplicarse en el caso de La Pintana; no obstante aquello en ninguna de estas comunas se alcanzaría el valor recomendado por la OMS (Figuroa, 2008).

Pero no sólo la disponibilidad de áreas verdes es importante: la calidad de las áreas verdes disponibles es otro factor a considerar. Así lo muestra la *Encuesta percepción de calidad de vida urbana* del Ministerio de Vivienda y Urbanismo. En esta muestra de alcance nacional, de los consultados sobre la calidad o condición de las plazas y parques de su comuna, el 60% las declaró como “buenas o muy buenas” el año 2007 y esta cifra se redujo al 53% el año 2010 (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2011).

Áreas verdes por habitante (m²/hab) e ingreso promedio per cápita (\$) en las comunas del Gran Santiago

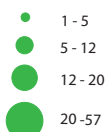
fig. 3

Fuente: Elaboración propia en base a Figueroa, 2008 y Mideplan (Encuesta CASEN 2009).

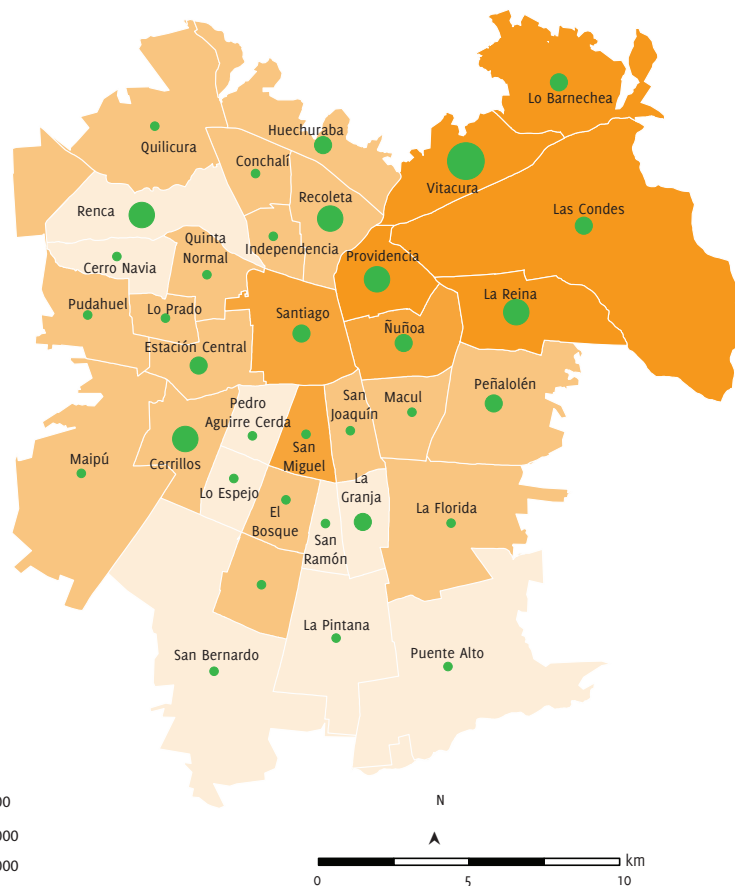
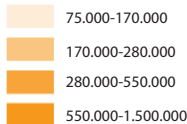
“Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al Artículo 2º, letra g del DFL 83 de 1979, del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum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

Superficie de Áreas Verdes

Per Cápita (m²/hab)

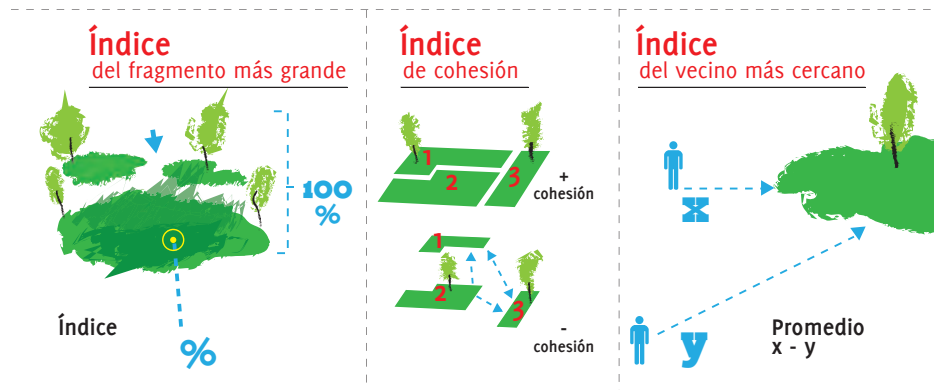


Ingreso Promedio Per Cápita (\$)



De acuerdo con este criterio es posible utilizar otros indicadores complementarios para analizar diversos aspectos como el tamaño, distribución, conectividad y accesibilidad a áreas verdes por comuna. Entre los más comunes se listan: superficie de áreas verdes (ha), porcentaje de la superficie total de áreas verdes del GS; número de áreas verdes; densidad de áreas verdes, que mide la superficie de áreas verdes respecto a la superficie de manzana (m²/ha); índice del fragmento más grande, que entrega la participación del área verde de mayor tamaño de la comuna respecto de la superficie total de sus áreas verdes; el índice de cohesión y el índice del vecino más cercano, que representan el grado de conectividad estructural o física de las áreas verdes; y el índice de accesibilidad, que indica el porcentaje de la población comunal que tiene acceso a áreas verdes de más de 5000 m² a 300 metros de la vivienda (Reyes y Figueroa, 2010).

El Cuadro 1 presenta los valores de gran parte de estos indicadores sobre áreas verdes para las comunas del GS y además indicadores socioeconómicos complementarios (ingreso promedio de los hogares per cápita, porcentaje de población comunal indigente y pobre).



Cuadro 1

Indicadores relacionados con áreas verdes para el Gran Santiago (GS)

COMUNAS GS	NÚMERO DE ÁREAS VERDES	SUPERFICIE DE ÁREAS VERDES (HECTÁREAS)	PARTICIPACIÓN EN LA SUPERFICIE TOTAL DE ÁREAS VERDES	ÍNDICE DEL FRAGMENTO MÁS GRANDE	ÍNDICE DE COHESIÓN	ÍNDICE DEL VECINO MÁS CERCANO	SUPERFICIE DE ÁREAS VERDES PER CÁPITA (M ² /HAB)	INGRESO DEL PROMEDIO HOGAR PER CÁPITA (\$)	PORCENTAJE DE POBLACIÓN COMUNAL INDIGENTE	PORCENTAJE DE POBLACIÓN COMUNAL POBRE
Cerrillos	191	134,9	3,5%	39,8	99,5	0,7	18,8	209.149	2,7	8,3
Cerro Navia	137	33	0,9%	9,4	98,5	0,8	2,2	134.370	3,5	17,5
Conchalí	306	49,9	1,3%	4,5	98,0	0,7	3,7	171.128	1,1	8,0
El Bosque	162	31	0,8%	19,4	98,3	0,8	1,8	171.911	3,7	15,8
Estación Central	303	82,8	2,2%	9,5	98,7	0,7	6,3	214.303	1,3	7,3
Huechuraba	218	84,4	2,2%	56,9	99,4	0,5	11,4	210.394	2,8	14,5
Independencia	133	17,4	0,5%	6,1	97,9	0,6	2,7	249.439	1,3	6,0
La Cisterna	52	39,8	1,0%	59,8	99,4	0,9	4,7	251.963	0,8	8,6
La Florida	721	119,4	3,1%	11,1	98,1	0,7	3,3	239.618	1,6	9,6
La Granja	240	81,2	2,1%	57,2	99,2	0,8	6,1	138.531	4,6	14,2
La Pintana	244	46,1	1,2%	12,1	98,3	0,6	2,4	112.152	3,6	17,2
La Reina	225	190,1	5,0%	33,8	99,5	0,7	19,7	702.853	0,5	7,8
Las Condes	724	221,8	5,8%	24,5	98,8	0,7	8,9	1.107.029	0,6	2,3
Lo Barnechea	335	64,3	1,7%	6,8	98,7	0,6	8,6	825.734	2,9	8,1
Lo Espejo	165	30,9	0,8%	10,7	98,6	0,8	2,7	168.323	4,8	20,1
Lo Prado	192	35,7	0,9%	9,3	98,4	0,8	3,4	189.334	3,8	11,6
Macul	225	49,4	1,3%	18,5	98,4	0,9	4,4	201.344	0,7	13,4
Maiipú	1.701	238,6	6,2%	3,5	98,1	0,7	5,1	279.513	2,1	9,1
Ñuñoa	391	141,4	3,7%	45,0	98,8	0,7	8,6	454.402	0,9	4,3
P. Aguirre Cerda	186	55,3	1,4%	20,5	98,8	0,8	4,8	165.014	1,8	6,3
Peñalolén	602	190,1	5,0%	28,4	98,9	0,7	8,8	253.907	3,2	8,7
Providencia	279	218,3	5,7%	66,7	99,5	0,7	18,1	864.769	0,0	3,5
Pudahuel	189	56	1,5%	10,4	98,6	0,8	2,9	200.610	1,2	7,1
Puente Alto	1.613	183,7	4,8%	5,0	97,7	0,6	3,7	159.778	3,0	10,6
Quilicura	300	48,3	1,3%	5,2	98,1	0,8	3,8	192.519	0,8	6,7
Quinta Normal	64	25,3	0,7%	23,6	98,9	0,9	2,4	219.283	2,8	10,8
Recoleta	252	293,1	7,7%	77,4	99,8	0,6	19,8	175.899	1,3	12,4
Renca	128	238,3	6,2%	84,9	99,8	0,6	17,8	165.932	2,5	19,2
San Bernardo	333	76,6	2,0%	3,0	98,5	0,6	3,1	158.521	5,8	20,9
San Joaquín	157	35,6	0,9%	11,1	98,5	0,8	3,6	186.389	2,1	7,4
San Miguel	72	21,4	0,6%	14,2	98,6	0,8	2,7	335.114	1,4	2,5
San Ramón	135	41,9	1,1%	15,3	98,8	0,8	4,4	147.222	4,4	16,7
Santiago	265	191,2	5,0%	20,6	99,2	0,7	9,5	427.707	1,5	7,3
Vitacura	362	458,1	12,0%	22,8	99,5	0,7	56,2	1.025.933	3,7	4,4

Fuente: Elaboración en base a Reyes y Figueroa (2010), Figueroa (2008) y CASEN 2009.

3] La presencia de grandes parques está asociado a valores mayores al 50% para el índice del fragmento más grande.

La superficie de las áreas verdes del GS suma en total 3.825 hectáreas. El 62% de ella está conformada por un reducido número de áreas verdes que tienen un tamaño mayor a una hectárea (Reyes y Figueroa, 2010).

En el GS escasean los grandes parques³, la mayoría de las comunas presentan áreas verdes de pequeño tamaño. En 24 de las 34 comunas, el porcentaje que representa el área más grande en la superficie total de áreas verdes (índice del fragmento más grande) es inferior al 25% (Reyes y Figueroa, 2010). La comuna de Maipú, por ejemplo, siendo una de las más habitadas, sólo dispone de unidades de pequeño tamaño, inferiores a 1.000 m² (Reyes y Figueroa, 2010).

Cuadro 2 Superficie, número y porcentaje del total de áreas verdes del GS

RANGOS DE TAMAÑO DE LAS ÁREAS VERDES	NÚMERO DE ÁREAS VERDES POR RANGO DE TAMAÑO	PORCENTAJE DEL TOTAL DE ÁREAS VERDES DEL GS
≤ 500 m ²	3.813	33%
500 - 1.000 m ²	2.912	25%
1.000 - 5.000 m ²	4.072	35%
≥ 5.000 m ²	809	7%
Total	11.606	100%

Fuente: Reyes y Figueroa, 2010.

Las comunas con menor superficie de áreas verdes corresponden a Independencia (17,4 ha), San Miguel (21,4 ha), Quinta Normal (25,3 ha), Lo Espejo (30,9 ha) y El Bosque (31,0 ha) (Reyes y Figueroa, 2010). Todas tienen una mayor concentración de estratos socioeconómicos bajos, a excepción de San Miguel, que tiene mayor presencia de estratos medios.

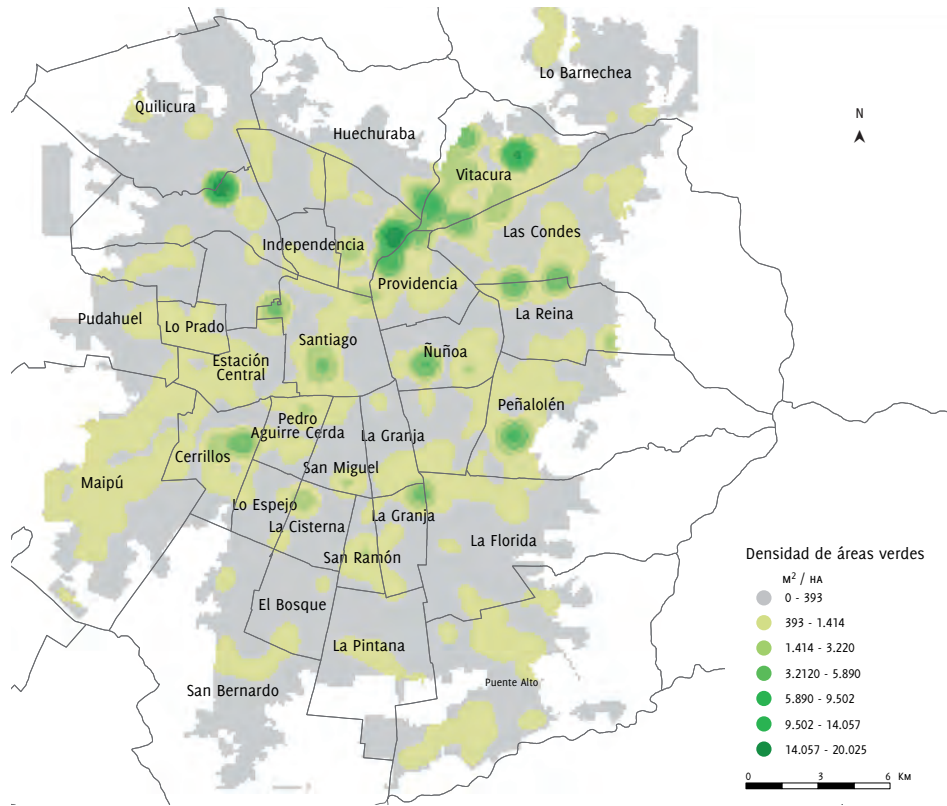
Por otro lado, las comunas con mayores superficies de áreas verdes son Vitacura (458,1 ha), Recoleta (293,1 ha), Maipú (238,6 ha), Renca (238,3 ha) y Las Condes (221,8 ha). Vitacura y Las Condes son de altos ingresos y tienen las mayores superficies de áreas verdes consolidadas de la ciudad (Reyes y Figueroa, 2010). En Recoleta y Renca, aunque predominan los grupos socioeconómicos bajos, se destaca el alto valor de superficie de áreas verdes debido a la presencia de los parques más grandes del GS (Parque Metropolitano y Cerros de Renca) (Reyes y Figueroa, 2010).

La participación de cada comuna en el total de superficie de áreas verdes del GS, muestra que de las 34 existentes, sólo 10 poseen más de 4% cada una, destacando Recoleta (7,7%) y Vitacura (12%). Del resto, siete poseen entre 2% y 4% y 17 bajo el 2% (Reyes y Figueroa, 2010).

fig. 4

Distribución de la densidad de áreas verdes en el GS

Fuente: Figueroa, 2008.

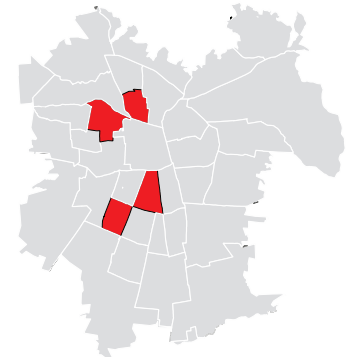


“Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al Artículo 2º, letra g del DFL 83 de 1979, del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum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

En el GS el indicador de densidad de áreas verdes (superficie de área verde por manzana) muestra una concentración en algunos puntos asociados a la presencia de grandes parques (Parque Metropolitano, Parque Mahuida, Parque Padre Alberto Hurtado y Parque Cousiño Macul, entre otros) y una baja densidad en el resto de la ciudad, en particular en la periferia Sur y Poniente (ver Figura 4) (Reyes y Figueroa, 2010).

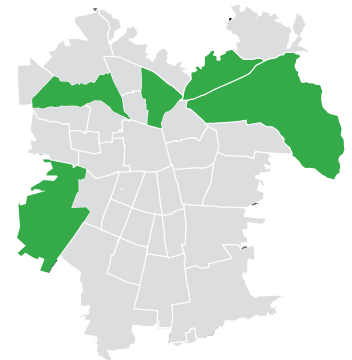
En el caso del índice de cohesión y el índice del vecino más cercano, entregan un patrón altamente concentrado, con valores similares para todas las comunas del GS a pesar de las grandes diferencias en la superficie de áreas verdes (Reyes y Figueroa, 2010). El índice de cohesión similar se debe a que existe un patrón espacial regular en la distribución de las áreas verdes (Reyes y Figueroa, 2010). Además, se observa que las comunas que tienen una gran área verde respecto de su total (índice de fragmento más grande mayor al 50%) poseen un alto valor de conectividad (Reyes y Figueroa, 2010).

Las comunas con menos superficie de áreas verdes

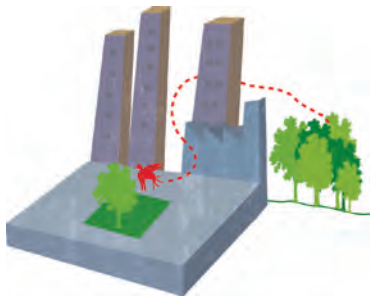


Quinta Normal	17 ha
Independencia	25,4 ha
San Miguel	21,4 ha
Lo Espejo	30,9 ha

Las comunas con más superficie de áreas verdes



Vitacura	458,1 ha
Recoleta	293,1 ha
Maipú	238,6 ha
Renca	283,3 ha
Las Condes	221,8 ha



4] Los corredores biológicos se entienden como “áreas más o menos continuas de espacios abiertos que atraviesan las áreas urbanas y que pueden unir diferentes sitios entre sí, o unir los sitios del área urbana con espacios verdes ubicados alrededor de la ciudad” (Flores, 2011, p. 23).

5] El índice de biodiversidad busca clasificar los espacios verdes considerando el número de flora y fauna existente en el sitio y el porcentaje de especies autóctonas (Flores, 2011).

Un aspecto importante que se debe considerar es el acceso a áreas verdes. Esto se evaluó con el índice de accesibilidad en tres comunas de distinto nivel de ingresos. Es interesante observar que el acceso a áreas verdes es más alto mientras mayor es el nivel de ingreso de las comunas evaluadas: La Pintana (ingreso bajo) 19,6%, San Miguel (ingreso medio) 45,3% y Vitacura (ingreso alto) 74,1% (Reyes y Figueroa, 2010).

La *Encuesta percepción de calidad de vida urbana* del Ministerio de Vivienda y Urbanismo investiga sobre este factor. Sobre la cercanía (proximidad a pie desde la vivienda) a plazas, parques y paseos peatonales, el 64% de la muestra las declaró como “cerca y muy cerca” el año 2010 (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2011).

Las áreas verdes también son sostén de biodiversidad urbana, permitiendo el asentamiento de flora y fauna y facilitando el ingreso de ésta desde otros espacios verdes situados alrededor de las ciudades. El crecimiento urbano explosivo acelera la “fragmentación, pérdida de hábitat y homogeneización biótica, todo lo cual provoca una alteración de los ecosistemas y causa la desaparición de especies silvestres” (Flores, 2011, p. 2).

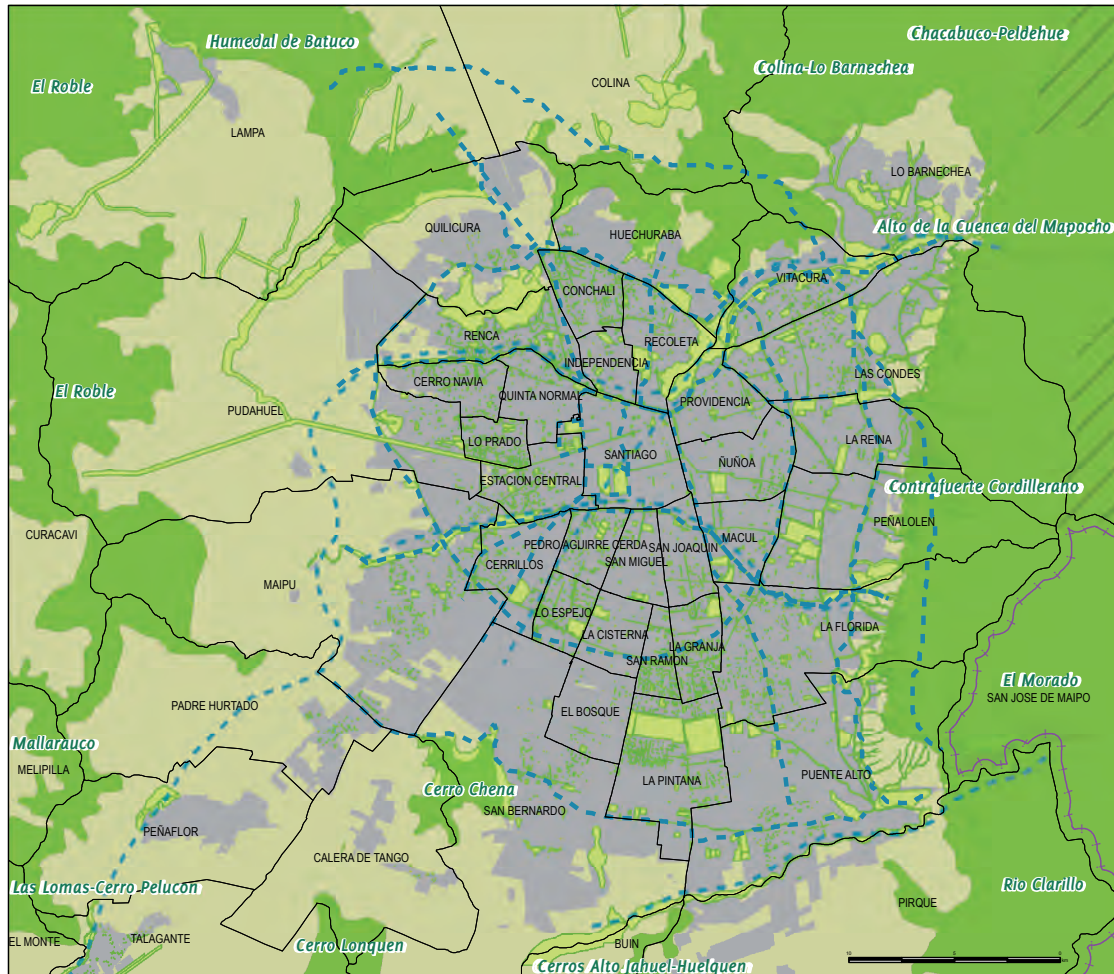
En el GS, las áreas verdes y la biodiversidad son más abundantes en la periferia y disminuyen a medida que se va hacia el centro. Existe una ruta de biodiversidad que pasa por la periferia, en la zona noreste principalmente, cruzando puntos donde la biodiversidad es alta debido a la presencia de áreas verdes de gran tamaño y buen estado. Los corredores biológicos⁴ para aves definidos por Varela (Flores, 2011), unen las áreas verdes con los más altos índices de biodiversidad⁵, que coinciden con las comunas con mayor índice de cohesión de áreas verdes. Por lo tanto, estos corredores podrían facilitar el traslado y colonización de especies hacia el centro del GS a través de la zona noreste con mayor efectividad. La Figura 7 muestra para el GS la relación de sus áreas verdes urbanas con los corredores biológicos, sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad y zona de interés turístico que la rodean.

Dada la importancia que tienen las áreas verdes para el bienestar de la población y el medio ambiente urbano y la escasez y desigualdad en la disponibilidad de éstas a lo largo del país, existe el desafío de aumentar su disponibilidad y acceso equitativo a nivel nacional. También debiese avanzarse en generar más información sobre las áreas verdes en cada región, con el fin de llevar a cabo un diagnóstico más detallado e integral, como el realizado con la información disponible para el Gran Santiago.

fig. 5

Áreas verdes y corredores biológicos en el Gran Santiago

Fuente: SEREMI del Medio Ambiente - Región Metropolitana de Santiago



ÁREAS VERDES URBANAS

Áreas Verdes Gran Santiago

Áreas verdes incluidas en la Propuesta de Política Áreas Verdes RMS

CORREDORES BIOLÓGICOS

Corredores Biológicos Regionales

Corredor Biológico OTAS, Varela y Flores

ESTRATEGIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Sitos Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad

ÁREAS PROTEGIDAS POR NORMATIVA LEGAL


Otras Áreas Protegidas

Zona de Interés Turístico - ZOIT

Santuario de la Naturaleza

“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”





Las áreas verdes también son sostén de biodiversidad urbana, permitiendo el asentamiento de flora y fauna y facilitando el ingreso de ésta desde otros espacios verdes situados alrededor de las ciudades.

3 Acciones relacionadas con áreas verdes

En Chile, las principales normativas que incluyen aspectos relacionados con la creación y gestión de áreas verdes son la Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades (Ley N° 18.695), la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (D.S. N° 47), la Ley General de Urbanismo y Construcciones (D.F.L. N° 458), la Ley de Bosques (D.S. N° 4.363) (Vargas y Balmaceda, 2011). Otras regulaciones relevantes comprenden planes regionales de desarrollo urbano, planes reguladores intercomunales, planes reguladores comunales, planes seccionales y ordenanzas municipales (Vargas y Balmaceda, 2011). Los Cuadros 3, 4 y 5 presentan un mayor detalle de algunas de estas normativas y regulaciones.

La normativa chilena incentiva la creación de áreas verdes de pequeño tamaño, ya que sólo define la obligación de destinar a áreas verdes un porcentaje del terreno que se urbaniza sin establecer un tamaño mínimo⁶ (Reyes y Figueroa, 2010).

Para mejorar la disponibilidad de áreas verdes y la existencia de árboles en el país existen algunas iniciativas relacionadas con la creación de grandes parques y forestación urbana.

En la ciudad de Santiago, por ejemplo, se construirán 15 nuevas áreas verdes que estarán terminadas en 2014. Esto sumará 396 hectáreas de superficie de parques urbanos, aumentando así en un 16% la superficie de áreas verdes de la ciudad. De esta iniciativa, ya en 2011 se inauguraron el Parque Cerrillos, uno de los más grandes de Santiago (50 ha), y la segunda etapa del Parque Bicentenario de Vitacura, que suma 12 ha a las 18 ha existentes, más de 1.500 árboles y una nueva laguna. Otros proyectos en construcción destacables son: el Parque Renato Poblete (20 ha), que convertirá un brazo del río Mapocho en navegable; el Parque Lo Errázuriz (40 ha), en el ex vertedero de Cerrillos; la creación del Parque de la Ciudadanía (64 ha) en el Estadio Nacional; y el Parque Inundable de la Aguada (41 ha), en la ribera del Zanjón de la Aguada, que será el primer parque hídrico de Santiago, contribuyendo así a resolver el problema de las inundaciones en invierno.

En materia de forestación urbana destaca el programa del Gobierno de Chile Proyecto Bicentenario de Forestación Urbana: 17 millones de árboles. Un chileno, un árbol, anunciado por el Presidente de la República en marzo del año 2010, que tiene como objetivo plantar a nivel nacional un árbol por cada chileno antes del año 2018 (CONAF, 2011).

⁶ Respetando lo establecido en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, se destinan a áreas verdes las superficies de suelo que no sirven para construir viviendas. En zonas residenciales la superficie de áreas verdes a construir se calcula de forma diferente según la densidad poblacional. En aquellas cuya densidad es menor a 70 habitantes por hectárea (hab/ha) la obligación es construir alrededor de 10 m²/hab de áreas verdes y en las de mayor densidad puede ser bastante inferior. Por ejemplo, en las zonas de poblaciones de vivienda social, donde existen alrededor de 500 hab/ha, las áreas verdes varían entre 1,1 y 1,5 m²/hab (Reyes y Figueroa, 2010).

Cuadro 3 Principales leyes y decretos con fuerza de ley relacionados con áreas verdes

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN	DETALLE
Ley N° 16.391	Crea el Ministerio de la Vivienda y Urbanismo	El Art. 51 incluye los inmuebles de áreas verdes en los inmuebles sujetos a expropiaciones.
Ley N° 18.695	Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades	El Art. 25 señala que a la unidad encargada de la función de medio ambiente, aseo y ornato corresponderá velar por (letra c) la construcción, conservación y administración de las áreas verdes de la comuna.
Ley N° 19.175	Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional	El Gobierno Regional (GORE) en conjunto con el Consejo Regional (CORE) gestionan y autorizan el acceso a financiamiento para la construcción de áreas verdes a través del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) o los Programas de Mejoramiento Urbano (PMU). En la región Metropolitana se ha solicitado la transferencia de la competencia sobre áreas verdes al Gobierno Regional.
DFL N° 458	Ley General de Urbanismo y Construcción	<p>Art. 70 “En toda urbanización de terrenos se cederá gratuita y obligatoriamente para circulación, áreas verdes, desarrollo de actividades deportivas y recreacionales, y para equipamiento, las superficies que señale la Ordenanza General, las que no podrán exceder del 44% de la superficie total del terreno original. Si el instrumento de planificación territorial correspondiente contemplare áreas verdes de uso público o fajas de vialidad en el terreno respectivo, las cesiones se materializarán preferentemente en ellas. La municipalidad podrá permutar o enajenar los terrenos recibidos para equipamiento, con el objeto de instalar las obras correspondientes en una ubicación y espacio más adecuados”.</p> <p>Art. 79 “Corresponderá a las Municipalidades desarrollar las acciones necesarias para la rehabilitación y saneamiento de las poblaciones deterioradas o insalubres dentro de la comuna, en coordinación con los planes de esta misma naturaleza y planes habitacionales del Ministerio de Vivienda y Urbanismo”.</p> <p>Art. 80 “En concordancia con el objetivo expresado (Art. 79), la Municipalidad podrá ejecutar directamente, con cargo a su presupuesto, las siguientes acciones: ...c) ejecutar los jardines y plantaciones de las áreas verdes de uso público”.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4 Principales decretos supremos relacionados con áreas verdes

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN	DETALLE
DS 4.363/1931 Ministerio de Tierras y Colonización	Ley de Bosques de 1931	Art. 12° “Por razones de higienización y heroseamiento las Municipalidades deberán establecer plantaciones lineales y grupos arbolados, dentro o colindante con los centros urbanos. El Gobierno premiará en la forma que determine el reglamento, a aquellas Municipalidades que hayan contribuido más eficazmente al fomento de esta clase de plantaciones.”
DS 47/1992 MINVU	Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones	<p>El Art. 1.1.2. define área verde como “superficie de terreno destinada preferentemente al esparcimiento o circulación peatonal, conformada generalmente por especies vegetales y otros elementos complementarios” y área verde pública como “bien nacional de uso público que reúne las características de área verde”.</p> <p>Art. 2.1.24. “Corresponde a los Instrumentos de Planificación Territorial, en el ámbito de acción que les es propio, definir los usos de suelo de cada zona”. Los usos se agrupan en tipos de uso residencial, equipamiento, actividades productivas, infraestructura, espacio público y áreas verdes.</p> <p>Art. 2.1.30. “El tipo de uso Espacio Público se refiere al sistema vial, a las plazas, parques y áreas verdes públicas, en su calidad de bienes nacionales de uso público”. Además que “La Municipalidad podrá autorizar determinadas construcciones en las áreas verdes y parques a que se refiere el inciso anterior”.</p> <p>Art. 2.1.31. “El tipo de uso Área Verde definida en los Instrumentos de Planificación Territorial se refiere a los parques, plazas y áreas libres destinadas a área verde, que no son Bienes Nacionales de uso público, cualquiera sea su propietario, ya sea una persona natural o jurídica, pública o privada”.</p>
DS 66/2010 MINSEGPRES	Plan de Prevención y Descontaminación de la región Metropolitana	En letra m punto 5 se incluye la generación de áreas verdes dentro de programas estratégicos para el control de emisiones.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5 Algunas ordenanzas relacionadas con áreas verdes

NORMATIVA	DETALLE
Ordenanzas Planos Reguladores	En los Planes Reguladores Comunales se especifican las condiciones que se deben cumplir sobre arboricultura urbana o silvicultura urbana en cada una de las zonas de las comunas.
Ordenanzas Municipales	<p>Estas son normativas que se dictan en cumplimiento de lo estipulado en los Planes Reguladores Comunales. Algunos ejemplos:</p> <p>Ordenanza N° 004/1984 sobre Mantención de Áreas Verdes y Especies Vegetales en la Vía Pública de la Comuna de Renca.</p> <p>Ordenanza N° 001 /1990 sobre Cierros, Veredas y Arborización Comuna de Renca.</p> <p>Ordenanza sobre Plantación, Trasplante, Poda y Extracción de Árboles de la Comuna de Punta Arenas.</p> <p>Ordenanza sobre Uso, Diseño y Mantención de las Áreas Verdes de la Comuna de Chillán.</p> <p>Ordenanza Municipal sobre Construcción, Mantención y Fomento de las Áreas Verdes y Especies Vegetales en los Bienes Nacionales de Uso Público Comuna La Serena.</p> <p>Ordenanza de Mantención de Áreas Verdes y Espacios Vegetales Comuna de Copiapó.</p> <p>Ordenanza sobre Protección y Conservación del Medio Ambiente de la Comuna de Cauquenes.</p> <p>Ordenanza Local sobre Protección y Conservación del Medio Ambiente de la Comuna de Lo Espejo.</p>

Fuente: Elaboración propia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2002. *Áreas verdes en el Gran Santiago*. Área de Ordenamiento Territorial y Recursos Naturales. Santiago de Chile: Conama.
- CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF), 2011. CONAF, *Noticias, Presidente Piñera lanzó Plan Bicentenario de Forestación Urbana*. Recuperado el 4 de Noviembre de 2011, de http://www.conaf.cl/bosques/noticia-presidente_piñera_lanzo_plan_bicentenario_de_forestacion_urbana-133.html
- FIGUEROA, I. M., 2008. *Conectividad y accesibilidad de los espacios abiertos urbanos en Santiago de Chile*. Tesis para optar al Grado de Magíster en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente. Santiago, Chile: Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- FLORES, S., 10 de Junio de 2011. Informe final de práctica profesional: *Estimación de biodiversidad urbana para la región Metropolitana*. Santiago, Chile: Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Universidad de Chile.
- LABORDE, M., S.F. *Parques de Santiago Historia y Patrimonio Urbano*. MIDIA.
- MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN, S.F. *Encuesta CASEN 2009*.
- MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO (MINVU), S.F. Observatorio Urbano, Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Disponible en: <http://www.observatoriourbano.cl> (Accesado el 30 de septiembre de 2011).
- MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO (MINVU), 2007. *Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones*. Santiago de Chile.
- MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO (MINVU), agosto de 2011. *Encuesta Percepción de Calidad de Vida Urbana 2010*. Observatorio Urbano. Disponible en <http://www.observatoriourbano.cl/Docs/pdf/Principales%20Resultados%20ECVU%202010.pdf> (Accesado el 7 de octubre de 2011).
- PNUMA, PUCCH, IEUT y GORE, 2003. *Perspectivas del Medio Ambiente Urbano: Informe GEO-Santiago*. Santiago: IEUT, PNUMA.
- REYES, S., 2011. *Presentación. Ecología y Biodiversidad: Indicadores y estándares para las ciudades chilenas*. Santiago de Chile.
- REYES, S. Y FIGUEROA, I. M., diciembre de 2010. Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile. *EURE Revista Latinoamericana de Estudios Urbanos Regionales*, 36(109), 89-110.

SECRETARÍA REGIONAL MINISTERIAL REGIÓN METROPOLITANA, MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO, 2007. *Ordenanza Plan Regulador Metropolitano de Santiago*. Santiago de Chile.

UNIVERSIDAD DE CHILE, 2010. Informe País Estado del Medio Ambiente en Chile 2008.

VARGAS, M. Y BALMACEDA, N., mayo de 2011. Forestación urbana mediante compensación ambiental. *Temas de la Agenda Pública*. Centro de Políticas Públicas UC. Pontificia Universidad Católica de Chile, Año 6(43).

CAPÍTULO 7 | Biodiversidad pág. 245

CAPÍTULO 8 | Recursos Hídricos pág. 319

CAPÍTULO 9 | Suelos para Uso Silvoagropecuario pág. 369

CAPÍTULO 10 | Cielos para la Observación Astronómica pág. 399

Patrimonio Ambiental

“El Reyno de Chile es uno de los mejores de toda la América; pues la belleza de su cielo, y la constante benignidad de su clima, que parece que se han puesto de acuerdo con la fecundidad y riqueza de su terreno, le hacen una mansión tan agradable, que no tiene que envidiar ningún dote natural de quantos poseen las mas felices regiones de nuestro globo”

Abate Juan Ignacio Molina, Compendio de la Historia Geográfica y Natural del Reyno de Chile (siglo XVIII)

“Nada más sublime, nada más religioso que el estudio de la naturaleza.”

Rudolph Philippi en El estudio de las ciencias naturales (siglo XIX)

La naturaleza es sin duda uno de los principales soportes de las actividades que desarrolla el ser humano, proporcionando una serie de bienes y servicios que incrementan el bienestar de la población.

Sin embargo, el aumento de la presión del ser humano sobre el medio ambiente, así como la falta de reconocimiento del valor de nuestro patrimonio natural, han producido distintos impactos; que en muchas ocasiones ha generado su deterioro.

Dentro de los principales factores que afectan el patrimonio ambiental, se encuentra la contaminación de cuerpos de agua, contaminación lumínica, erosión, desertificación, sobreexplotación de especies, alteración de cursos de agua, pérdida de ecosistemas, entre otros.

Ante los factores que afectan el medio natural nuestro país ha tomado una serie de medidas que permiten manejar de manera sustentable las múltiples demandas de recursos.

La presente sección describe la situación del patrimonio ambiental de Chile en cuatro capítulos relacionados con esta temática: “Biodiversidad”; “Recursos Hídricos”; “Suelos para Uso Silvoagropecuario” y “Cielos para la Observación Astronómica”.



1] Antecedentes: Servicios ecosistémicos y biodiversidad	247
2] Estado de la Biodiversidad	249
3] Presiones sobre ecosistemas, especies y diversidad genética	273
4] Respuesta a la protección y conservación de los servicios ecosistémicos de Chile	282



Representación de los tres niveles clásicos de biodiversidad



DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS



- **Composición:**
Tipo de hábitat o ambiente
- **Función:**
Fijación de nitrógeno, productividad, respiración y otras funciones

DIVERSIDAD DE ESPECIES



- **Composición:**
Identidad taxonómica de las especies
- **Estructura:**
Riqueza, abundancia, equidad
- **Función:**
Depredación polinización, dispersión y otras interacciones

DIVERSIDAD GENÉTICA

- **Composición:**
Acervo genético
- **Estructura:**
Dentro de una población y/o entre poblaciones
- **Función:**
Fisiología, conducta, entre otras adaptaciones al medio

Introducción

Resumen / Abstract

La biodiversidad es la base de los servicios ecosistémicos y con ello del bienestar social. Sin embargo, el aumento de las actividades humanas han generado una serie de efectos sobre el medio ambiente, los cuales se han transformado en la principal amenaza para la conservación de la biodiversidad. Algunas de las presiones existentes sobre la biodiversidad son: introducción de especies foráneas, sobreexplotación de recursos naturales, pérdida o modificación del hábitat, entre otros. La pérdida y degradación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos es uno de los principales desafíos que presenta la humanidad. En el país, se han desarrollado una serie de iniciativas y marcos regulatorios orientados a su protección, contando así con una serie de regulaciones para desarrollar y promover acciones de protección, tanto en materia de ecosistemas, como de especies.

Antecedentes: Servicios ecosistémicos y biodiversidad 1

Las diferencias en latitud y altitud de nuestro territorio convierten a Chile en un país altamente heterogéneo respecto a las condiciones ambientales que sustentan su diversidad biológica. Ello posibilita una gran riqueza de ambientes ecosistémicos¹ terrestres, acuáticos continentales, marinos y costeros, en los cuales han evolucionado un conjunto de especies. Asimismo, las condiciones de aislamiento del país permiten la existencia de especies en ecosistemas únicos a nivel mundial (Lazo *et al.* en CONAMA 2008, p. 53).

¹ De acuerdo al Convenio de Diversidad Biológica, se define ecosistema como "un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional" (Convenio de Diversidad Biológica, Artículo 2).

Los ecosistemas no sólo tienen importancia para la conservación de la diversidad biológica, sino que también proveen de servicios que satisfacen distintas necesidades, determinando el bienestar de las personas y de la sociedad (TEEB, 2010). Sin embargo, el aumento de la presión del ser humano sobre el medio ambiente, así como la falta de reconocimiento del valor económico de los servicios ecosistémicos, han producido distintos impactos, cuyos efectos constituyen la principal amenaza para la conservación de la biodiversidad en el mundo (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005).

En este contexto, es fundamental avanzar hacia el manejo sustentable de los ecosistemas, priorizando la preservación de los servicios ecosistémicos en el tiempo.

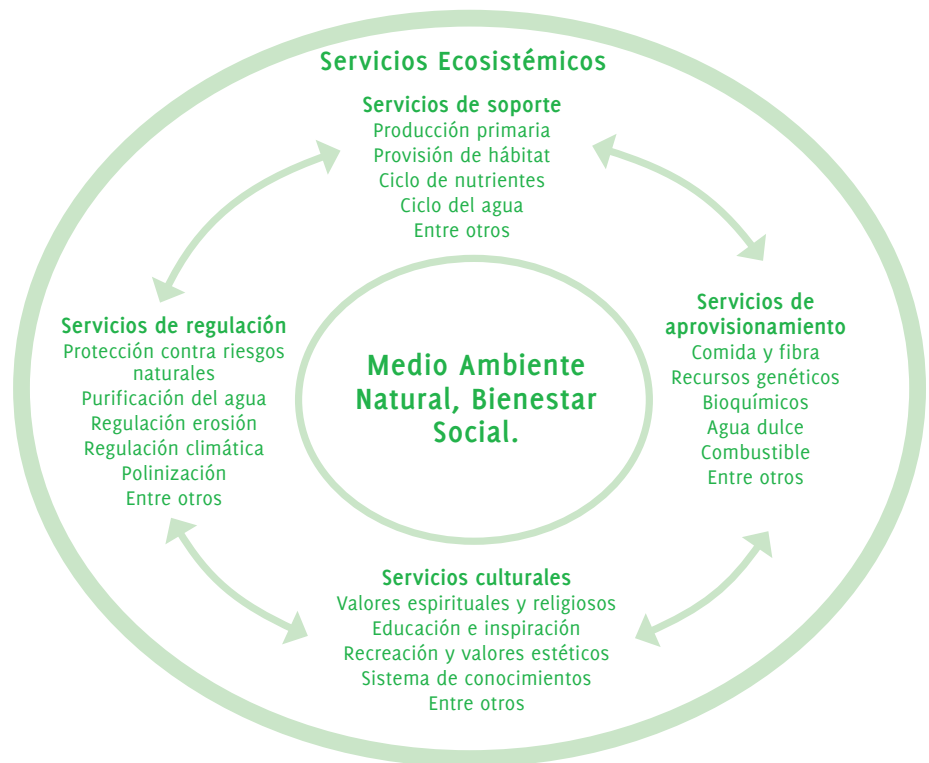
Al promover el uso sustentable de los ecosistemas, se genera un potencial flujo de bienes y servicios en el largo plazo que implica incluso un mayor retorno económico en el tiempo (Bovarnick *et al.*, 2010).

Precisamente, la protección de la biodiversidad², que corresponde a la variedad de todas las formas vivientes y las interacciones existentes entre ellas, es clave para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos (TEEB, 2010).

Los cuatro componentes
de los servicios
ecosistémicos

fig.
1

Fuente: OCDE, 2010.



² La Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente define en el Artículo 2 Biodiversidad o Diversidad Biológica como la variabilidad de los organismos vivos, que forman parte de todos los ecosistemas terrestres y acuáticos. Incluye la diversidad dentro de una misma especie, entre especies y entre ecosistemas.

Estado de la Biodiversidad 2

En esta sección se describe el estado de cada uno de los tres niveles de la biodiversidad: diversidad de ecosistemas, de especies y de genes. Cada uno de éstos forma patrones característicos de flujos de energía y ciclos biogeoquímicos.

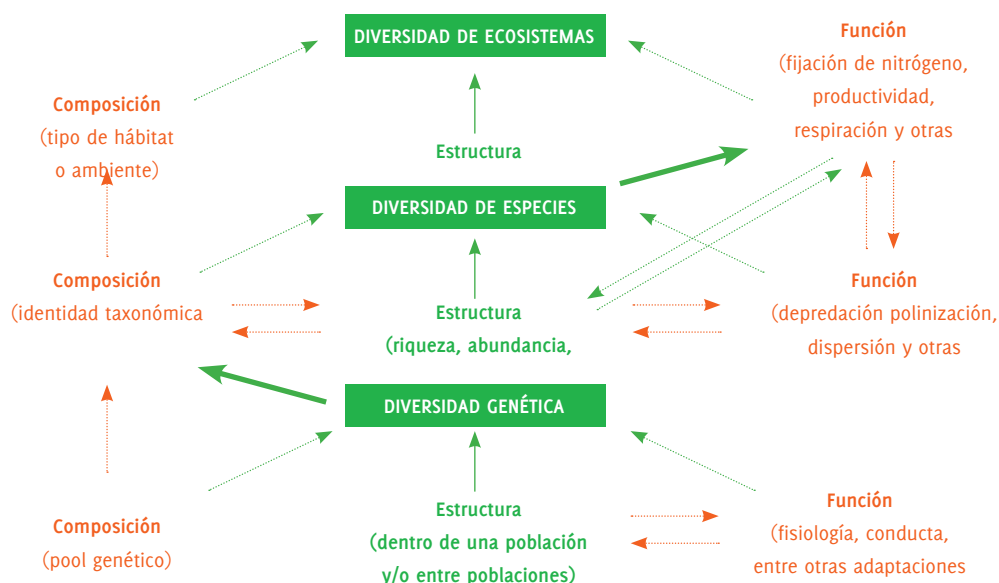


fig.
2

Representación de los tres niveles clásicos de biodiversidad y sus relaciones directas e indirectas

Fuente: Elaboración propia basada en LAZO et al en CONAMA 2008

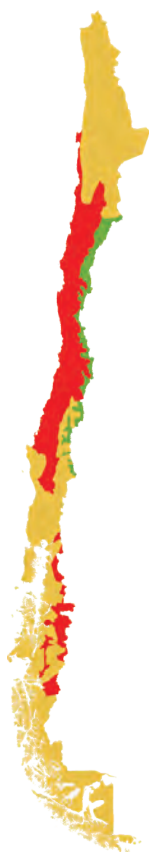
Diversidad de ecosistemas

De acuerdo con Leuschner (2005 citado en CONAMA 2008, p. 75), un **ecosistema** puede ser definido como “un complejo conductor de energía compuesto por comunidades biológicas y su ambiente físico, que tiene una capacidad limitada de autorregulación”. Dado que los ecosistemas son abiertos, los límites son impuestos por el observador y pueden ser subdivididos en subsistemas (Pliscoff y Luebert en CONAMA 2008).

Por su parte, la diversidad de ecosistemas se refiere a los distintos tipos de hábitats existentes en el planeta, incluyendo los terrestres, marinos y acuáticos continentales. La falta de alguno de ellos puede afectar el funcionamiento completo de la biósfera (Lazo et al. en CONAMA 2008, p. 50).

En esta sección se describirá el estado y clasificación de ecosistemas terrestres, marinos y de agua dulce.

Mapa de Ecorregiones de Chile



Estado de conservación de las ecorregiones de Chile

- Estable
- Vulnerable
- En peligro

► Ecosistemas terrestres

Para caracterizar los ecosistemas terrestres se utiliza la distribución de la vegetación y su relación con factores climáticos y geográficos. Las primeras clasificaciones registradas en Chile comprenden a las propuestas realizadas por Di Castri (1968), las Zonas Biogeográficas de Pisano (1966) y el Mapa Fito-geográfico de Quintanilla (1983), entre otras.

No obstante, las clasificaciones más aplicadas corresponden a las del *Sistema de Clasificación de la Vegetación Natural de Gajardo* (1994), y a la actualizada en *Sinopsis bioclimática y vegetacional de Luebert y Plissock* (2006).

Por su parte, a nivel regional, la clasificación más utilizada para América Latina y el Caribe es la de Dinerstein *et al.* (2001). Esta clasificación distingue doce ecorregiones para Chile. Dos de ellas, la ecorregión del Bosque Templado Valdiviano y la ecorregión del Matorral de Chile Central, son consideradas relevantes a escala global por su importancia biológica. El Cuadro 1 da cuenta de las superficies que representan en Chile estas ecorregiones.

Cuadro 1 Ecorregiones terrestres de América Latina y el Caribe para Chile

ECORREGIONES TERRESTRES	% SUPERFICIE
Desierto de Atacama	14
Puna Árida de Los Andes Centrales	11
Puna de Los Andes Centrales	0,1
Matorral de Chile Central	20
Bosques Templados de las Islas Juan Fernández	0,01
Bosques Subpolares de Nothofagus	18
Estepa de la Patagonia	4
Bosques Subtropicales de Hoja Ancha de Rapa Nui	0,02
Hielos y Roca	2
Bosques Templados de Islas San Félix-San Ambrosio	0,001
Desierto de Sechura	0,19
Estepa del Sur de Los Andes	4
Bosque Templado de Valdivia	27

Fuente: Elaboración propia, basada en Dinerstein *et al.* 2001.

En el Cuadro 2 se observa la clasificación de Luebert y Plissock³, la cual se define por pisos vegetacionales que sintetizan la respuesta de la vegetación, en términos de su fisionomía y especies dominantes, a la influencia del clima. La clasificación corresponde a la vegetación potencial del país, predominando las formaciones del tipo bosque caducifolio, matorral bajo de altitud y matorral desértico.

3] Actualización cartográfica 2011.

En la zona norte (hasta 28° latitud sur) destacan formaciones de desierto absoluto y matorral. La zona centro norte (hasta 34° latitud sur) se caracteriza por la dominancia del bioclima mediterráneo y la aparición de vegetación esclerófila, primero con fisonomía de matorral en el sur de la Región de Coquimbo y norte de la Región de Valparaíso y luego boscosa desde los 32° latitud sur en los sectores costeros y los 31° latitud sur en la precordillera andina (Luebert y Pliscoff, 2006).

La zona centro sur (hasta 42° latitud sur) posee una variación vegetacional donde se identifica el bosque esclerófilo y caducifolio. En tanto, la zona sur (hasta 53° latitud sur) mantiene en la costa del archipiélago de los Chonos la fisonomía de matorral siempreverde, que se transforma en bosque siempreverde hacia el interior. En el continente, el bosque siempreverde es dominado por especies del género *Nothofagus*. Más hacia el sur, se encuentran áreas costeras dominadas por turberas (Luebert y Pliscoff, 2006).

Cuadro 2 Clasificación vegetacional según Luebert y Pliscoff

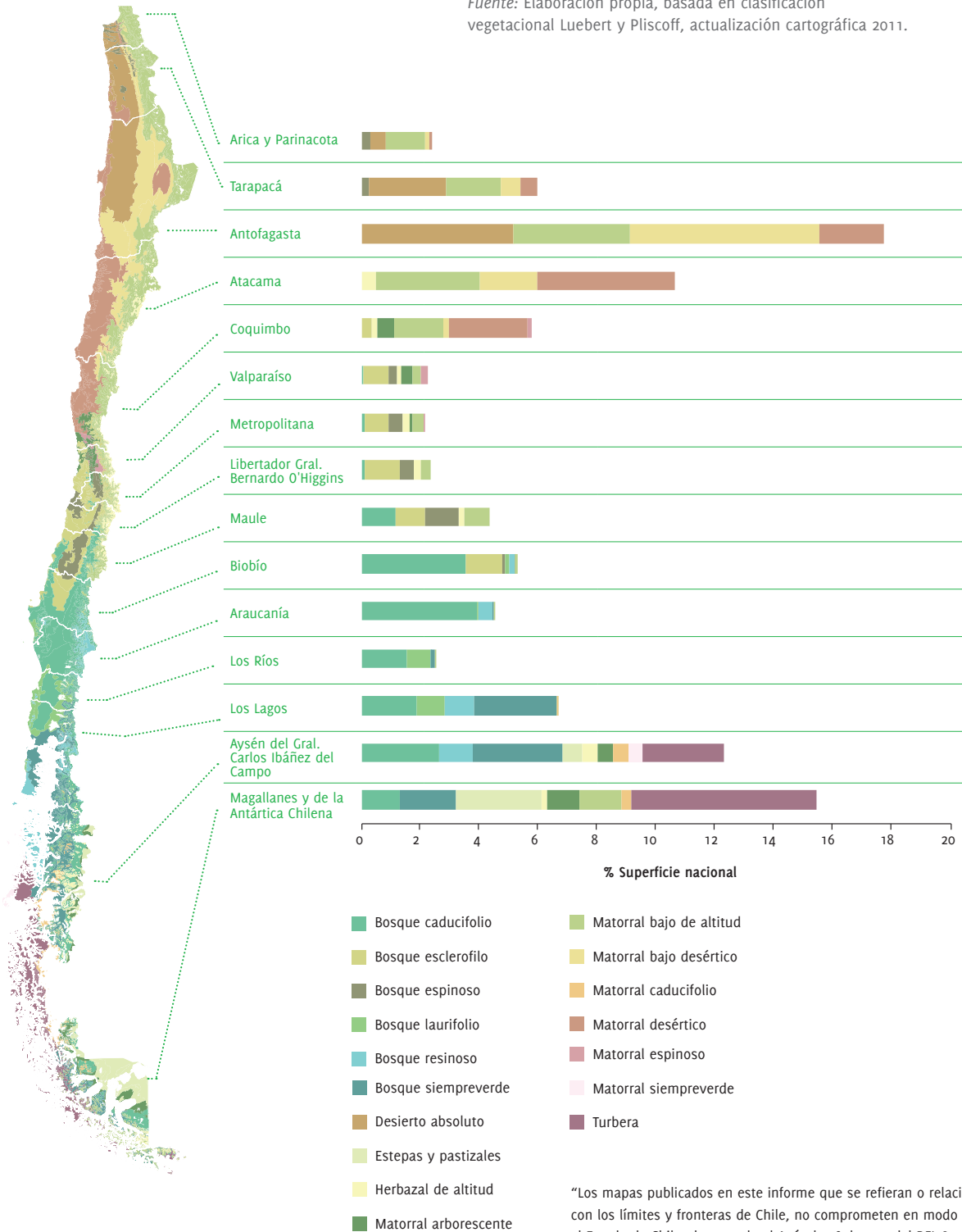
FORMACIÓN VEGETAL	N° PISOS VEGETACIONALES ⁴	% SUPERFICIE DEL PAÍS
Bosque caducifolio	22	15,9
Bosque esclerófilo	8	5,5
Bosque espinoso	7	3,0
Bosque laurifolio	3	2,0
Bosque resinoso	8	2,8
Bosque siempreverde	10	8,0
Desierto absoluto	2	8,2
Estepas y pastizales	5	3,6
Herbazal de altitud	5	2,2
Matorral arborescente	4	2,7
Matorral bajo de altitud	20	15,8
Matorral bajo desértico	5	9,3
Matorral caducifolio	2	0,9
Matorral desértico	19	10,1
Matorral espinoso	2	0,4
Matorral siempreverde	1	0,5
Turbera	4	9,2

⁴ Para detalle sobre pisos vegetacionales ver Anexo 8.

fig. 3

Formaciones vegetacionales por región

Fuente: Elaboración propia, basada en clasificación vegetal Luebert y Pliscoff, actualización cartográfica 2011.

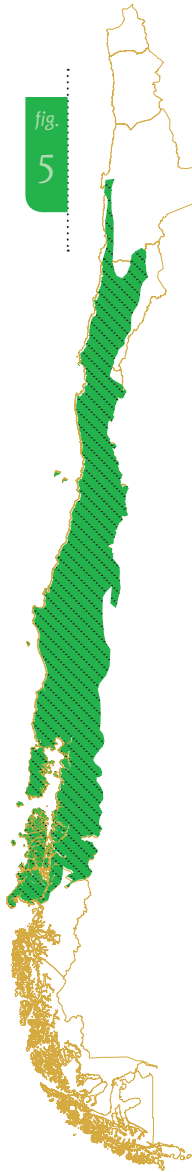


“Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al Artículo 2°, letra g del DFL 83 de 1979, del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum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

Hotspot Chile Central

Hotspot
Chile Central

fig.
5



La región centro sur de Chile representa uno de los 34 puntos más ricos en biodiversidad del planeta, llamados puntos calientes o hotspots. Asimismo, esta zona presenta hábitats fuertemente impactados.

El hotspot de la zona centro sur comprende desde la costa del Pacífico hasta las cumbres andinas entre los 25° y 47° de latitud sur, incluyendo la estrecha franja costera que se extiende entre los 19° y 25° de latitud sur. También contempla las islas de Juan Fernández y una pequeña área de bosques adyacentes a Argentina (Arroyo *et al.* en CONAMA 2008, p. 90).

Este hotspot abarca ecosistemas como bosques lluviosos tipos norpatagónico y valdiviano, bosque siempreverde, dominados por varias especies de *Nothofagus* (*Nothofagus obliqua*, *Nothofagus alessandri*, *Nothofagus macrocarpa*), bosque esclerófilo y matorrales mediterráneos, desiertos de lluvia de invierno y flora altoandina (Hoffmann *et al.* 1988 en CONAMA 2008, p. 90)

Uno de los aspectos más destacables del hotspot chileno es la condición de aislamiento de su biota. Las fronteras biológicas que representan la cordillera de los Andes y el Desierto de Atacama le otorgan características singulares diferenciándolo de otras zonas vulnerables en el mundo. Por otra parte, el elevado número de géneros y familias endémicas en esta zona proporciona un grado de atención aún mayor (U. Chile 2010, p. 177).

Este hotspot incluye 3.893 plantas vasculares nativas, 1.957 especies de plantas endémicas (50% del total de plantas vasculares nativas), 226 especies de aves (12 endémicas), 43 especies de anfibios (67% endémicos), 41 especies de reptiles (66% endémicos) y 43 especies de peces nativos (con dos familias endémicas) (Arroyo *et al.* en CONAMA 2008, p. 90).



Fuente: Roble (*Nothofagus obliqua*) y Coigüe (*Nothofagus dombeyi*),
Fotografía: Miguel Etchepare,
diciembre 2009.



Fuente: Blanquillo (*Podiceps occipitalis*)
Fotografía: Charif Tala,
agosto 2006

► *Estado de los ecosistemas terrestres*

A nivel nacional no existen indicadores que permitan realizar un diagnóstico del estado actual de los ecosistemas terrestres. Los más utilizados con este fin corresponden a extensión y estructura ecosistémica, variedad de hábitats, conectividad y fragmentación de ecosistemas, entre otros (BIP, 2011). Sin embargo, en su propuesta de clasificación de las ecorregiones terrestres de América Latina y el Caribe, Dinerstein et al. (1995) entrega una evaluación del estado de conservación de las doce ecorregiones chilenas, donde se identifican tres ecorregiones en “peligro” con máxima prioridad de conservación (Bosque de Lluvia Invernal, Estepa de la Patagonia y Matorral de Chile Central). Dos de ellas son consideradas endémicas (Bosques Lluviosos Invernales y el Matorral de Chile Central).

Cuadro 3 Estado de conservación de las ecorregiones de Chile

ECOSISTEMA	HÁBITAT	ECORREGIÓN	ESTADO	PRIORIDAD
Bosques de coníferas y bosques templados de hoja ancha	Bosque templado	Bosques de lluvia invernal de Chile	En peligro	Máxima prioridad regional
		Bosques templados de Valdivia	Vulnerable	Máxima prioridad regional
		Bosques sub-polares Nothofagus	Vulnerable	Prioridad regional moderada
Pastizales, sabanas, matorrales	Pastizales montañosos	Puna de Los Andes Centrales	Vulnerable	Máxima prioridad regional
		Puna húmeda de Los Andes Centrales	Vulnerable	Máxima prioridad regional
		Puna seca de Los Andes Centrales	Vulnerable	Máxima prioridad regional
		Estepa del sur de Los Andes	Estable	Importante a escala nacional
		Estepa de la Patagonia	En peligro	Máxima prioridad regional
		Pastizales de la Patagonia	Vulnerable	Prioridad regional moderada
Formaciones xéricas	Matorrales mediterráneos	Matorral de Chile Central	En peligro	Máxima prioridad regional
	Desiertos y matorrales xéricos	Desierto de Sechura	Vulnerable	Prioridad regional moderada
		Desierto de Atacama	Vulnerable	Prioridad regional moderada

Fuente: Dinerstein et al. 1995.

Asimismo, existen experiencias locales que cuantifican la situación de algunos ecosistemas en el país. Un ejemplo corresponde al *Catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile* (CONAF-CONAMA-BIRF, 1999-

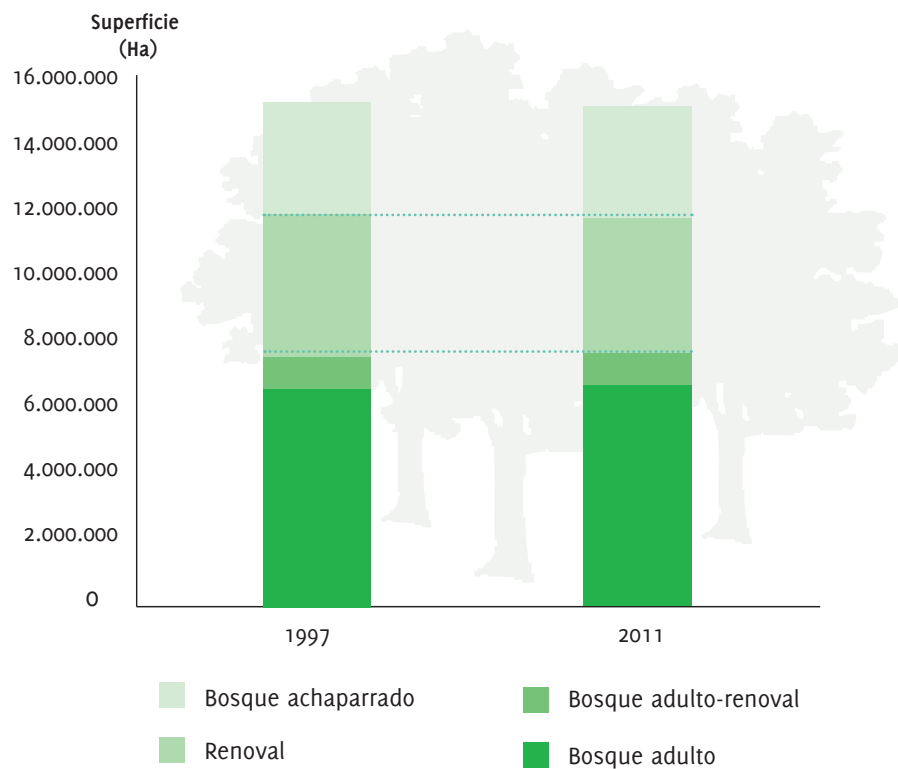
2011) y sus periódicas actualizaciones. En base a éste, se puede estimar la estructura del bosque nativo existente en el país, el cual representa el 18% de la superficie continental, siendo más abundante el bosque adulto.

En el periodo analizado por CONAF-CONAMA-BIRF (1999-2011), el bosque renoval presentó una diferencia positiva de aproximadamente **223.000 hectáreas**. En tanto, la superficie de bosque adulto disminuyó aproximadamente **65.600 hectáreas**. Es importante destacar que la variación de la superficie estimada en base al catastro actualizado, no necesariamente corresponde a un aumento o disminución real, sino que podría relacionarse con mejoras en la metodología de obtención de resultados.

fig. 6

Estructura de bosque nativo, año 1999-2011.

Fuente: Elaboración propia basada en CONAF-CONAMA-BIRF 1999 y CONAF 2011a.



En base al estudio de CONAF-CONAMA-BIRF (1999-2011), también se analizó la variación de la superficie de bosque nativo según tipo forestal. En el Cuadro 4 se aprecia que la Lengua y el Bosque Esclerófilo son los tipos que han experimentado un mayor aumento de superficie.

Cuadro 4 Superficie de bosque nativo por tipo forestal

TIPO FORESTAL	BASE 1999		ACTUALIZACIÓN 2011		VARIACIÓN 1999-2011
	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	
Siempreverde	4.148.900	31	4.132.000	30	-16.900
Lengua	3.391.600	25	3.581.600	26	190.000
Coihue de Magallanes	1.793.100	13	1.691.800	12	-101.300
Roble-Raulí-Coihue	1.460.500	11	1.468.500	11	8.000
Ciprés de las Guaitecas	970.300	7	930.100	7	-40.200
Coihue-Raulí-Tepa	563.500	4	556.200	4	-7.300
Esclerófilo	345.100	3	473.400	4	128.300
Alerce	263.200	2	258.400	2	-4.800
Araucaria	261.100	2	253.700	2	-7.400
Roble-Hualo	188.300	1	206.000	2	17.700
Ciprés de la Cordillera	45.000	0	47.200	0	2.200
Palma chilena	-	-	700	0	

Fuente: CONAF-CONAMA-BIRF 1999 y CONAF 2011a. Resultados con dos cifras significativas.

Por otra parte, se han llevado a cabo otros estudios puntuales, que dan cuenta de la pérdida y fragmentación que ha experimentado el bosque nativo, los cuales no obedecen al patrón nacional generado por el catastro del bosque nativo. Entre éstos, el proyecto UE REFORLAN, realizado por la Universidad Austral de Chile, determinó que entre los años 1975 y 2008, en la zona costera del centro del país (33° latitud sur), se registró una pérdida del 38% de la superficie de bosque esclerófilo, lo que corresponde a una tasa anual de deforestación de 1,1%. Por otra parte, el nivel de agregación de los bosques nativos disminuyó de un 80% el año 1975 a menos de 60% el año 2009 (Proyecto UE REFORLAN 2009, citado en U. Chile 2010, p. 145).

Ecosistemas marinos

Los ecosistemas marinos de Chile están determinados por las características topográficas, climáticas, oceanográficas, así como por la flora y la fauna. En términos de extensión, la costa de Chile alcanza los 4.200 km y topográficamente se divide en dos grandes zonas: norte y sur de la isla de Chiloé (41° 29' latitud sur) (Fariña et al. en CONAMA 2008, p. 96).

La costa de la zona norte consta de aproximadamente 2.600 km lineales de extensión, está expuesta al oleaje y presenta grandes profundidades y cañones submarinos. A su vez, presenta pocas islas y escasas bahías protegidas (Fariña et al. en CONAMA 2008, p. 97). La zona sur, en cambio, presenta aproximadamente 1.600 km lineales de extensión y se caracteriza por una morfología intrincada, con centenas de islas y fiordos, generando una línea de costa de más de 90 mil kilómetros. Destaca por una plataforma continental relativamente somera y más amplia que la de la zona norte, formando varias bahías protegidas (Fariña et al. en CONAMA 2008, p. 97).

En términos oceanográficos, la costa chilena se caracteriza por la ocurrencia de distintas corrientes marinas y convergencias oceánicas⁵. De acuerdo con diversos estudios, es posible identificar ocho corrientes principales: la Corriente Superficial de Deriva de los Vientos del Oeste (superficial), la Corriente del Cabo de Hornos (superficial), la Rama Oceánica de Humboldt (subsuperficial en el norte y superficial en el sur); la Contracorriente del Norte (superficial); la Contracorriente Subsuperficial de Gunther (subsuperficial); la Contracorriente Costera Chilena (superficial) y la Corriente Costera Chilena (superficial) (Fariña et al. en CONAMA 2008, p. 98).

Por su parte, en relación a la flora y fauna marina, las características geográficas del país generan un alto grado de aislamiento y de endemismo (Fariña et al. en CONAMA 2008, p. 99).

De acuerdo con la clasificación de ecorregiones marinas para América Latina y el Caribe propuesta por Sullivan-Sealy y Bustamente (1999), en Chile se identificaron cinco ecorregiones (Cuadro 5). Según esta clasificación, la ecorregión de Humboldt, ubicada en el norte del país, es la única catalogada como de alta prioridad de conservación (Sullivan-Sealy y Bustamente, 1999).

5] Las convergencias corresponden a la confluencia de masas de agua con distintas características físico-químicas, en las cuales es posible definir zonas oceanográficas, con características particulares de temperatura, salinidad y contenido de oxígeno (Fariña et al. en CONAMA 2008, p. 98)

Cuadro 5 Ecorregiones marinas de Sullivan-Sealey y Bustamante, 1999

ECORREGIONES MARINAS	UBICACIÓN	LATITUD SUR
Humbodliana	Desde Lima (Perú) a Antofagasta	12° a 25°
Chile Central	Desde Antofagasta a Valparaíso	25° a 33°
Araucana	Desde Valparaíso a Puerto Montt	33° a 41°
Chiloense	Desde Puerto Montt a Golfo de Penas	41° a 47°
Canales y fiordos del sur de Chile	Desde Golfo de Penas a Cabo de Hornos	47° a 56°

Fuente: Elaboración propia basado en Sullivan - Sealey y Bustamante, 1999

Asimismo, existen otras clasificaciones de ecosistemas marinos como la propuesta por Ahumada *et al.* (2000 citado en Fariña *et al.* en CONAMA 2008, p. 100), que es descrita desde el punto de vista oceanográfico y que considera los siguientes ecosistemas: Giro Central del Pacífico Sur, que comprende un ecosistema oceánico pelágico y uno insular; Margen Oriental del Pacífico Sudeste (18,4 a 41° S), que incluye ecosistemas costeros de surgencia y de bahías; Subantártico, comprendiendo un ecosistema oceánico y uno estuarino, formado por los fiordos y canales australes; y Antártico (Fariña *et al.* en CONAMA 2008, p.100).

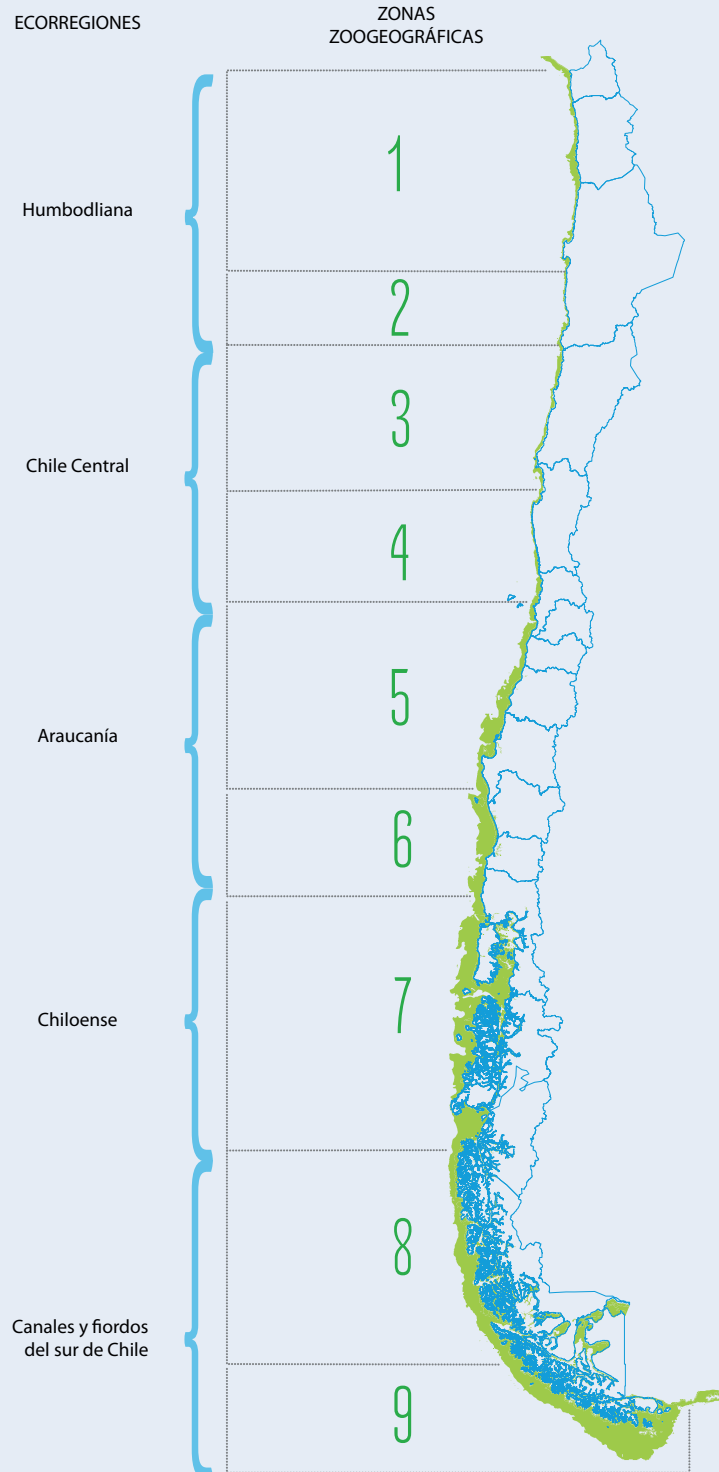
Por otra parte, en el ámbito costero o litoral, que contempla hasta 30 metros de profundidad, se encuentran identificadas nueve zonas zoogeográficas que permiten la gestión de áreas marinas de interés y que se han utilizado como aproximación de ecosistemas costeros. Dicha clasificación fue realizada por Jaramillo *et al.* (2004) y está desarrollada en base a una descomposición de patrones geográficos a patrones biológicos y bióticos (Proyecto FIP N° 2004-28, 2006).

A nivel mundial existen varios indicadores para determinar el estado de los ecosistemas marinos. Algunos de los más utilizados corresponden a índices como: el índice trófico marino (BIP, 2010), praderas de pasto marinos, arrecifes de coral, entre otros. Sin embargo, a nivel nacional no existen estimaciones para este tipo de indicadores.

Ecorregiones y zonas
zoogeográficas

fig.

7



“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

► Ecosistemas acuáticos continentales

Los ecosistemas acuáticos están influenciados principalmente por dos factores, bióticos y abióticos. El primero se refiere a las interacciones entre los distintos organismos del medio acuático, flujos de energía y zonas de ribera. Los factores abióticos se refieren a los factores físico-químicos y biogeográficos que influyen en el medio en el cual se desarrollan los organismos acuáticos (Margalef 1983; Roldán 1992; Allan 1996; Giller y Malmqvist 1998, citados en Vásconez *et al.* 2002). La clasificación de sistemas acuáticos continentales, según los factores que los diferencian, permite identificar tipos de ambientes y facilitar su inventario, manejo y conservación.

Los sistemas de aguas continentales presentan grandes diferencias en sus condiciones físico-químicas (Margalef, 1983). Según la salinidad de sus aguas, los ambientes acuáticos continentales pueden clasificarse en marino-costeros y límnicos. Existen también ambientes salobres, que corresponden a mezclas de aguas saladas y dulces en diferentes proporciones. En esta última categoría se identifican los estuarios y las desembocaduras de los ríos.

Los ambientes límnicos o dulceacuícolas, formados por aguas dulces, son cuerpos acuáticos continentales. Los cuerpos de aguas continentales pueden agruparse en ríos, lagos y humedales de manera general y en lóticos o lénticos, de acuerdo al movimiento de sus aguas (Ramírez *et al.* en CONAMA 2008, p. 108). En Chile la unidad de gestión de este tipo de ambientes corresponde a la cuenca hidrográfica⁶.

Los ambientes lóticos presentan corriente y corresponden a ríos, arroyos, esteros y arroyuelos. Estos sistemas fluviales del país, de acuerdo a su origen y caudal, se dividen en siete zonas hidrológicas (Fuenzalida 1965 y Niemeyer y Cereceda 1994, citado CONAMA 2010), agrupadas en ríos de cuencas endorreicas⁷ y cuencas exorreicas⁸.

En cambio, los ambientes lénticos presentan aguas sin corriente, detenidas o estancadas y entre ellos figuran los lagos, lagunas, charcas, bañados, entre otros. Respecto a este tipo de cuerpos de agua, es posible distinguir lagos salinos en la macrozona norte; lagos templados, denominados también lagos araucanos, en la zona sur; lagos patagónicos, de origen glaciario; y lagos costeros, que dependen de ríos con origen en la cordillera de la Costa (Parra *et al.* 2003).

Por otra parte, los humedales⁹ son relevantes como agentes de regulación de ciclos hídricos, provisión de agua, estabilización de suelos, entre otros. La biodiversidad en estos ambientes es amplia, variada y de acuerdo a la Convención RAMSAR, figuran entre los ecosistemas más productivos de la Tierra (Barbier *et al.* 1997). Para este tipo de ecosistemas se registran los mayores esfuerzos de clasificación a nivel nacional (CONAMA, 2006).

6] La cuenca hidrográfica corresponde a una unidad física bien drenada, donde un área de suelo es drenada por un determinado curso de agua y está limitada periféricamente por la divisoria de aguas (Mertenetal, 2001, citado en Perez eta al 2004). En Chile se identifican 101 cuencas hidrográficas, según DGA (MOP 2001).

7] Cuenca endorreica es una cuenca cerrada, sin salida visible, que puede tener como base de equilibrio una laguna o un salar; por lo general la descarga se efectúa por evaporación. (Niemeyer y Cereceda, 1994)

8] Cuencas exorreicas son aquellas cuyas ríos que desembocan en el mar. (Ramírez *et al.* en CONAMA 2008)

9] Los humedales corresponden a unidades de paisaje determinadas por un anegamiento permanente o estacional y cuyas aguas presentan escasa profundidad. Por otra parte, de acuerdo con la Convención Ramsar sobre humedales, son "extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad no exceda los seis metros" (Ramírez y San Martín, en CONAMA 2008 p115).

En Chile existen prácticamente todos los tipos de humedales descritos a nivel internacional por la Convención Ramsar. CONAMA (2006) elaboró una clasificación de humedales considerando Ecotipos. Esta es una propuesta que considera grupos o familias de humedales, que presentan iguales características funcionales y cuya presencia puede ser explicada por el balance hídrico, según condiciones climáticas y territoriales.

El sistema de clasificación por ecotipos de humedales permitió identificar tres grandes familias de humedales: marinos, costeros y continentales. A su vez, se identificaron ocho clases de humedales.

Cuadro 6 Ecotipos de humedales y su relación con nombre común.

ECOTIPOS	CLASE	NOMBRE COMÚN	EJEMPLOS CHILENOS	SERVICIOS DE PROVISIÓN	SERVICIOS DE REGULACIÓN Y SOPORTE	SERVICIOS CULTURALES
<i>Humedal marino</i>	--	Intermareal, submareal	Litoral costero	--	--	--
<i>Humedal costero</i>	Intrusión salina	Lago costero, laguna costera, marisma, estuario.	Lago Budi, laguna Conchalí, humedal Tubul-Raqui, laguna Cahuil	Fuente de alimento y materias primas (e.g. peces, crustáceos y fibras).	Estabilización de la línea de costa.	Turístico, recreativo, educacional, científico, cultural.
<i>Humedal continental</i>	Evaporación	Salar, bofedal, puquios.	Salar de Atacama, Salar de Huasco	Fuente de agua.	Recarga y descarga de acuíferos. Hábitat vida silvestre.	Turístico, recreativo, educacional, científico, cultural.
	Infiltración (A)	Hualve, ñadi, poza, charco, pitranto, pantano.	Humedales depresión central de las regiones VII-IX.	Fuente de agua. Fuente de materias primas (turba).	Protección contra inundaciones. Sumideros de carbono. Retención de nutrientes.	Turístico, recreativo, educacional, científico, cultural.
	Infiltración saturado (B)	Mallín, turberas, turba magallánica, campañas, pomponal.	Parque Nacional Chiloé y otras zonas de la Isla Grande, sector Cucao, Parque Karukinka.	Fuente de materias primas (turba).	Protección contra inundaciones. Sumideros de carbono. Retención de nutrientes.	Turístico, recreativo, educacional, científico, cultural.

Continúa en página siguiente

ECOTIPOS	CLASE	NOMBRE COMÚN	EJEMPLOS CHILENOS	SERVICIOS DE PROVISIÓN	SERVICIOS DE REGULACIÓN Y SOPORTE	SERVICIOS CULTURALES
Humedal continental	Escorrentía	Río, arroyo, esteros, lagos.	Río Clarillo, río Biobío, lago Villarrica.	Alimentos y materias primas (e.g. peces y fibras). Fuente de agua.	Hábitat vida silvestre.	Turístico, recreativo, educacional, científico, cultural.
	Afloramientos subterráneos	Vega, bofedal, humedal.	Parinacota, Jachucoposa, Ciénagas de Name	Fuente de agua. Fuente de alimento y materias primas (forraje para ganado).	Retención de nutrientes.	Turístico, recreativo, educacional, científico, cultural.
	Ácidos orgánicos	--	Sistemas de hualves de la zona de Toltén, Queule, Tantauco.	Materias primas (e.g. árboles).	Sumideros de carbono. Mantenimiento de microclima.	Turístico, recreativo, educacional, científico, cultural.
	Isoterma 0°C	--	Cuerpos de agua de la Patagonia	Alimentos y materias primas (e.g. peces y fibras).	Protección contra inundaciones. Retención y sedimentación de nutrientes.	Turístico, recreativo, educacional, científico, cultural.

Fuente: Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica, CONAMA 2006



Fotografías: Manuel Rojas, Alejandra Figueroa, Claudia Cortés y Moisés Grimberg.

Humedales altoandinos

Los humedales altoandinos son ecosistemas comunes de la cordillera de los Andes y se ubican en mesetas desérticas del norte chileno entre las regiones administrativas de Arica y Parinacota y Atacama, en áreas por sobre los 3.500 metros de altura, a excepción de los salares de Atacama y Punta Negra, ubicados aproximadamente en los 2.300 metros sobre el nivel del mar.

Los humedales altoandinos corresponden a todos los sistemas hidrológicos abastecidos por aguas de deshielo de las altas cumbres, que originan vertientes, vegas y bofedales, ríos, lagos, lagunas y salares. Estos ecosistemas pertenecen a la ecorregión de Puna, que ha sido catalogada por Dinerstein *et al.* (1995) como vulnerable y de alta prioridad para la conservación.

Para la Puna Chilena se describen alrededor de 52 cuencas, que constituyen sistemas lacustres y salares altoandinos, de extensión variable, los cuales se caracterizan por presentar alta biodiversidad, gran contenido de nutrientes y alta productividad primaria dentro de un contexto de extrema aridez en el cual se desarrollan.

Los humedales altoandinos son de gran importancia para varias ciudades del norte de Chile, las cuales se benefician de éstos dada su provisión de agua y desarrollo turístico de los mismos. Sin embargo, de la minería en la ecorregión de Puna, a través de la extracción de agua para sus procesos productivos, ha impactado en forma importante algunos de estos humedales.

Entre el año 1993 y principios de 2012 fueron aprobados en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) proyectos mineros que involucran una inversión aproximada de 40.000 MM USD. Considerando esta amenaza, el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) se encuentra desarrollando guías técnicas para la evaluación de impactos en humedales, que permitirán mitigar de mejor forma el impacto de los futuros proyectos mineros que se desarrollen en esta zona de alto valor ambiental.



Fuente: MMA 2011

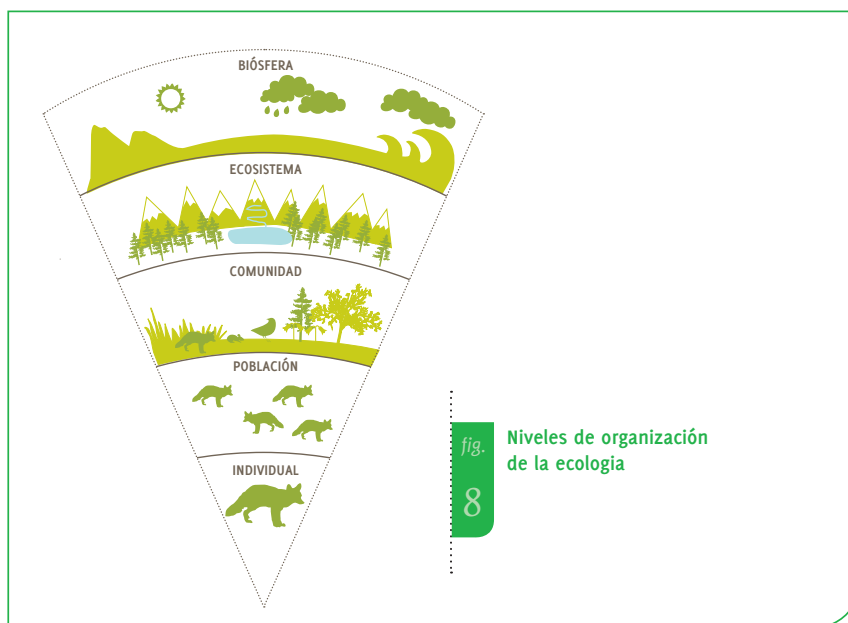
Actualmente, no existe información sobre la calidad biológica o ecológica de los cuerpos de agua continentales a nivel nacional. Sin embargo, el Ministerio del Medio Ambiente se encuentra realizando un inventario nacional de humedales, que contempla el desarrollo de un sistema integrado de seguimiento ambiental.

Sin perjuicio de lo anterior, el Ministerio de Medio Ambiente durante la temporada de verano del año 2011, realizó un análisis que consideró 68 sitios de muestreo. Este análisis permitió identificar tipos de ambientes con mayor grado de deterioro, evaluando la condición trófica de los sistemas. En la zona centro-sur, en base a concentración de clorofila y nutrientes, se determinó que la mayoría de los cuerpos de agua costeros presentan un estado de nivel mesotrófico o superior. Esto indica que la carga de nutrientes provenientes de la cuenca ha acelerado su proceso de eutrofización (MMA, 2011b).

Diversidad de especies

Diversidad de especies se refiere tanto a la riqueza o al número de especies en una comunidad o área geográfica. Una especie no sólo es importante por su material genético y el provecho que puede obtener el hombre de ésta, sino también porque cada especie se relaciona con otras, lo que finalmente redundaría en el funcionamiento adecuado de la comunidad y el ecosistema (Lazo *et al.* en CONAMA 2008, p. 49).

Chile se caracteriza por presentar una gran diversidad de ambientes, que incluye desde desiertos extremadamente áridos hasta bosques templados lluviosos. En estos ambientes se han descrito aproximadamente 30.679 especies



10] Decretos generados en el marco del Reglamento de Clasificación de Especies: DS N° 151 de 2007, DS N° 50 de 2008, DS N° 51 de 2008 y DS N° 23 de 2009 (los cuatro incluyen a 298 especies y/o subespecies de flora y fauna). Decreto Supremo N° 5 de 1998 de MINAGRI, Reglamento de la Ley de Caza (lista 254 especies entre anfibios, reptiles, aves y mamíferos). Libro Rojo de la Flora Arbórea y Arbustiva de Chile, 1989. Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile, 1988. Baeza, M., Barrera, E., Flores, J., Ramírez, C. & Rodríguez, R., 1998. Categorías de conservación de Pteridophyta nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional Historia Natural 47: 23-46. Bahamondes, N., Carvacho, A., Jara, C., López, M., Ponce, F., Retamal, M.A. & Rudolph, E., 1998. Categorías de conservación de decápodos nativos de aguas continentales de Chile. Boletín del Museo Nacional Historia Natural 47: 91-100. Belmonte, E., Faúndez, L., Flores J., Hoffmann A., Muñoz, M. & Teillier, S., 1998. Categorías de conservación de cactáceas nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional Historia Natural 47: 69-89. Campos, H., Dazarola, G., Dyer, B., Fuentes, L., Gavilán, J.F., Huaquín, L., Martínez, G., Meléndez, R., Pequeño, G., Ponce, F., Ruiz, V.H., Sielfeld, W., Soto, D., Vega, R. & Vila, I. 1998. Categorías de conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile Boletín del Museo Nacional Historia Natural 47: 101-122. Ravenna, P., Teillier, S., Macaya, J., Rodríguez, R. & Zöllner, O. 1998. Categorías de conservación de las plantas bulbosas nativas de Chile Boletín del Museo Nacional Historia Natural 47: 47-68. 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 (Chile) 329: 12-19. 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 (Chile) 330: 8-16.

11] Clasificación incluyendo hasta el cuarto proceso del Reglamento de Clasificación de Especies.

(CONAMA 2009). De este total y de acuerdo a los procesos establecidos, han sido clasificadas 927 especies¹⁰, según su estado de conservación.

Las especies existentes en Chile se caracterizan por presentar aislamiento geográfico, lo que ha impedido una mayor colonización, permitiendo que un gran número de especies haya evolucionado de manera casi exclusiva en el territorio nacional. Es así como entre el 22% y 25% de las especies descritas son endémicas del país. Destacan grupos como anfibios, donde el 65% de las especies descritas son exclusivas de Chile; 63% en el caso de reptiles; 55% de los peces de aguas continentales; y el 50% de las especies de plantas vasculares (CONAMA 2009, p. 14).

Cuadro 7 Especies nativas descritas para Chile

TIPO	Nº DE ESPECIES DESCRITAS	Nº DE ESPECIES CLASIFICADAS ¹¹
Algas, flora y hongos		
Diatomeas	563	0
Dinoflagelados, silicoflagelados	300	0
Hongos	3.300	0
Líquenes	1.074	58
Algas multicelulares	813	0
Plantas no vasculares (musgos, hepáticas, antoceros)	1.400	0
Plantas vasculares	5.500	437
Invertebrados		
Moluscos	1.187	43
Crustáceos	606	18
Insectos	10.133	0
Otros invertebrados	3.800	0
Vertebrados		
Peces marinos y continentales	1.226	46
Anfibios	56	43
Reptiles	111	100
Aves	460	79
Mamíferos	150	103
Total aproximado	30.679	927

Fuente: Elaboración propia en base a Simonetti et al. (1995), CONAMA (2008) y CONAMA (2009).

La riqueza de especies y el grado de endemismo se encuentran heterogéneamente distribuidos en el territorio nacional. El 67% de los 1.008 géneros de flora continental chilena se encuentra solamente en Chile y el 49% de éstos presentan una sola especie (Cubillo y León 1995; Marticorena 1990, citado en U. Chile 2010, p.179).

Taxa

La taxonomía es una ciencia que agrupa ordenadamente a los organismos vivos de acuerdo a lo que se presume son sus relaciones naturales, partiendo de sus propiedades más generales a las más específicas. Los criterios de clasificación que se utilizan están basados en las características anatómicas, morfológicas, citológicas, fisiológicas, genéticas y otras de los organismos, dando origen a diferentes grupos o taxones de características más o menos similares. Los principales niveles de agrupación que se utilizan en la taxonomía se muestran en la figura.

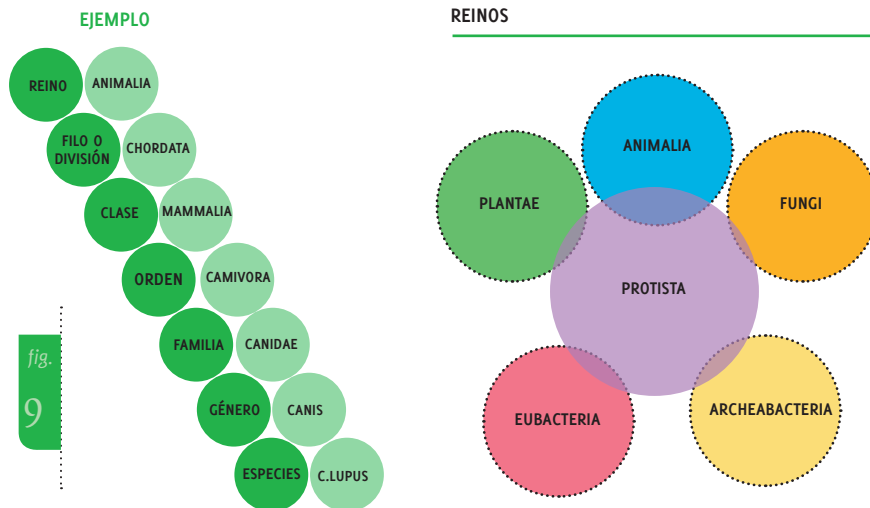


fig.
9

Fuente: PUC 2011

En cuanto a vertebrados, la mayor riqueza de anfibios se concentra entre las regiones del Biobío y de Aysén, con 37 especies descritas para esta zona. Para reptiles, de las 111 especies descritas, el 63% corresponde a especies endémicas, encontrándose el mayor número entre las regiones de Arica y Paríacota y del Maule, mientras que el mayor endemismo se registra entre las regiones de Antofagasta y Coquimbo (Núñez 2008, citado en U. Chile 2010, p.179).

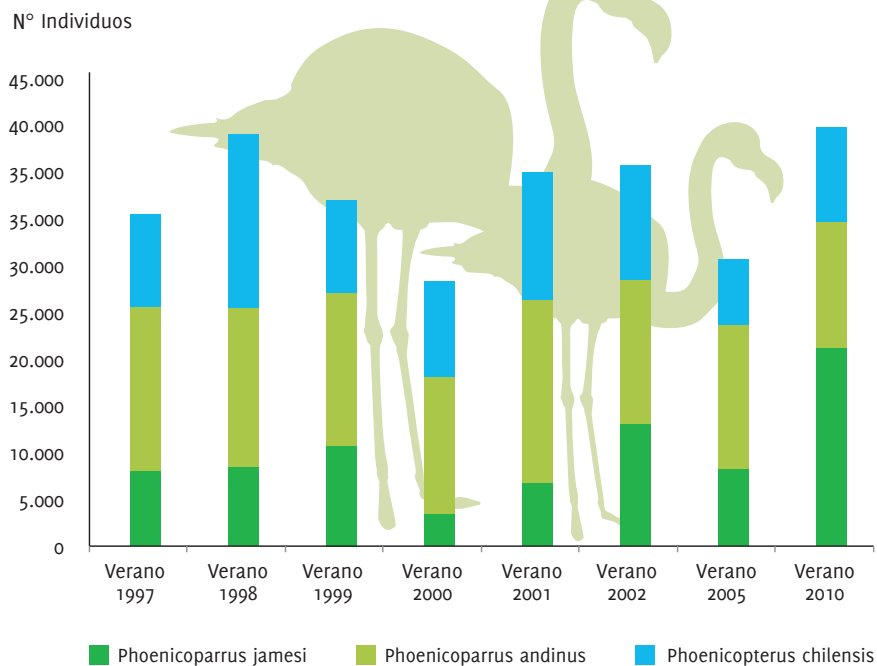
De los mamíferos, aproximadamente 150 especies son nativas y 100 terrestres. La mayor riqueza de mamíferos se encuentra en las regiones de Arica y Parinacota, así como Tarapacá, donde predominan los micro mamíferos, concentrados en la puna y el altiplano. Por otra parte, entre regiones del Maule y la Araucanía, los mamíferos presentan una alta diversidad debido a la existencia de ambientes boscosos y matorral cordillerano. Finalmente, la Región de Magallanes también presenta un alto número mamíferos en la ecorregión de la estepa patagónica (Cofré *et al.* en CONAMA, 2008).

En relación a las aves terrestres del país, la gran riqueza de especies se presenta en las zonas de puna y desierto costero. Es así como en la puna de la Región de Arica y Parinacota, es posible encontrar cerca de 75 especies de aves. Esta riqueza disminuye a menos de 65 especies en la Región de Antofagasta. A partir de los 28° de latitud sur, existe un incremento en el número de especies, el cual llega a su máximo cerca de los 36° de latitud sur. A partir de los 38° de latitud sur comienza un descenso en la riqueza de aves terrestres. En términos de endemismo, en la zona continental del país existen nueve especies endémicas (CONAMA 2008, p. 248).

El estado de las especies, a nivel mundial, se mide por medio de indicadores de abundancia, densidad y distribución. Si bien en el país se han realizado estudios de este tipo para algunas especies particulares, la información disponible corresponde sólo a esfuerzos aislados que no permiten hacer un diagnóstico a escala nacional.

Una de estas iniciativas locales corresponde al caso del loro trichahue, específicamente la subespecie *Cyanoliseus patagonus bloxami* de carácter endémico en Chile y actualmente en peligro, según consta en el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile (Glade 1993, citado en CONAF 2005, p. 21). Para esta especie se han realizado censos que registraron, durante la temporada 1982-1984, doce colonias activas y nueve inactivas, con un promedio de 1.555 individuos por colonia, encontrándose la mayor abundancia de éstos en la región de O'Higgins con 1.743 ejemplares y en la región del Maule con 1.364 (CONAF 2005, p. 21).

También existe información disponible respecto a la abundancia de flamencos altoandinos (Flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), Parina grande (*Phoenicoparrus andinus*) y Parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*)), para los cuales se han realizado censos simultáneos invernales y estivales. En la Figura 11 se aprecia los resultados de los censos realizados para las temporadas de verano de los años 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2005 y 2010. Estos censos han sido coordinados por el Grupo de Conservación de Flamencos Altoandinos (GCFA) con el apoyo de la Wildlife Conservation Society (WCS), la Convención Internacional Sobre las Especies Migratorias (CMS) e instituciones nacionales y locales (Valqui *et al.* 2000, GCFA 2005, citados en CONAF 2006).

fig.
10**Variación población flamencos altoandinos**

Fuente: Conaf 2006, CONAF y GCFA 2010

También existe información del tamaño poblacional y densidad de vicuñas, registrándose incrementos en la población para las especies *Vicugna vicugna mensalis* y *Vicugna vicugna vicugna*, las cuales pasaron de 2.176 individuos el año 1975, a 16.899 en el año 2001. La densidad de estas especies también aumentó, desde 0,4 individuos por km² en 1975, a 4,5 individuos por km² en 1990 (Bonacic *et al.* 2002 en Galaz *et al.* 2003, p. 96).

Asimismo, para determinar la distribución de especies se han desarrollado estudios basados en registros de ocurrencia que han estimado su distribución actual. En el estudio *Vulnerabilidad de la biodiversidad terrestre en la ecorregión mediterránea, a nivel de ecosistemas y especies, y medidas de adaptación frente a escenarios de cambio climático* (CONAMA, 2010b) se modeló la distribución de 15 especies de anfibios, 16 especies de reptiles, 36 especies de mamíferos y 1.447 especies de plantas vasculares terrestres. Tanto para vertebrados como para la flora terrestre, el 28% de las especies estudiadas corresponde a nativas endémicas. El 72% restante de los vertebrados corresponde a especies nativas no endémicas. En el caso de la flora vascular, se desglosa en 815 especies nativas no endémicas, 407 nativas endémicas y 224 adventicias.

Por otra parte, el estado de conservación de especies también puede ser utilizado como indicador de la situación en la cual se encuentran las especies. Éste corresponde a la clasificación de especies en alguna categoría de amenaza y permite definir prioridades de conservación.

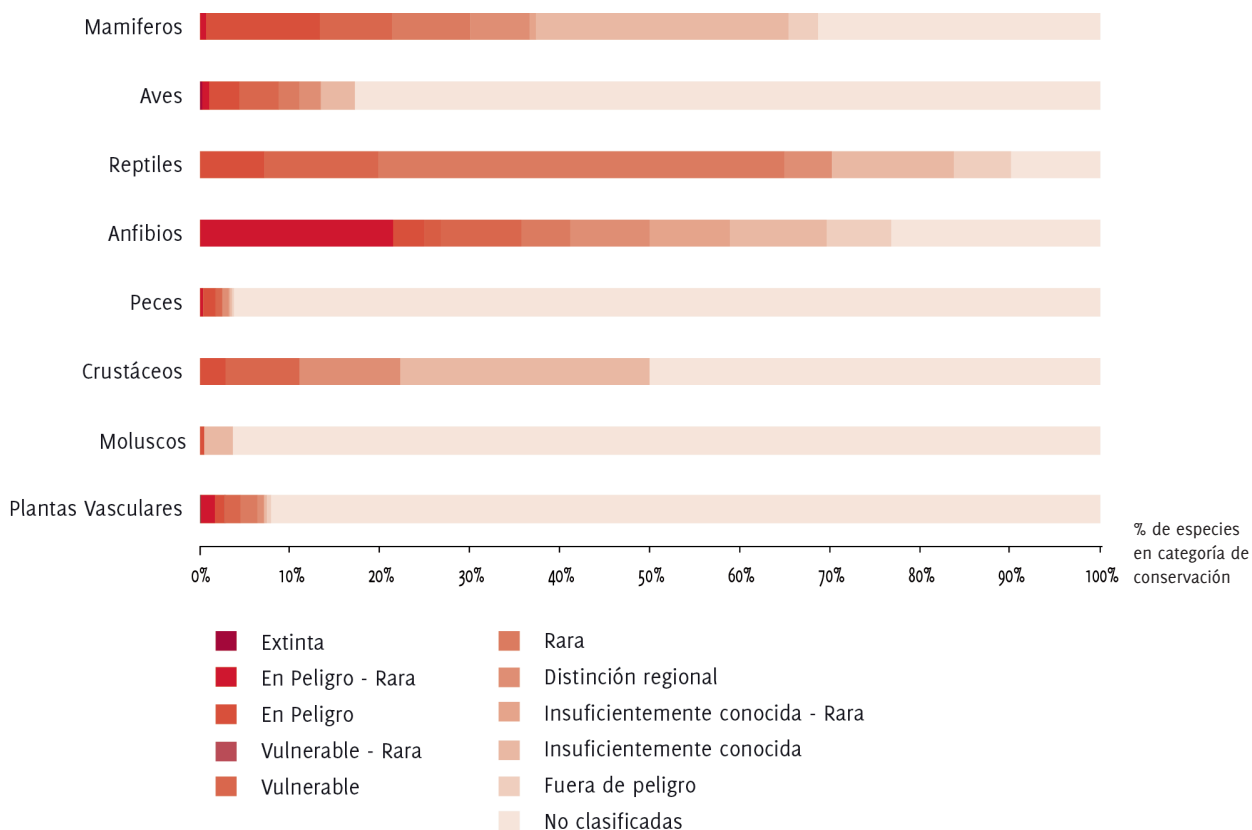
Existen varios sistemas de clasificación utilizados a nivel mundial y nacional, los cuales han variado desde criterios subjetivos a cuantitativos. En el país es posible encontrar diversos tipos de clasificación desarrollados por organismos públicos y académicos (Ley de Caza, Reglamento Clasificación de Especies, Boletín 47 MNHN, Libros Rojos y los autores Yañez y Nuñez). En la Figura 11 se puede apreciar el estado de conservación en el que se encuentran las especies clasificadas.

Cabe destacar que existe un déficit en la clasificación de peces marinos, con sólo el 1% de las especies descritas clasificadas. Sin embargo, para los peces de aguas continentales se dispone del 91% de las especies descritas clasificadas, identificándose un 68% de éstas como vulnerables o en peligro.

fig. 11

Especies clasificadas

Fuente: Elaboración propia basada en base de datos, MMA 2011.



Diversidad genética

La diversidad genética corresponde a la variación en la composición de los genes que posee una especie, dentro de una población y entre poblaciones. Si una población de especies se llegara a extinguir, la especie perdería diversidad genética, elemento importante para los procesos evolutivos y su adaptación al medio donde vive.

En el país existe una gran variedad de hábitats terrestres, que posibilita una alta diversidad genética, la cual depende de la variabilidad que presentan los individuos dentro de una misma especie. La diversidad genética, generalmente, se mide a través de la variedad intraespecífica, es decir, número de subespecies, variedades o razas de una especie en particular (Manzur en CONAMA 2008, p. 396).

Existen algunos estudios que dan cuenta de la diversidad intraespecífica de especies chilenas. Uno de los estudios realizados es el de Donoso *et al.* (2004 citado en CONAMA 2008), el cual compila los conocimientos sobre la variación genética de 24 especies arbóreas de bosque nativo de Chile y Argentina. Entre las especies estudiadas se encuentran: roble (*Nothofagus obliqua*), raulí (*Nothofagus alpina*), lenga (*Nothofagus pumilio*), ñirre (*Nothofagus antarctica*), coigüe (*Nothofagus dombeyi*), coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*), coigüe de Chiloé (*Nothofagus nitida*), araucaria (*Araucaria araucana*), ciprés de la cordillera (*Autrocedrus chilensis*), ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodendron uviferum*), alerce (*Fitzroya cupressoides*), canelo (*Drimys winteri*), avellano (*Gevuina avellana*), notro (*Embotrium coccineum*), laurel (*Laurelia sempervirens*), tepa (*Laurelia philippiana*), arrayán (*Luma apiculata*), maitén (*Maytenus boaria*). Las especies, en general, muestran variación altitudinal y latitudinal en ciertas características como peso de semillas, formas de la copa, ramas aplanadas y flexibles, enanismo, entre otras (Donoso *et al.*, 2004 citado en CONAMA 2008, p. 397).

En cuanto a la fauna, los mamíferos chilenos corresponden a un grupo muy diverso y de alto valor biológico. Particularmente, existe un orden completo exclusivo de Chile: el Microbiotheria, que tiene una sola especie, el marsupial chileno, conocido como monito del monte o *Dromiciops gliroides*.

En cuanto a la diversidad de cultivos o biodiversidad agrícola, Chile también presenta una posición privilegiada en cuanto a su diversidad genética, siendo el centro de origen de *Fragaria chiloensis* o frutilla chilena, el tomate silvestre (*Lycopersicon chilense*) y la papa (*Solanum tuberosum*), existiendo al menos entre 150 y 220 variedades de papas nativas sólo en la isla de Chiloé (Venegas y Negrón 1994, Cárdenas 2002, citado en CONAMA 2008, p. 398).

No existen estimaciones a nivel nacional de la pérdida de la diversidad genética en el tiempo. Si bien, como fue mencionado, en el país se han realizado estudios de variedad intraespecífica para algunas especies, pero no hay series históricas que permitan un diagnóstico sobre su estado.



Presiones sobre ecosistemas, especies y diversidad genética 3

Según la Evaluación de Ecosistemas del Milenio realizada por Naciones Unidas, en los últimos 50 años los seres humanos han transformado los ecosistemas más rápida y extensamente que en ningún otro periodo de tiempo de la historia humana.

Los bienes y servicios generados por los ecosistemas se ven afectados por acciones humanas que degradan el medio ambiente. A medida que el hombre se moderniza y aumenta su población requiere de un gran número de recursos naturales para subsistir. Por ello, la influencia del ser humano sobre el medio ambiente es cada vez es mayor y en muchas ocasiones genera impactos irreversibles.

Dentro de actividades humanas que afectan la biodiversidad se pueden señalar algunas como la pérdida o modificación significativa de hábitats, debido a cambios en el uso de suelo por conversión de tierras forestales, extensión de tierras agrícolas y ganaderas, extensión de zonas urbanas e incendios forestales; sobreexplotación de recursos naturales por extracción maderera y pesquera; e introducción de especies exóticas de manera voluntaria e involuntaria, entre otras.

Cambio en el uso del suelo

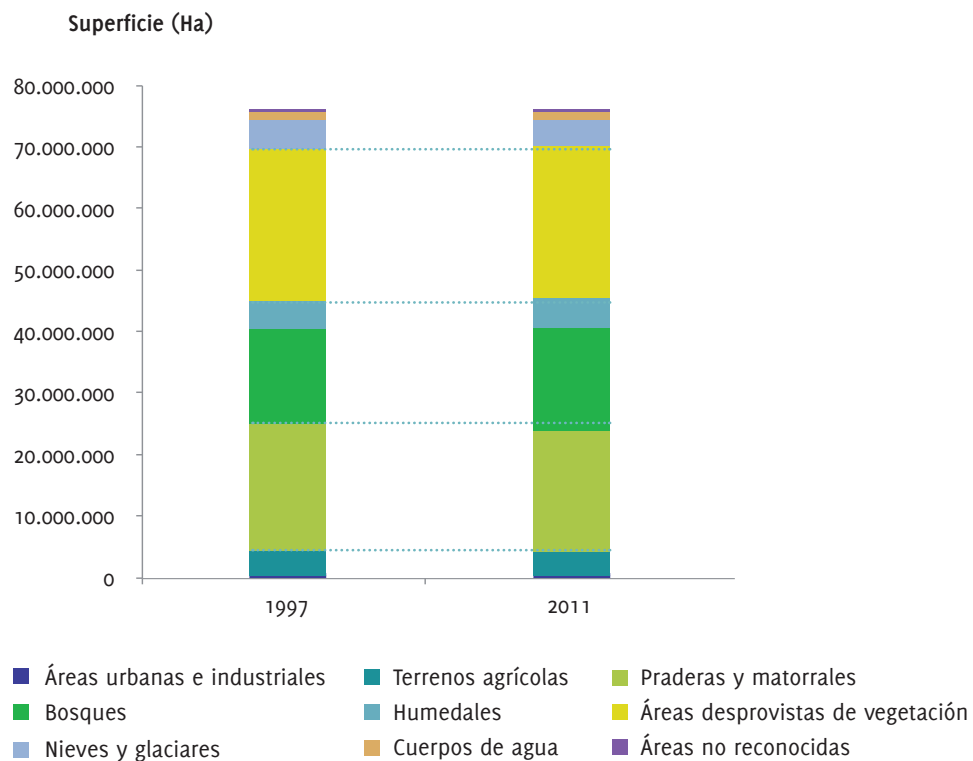
El cambio de uso del suelo, como consecuencia de la conversión de tierras forestales, la extensión de tierras agrícolas y el uso ganadero y urbano, constituye una de las presiones a la biodiversidad. Precisamente, de acuerdo con información publicada por CONAF el año 2011, las variaciones existentes en el bosque nativo en la zona central del país se deben a la habilitación de suelos para usos agrícolas, así como también a las quemadas e incendios. En la zona centro sur esta variación se explica por la cosecha y habilitación para plantación forestal.

La Figura 12 ilustra los cambios en el uso del suelo entre los años 1999 y 2011, destacando el aumento en la superficie de plantaciones.

fig. 12

Cambios en el uso del suelo entre los años 1999 y 2011

Fuente: Elaboración propia basada en CONAF 1999 y CONAF 2011c.

**Incendios forestales**

Los incendios forestales han afectado grandes extensiones de bosque nativo. En el país, el registro de incendios forestales está a cargo de la Corporación Nacional Forestal (CONAF). De acuerdo a la información registrada, en la figura 13 no se observa una tendencia clara respecto a la ocurrencia de incendios. Pese a que en la temporada 2006-2007 se había registrado una importante disminución en el número de incendios, esta disminución no se mantuvo en las siguientes temporadas.

La vegetación natural más afectada por este tipo de eventos corresponde a pastizal, con un 40% de la superficie afectada, vegetación del tipo matorral y arbolado, con un 35% y 34% del total afectado, respectivamente.

Al analizar el número de incendios acumulados por región durante las temporadas 1984-1985 y 2009-2010, se observa que dentro de las regiones más afectadas se encuentran las regiones del Biobío, Valparaíso y de la Araucanía, las cuales presentan un alto porcentaje de praderas, matorrales y bosques.

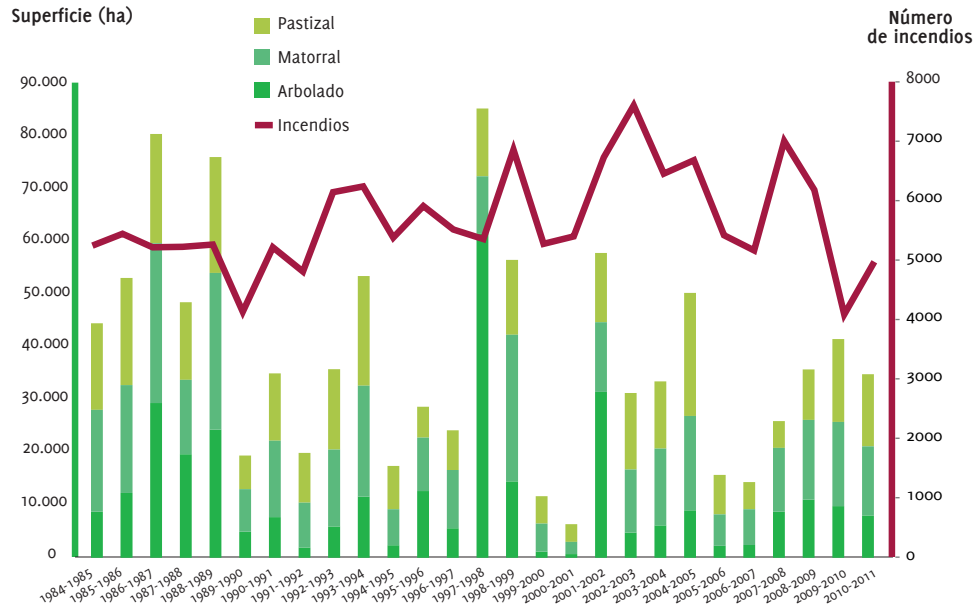


fig. 13

Nº de incendios totales y superficie de vegetación nativa afectada

Fuente: CONAF, 2011b y 2012.

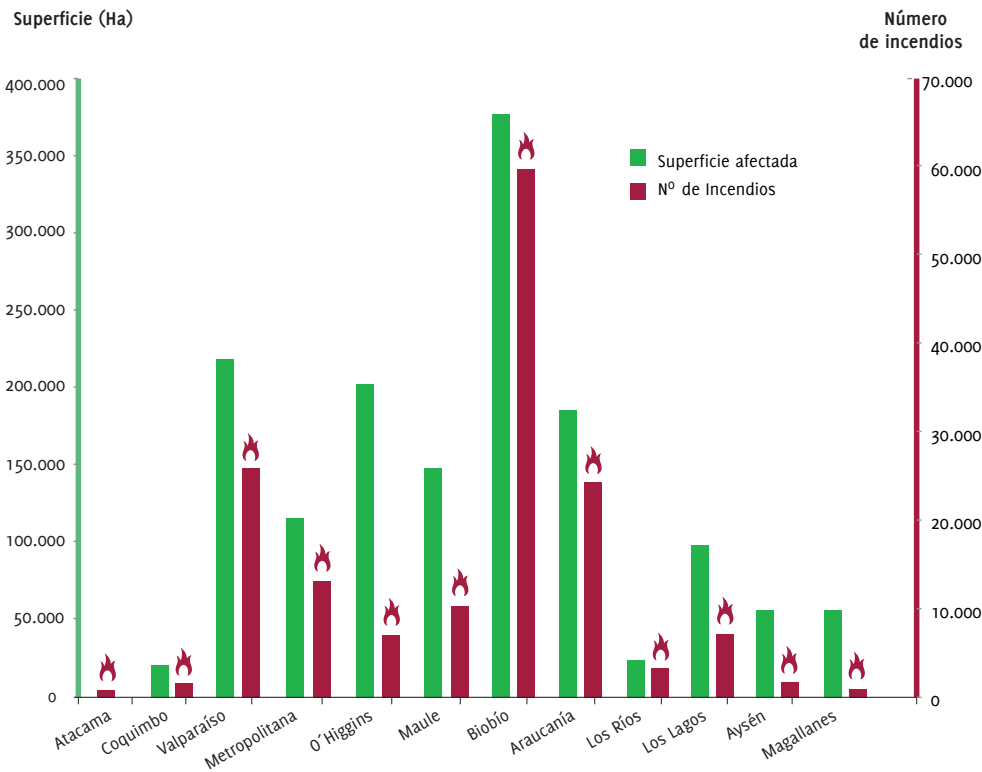


fig. 14

Número de incendios acumulados y superficie afectada por región temporadas 1985 a enero 2012*

Fuente: CONAF, 2011b

*Los datos 2012 corresponden a información referencial difundida por ONEMI y CONAF al día 6 de enero del 2012. Los sitios web fueron consultados el 11 de enero 2012.

Extracción maderera

12] Cabe señalar que el Decreto Ley 701, sobre fomento forestal, y la Ley 20.283, sobre recuperación de bosque nativo y fomento forestal, han contribuido a restar presión al bosque nativo, en tanto fomentan plantaciones en terrenos de aptitud preferentemente forestal y/o suelos altamente degradados, pero no sustituyendo bosque nativo.

La extracción maderera constituye una importante amenaza para la conservación del bosque nativo. Entre los años 1989-1995, la producción de astillas representó un consumo importante de este recurso. Sin embargo, a partir del año 1996, el sector forestal ha disminuido el consumo de astillas de madera nativa significativamente, restando presión al bosque nativo¹².

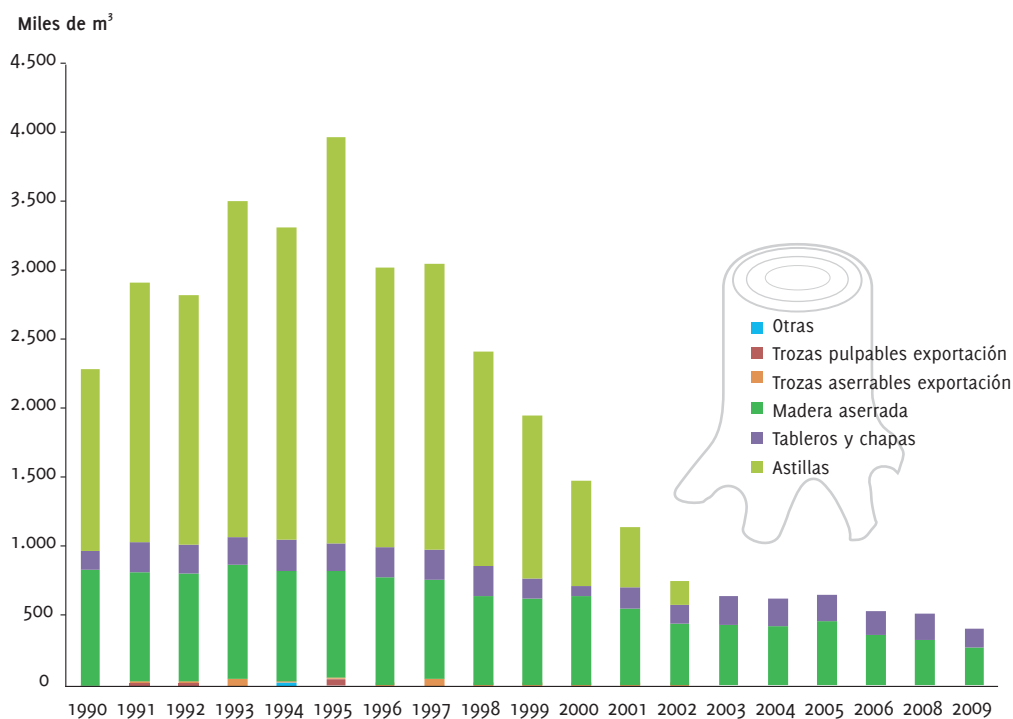


fig. 15

Consumo industrial de madera nativa

Fuente: INFOR, 2011.

A pesar de que 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 metros cúbicos sólidos anuales, convirtiéndose en la principal presión sobre el bosque nativo (INFOR 2008, Gómez-Lobo *et al.* 2006, citados en U. Chile 2010, p. 131).



Actividad pesquera

La explotación de los recursos pesqueros ha representado un impacto significativo sobre las poblaciones de especies marinas existentes en el país. En la Figura 16 se observa la disminución que ha tenido el desembarque pesquero en el área industrial.

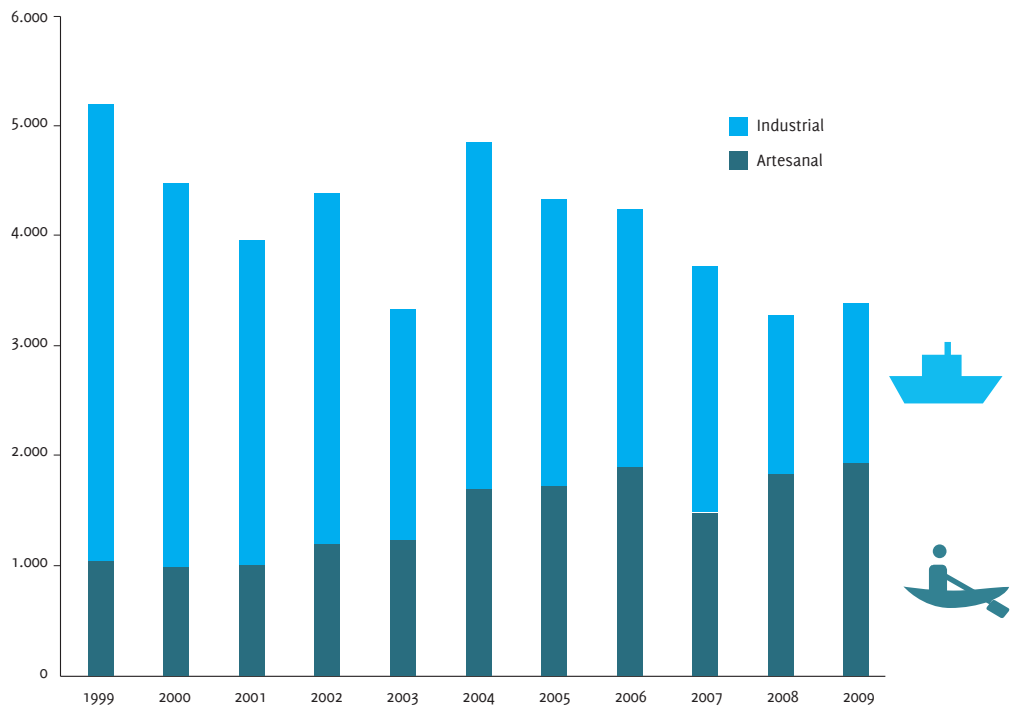
Para Calfucura y Figueroa, (2005 citado en CONAMA 2008), el descenso en la producción ha sido causado mayormente por la crisis de las pesquerías pelágicas del jurel y la anchoveta que, debido a su sobreexplotación, ha influido en mayores restricciones en las cuotas globales de captura establecidas por la Subsecretaría de Pesca. En la Figura 17, se observan las cuotas de pesca de las principales especies de extracción, las cuales han disminuido en el tiempo, principalmente como respuesta a la disminución del stock de éstas.

fig. 16

Desembarque pesquero industrial y artesanal

Fuente: SERNAPESCA, 2011.

Miles de toneladas



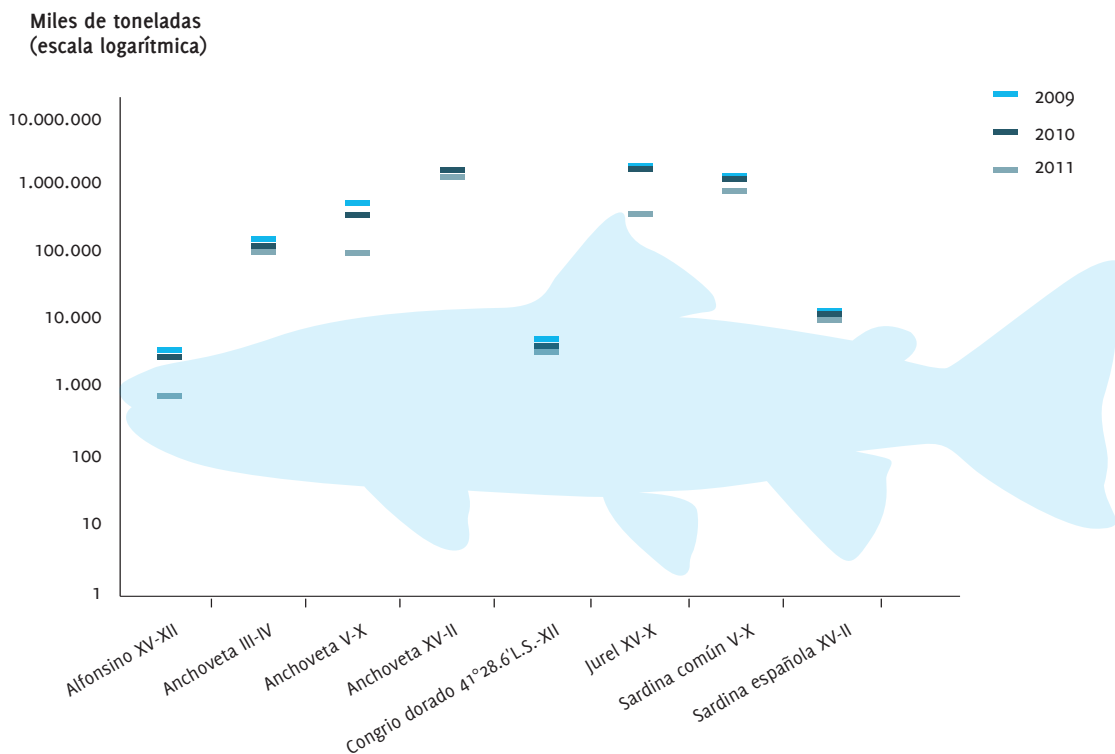
Para muchas especies, la disminución ha llegado a niveles críticos que no hacen sustentable la actividad pesquera. Por ejemplo, según Calfucura y Figueroa (2005 citado en CONAMA 2008), la sardina española en el norte del país ha disminuido su biomasa significativamente durante las últimas dos décadas.

En el año 1995, la extracción del jurel en la zona centro-sur alcanzó un volumen de desembarque de 4,5 millones, el cual comenzó a disminuir progresivamente debido a la aplicación de medidas de regulación por parte de la autoridad pesquera, debido a la condición de sobrepesca del recurso. En los últimos años las cuotas de pesca otorgadas no han sido totalmente consumidas, evidenciando una paulatina disminución de la abundancia del recurso lo que ha dificultado su captura (SUBPESCA, 2011).

fig. 17

Evolución cuotas de pesca

Fuente: SERNAPESCA, 2011.

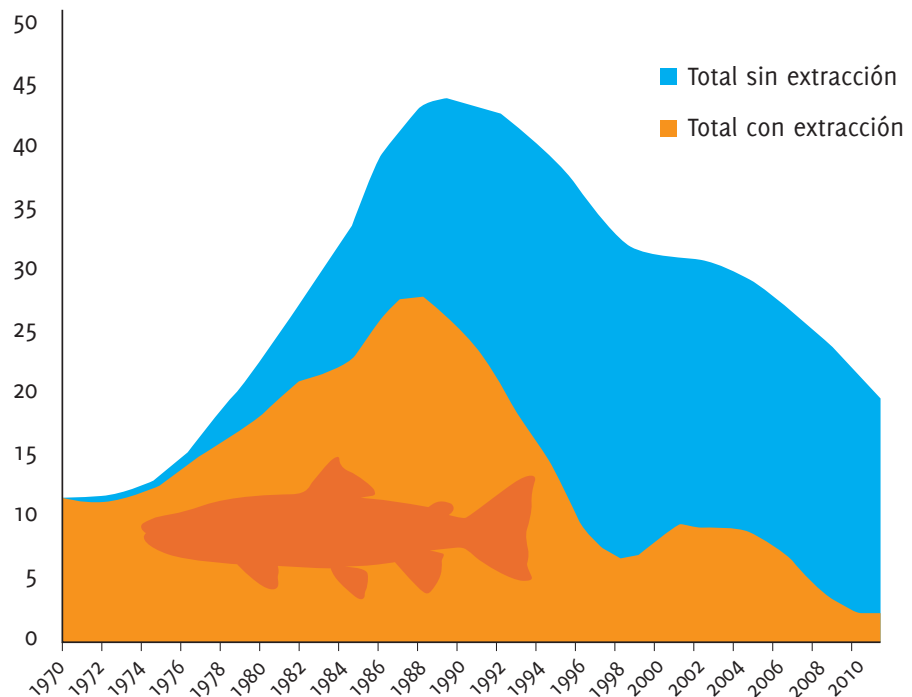


En la Figura 18 se muestra la biomasa total actual del jurel, la cual se estima en aproximadamente 2,8 millones de toneladas, lo que equivale a un 14% de lo que existiría sin la extracción pesquera de esta especie. Este valor, notablemente bajo e inferior al límite precautorio, confirma la crítica situación en que se encuentra la pesquería de jurel en el Pacífico Sur (SUBPESCA, 2011).

fig. 18

Evolución biomasa jurel (*Trachurus murphyi*)

Fuente: SUBPESCA, 2011.

Biomasa total (mill. T)

Especies introducidas

Las especies introducidas o exóticas corresponden a aquellas que por razones principalmente antrópicas, han sido transportadas a otro sitio, voluntaria o involuntariamente, e introducidas fuera de su distribución natural. El 15% de las especies de flora que viven en el medio silvestre nacional son introducidas, destacando como un caso muy particular la situación del archipiélago de Juan Fernández, donde la cantidad de este tipo de especies representan más del doble de las especies nativas (MMA, 2011c).

Algunas especies foráneas pueden presentar la condición de Especie Exótica Invasora, cuando su introducción y/o difusión amenaza la diversidad biológica originaria del lugar donde fue liberada, según lo definido por el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). Las especies exóticas invasoras son una de las tres causas más importantes de extinción de especies en la naturaleza (MMA, 2011c).

En el país existen varios casos de especies exóticas invasoras que están generando grandes daños en las regiones en las que habitan. Algunos ejemplos de especies introducidas en el país corresponden al jabalí (*Sus scrofa*), el ciervo rojo (*Cervus elaphus*) y el castor (*Castor canadensis*). Esta última especie fue internada en Tierra del Fuego en el año 1946 y 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 (Lizarralde 1993, Skewes *et al.* 1999, Jaksic *et al.* 2002, Lizarralde *et al.* 2004, citados en Wallem *et al.* 2007).

Contaminación del Agua

La contaminación del agua como consecuencia del depósito de sedimentos por descargas de sustancias tóxicas de origen industrial, aguas servidas o por efectos de malas prácticas agrícolas, como también por los líquidos percolados provenientes de basurales pueden afectar seriamente a los ecosistemas sustentados por este recurso. Otras actividades productivas, como la crianza de salmones o los purines vertidos a los cuerpos de agua, contribuyen al proceso de eutrofización. Asimismo, la lluvia ácida, que transporta dióxido de azufre y nitrógeno aumenta la acidez de los ambientes acuáticos, provocando la muerte de los microorganismos que viven en él. Junto con ello, los cambios en las condiciones climáticas o problemas, como la deforestación, también afectan significativamente este tipo de ecosistemas (Fariña *et al.* en CONAMA 2008, p. 110), ver anexo 1. En el capítulo de recursos hídricos se detalla mayor información.

Respuesta a la protección y conservación de los servicios ecosistémicos de Chile

4

La biodiversidad representa el núcleo funcional de los ecosistemas y su conservación es un elemento clave para mantener la provisión de servicios ecosistémicos a la población. El hito que inicia la incorporación del concepto de biodiversidad en las instancias de decisión públicas del país es la ratificación del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) en 1994. Mediante este acto, Chile adhiere a la preocupación mundial por la pérdida de diversidad biológica establecida en la Segunda Cumbre de la Tierra, realizada en Río de Janeiro el año 1992.

El efecto de esa adhesión es concomitante al establecimiento de la institucionalidad ambiental en Chile, en 1994, a través de la promulgación de la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Precisamente, la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), organismo que hasta el 2010 coordinó la institucionalidad ambiental, fue el principal promotor de incorporar contenidos del CDB en el accionar del Estado.

La adhesión al CDB llevó al país a establecer, en el año 2003, una Estrategia Nacional de Biodiversidad mediante un proceso participativo. Posteriormente, en el año 2005, se desarrolla una Política Nacional de Áreas Protegidas, una Política Nacional de Especies Amenazadas, una Estrategia Nacional para la Conservación y el Uso Racional de los Humedales, así como las Estrategias Regionales de Biodiversidad, para cada una de las trece regiones administrativas con las cuales contaba entonces el país.

La necesidad de representar en áreas protegidas al menos el 10% de la superficie de los ecosistemas relevantes, objetivo que se plantea la Estrategia Nacional de Biodiversidad, constituye una de las metas más significativas de la estrategia. No obstante, cabe destacar la dificultad de consensuar el concepto de ecosistema relevante.

Si bien estos documentos no tienen efectos vinculantes, han permitido instalar contenidos relativos a la conservación y uso sustentable de la biodiversidad en el país, permitiendo en forma gradual orientar las políticas públicas sectoriales. De esta forma, en el año 2005, se establece un Plan de Acción, que perfila un conjunto de actividades al año 2015, para lograr los objetivos consignados en la Estrategia Nacional de Biodiversidad.

Cuadro 8 Políticas públicas, estrategias, planes y programas para la conservación de la biodiversidad en Chile (2002 - 2009)

CATEGORÍA	NOMBRE	INSTITUCIÓN	FECHA DE APROBACIÓN
Políticas	Política Nacional de Áreas Protegidas	CONAMA	2005
	Política Nacional de Especies Amenazadas	CONAMA	2005
	Política Nacional de Mejoramiento Genético del ganado Bovino y Ovino	INDAP	2008
	Política para la Protección y Conservación de Glaciares	CONAMA	2009
Estrategias	Estrategia Nacional de Biodiversidad	CONAMA	2003
	Estrategias Regionales de Biodiversidad	CONAMA	2002
	Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile	CONAMA	2005
	Estrategia Nacional de Cambio Climático	CONAMA, MIN-REL, entre otras	2006
Planes y Programas	Plan de Acción País de la Estrategia Nacional de Biodiversidad	CONAMA	2005
	Sistema de Clasificación de Humedales	CONAMA	2006
	Sistema Nacional de Áreas Protegidas	CONAMA-GEF-PNUD	2006
	Sistema Regional de Áreas Protegidas (SIRAP)	CONAMA-GEF / PNUD	2008

13] De acuerdo a la Ley 19.300, en su artículo 70 letra b, al Ministerio del Medio Ambiente le corresponde: Proponer las políticas, 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.

Los tres principales instrumentos utilizados para la protección y conservación de la biodiversidad, tanto por CONAMA, como por el actual Ministerio del Medio Ambiente, y otros organismos del Estado, corresponden a: 1) el establecimiento de áreas o espacios protegidos, que se mantienen como propiedad del Estado y en los cuales se restringe el aprovechamiento extractivo de sus recursos; 2) la protección de especies; y 3) el sistema de evaluación de impacto ambiental. Este último ha permitido regular el impacto que pueden tener nuevas inversiones industriales, mineras, energéticas, de infraestructura, acuícolas, entre otras, sobre la biodiversidad local. Sin perjuicio de las atribuciones propias de la institucionalidad ambiental, la responsabilidad operativa en la regulación y control de las presiones que soporta la biodiversidad, ha estado radicada en organismos sectoriales. Así, el Ministerio de Agricultura ha regulado las presiones que enfrenta la biodiversidad en el espacio rural; la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas, aquellas asociadas a cursos de aguas y sistemas lacustres, y el Servicio Nacional de Pesca y la Subsecretaría de Pesca, aquellas que afectan espacios costeros y marinos.

A este accionar, también se agrega la responsabilidad de otros servicios involucrados en aspectos como el control de la contaminación o la delimitación territorial, tales como el Ministerio de Defensa, el Ministerio de Bienes Nacionales, entre otros.

Todos estos organismos sectoriales han incorporado en sus regulaciones y normativas, de acuerdo con sus competencias, elementos para la protección de componentes de la biodiversidad, como parte de la problemática ambiental, asociada a la explotación de los recursos naturales.

El año 2010, tras el establecimiento de la nueva institucionalidad ambiental, se modifican algunas regulaciones sectoriales, entregando facultades al Ministerio del Medio Ambiente en temas como parques, reservas marinas, áreas marinas costeras de múltiples usos y santuarios de la naturaleza¹³ además de promover la creación de áreas silvestres protegidas privadas. A su vez, en materia de especies, el Ministerio del Medio Ambiente adquiere la facultad para aprobar planes de recuperación, conservación y gestión, acordes a los resultados de los procedimientos de clasificación. Por su parte, el uso productivo de recursos naturales renovables continúa siendo regulado sectorialmente, incorporando criterios mínimos de conservación de suelos, agua y biodiversidad, propuestos por el Ministerio del Medio Ambiente y aprobados por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad.

Cuadro 9 Principales cuerpos normativos en materia de biodiversidad

CUERPO NORMATIVO	DESCRIPCIÓN
Ley N° 19.300/1994 MINSEGPRES	Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, modificada por la Ley 20.417
Ley N° 20.283/2008 MINAGRI	Ley Sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal
Ley N° 20.256/2008 MINECON	Ley sobre Pesca Recreativa
Ley N° 18.892/1989 MINECON	Ley General de Pesca y Acuicultura
Ley N° 4.601/1929 Ministerio de Fomento	Ley de Caza
DS 4.363/1931 Ministerio de Tierras y Colonización	Ley de Bosques
DS 95/2001 MINSEGPRES	Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
DS 75/2005 MINSEGPRES	Reglamento de Clasificación de Especies
DS 5/1998 MINAGRI	Reglamento para la Ley de Caza

En particular, la modificación de la institucionalidad ambiental implicó cambios en la Ley General de Pesca y Acuicultura, en relación a la declaración de Parques y Reservas Marinas que desde ahora se realiza mediante un decreto del Ministerio de Medio Ambiente. Asimismo, establece la participación del Ministerio de Medio Ambiente en la generación de medidas, para que establecimientos acuícolas operen en niveles compatibles con las capacidades de los cuerpos de agua lacustres, fluviales y marítimos. Además, se modifican las funciones del Ministerio de Agricultura, limitando la protección de recursos naturales al ámbito silvoagropecuario. También, modifica la Ley de Monumentos Naturales, estableciendo que los sitios que sean declarados Santuarios de la Naturaleza quedarán bajo la custodia del Ministerio del Medio Ambiente.

Asimismo, la Ley 20.417 comienza a delinear la necesidad de la creación de un organismo operativo especializado, para abordar la gestión y conservación de la biodiversidad. Por medio del artículo octavo transitorio de la Ley 20.417, se mandata la creación de un Servicio de Biodiversidad y Áreas Silvestres Protegidas mediante otra ley específica. Para materializar su creación, en enero de 2011 se envió un proyecto de ley al Congreso Nacional. El futuro organismo tendrá atribuciones respecto al diseño de políticas y regulaciones para la conservación de la biodiversidad, las cuales actualmente mantiene el Ministerio del Medio Ambiente.

Convenios Internacionales

De manera previa a la modificación de la institucionalidad ambiental e incluso antes de la existencia de la anterior institucionalidad, el país ratificó una serie de convenios internacionales que permitieron desarrollar y promover acciones de protección, tanto en materia de ecosistemas, como de especies. Particularmente relevantes han sido la Convención de Washington para la Protección de Flora y Fauna y las Bellezas Escénicas de América, de 1940, que Chile ratifica en el año 1967; el Protocolo para la Conservación y Administración de las Áreas Marinas y Costeras Protegidas del Pacífico Sudeste de 1989, ratificado por Chile en 1993, la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, o de Ramsar de 1971 y ratificada por Chile en 1981, y el establecimiento de Reservas de Biósfera en el marco del Programa Hombre y Biósfera de Unesco que Chile ratificó en 1980. En el país, aproximadamente 195.876 hectáreas se encuentran bajo la categoría de sitio Ramsar, lo que permite mantener y resguardar las características ecológicas de pantanos, lagos, turberas, lagunas dulces y altioplánicas, entre otros. Así como también acceder a fuentes de financiamiento en proyectos que involucren dichos sitios.

Actualmente, la Conferencia de las Partes del Convenio de Biodiversidad, en su décima reunión de octubre de 2010 en Nagoya, Japón, anunció un nuevo plan estratégico 2011-2020, centrado en las llamadas Metas de Aichi, que priorizan su accionar respecto a las presiones sobre la biodiversidad.

Cuadro 10 Principales acuerdos en materia de biodiversidad

ACUERDOS INTERNACIONALES EN MATERIA DE BIODIVERSIDAD	OBJETIVO
Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América.	Suscrita en 1940. Entró en vigor en Chile en 1967. Esta convención ha sido implementada, principalmente, a través del establecimiento de áreas protegidas. Hoy en día existen 96 áreas protegidas administradas por CONAF, cuya creación legal se basa en esa Convención y el decreto que la ratifica. Punto focal: Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREL) y Corporación Nacional Forestal (CONAF).
Convenio sobre Zonas Húmedas de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (Ramsar).	Suscrito en 1971. Entró en vigor en Chile en 1981. 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. En Chile existen actualmente doce sitios Ramsar inscritos en la lista de humedales de importancia internacional, cubriendo un total de 192.080 hectáreas. Punto focal: MINREL y CONAF.

Continúa en página siguiente

ACUERDOS INTERNACIONALES EN MATERIA DE BIODIVERSIDAD	OBJETIVO
Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES).	Suscrita en 1973. Entró en vigor en Chile en 1975. 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 constituye una amenaza para su supervivencia. Punto focal: MINREL Autoridades administrativas: Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), CONAF, y Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) Autoridad científica: Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT).
Convenio sobre Diversidad Biológica.	Ratificado por Chile en 1994. 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.
Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los Países Afectados por Sequía Grave, en particular en África.	Suscrita en 1994. Entró en vigor en Chile en 1998. Tiene por 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 internacionales, en el marco de un enfoque integrado acorde con el Programa 21, para contribuir al logro del desarrollo sostenible en las zonas afectadas. Punto focal: MINREL y Corporación Nacional Forestal (CONAF).
Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural.	Ratificada por Chile por el DS 259/1980 del Ministerio de Relaciones Exteriores. Tiene como objetivo promover la identificación, protección y preservación del patrimonio cultural y natural de todos los países del orbe, considerado especialmente valioso para la humanidad.
Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi.	El Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020. Un marco de acción de diez años para salvar la diversidad biológica y mejorar sus beneficios para las personas.





Los tres principales instrumentos utilizados para la protección y conservación de la biodiversidad, tanto por CONAMA, como por el actual Ministerio del Medio Ambiente y otros organismos del Estado, corresponden a: 1) el establecimiento de áreas o espacios protegidos, que se mantienen como propiedad del Estado y de las que se restringe el aprovechamiento extractivo de sus recursos; 2) la protección de especies; y 3) el sistema de evaluación de impacto ambiental. Este último ha permitido regular el impacto que sobre la biodiversidad local pueden tener nuevas inversiones industriales, mineras, energéticas, de infraestructura, acuícolas, entre otras.

Conservación de la diversidad de ecosistemas

La conservación de la diversidad de ecosistemas generalmente ha estado orientada a la creación de áreas protegidas, las cuales, de acuerdo con el Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD), corresponden a “un área definida geográficamente que haya sido designada o regulada y administrada, a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación”.

En Chile existen áreas protegidas del Estado desde principios del siglo XX, las cuales integran el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE). Mediante la Ley 18.362, se establece como objetivo del SNASPE la protección y manejo de ambientes naturales, terrestres y acuáticos, con el fin de conservarlos. Sin embargo, esta ley nunca ha entrado en vigencia, por lo que este objetivo se encuentra ratificado en la Ley 19.300, otorgando el principal respaldo legal a la existencia de este programa. El Ministerio de Agricultura es el encargado de administrar este sistema, a través de la Corporación Nacional Forestal, CONAF.

El SNASPE está integrado por Parques Nacionales, Monumentos Naturales y Reservas Nacionales. Además, de acuerdo a la Ley 19.300, en sus artículos 34 y 70 b), el SNASPE incluye parques y reservas marinas y santuarios de la naturaleza. Actualmente, cuenta con 100 unidades, distribuidas en 35 Parques Nacionales, 49 Reservas Nacionales y 16 Monumentos Naturales. En total cubren una superficie aproximada de 14,5 millones de hectáreas, el 19,3% del territorio nacional. Los servicios ecosistémicos presentados por las áreas protegidas del país¹⁴, tiene un valor económico total que alcanza USD 1.460 millones (CONAMA-GEF-PNUD, 2010).

Cabe señalar que la distribución territorial del SNASPE no es homogénea. En efecto, más de un 84% de la superficie protegida se encuentra entre las regiones de Aysén y Magallanes, mientras en las regiones de Coquimbo, el Maule y Metropolitana, sólo comprende el 1% de las áreas del sistema.

En el ámbito marino, las modificaciones a la Ley General de Pesca y Acuicultura (DS 430/1991 MINECON) introducen las figuras de parque marino y reserva marina. La figura de reserva marina comienza a aplicarse en 1997 con la creación de la Reserva La Rinconada en la región de Antofagasta. Especialmente relevantes fueron la creación, en el año 2005, de las reservas marinas de la Isla de Chañaral e islas Choro y Damas. El primer Parque Marino, Francisco Coloane, se establece en el año 2003, en el marco del proyecto Conservación de la Biodiversidad de Importancia Mundial a lo largo de la costa Chilena. La conservación de áreas marinas, tales como parques y reservas, es administrada por el Servicio Nacional de Pesca.

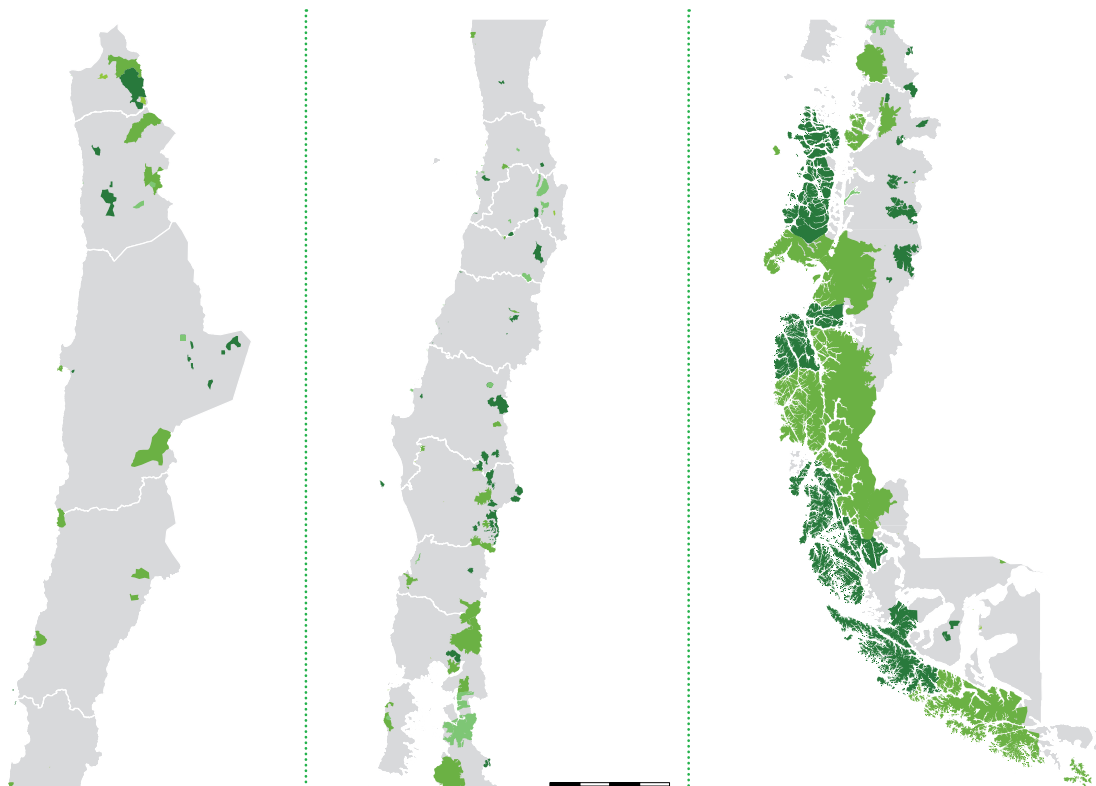
¹⁴ Considera a las áreas protegidas de categorías legalmente reconocidas. Se incluyen a los monumentos naturales, reservas nacionales, parques nacionales, santuarios de la naturaleza, bienes nacionales protegidos, sitios RAMSAR, reservas marinas y áreas marinas y costeras protegidas.

También en el ámbito marino, el Ministerio de Defensa, a través de la entonces Subsecretaría de Marina, estableció Áreas Marino Costeras Protegidas, apelando a la figura del Convenio del Pacífico Sudeste, para dar protección a concesiones de costa entregadas a estaciones científicas. Así quedaron establecidas, como áreas protegidas, las zonas en torno a la Estación Experimental Las Cruces, en la región de Valparaíso, el Fiordo Comau, en la provincia de Palena de la Región de Los Lagos, el centro científico de la fundación privada Huinay, y los tres parques submarinos establecidos en Isla de Pascua en 1999, entre otras.

Asimismo, se utiliza para proteger áreas terrestres y marinas la figura de Santuario de la Naturaleza que administra el Consejo de Monumentos Nacionales del Ministerio de Educación.

fig. 19

Áreas protegidas



- Parques nacionales
- Monumento natural
- Reservas nacionales
- Santuario de la naturaleza

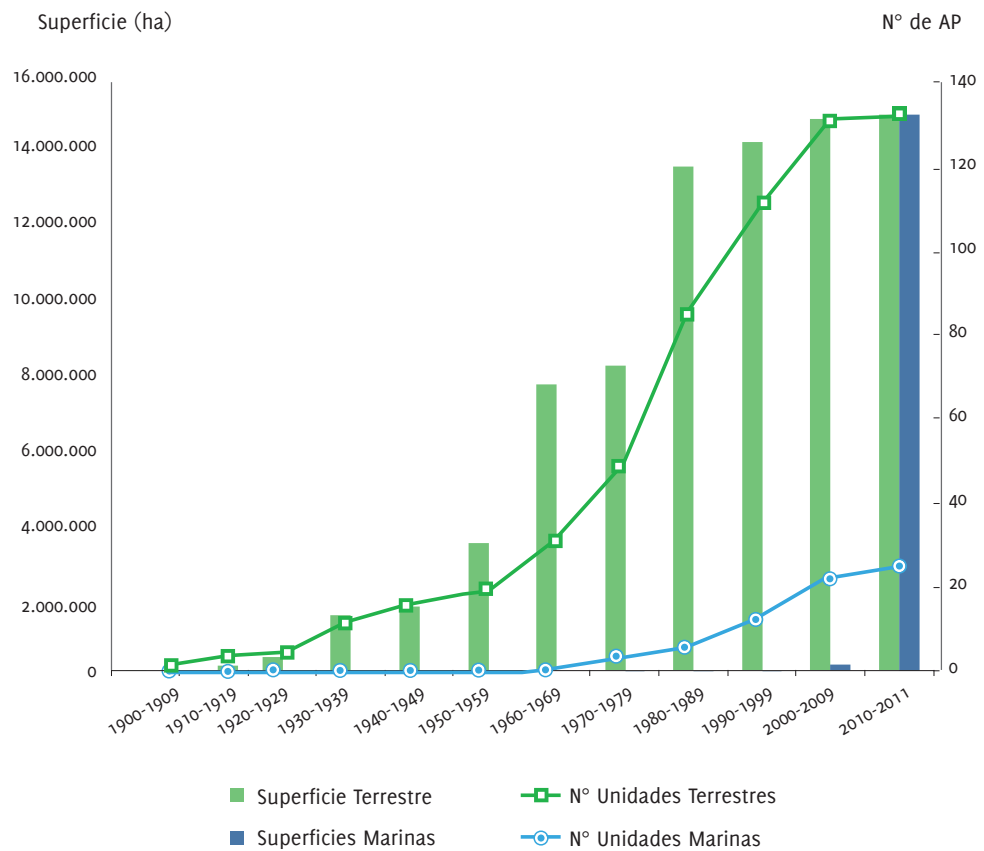
“Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al Artículo 2°, letra g del DFL 83 de 1979, del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum WCS84 y es de carácter referencial”

Desde el año 2006, las áreas protegidas se incrementaron en más de 148 mil hectáreas, tras la incorporación de los parques nacionales de Morro Moreno, 7.314 hectáreas de ecosistemas costeros en la región de Antofagasta y Salar del Huasco, 110.962 hectáreas de ecosistemas altoandinos, en la región de Tarapacá; el Monumento Natural Quebrada de Cardones, con 11.326 hectáreas de ecosistemas de precordillera andina, en la región de Arica y Parinacota, y la Reserva Nacional Altos de Pemehue, con 18.856 hectáreas de bosques caducifolios, en la región del Biobío.

fig. 20

Áreas protegidas acumuladas

Fuente: Elaboración propia.



En el mismo periodo, se incorporaron también a protección oficial, como complemento al SNASPE, cinco nuevos santuarios de la naturaleza. A su vez, el año 2010, se creó el Parque Marino Motu Motiro Hiva, en torno a las islas Sala y Gómez, con una extensión de 150 mil km², que representa un 4% del territorio marítimo del país.

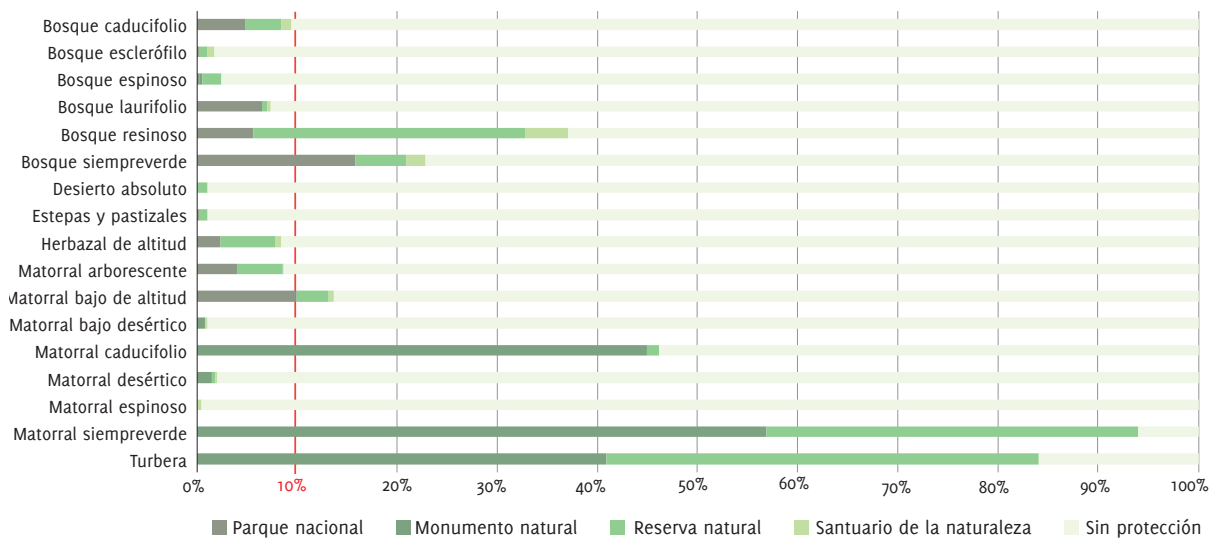
La creación de las distintas áreas protegidas en el país ha permitido la protección de ecosistemas continentales y marinos, sin embargo, existen formaciones vegetacionales que aún no forman parte de áreas de protección para evitar su deterioro. En la Figura 21 se observa el porcentaje de áreas de protección para las formaciones vegetacionales definidas por Luebert y Plis-coff. Se destaca que algunos de los ecosistemas aún no alcanzan la meta de al menos 10% de áreas protegidas, establecida en la Estrategia Nacional de Biodiversidad.

fig. 21

Representatividad ecosistemas terrestres en áreas protegidas

Fuente: Elaboración propia, según Actualización cartográfica pisos vegetacionales, 2011.

Algunos Ecosistemas no alcanzan el 10%



En el ámbito marino, existe una baja representatividad de ecosistemas en áreas protegidas. Si bien se han realizado avances en los últimos años con la creación del Parque Marino Motu Motiro Hiva, la brecha por alcanzar las metas planteadas por el Convenio de Biodiversidad Biológica (CBD) es muy significativa. En la Figura 22 se observa la representatividad en las zonas litorales definidas por Jaramillo.

En cuanto a la protección aguas continentales en áreas protegidas, es importante señalar que sólo el 2,7% del total de superficie del SNASPE presenta humedales bajo protección (MMA, 2011a). Ver Anexo 2.

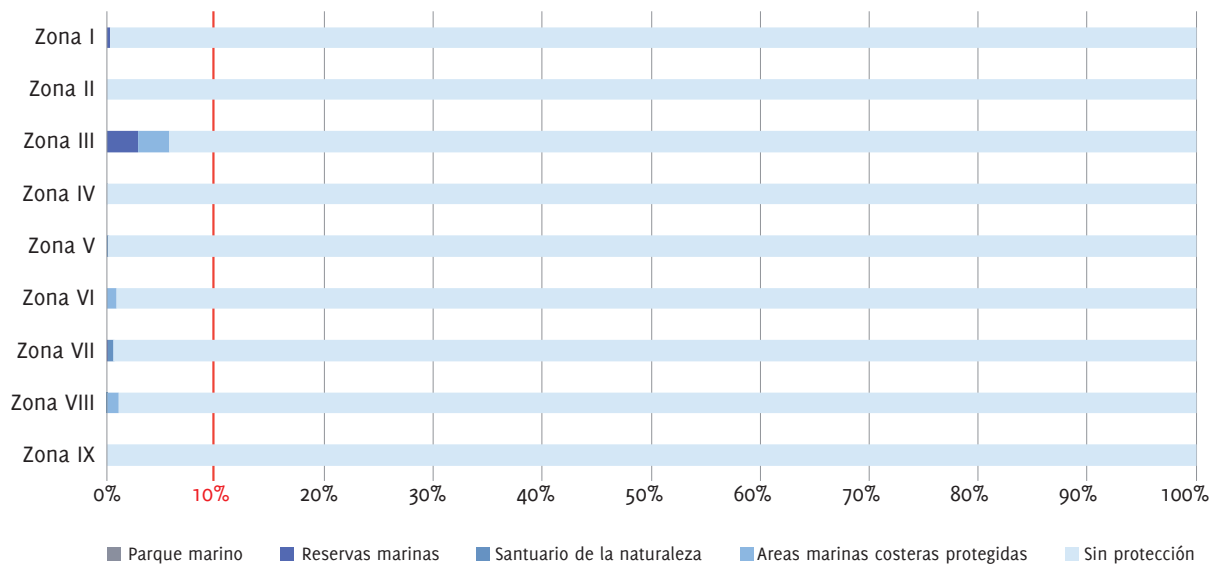
Además de las áreas protegidas mencionadas anteriormente, otras figuras utilizadas en Chile para el fomento productivo, que accesoriamente tendrían objetivos de conservación y que podrían adscribirse a este grupo, son los Espacios Costeros Marinos de Pueblos Originarios, las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) y las Áreas Preferenciales para la Pesca Recreativa.

Otra medida de gestión para la protección de la biodiversidad corresponde al establecimiento de sitios prioritarios para su conservación. Los sitios

fig. 22

Representatividad ecosistémica en áreas protegidas marinas

Fuente: Elaboración propia, según Cobertura cartográfica zonas zoogeográficas litorales, Jaramillo et al., 2004.



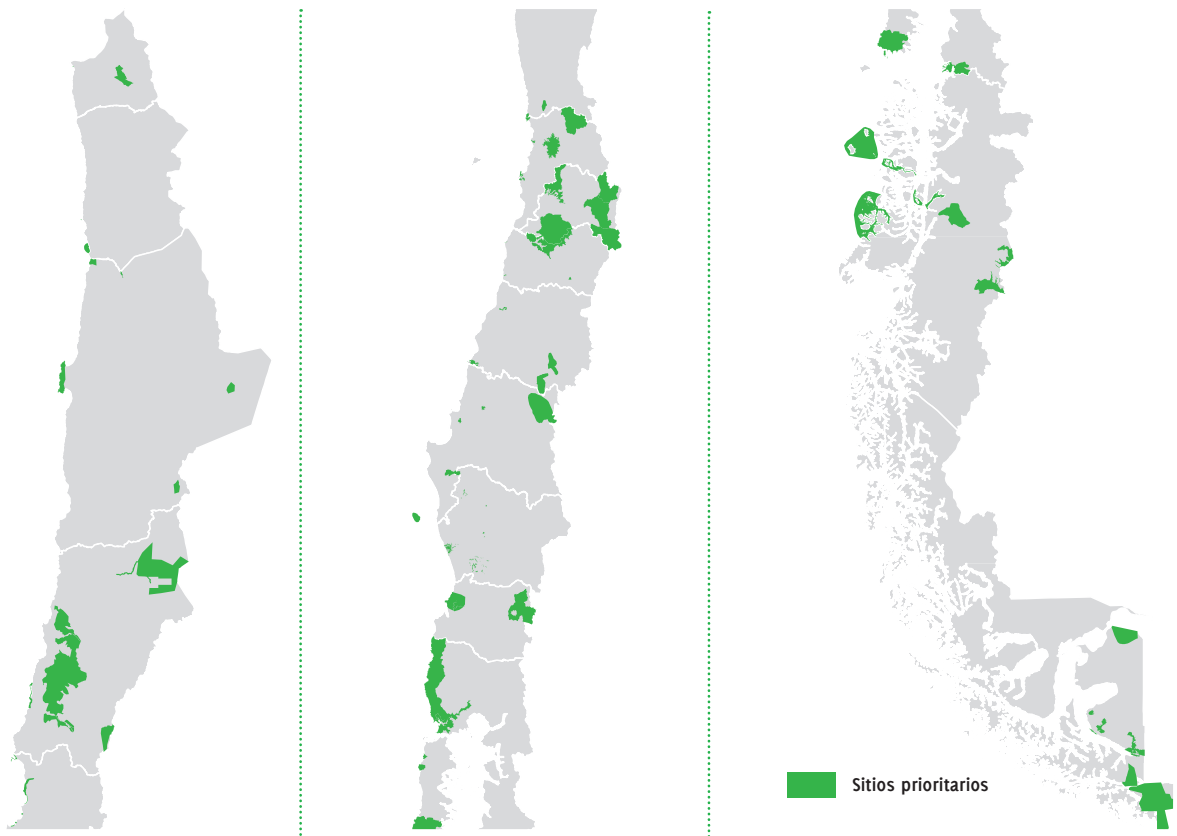
prioritarios se establecen entre los años 2002 y 2007 para priorizar objetivos de conservación, en el marco de la Estrategia Nacional de Biodiversidad, del desarrollo de su Plan de Acción y en particular de las Estrategias Regionales de Biodiversidad. Estos sitios adquieren posteriormente carácter legal cuando en el 2008, la Ley 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal los considera en sus normas de protección ambiental¹⁵. Más aún, en el marco de la modificación a la institucionalidad ambiental, se los incorpora entre los criterios que determinan la elaboración y evaluación de un estudio de impacto ambiental¹⁶.

¹⁵ Ver Artículo 17 del Título III de las Normas de Protección Ambiental de la Ley 20.282 de 2008.

¹⁶ Ver Artículo 11 del Párrafo 2 del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental de la Ley N 19.300, luego de la dictación de la Ley 20.417 de 2010.

fig. 23

Sitios prioritarios



“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”

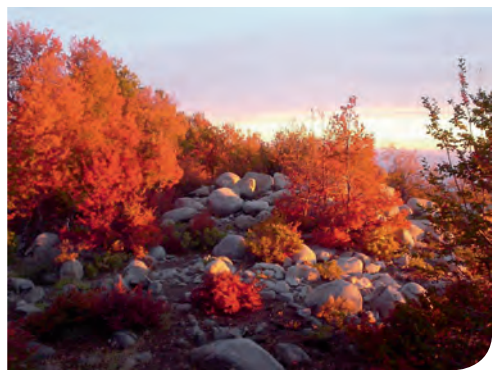
Fondo del Medio Ambiente Mundial

La participación en el Convenio sobre Diversidad Biológica ha permitido al Ministerio del Medio Ambiente ser punto focal del Fondo del Medio Ambiente Mundial (FMAM) o (GEF), por sus siglas en inglés, y movilizar más de 24 millones de dólares¹⁷ para la implementación de diversos proyectos de conservación en el país.

Estos proyectos permiten fomentar la cooperación público-privada como es el caso del proyecto GEF de *Conservación de la biodiversidad en los Altos de Cantillana* (2005-2010) o el de *Mecanismos público-privados para la conservación de la biodiversidad del Bosque Valdiviano* (2000-2004).

Otros proyectos GEF han permitido fortalecer capacidades en gestión de la biodiversidad en el aparato público. Entre los proyectos desarrollados en esta línea se destacan el *Diseño e implementación de un Sistema para la Gestión de Biodiversidad en el Ministerio de Obras Públicas* (2009-2014) y el *Fortalecimiento de los marcos nacionales para la gobernabilidad de las especies exóticas invasoras*; proyecto piloto en el archipiélago de Juan Fernández (2011-2015).

Además, el financiamiento de este fondo ha permitido trabajar en la eliminación de barreras que frenan el desarrollo de nuevos esquemas institucionales para la conservación de la biodiversidad, como es el caso de los proyectos de *Conservación de la biodiversidad de importancia mundial a lo largo de la costa chilena* (2007-2011), el proyecto para un *Sistema Regional de Áreas Protegidas para la Conservación y el Uso Sustentable del Bosque Lluvioso Templado Valdiviano* (2007-2012) o para la *Creación de un Sistema Nacional Integral de Áreas Protegidas para Chile* (2008-2013).



¹⁷ Ver http://www.thegef.org/gef/gef_country_prg/CL

Queda pendiente la implementación de instrumentos económicos para incentivar la cooperación público privada en la conservación de la biodiversidad. La evaluación de desempeño ambiental a la que sometió el país en el año 2005 (OCDE y CEPAL, 2005) recomienda desarrollar una visión estratégica de los papeles complementarios de las áreas protegidas estatales y privadas, con el fin de lograr una red coherente de áreas núcleo protegidas, zonas de amortiguamiento y corredores ecológicos. Algunos incipientes avances en esta línea corresponden a los incorporados en el proyecto de ley del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP), el cual incorpora incentivos a privados para la creación de áreas protegidas privadas.

A su vez, se debe potenciar la información al consumidor respecto a un manejo sustentable de la biodiversidad. Ejemplo de ello es la certificación para productos provenientes de bosques manejados bajo criterios de sustentabilidad. Esta certificación está dada por el Sistema Chileno de Certificación de Manejo Forestal Sustentable (CERTFOR) y por el Programa para la Homologación de Esquemas Nacionales (PEFC)¹⁸. Actualmente, el 75% de las plantaciones chilenas están certificadas (CERTFOR, disponible en http://www.certfor.org/sobre_certificacion_ec.html)

En cuanto a las medidas para disminuir presiones como los incendios forestales, actualmente se envió un proyecto de ley que aumenta las penas y multas por incendios forestales. Además, el proyecto considera crear una nueva institucionalidad para prevenir estos siniestros. Con esto se busca endurecer las bajas sanciones para quienes provocan los incendios forestales que provienen de la Ley de Bosques de 1931.

Diversidad de especies

A fin de conocer y determinar las prioridades de conservación de especies, desde el año 2005 Chile cuenta con un procedimiento normalizado que establece un Reglamento de Clasificación de Especies (RCE), el cual está mandatado por el artículo 37 de la Ley General de Bases del Medio Ambiente (Ley 19.300) y establecido a través del Decreto N° 75 de 2005 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. En el año 2010, se publicó la Ley N° 20.417, donde se modificó el artículo 37 de la Ley N° 19.300, con el fin de ampliar los grupos taxonómicos posibles de ser clasificados a “plantas, algas, hongos y animales silvestres, sobre la base de antecedentes científico-técnicos y según su estado de conservación. El RCE establece disposiciones para el procedimiento de clasificación de especies de flora y fauna silvestres.

Esta clasificación tiene implicancias en una serie de procesos y actos administrativos, particularmente dentro del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, la Ley de Caza, la Ley General de Pesca y Acuicultura y la Ley de

¹⁸ PEFC homologó a CERTFOR.L

19] *Modificación introducida por la Ley 20.417, en 2010.*

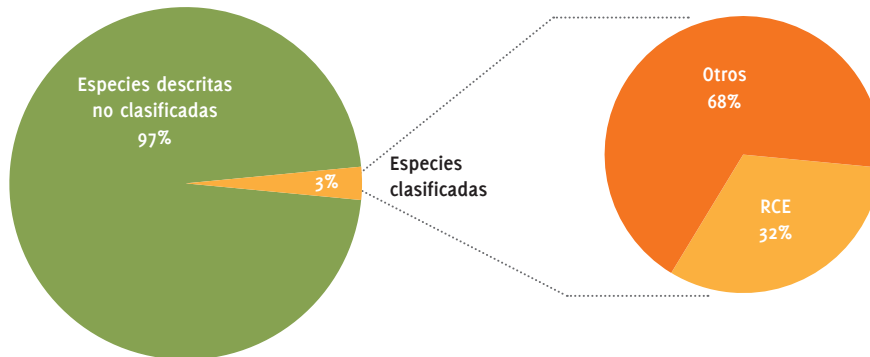
Bosque Nativo. Además, sirve de fundamento para acciones de recuperación de especies amenazadas y reparación de su hábitat.

Este reglamento¹⁹ establece un procedimiento único para la clasificación de especies. Las propuestas son realizadas por un comité de clasificación de 12 miembros, integrado por representantes académicos y de los servicios públicos competentes, basando su trabajo en los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

El procedimiento contempla mecanismos de participación ciudadana para la propuesta de especies, aporte de antecedentes y observaciones a las formas de clasificación. La oficialización de las clasificaciones requiere el pronunciamiento del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y su materialización en un decreto supremo. La modificación de la institucionalidad ambiental, del año 2010, actualiza las categorías de conservación para homologarlas a las que actualmente utiliza la UICN. Se establece asimismo que, de conformidad a dichas clasificaciones, el Ministerio del Medio Ambiente deberá aprobar planes de recuperación, conservación y gestión de especies, siendo el RCE el que definirá el procedimiento de elaboración, sistema de información pública y contenido de cada uno de ellos.

Como consecuencia del Reglamento de Clasificación de Especies, entre el 2005 y el 2009, se realizaron cuatro procesos que clasificaron en conjunto 298 especies, las cuales corresponden al 32 % de las especies tipificadas en el país. Otros cuatro procesos, concluidos entre el 2010 y el 2011, catalogaron 393 especies, pero sus resultados están en proceso de oficialización. En total, estos ocho procesos han clasificados 621 taxas. Desde el sexto proceso, se han reclasificado especies ya clasificadas en los cinco procesos anteriores, con el fin de actualizarlas a las nuevas categorías que incorpora la modificación legal a la Ley 19.300. De estas 621 especies, 301 ya estaban clasificadas por otros procesos, algunas de carácter legal como el Reglamento de la Ley de Caza, otras que respondieron a iniciativas institucionales como los Libros Rojos de CONAF, o iniciativas de carácter académico, como las clasificaciones publicadas en el Boletín N° 47 del Museo de Historia Natural. Asimismo, 435 especies clasificadas en el marco de esas iniciativas no han sido revisadas aún a través del procedimiento oficial, manteniendo vigentes las clasificaciones anteriores y constituyendo una prioridad para los siguientes procesos.

Por otra parte, en el marco de la Política de Especies Amenazadas, se creó el Comité Operativo para el Control de Especies Exóticas Invasoras (COCEI), el cual

fig.
24

Especies clasificadas en Chile

Fuente: Elaboración propia. La información incluye hasta el cuarto proceso de clasificación del RCE y otras instancias de clasificación, distintas al RCE.

tiene entre sus funciones la elaboración de un Programa Nacional Integrado para el Control de Especies Exóticas.

El COCEI está conformado por representantes de distintos servicios públicos: Ministerio del Medio Ambiente, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Corporación Nacional Forestal (CONAF), Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA), Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), Museo Nacional de Historia Natural (MNHN), Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR), Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Servicio Nacional de Aduanas, Carabineros de Chile, Policía de Investigaciones de Chile y Fuerza Aérea de Chile (FACH).

En otros ámbitos, la caza y captura de nutrias, lobos, cetáceos y pingüinos es regulada por la Ley de Pesca, mientras que la del resto de los mamíferos y aves es regulada por la Ley de Caza. La protección de especies forestales es regulada por la Ley 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal.

Es importante destacar que desde el año 2008, la Ley 20.293 establece que todo el territorio marítimo del país conforma un santuario para las 43 especies de cetáceos que surcan aguas nacionales.

Con respecto a la sobreexplotación pesquera, actualmente está en discusión un proyecto de ley que modifica la Ley de Pesca y resuelve la discusión sobre las cuotas de pesca, una vez que venza la Ley sobre Límites Máximos de Captura por Armador. Este proyecto propone un Panel de Expertos, cuyas recomendaciones serán vinculantes para la fijación de las cuotas anuales de captura de los recursos sometidos al régimen de límites máximos.

Diversidad genética

20] Naciones Unidas, 1992.
Convenio sobre la Diversidad
Biológica, artículo 9.

La diversidad genética tiene un valor ecológico, genético, económico, social, científico, cultural, recreativo y ornamental (Seguel en CONAMA 2008), de ahí la importancia de preservarla. En este sentido, la Convención sobre Diversidad Biológica señala la necesidad de mantener “instalaciones para la conservación ex situ y la investigación de plantas, animales y microorganismos, preferiblemente en el país de origen de recursos genéticos”²⁰.

En el caso de Chile este tema es de particular relevancia, dado el alto grado de endemismo de la flora nacional, así como la gran diversidad genética entre y dentro de las especies. Este patrimonio fitogenético, constituye la base para el desarrollo silvoagropecuario del país, al mismo tiempo que contribuye a preservar las características particulares de la biodiversidad nacional.

Actualmente, Chile no cuenta con un Programa Nacional de Conservación en esta materia, pero existe una serie de iniciativas, público-privadas que están trabajando por conservar especies, fundamentalmente mediante bancos de germoplasma, jardines botánicos y viveros.

De acuerdo con Salazar 2005 (citado por Seguel en CONAMA 2008), en Chile existen unas veinte instituciones que señalan conservar especies ex situ. De este modo, se registrarían 324 géneros y 633 especies conservadas. En el Anexo 10 se observan instituciones chilenas que conservan recursos fitogenéticos ex situ.

Información

La Evaluación de Desempeño Ambiental, a la que se sometió el país por la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) en el 2005 (OCDE y CEPAL), recomienda establecer una iniciativa coordinada de los organismos estatales y las instituciones académicas, para construir la base de conocimientos científicos (incluida la elaboración de un catálogo de las especies vivas) necesaria para el manejo de la naturaleza. En este aspecto y debido a que la información a escala nacional es escasa, puntual y en muchos casos está almacenada en bases de datos de académicos, centros de investigación, universidades o privados, el Ministerio del Medio Ambiente implementó un Mecanismo de Facilitación de Información sobre Biodiversidad de Chile (Clearing House Mechanism, CHM), el cual tiene como objetivo ser una instancia de cooperación y coordinación entre la comunidad científica y técnica relacionada con temas de biodiversidad, de manera tal de contar con información integrada y a nivel país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBIER, E.; ACREMAN, M. Y KNOWLER, D., 1997. *Valoración económica de los humedales. Guía para decisores y planificadores*. Oficina de la Convención de RAMSAR.

BIODIVERSITY INDICATORS PARTNERSHIP, 2011. Disponible en: <http://www.bipindicators.net/partnership>

BOVARNICK, A.; ALPIZAR, F.; SCHNELL, C.; EDITORES, 2010. *La Importancia de la biodiversidad y de los ecosistemas para el crecimiento económico y la equidad en América Latina y el Caribe: Una valoración económica de los ecosistemas*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2006. *Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica*. Chile: Centro de Ecología Aplicada Ltda.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2008. *Biodiversidad de Chile, patrimonio y desafíos. Capítulo II: Nuestra diversidad biológica*. Santiago de Chile: Ocho Libros Editores.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2009. *Especies amenazadas de Chile: protejámoslas y evitemos su extinción*.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2010. *Clasificación de Cuerpos de Agua*: UCHILE-DCA

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE, GLOBAL ENVIRONMENT FUND Y PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (CONAMA-GEF-PNUD), 2010. *Creación de un Sistema Nacional Integral de Áreas Protegidas para Chile: Estructura financiera y operacional*. Santiago: Eugenio Figueroa.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL DE CHILE, COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE Y BANCO INTERNACIONAL DE RECONSTRUCCIÓN Y FOMENTO (CONAF-CONAMA-BIRF), 1999. *Catastro y evaluación de los recursos vegetaciones*. Santiago: Conaf, Conama, BIRF.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL DE CHILE (CONAF), 2005. *Plan Nacional de Conservación del Trichahue, *Cyanoliseus patagonus bloxami**. Olson, 1995 en Chile.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL DE CHILE (CONAF), 2006. *Flamencos altoandinos *Phoenicopus andinus* (Philippi, 1854), *Phoenicopus jamesi* (Sclater, 1886) y *Phoenicopus chilensis* (Molina, 1782) en el norte de Chile: estado actual y plan de conservación*. Antofagasta, Chile: de Rodríguez, E. (ed.).

- CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF); GRUPO PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS FLAMENCOS ALTOANDINOS (GCFA), 2010. IV Censo Simultáneo Internacional de Flamencos Altoandinos.
- CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL DE CHILE (CONAF), 2011a. *Monitoreo de cambios y actualizaciones periodo 1997- 2011*, Santiago de Chile.
- CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL DE CHILE (CONAF), 2011b y 2012. *Estadísticas Incendios Forestales*. Disponible en www.conaf.cl, accesado en junio de 2011 y julio 2012.
- DI CASTRI, F. Equisse écologique du Chili. Biologie de l'Amérique australe. En: EBOUDEVILLE, C. L. Y RAPAPORT, E., eds. *Étude sur la faune du Sol*. Paris: Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, 1968, Vol. IV, p. 7-52.
- DINERSTEIN, E.; OLSON, D.; GRAHAM, D.; WEBSTER, A.; PRIMM, S.; BOOKBINDER, M.; LEDEC, G. (DINERSTEIN *Et al.*), 1995. *Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres de América Latina y el Caribe*. Washington, D.C., USA: The World Bank in cooperation with the World Wildlife Foundation.
- DINERSTEIN, E.; OLSON, D.M.; WIKRAMANAYAKE, E.D.; BURGESS, N.D.; POWELL, G.V.N.; UNDERWOOD, E.C.; D'AMICO, J.A.; ITOUA, I.; STRAND, H.E.; MORRISON, J.C.; LOUCKS, C.J.; ALLNUTT, T.F.; RICKETTS, T.H.; KURA, Y.; LAMOREUX, J.F.; WETTENGEL, W.W.; HEDAO, P. Y KASSEM, K.R. 2001. *Terrestrial Ecoregions of the World: A new map of life on earth*. Bioscience 51:933-938.
- EVALUACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DEL MILENIO, 2005. *Ecosistemas y bienestar humano: oportunidades y desafíos para los negocios y la industria*. Washington, DC: World Resources Institute.
- GAJARDO, R., 1994. *La vegetación natural de Chile: clasificación y distribución geográfica*. Santiago, Chile: Editorial Universitaria.
- GALAZ J. Y GONZALEZ G., 2003. *Plan Nacional de Conservación y Manejo de la Vicuña (Vicugna vicugna Molina, 1782) en Chile*.
- INSTITUTO FORESTAL DE CHILE (INFOR), 2011. *Anuario estadísticas INFOR*. Disponible en www.infor.cl, accesado en junio de 2011.
- LUEBERT Y PLISCOFF, 2006. *Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- MARGALEF, R., 1983. *Limnología*. Barcelona: Omega.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2011a. *Etapa I: Inventario nacional de humedales y seguimiento ambiental*. Santiago: Centro de Ecología Aplicada Ltda.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2011b. *Etapa II. Diseño del inventario nacional de humedales y seguimiento ambiental*. Santiago: Centro de Ecología Aplicada Ltda.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2011c. *Texto citado desde el sitio web del Inventario de Especies*. Disponible en: <http://especies.mma.gob.cl/>, accesado en octubre de 2011.
- NIEMEYER, H. Y CERECEDA, P., 1984. *Hidrografía*. Instituto geográfico militar (IGM).

- ORGANIZACIÓN DE COOPERACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICO Y COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (OCDE Y CEPAL), 2005. *Evaluaciones del desempeño ambiental*. Chile.
- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO (OCDE), 2010. *Paying for biodiversity: Enhancing the cost-effectiveness of payments for ecosystem services*. París: OECD.
- PARRA, O.; VALDOVINOS, C.; URRUTIA, R.; CISTERNAS, M.; HABIT, E. Y MARDONES, M., 2003. *Caracterización y tendencias tróficas de cinco lagos costeros de Chile central*. *Limnética* 22 (1-2): 51-83.
- PÉREZ, C. Y SHINOMI, Y., 2004 (ED). *Métodos y estrategias para el desarrollo sustentable del secano*. Boletín INIA N° 122.
- PISANO, E., 1966. Zonas biogeográficas. En: CORFO. *Geografía Económica de Chile*. Santiago de Chile: Corporación de Fomento de la Producción, Primer Apéndice, p. 62-73.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA), 1992. *Convenio sobre Diversidad Biológica*.
- PROYECTO FIP N° 2004-28, 2006. *Informe final 2006. Actualización y validación de la clasificación de las zonas biogeográficas litorales*. Universidad Austral de Chile: Fondo de Investigación Pesquera, Subpesca.
- QUINTANILLA, V., 1983. *Biogeografía de Chile*. Colección Geografía de Chile, Vol. III. Santiago de Chile: Instituto Geográfico Militar.
- SULLIVAN, K. Y BUSTAMANTE, G., 1999. *Setting geographical priorities for marine conservation in Latin America and the Caribbean*. Arlington, Virginia, USA: The Nature Conservancy.
- SEVICIO NACIONAL DE PESCA, 2011. *Anuarios estadísticos*. Disponible en <http://www.sernapesca.cl/>, accesado en noviembre de 2011.
- SUBSECRETARÍA DE PESCA (SUBPESCA), 2011. *Informe técnico (R. pesq.) N° 129/2011. Cuota global anual de captura de jurel para las unidades de pesquería de la XV-II, III- IV, V-IX y XIV-X regiones, año 2012*.
- THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY (TEEB), 2010. *La economía de los ecosistemas y la diversidad: incorporación de los aspectos económicos de la naturaleza. Una síntesis del enfoque, las conclusiones y las recomendaciones del estudio*. Pavan Sukhdev & Heidi Wittmer et al.
- UNIVERSIDAD DE CHILE, 2010. *Informe país: estado del medioambiente en Chile 2008*. Santiago, Chile: Universidad de Chile.
- VÁSCONEZ, J.J.; REMACHE, G.; CUESTA, F.; TERNEUS, E.; PERALVO, M.; RÍOS, B. *Caracterización de ecosistemas acuáticos a través de variables abióticas de la vertiente oriental de la Reserva Ecológica Cayambe-Coca, Ecuador*. 2007. Identificación de los mecanismos subyacentes a la invasión de *Castor canadensis* (Rodentia) en el archipiélago de Tierra del Fuego, Chile.
- WALLEM ET AL., 2007. *Identificación de los mecanismos subyacentes a la invasión de *Castor canadensis* (Rodentia) en el archipiélago de Tierra del Fuego, Chile*.

Anexos

Anexo 1 Jerarquización de las amenazas en función de los ecotipos

ECOTIPOS	AMENAZAS		
	FÍSICO	QUÍMICO	BIOLÓGICO
Intrusión salina	<ul style="list-style-type: none"> Alteración dinámica barra terminal. Extracción y modificación de caudal agua superficial de tributarios. Quema vegetación ripariana. 	<ul style="list-style-type: none"> Actividad agrícola. Descargar Riles con alta concentración nutrientes. 	<ul style="list-style-type: none"> Pastoreo. Depredadores domésticos.
Evaporación	<ul style="list-style-type: none"> Extracción agua subterránea y superficial. Quema vegetación ripariana. 	<ul style="list-style-type: none"> Descargar Riles con alta concentración de sales. 	<ul style="list-style-type: none"> Pastoreo.
Infiltración (A)	<ul style="list-style-type: none"> Extracción agua superficial. Drenaje. Sedimentación. Deforestación. 	<ul style="list-style-type: none"> Descargar Riles con alta concentración nutrientes. 	<ul style="list-style-type: none"> Monocultivos. Pastoreo.
Infiltración saturado (B)	<ul style="list-style-type: none"> Modificación tiempo residencia del agua. Sedimentación. Deforestación. 	<ul style="list-style-type: none"> Descargar Riles con alta concentración nutrientes. Descargar Riles con alta concentración sales. 	<ul style="list-style-type: none"> Extracción biomasa. Depredadores domésticos.
Escorrentía	<ul style="list-style-type: none"> Extracción agua superficial. Deforestación 	<ul style="list-style-type: none"> Descargar Riles con alta concentración nutrientes. 	<ul style="list-style-type: none"> Deforestación vegetación ripariana.
Afloramientos subterráneos	<ul style="list-style-type: none"> Extracción agua subterránea y superficial. Quema vegetación ripariana. 	<ul style="list-style-type: none"> Descargar Riles con alta concentración sales. Descargar Riles con alta concentración sales. Actividad agrícola. 	<ul style="list-style-type: none"> Pastoreo. Introducción especies exóticas. Depredadores domésticos.
Ácidos orgánicos	<ul style="list-style-type: none"> Deforestación. 	<ul style="list-style-type: none"> Descargar Riles con alta concentración nutrientes. 	
Isoterma 0° C	<ul style="list-style-type: none"> Modificación tiempo residencia del agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Descargar Riles con alta concentración nutrientes. 	<ul style="list-style-type: none"> Introducción especies exóticas. Pastoreo.

Anexo 2 Especies clasificadas por algún proceso de clasificación

GRUPO	EXTINTA	EN PELIGRO - RARA	EN PELIGRO	VULNERABLE - RARA	VULNERABLE	RARA	DISTINCIÓN REGIONAL	INSUFICIENTEMENTE CONOCIDA - RARA	INSUFICIENTEMENTE CONOCIDA	FUERA DE PELIGRO	NO CLASIFICADAS	ESPECIES CLASIFICADAS
Plantas vasculares	5	83	59	5	91	109	38	5	16	26	5063	437
Moluscos	0	0	6	0	0	0	0	0	37	0	1144	43
Crustáceos	0	0	1	0	3	0	4	0	10	0	18	18
Peces	0	5	15	1	9	0	9	1	3	3	1180	46
Anfibios	0	12	2	1	5	3	5	5	6	4	13	43
Reptiles	0	0	8	0	14	50	6	0	15	7	11	100
Aves	1	4	15	0	20	11	11	0	17	0	381	79
Mamíferos	0	1	19	0	12	13	10	1	42	5	47	103

Anexo 3 Figuras de protección

AÑO	Nº UNIDADES TERRESTRES	SUPERFICIE TERRESTRE (HA)	Nº UNIDADES MARINAS	SUPERFICIE MARINA (HA)	TOTAL UNIDADES	TOTAL SUPERFICIE
1900-1909	1	16.532			1	16.532
1910-1919	2	94.237			2	94.237
1920-1929	1	250.415			1	250.415
1930-1939	7	1.141.023			7	1.141.023
1940-1949	4	237.358			4	237.358
1950-1959	3	1.721.535			3	1.721.535
1960-1969	12	4.297.333			12	4.297.333
1970-1979	17	502.688	4	250	21	502.937
1980-1989	38	5.407.946	1	2	39	5.407.948
1990-1999	26	691.260	7	17.205	33	708.465
2000-2009	19	630.576	12	82.772	31	713.348
2010	2	118.276	1	15.000.000	3	15.118.276
Total	132	15.109.179	25	15.100.229	157	30.209.408

Anexo 4 Superficie de humedales en SNASPE

REGIÓN	SUPERFICIE HUMEDALES EN SNASPE (HA)	SUPERFICIE HUMEDALES EN SNASPE EN TOTAL SUPERFICIE SNASPE (%)
Arica y Parinacota	10.070	2,8
Tarapacá	12.090	3,2
Antofagasta	25.380	7,0
Atacama	6.900	4,9
Coquimbo	180	1,3
Valparaíso	1.890	8,6
Metropolitana de Santiago	440	2,0
Libertador General Bernardo O'higgins	70	1,8
Maule	120	0,7
Biobío	300	0,2
La Araucanía	1.520	0,5
Los Ríos	3.280	3,3
Los Lagos	36.390	4,5
Aysén	95.960	2,0
Magallanes y Antártica Chilena (*)	186.170	2,8
Total	381.400	2,7

Anexo 5 Representatividad ecosistémica área protegida categoría UICN ²¹

FORMACIÓN VEGETAL	PARQUE NACIONAL (%)	% MONUMENTO NATURAL	% RESERVA NACIONAL	% SANTUARIO DE LA NATURALEZA	%TOTAL REPRESENTATIVIDAD AP
	II	III	IV	IV	
Bosque caducifolio	4,9	0	3,5	1,1	9
Bosque esclerófilo	0,2	0	0,8	0,7	2
Bosque espinoso	0,3	0,2	1,9	0	2
Bosque laurifolio	6,5		0,5	0,4	7
Bosque resinoso	5,6		27,2	4,3	37
Bosque siempreverde	15,8	0	5,1	1,9	23
Desierto absoluto	0	0	1	0	1
Estepas y pastizales	0,2	0	0,8		1
Herbazal de altitud	2,3	0	5,5	0,6	8
Matorral arborescente	4	0	4,5	0,1	9
Matorral bajo de altitud	9,8	0,1	3,2	0,5	14
Matorral bajo desértico	0,1	0,8	0	0,2	1
Matorral caducifolio	0	45	1,2	0	46
Matorral desértico	0	1,5	0,3	0,2	2
Matorral espinoso			0	0,4	0,4
Matorral siempreverde		56,9	37,2		94
Turbera		40,9	43,2		84

21] Principales objetos de conservación: Categorías UICN, I (Proteger biodiversidad no perturbada, permitiendo visitas muy controladamente), II (Para oportunidades espirituales, científicas, educativas, recreativas y de visita que sean ambiental y culturalmente compatibles), III (Proteger rasgos específicos, naturales, sobresalientes, la biodiversidad y los hábitats asociados a ellos), IV (Mantener, conservar y restaurar especies y hábitats), V (Proteger y mantener paisajes terrestres/marinos importantes y la observación de la naturaleza y valores culturales asociados), VI (Proteger los ecosistemas naturales y usar los recursos naturales de forma sostenible.)

Anexo 6 Representatividad ecosistémica en áreas protegidas marinas

ZONA ZOOGEOGRÁFICA LITORAL	REPRESENTATIVIDAD ECOSISTÉMICA ÁREA PROTEGIDA/CATEGORÍA UICN6				% TOTAL REPRESENTATIVIDAD AP
	% ÁREAS MARINAS COSTERAS PROTEGIDAS VI	% PARQUE MARINO IA	% RESERVAS MARINAS IV	% SANTUARIO DE LA NATURALEZA IV	
ZONA I			0,3		0,3
ZONA II					
ZONA III	2,8		2,9		5,6
ZONA IV				0,02	0,02
ZONA V	0,01			0,1	0,2
ZONA VI	0,9				0,9
ZONA VII	0,01		0,1	0,5	0,6
ZONA VIII	1,1	0,02			1,1
ZONA IX					

Anexo 7 Pisos vegetacionales por región, Luebert y Pliscoff

REGIÓN	FORMACIÓN VEGETAL	SUPERFICIE (HA)	% SUPERFICIE POTENCIAL DEL PAÍS
Región de Arica y Parinacota	Bosque espinoso	190.853,92	0,27
	Desierto absoluto	381.192,48	0,54
	Matorral bajo de altitud	932.365,22	1,33
	Matorral bajo desértico	101.244,32	0,14
	Matorral desértico	54.012,08	0,08
Región de Tarapacá	Bosque espinoso	176.769,60	0,25
	Desierto absoluto	1.816.093,93	2,60
	Matorral bajo de altitud	1.323.445,67	1,89
	Matorral bajo desértico	440.907,94	0,63
	Matorral desértico	420.217,97	0,60
Región de Antofagasta	Desierto absoluto	3.587.921,65	5,13
	Herbazal de altitud	12.204,52	0,02
	Matorral bajo de altitud	2.770.021,92	3,96
	Matorral bajo desértico	4.497.145,11	6,43
	Matorral desértico	1.535.675,13	2,19
Región de Atacama	Herbazal de altitud	317.042,89	0,45
	Matorral bajo de altitud	2.479.689,70	3,54
	Matorral bajo desértico	1.373.731,09	1,96
	Matorral desértico	3.251.083,47	4,65
Región de Coquimbo	Bosque esclerófilo	228.194,29	0,33
	Herbazal de altitud	143.340,31	0,20
	Matorral arborescente	402.348,04	0,58
	Matorral bajo de altitud	1.169.895,14	1,67
	Matorral bajo desértico	131.077,87	0,19
	Matorral desértico	1.872.710,66	2,68
	Matorral espinoso	92.782,20	0,13

Continúa en página siguiente

REGIÓN	FORMACIÓN VEGETAL	SUPERFICIE (HA)	% SUPERFICIE POTENCIAL DEL PAÍS
Región de Valparaíso	Bosque caducifolio	18.529,42	0,03
	Bosque esclerófilo	626.748,09	0,90
	Bosque espinoso	184.335,52	0,26
	Herbazal de altitud	92.159,19	0,13
	Matorral arborescente	272.291,87	0,39
	Matorral bajo de altitud	216.869,80	0,31
	Matorral espinoso	156.176,68	0,22
Región Metropolitana	Bosque caducifolio	56.094,25	0,08
	Bosque esclerófilo	584.557,50	0,84
	Bosque espinoso	335.062,42	0,48
	Herbazal de altitud	170.538,09	0,24
	Matorral arborescente	54.265,33	0,08
	Matorral bajo de altitud	252.317,49	0,36
	Matorral espinoso	2.865,31	0,00
Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Bosque caducifolio	63.165,13	0,09
	Bosque esclerófilo	828.559,71	1,18
	Bosque espinoso	330.991,23	0,47
	Herbazal de altitud	165.906,89	0,24
	Matorral bajo de altitud	231.603,94	0,33
Región del Maule	Bosque caducifolio	789.890,54	1,13
	Bosque esclerófilo	721.619,54	1,03
	Bosque espinoso	800.683,19	1,14
	Herbazal de altitud	120.007,87	0,17
	Matorral bajo de altitud	586.518,56	0,84

Continúa en página siguiente

REGIÓN	FORMACIÓN VEGETAL	SUPERFICIE (HA)	% SUPERFICIE POTENCIAL DEL PAÍS
Región del Biobío	Bosque caducifolio	2.464.258,59	3,52
	Bosque esclerófilo	856.186,75	1,22
	Bosque espinoso	77.322,33	0,11
	Bosque laurifolio	120.686,27	0,17
	Bosque resinoso	104.906,25	0,15
	Bosque siempreverde	16.945,69	0,02
	Matorral bajo de altitud	51.237,58	0,07
Región de la Araucanía	Bosque caducifolio	2.729.812,78	3,90
	Bosque laurifolio	25.403,81	0,04
	Bosque resinoso	349.259,06	0,50
	Bosque siempreverde	27.501,20	0,04
	Matorral bajo de altitud	9.098,29	0,01
Región de Los Ríos	Bosque caducifolio	1.054.137,42	1,51
	Bosque laurifolio	564.422,88	0,81
	Bosque resinoso	16.990,82	0,02
	Bosque siempreverde	104.438,75	0,15
	Matorral bajo de altitud	872,22	0,00
Región de Los Lagos	Bosque caducifolio	1.303.448,35	1,86
	Bosque laurifolio	673.101,58	0,96
	Bosque resinoso	680.989,88	0,97
	Bosque siempreverde	1.967.104,98	2,81
	Herbazal de altitud	14.631,53	0,02
	Matorral bajo de altitud	1.093,15	0,00
	Matorral caducifolio	3.725,03	0,01

Continúa en página siguiente

REGIÓN	FORMACIÓN VEGETAL	SUPERFICIE (HA)	% SUPERFICIE POTENCIAL DEL PAÍS
Región de Aysén del General Carlos Ibañez	Bosque caducifolio	1.841.835,11	2,63
	Bosque resinoso	791.860,65	1,13
	Bosque siempreverde	2.133.539,59	3,05
	Estepas y pastizales	460.572,48	0,66
	Herbazal de altitud	361.116,44	0,52
	Matorral arborescente	366.015,89	0,52
	Matorral caducifolio	388.296,59	0,55
	Matorral siempreverde	324.054,14	0,46
	Turbera	1.928.081,31	2,76
Región de Magallanes y la Antártica Chilena	Bosque caducifolio	886.415,79	1,27
	Bosque siempreverde	1.339.028,98	1,91
	Estepas y pastizales	2.032.617,16	2,90
	Herbazal de altitud	158.402,94	0,23
	Matorral arborescente	768.026,38	1,10
	Matorral bajo de altitud	982.784,98	1,40
	Matorral caducifolio	227.274,80	0,32
	Turbera	4.401.674,97	6,29

Fuente: Elaboración propia basada en base de datos, MMA, 2011.

Anexo 8 Figuras de protección

FIGURA DE PROTECCIÓN	DESCRIPCIÓN	FUENTE LEGAL
Reserva nacional	Área generalmente reducida, caracterizada por la presencia de especies nativas de flora y fauna o por la existencia de sitios geológicos relevantes desde el punto de vista escénico, cultural, educativo o científico. El objetivo de esta categoría de manejo es la preservación de muestras de ambientes naturales y de rasgos culturales y escénicos asociados a ellos, y, en la medida compatible con esto, la realización de actividades de educación, investigación o recreación.	Ley 19.300, artículo 10. DS N° 531/67 Ministerio de Relaciones Exteriores .
Parque nacional	Área generalmente extensa, donde existen diversos ambientes únicos o representativos de la diversidad ecológica natural del país, no alterados significativamente por la acción humana, capaces de autoperpetuarse, y en que las especies de flora y fauna o las formaciones geológicas son de especial interés educativo, científico o recreativo. Los objetivos de esta categoría de manejo son la preservación de muestras de ambientes naturales, de rasgos culturales y escénicos asociados a ellos; la continuidad de los procesos evolutivos, y, en la medida que sea compatible con lo anterior, la realización de actividades de educación, investigación o recreación.	Ley 19.300, artículo 10. DS N° 531/67 Ministerio de Relaciones Exteriores. DS 4363/31 Ministerio de Tierras y Colonización. DL N° 1939/77 (artículo 21).
Reserva de regiones vírgenes	Área donde existen condiciones primitivas naturales de flora, fauna, vivienda y comunicaciones, con ausencia de caminos para el tráfico de vehículos motorizados, y vedada a toda explotación comercial. El objetivo de esta categoría de manejo es mantener dichas reservas inviolables en cuanto sea factible, excepto para la investigación científica debidamente autorizada y para la inspección por parte de la Corporación, o para otros fines que estén de acuerdo con los propósitos para los cuales la reserva ha sido creada. No obstante que este tipo de área protegida se encuentra plenamente vigente, en Chile no existe ninguna unidad establecida a través de esta figura de protección.	Ley 19.300, artículo 10 DS N° 531/67 Ministerio de Relaciones Exteriores (Convención de Washington).

Continúa en página siguiente

FIGURA DE PROTECCIÓN	DESCRIPCIÓN	FUENTE LEGAL
Monumento natural	Área cuyos recursos naturales es necesario conservar y utilizar con especial cuidado, por la susceptibilidad de éstos a sufrir degradación o por su importancia relevante en el resguardo del bienestar de la comunidad. Son objetivos de esta categoría de manejo la conservación y protección del recurso suelo y de las especies amenazadas de fauna y flora silvestres, la mantención o mejoramiento de la producción hídrica, y el desarrollo y aplicación de tecnologías de aprovechamiento racional de la flora y la fauna.	Ley 19.300, artículo 10. DS 531/1967 Ministerio de Relaciones Exteriores.
Santuario de la naturaleza	Áreas terrestres o marinas que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado. Este tipo de área protegida es establecida actualmente por el Ministerio del Medio Ambiente. El Consejo de Monumentos Naturales, de acuerdo a la Ley 17.288/70 modificada por la Ley 20.417, confecciona un informe sobre la propuesta de un nuevo santuario, luego lo envía al Ministerio del Medio Ambiente, quien lo remite a pronunciamiento por parte del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad. El Ministerio del Medio Ambiente mantiene la custodia general de estas áreas (públicas o privadas).	Ley 19.300, artículo 10. Ley N° 17.288/1970 de Monumentos Nacionales (artículo 31).
Parques marinos	Los parques marinos son áreas marinas específicas y delimitadas destinadas a preservar unidades ecológicas de interés para la ciencia y cautelar áreas que aseguren la mantención y diversidad de especies hidrobiológicas, como también aquellas asociadas a su hábitat. En ellos no podrá efectuarse ningún tipo de actividad, salvo aquellas que se autoricen con propósitos de observación, investigación o estudio. Actualmente, estas áreas están bajo la tuición del Servicio Nacional de Pesca y sólo pueden efectuarse en ellas actividades extractivas por periodos transitorios previa resolución fundada de la Subsecretaría de Pesca.	Ley 19.300. artículo 10. DS 430/1991 Ministerio de Economía y Fomento (artículo 3° letra d).

Continúa en página siguiente

FIGURA DE PROTECCIÓN	DESCRIPCIÓN	FUENTE LEGAL
Reservas marinas	Las reservas marinas corresponden a áreas de resguardo de los recursos hidrobiológicos con el objeto de proteger zonas de reproducción, caladeros de pesca y áreas de repoblamiento por manejo. Actualmente, estas áreas están bajo la tuición del Servicio Nacional de Pesca y sólo pueden efectuarse en ellas actividades extractivas por periodos transitorios previa resolución fundada de la Subsecretaría de Pesca.	Ley 19.300, artículo 10. DS 430/1991 Ministerio de Economía y Fomento (artículo 2° N° 43).
Áreas Marino y Costero Protegidas (AMCP-MU)	Son el espacio que incluye porciones de agua y fondo marino, rocas, playas y terrenos de playa fiscales (flora y fauna), recursos históricos y culturales que la ley u otros medios eficientes colocan en reserva para proteger todo o parte del medio así delimitado. Por ende, las AMCP-MU nacen como la herramienta de gestión para la protección, administración, mantención y restauración de los recursos naturales y culturales de las aguas marinas y costeras. Comunidades que las habitan para el desarrollo sostenible del turismo, la pesca y la recreación.	DS 827/1995 Ministerio de Relaciones Exteriores. DFL 340/1960 Ministerio de Defensa. DFL 2.222/1978 Ministerio de Defensa. DS 475/1994 Ministerio de Defensa.

Anexo 9 Instituciones chilenas que conservan recursos fitogenéticos ex situ

INSTITUCIÓN	Nº GÉNEROS	Nº ESPECIES	Nº ENTRADAS ²²	ESPECIES CONSERVADAS EX SITU
Universidad Arturo Prat	11	13	79	Cereales, forrajeras, frutales y vides, especies silvestres.
Universidad de Antofagasta	36	38	si	Forrajeras, frutales y vides, frutales menores ornamentales, especies silvestres.
Universidad Adventista de Chile	1	1	26	Ornamentales
Universidad de Tarapacá	4	5	28	Cereales, frutales y vides, frutales menores, oleaginosas.
Universidad de Talca	6	13	4.044	Especies silvestres
Universidad Católica del Maule	1	1	20	Especies silvestres
Instituto Forestal	2	5	550	Forestales
Universidad de Magallanes	21	26	43	Forestales, ornamentales, especies silvestres.
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	3	10	282	Especies silvestres
Pontificia Universidad Católica de Chile	7	7	1.277	Ornamentales y especies silvestres.
Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)	185	312	41.105	Cereales, forrajeras, frutales y vides. Frutales menores, hortalizas, leguminosas, medicinales, oleaginosas, especies silvestres
Universidad de Concepción	32	33	147	Frutales y vides, frutales menores, medicinales, oleaginosas.

Continúa en página siguiente

INSTITUCIÓN	Nº GÉNEROS	Nº ESPECIES	Nº ENTRADAS ²²	ESPECIES CONSERVADAS EX SITU
Fundación Chile	2	3	198	Aromáticas
Forestal Mininco	35		13	Especies forestales
Universidad Austral de Chile	48	75	4.834	Forestales, frutales y vides, frutales menores, hortalizas, medicinales, tubérculos y raíces, especies silvestres.
Universidad de Chile	40	99	566	Aromáticas, forestales, forrajeras, frutales y vides. Frutales menores, leguminosas, medicinales, especies silvestres
Universidad de La Serena	1	11	si	Especies silvestres
Corporación Nacional Forestal	36	57	183	Forestales, ornamentales.
Semillas Baer	1	1	85	Pseudocereales
Forestal El Álamo Ltda.	1	si	180	Forestales

Fuente: Salazar, 2005. Unidad de Recursos Genéticos, INIA, La Platina (com. pers.)

22] Se denomina así a la muestra viva de una planta, cepa o población mantenida en un banco de germoplasma para su conservación y/o uso. Una especie puede estar representada por varias entradas que se diferencian por el tipo de población al que pertenecer (i.e. variedad primitiva, variedad tradicional, variedad mejorada, líneas avanzadas de mejoramiento, plantas silvestres) y/o por su origen (lugar de recolección o creación). Glosario de términos INIA.





Capítulo 8

Recursos Hídricos

1] Antecedentes del Recurso Hídrico	321
2] Estado del Recurso Hídrico	322
3] Presiones al Recurso Hídrico	332
4] Respuesta a las Presiones al Recurso Hídrico	348

Recursos Hídricos

REGULACIÓN Y GESTIÓN SUSTENTABLE

Servicios que entrega el Recurso Hídrico

REGULACIÓN

- ◆ Depuración y regulación de contaminantes
- ◆ Regulación Climática
- ◆ Retención de sedimentos
- ◆ Control de Crecidas y/o inundaciones
- ◆ Control de caudales
- ◆ Regulación de erosión y control de escorrentía superficial
- ◆ Captura CO2

SOPORTE

- ◆ Ciclo de Nutrientes
- ◆ Ciclo Hidrológico (completo)
- ◆ Producción Primaria
- ◆ Formación de suelo
- ◆ Corredor biológico significativo
- ◆ Biodiversidad
- ◆ Refugio/ hábitat

PROVISIÓN

- ◆ Agua Potable Rural y Urbana
- ◆ Agua para proceso de perforaciones
- ◆ Peces, recursos bentónicos, otros
- ◆ Agua para generación de Energía
- ◆ Agua como medio de transporte y conectividad.
- ◆ Alimentos asociados a la vegetación hidrófila
- ◆ Reservas de agua dulce (Lagos, glaciares, acuíferos)

CULTURALES

- ◆ Balnearios
- ◆ Turismo
- ◆ Pesca Recreativa
- ◆ Actividades Náuticas
- ◆ Ciencia e investigación
- ◆ Caletas de pescadores
- ◆ Patrimonio Cultural



Introducción

Resumen / Abstract

El crecimiento económico de las últimas décadas, ha generado un aumento en la demanda de los recursos hídricos. Pese a que el país registra importantes avances respecto a resguardar la salud de las personas y la conservación del medio ambiente, aún sigue pendiente el desarrollo de una visión más integral para la gestión de los recursos hídricos, en términos de disponibilidad, calidad, conservación y servicios ecosistémicos asociados.

Antecedentes del Recurso Hídrico 1

No cabe duda que el agua es un recurso natural renovable fundamental para el desarrollo de la humanidad. La superficie terrestre está compuesta en un 70% de agua, correspondiendo solamente un 3% a agua dulce. Además, parte importante de ese porcentaje se encuentra en casquetes de hielo y glaciares, por lo que únicamente el 1% del agua dulce superficial es aprovechable. Por otro lado, el agua no está disponible uniformemente en todas las regiones del mundo y, en muchos casos, depende de las variaciones de precipitación estacional y anual. (Anaya *et al.* 2007).

A medida que crece la población, se incrementa también la demanda de agua dulce para la producción de alimentos, usos industriales y, principalmente, para usos domésticos. La disponibilidad de agua dulce impone límites al número de personas que puede habitar una zona e influye en la calidad de vida. Si los requerimientos de agua dulce son superiores a los suministros disponibles, en algún momento la sobre explotación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos podría provocar la escasez crónica de agua. (Anaya *et al.* 2007)

A lo anterior se suma que la disponibilidad de agua dulce, para consumo humano y uso doméstico, se ve reducida debido a la existencia de contaminantes. En efecto, unas dos millones de toneladas de descargas de efluentes son arrojadas diariamente en aguas receptoras, incluyendo residuos industriales y químicos, vertidos humanos y desechos agrícolas (fertilizantes, pesticidas y residuos de pesticidas) (Unesco, 2003).

Por su parte, la disminución de agua dulce y el empeoramiento de su calidad, son determinantes en la capacidad de abastecimiento y la integridad ecológica de los ecosistemas de ribera.

Estado del 2 Recurso Hídrico

En esta sección se detalla la situación del recurso hídrico en Chile a través de la disponibilidad y calidad de agua.

Disponibilidad hídrica

► Balance hídrico

1] El balance hídrico o hidrológico corresponde a la ecuación entre las recargas o aguas que se aportan o entran a un sistema, y las descargas o extracciones naturales y artificiales. Niemeyer et al. 1984

2] El estudio realizado en 1987 considera la antigua regionalización de Chile, con sólo trece regiones.

En relación a la disponibilidad de agua en el país, el Balance Hídrico¹- estimado por la Dirección General de Aguas (DGA) en 1987 -, permite conocer el comportamiento del flujo hidrológico a nivel nacional (Cuadro 1)², destacando que la zona que recibe el mayor aporte de precipitaciones es la región de Aysén, superando en más de 70 veces a la región de Antofagasta, la cual presenta la menor cantidad de aguas lluvias. En el balance hidrológico, también se destaca la relación existente entre la evapotranspiración y precipitación; en este aspecto, la zona norte del país (desde la región de Coquimbo al norte) presenta una relación mayor al 90%, mientras que en la zona austral (desde la región de Los Lagos al sur) esta relación no supera el 20%. Lo anterior destaca la alta variabilidad de factores que inciden en la disponibilidad de agua en el país (U. de Chile 2010).

Cuadro 1 Balance hídrico 1987

REGIÓN	PRECIPITACIÓN		ESCORRENTÍA		EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL				EVAPORACIÓN DESDE LAGOS Y SALARES		
					Superficie natural		Superficie regada ⁽¹⁾				
	m³/s	mm	m³/s	mm	m³/s	mm	m³/s	mm	m³/s	mm	
Tarapacá	157	93,6	11,9	7,09	136	81,1	3,64	2,17	4,73	2,82	(2)
Antofagasta	182	44,5	0,93	0,23	156	38,2	1,62	0,40	21,8	5,34	(3)
Atacama	205	82,4	1,88	0,76	194	78,0	3,31	1,33	5,17	2,08	(4)
Coquimbo	281	222	22,2	17,5	237	187	21,6	17,1	1,67	1,32	(5)
Valparaíso	211	434	40,7	83,7	149	306	20,1	41,3			(6)
Metropolitana	335	650	103	200	186	361	30,5	59,2	1,01	1,96	(7)
O'Higgins	508	898	205	32	281	497	15,4	27,2	3,04	5,37	(8)
Maule	1.347	1.377	767	784	536	548	38,4	39,2			(9)
BioBío	2.467	1.766	1.638	1.173	811	581	26,9	19,3			
Araucanía	1.451	2.058	1.041	1.476	406	576			6,00	8,51	
Los Lagos	6.319	2.970	5.155	2.423	1.124	528			44,9	21,1	
Aysén	11.763	3.263	10.134	2.818	1.537	427			64,6	18,0	
Magallanes	11.748	2.713	10.124	2.338	1.604	370			24,7	5,71	
Total Chile	36.947	1.522	29.244	1.204	7.357	303			178	7,33	

- (1) Considera solamente el aumento de evaporación que experimenta una superficie natural cuando se incorpora riego.
- (2) No se incluyen consumos netos de uso doméstico, industriales y/o mineros estimados en 0,65 m³/s.
- (3) No se incluyen consumos netos de uso doméstico, industriales y/o mineros estimados en 2,07 m³/s.
- (4) No se incluyen consumos netos de uso doméstico, industriales y/o mineros estimados en 0,50 m³/s.
- (5) No se incluyen consumos netos de uso doméstico, industriales y/o mineros estimados en 1,14 m³/s.
- (6) No se incluyen consumos netos de uso doméstico, industriales y/o mineros estimados en 0,60 m³/s, ni trasvases netos a otras cuencas de 0,8 m³/s.
- (7) No se incluyen consumos netos de uso doméstico, industriales y/o mineros estimados en 3,00 m³/s, ni aportes netos desde otras cuencas de 4,7 m³/s.
- (8) No se incluyen aportes netos a otras cuencas de 1,3 m³/s.
- (9) No se incluyen aportes netos a otras cuencas de 4,7 m³/s.

Fuente: Balance hídrico de Chile, 1987. Dirección General de Aguas. En: Universidad de Chile, 2010.

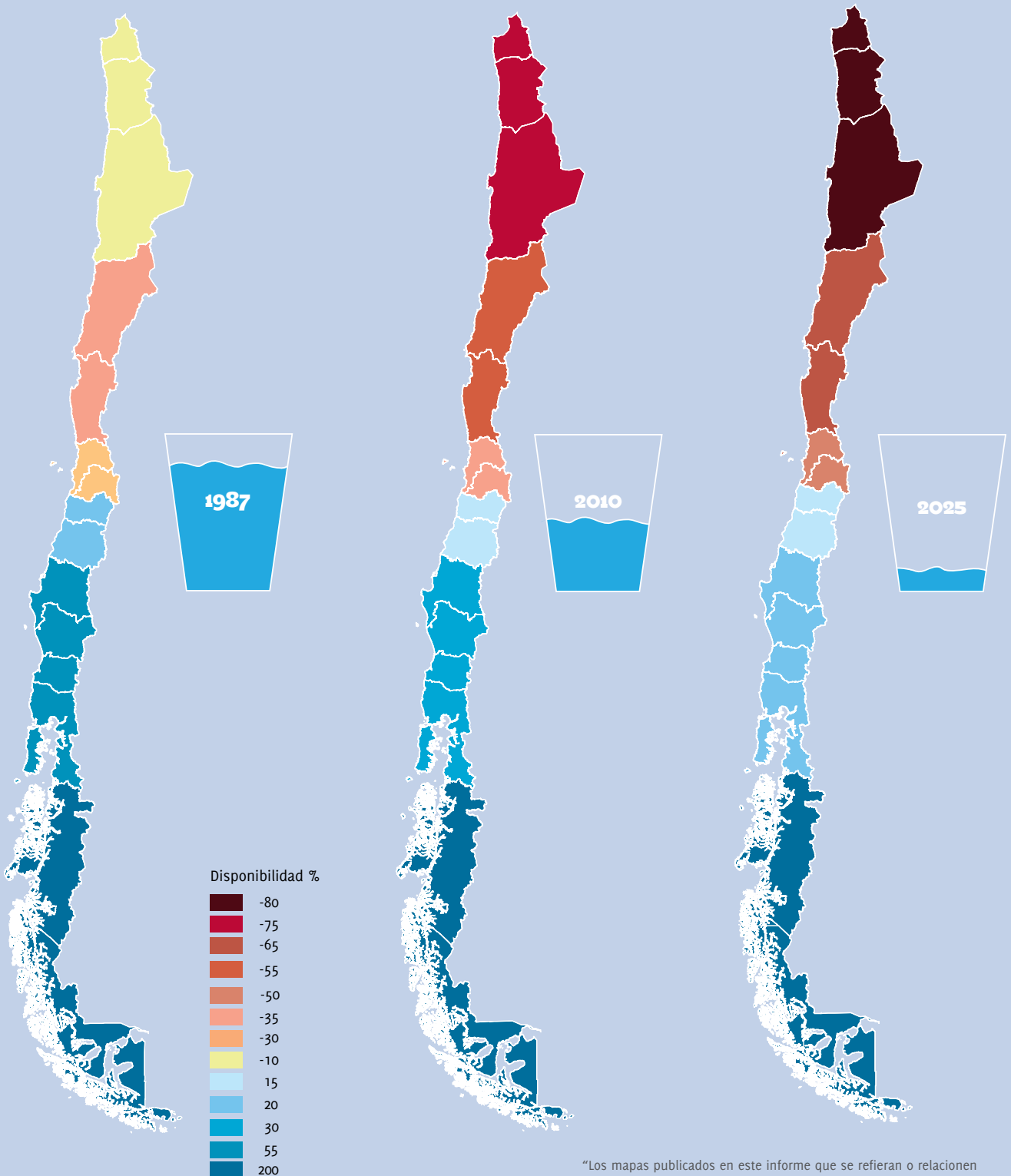
La DGA definió tres escenarios que permiten analizar la proyección y déficit hídrico que tendrá Chile en los próximos años. El primero de 1987, basado en el estudio de balance hídrico realizado ese año; el segundo corresponde a 2010, donde se evidencia un aumento de la demanda³, sin existencia de cambio climático; el último y tercer escenario se sitúa en 2025, la fecha más alejada con proyección de demanda.

³ Para este escenario se ha supuesto variación de la disponibilidad hídrica (disminución en general) asociada al cambio climático, según las proyecciones de estudio realizado por la Universidad de Chile para CONAMA.

fig. 1

Balances hídricos estimados para 1987, 2010 y 2025.

Fuente: Banco Mundial, 2011.
Basado en estudio DGA, 2010.



“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”

Del análisis resultante, se observa un significativo déficit en el escenario presentado el año 2010 en la zona norte y centro norte, el cual se agrava en el 2025 (Banco Mundial, 2011, p. 20).

► Disponibilidad de agua superficial

Chile es un país privilegiado en materia de recursos hídricos, debido a que su escorrentía media total⁴ corresponde, en promedio, a 53.000 m³/persona por año. Un valor bastante alto, considerando que la media mundial alcanza a 6.600 m³/persona por año y muy superior a los 2.000 m³/persona por año, cifra que corresponde, según estándares internacionales, a un umbral de desarrollo sostenible para una sociedad. (Banco Mundial, 2011, p. 5).

Sin embargo, al norte de la región Metropolitana prevalecen condiciones áridas y semiáridas, por lo que la media de disponibilidad de agua está por debajo de los 800 m³/persona por año, mientras que hacia el sur del país la disponibilidad supera los 10.000 m³/persona por año (Banco Mundial, 2011, p. 5).

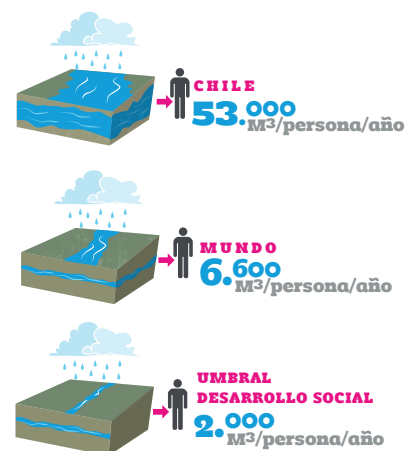
Por otra parte, cabe señalar que los lagos, la nieve y los glaciares constituyen una reserva hídrica importante en Chile (Salazar, 2003 citado en Banco Mundial 2001, p. 6). Efectivamente, el país cuenta con una de las mayores y más diversas reservas de glaciares existentes en el mundo, las cuales representan un 3,8% del área total del planeta, excluyendo Antártica y Groenlandia; en tanto, a nivel sudamericano cuenta con el 76% de la superficie glaciar del continente americano, estimada en 28.286 km². Los glaciares en el territorio nacional se distribuyen a lo largo de la Cordillera de Los Andes, destacando Campo de Hielo Patagónico Norte, Campo de Hielo Patagónico Sur y Campo de Hielo de la Cordillera Darwin, los cuales concentran el 78% de la superficie glaciar del país (DGA, 2009).

La gran mayoría de los glaciares de Chile está experimentando una tendencia generalizada de pérdida de masa, con tasas de retroceso que varían desde unos pocos metros anuales, especialmente en glaciares de la zona norte, hasta cientos de metros por año en el Chile Austral. En esta última zona, se han registrado las tasas máximas de pérdida de hielo, con un retroceso de 15 km en 100 años en el glaciar O'Higgins del Campo de Hielo Sur (DGA/CECS, 2009).

► Disponibilidad de agua subterránea

En cuanto a la disponibilidad del recurso hídrico en aguas subterráneas, Ayala 2010 (citado en Banco Mundial 2011, p.7) señala que Chile posee un importante volumen de recursos subterráneos. Según Salazar 2003 (citado en Banco Mundial, 2011, p.7) la recarga⁵ media estimada alcanza a aproximadamente 55m³/s desde la región Metropolitana al norte.

4] Volumen de agua procedente de las precipitaciones que escurre por los cauces superficiales y subterráneos (Banco Mundial, 2011).



5] La recarga de un acuífero corresponde a la cantidad de agua que ingresa al acuífero desde una fuente externa (generalmente por infiltración desde la superficie o desde otro sistema acuífero) (DGA, 2004).

Al sur de la región de O'Higgins no se cuenta con información detallada del potencial de recarga, debido a que las aguas subterráneas presentan menor importancia como fuente de abastecimiento. Para esta zona, la DGA ha realizado una primera aproximación, donde se estima que la recarga sería alrededor de 160 m³/s entre las regiones del Maule y de Los Lagos (DGA, 2011, citado en Banco Mundial, 2011, p. 7). Para las regiones al sur de la de región de Los Lagos, no se cuenta con información sobre el potencial de recarga (Banco Mundial, 2011 p. 7).

En la última década se ha incrementado la demanda de solicitudes de derechos de aprovechamiento y uso de aguas subterráneas, lo que ha derivado en que en la zona norte y central del país existan algunos acuíferos o sectores de acuíferos sobre explotados (Banco Mundial, 2011, p.7).

Calidad de las aguas

La calidad del agua está dada por las características químicas, físicas y biológicas que tiene un cuerpo de agua, lo cual 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).

En el país, las aguas naturales presentan variabilidad espacial con respecto a su composición química presente; las aguas del Norte Grande se caracterizan por su alto contenido salino, debido a la disolución de sales contenidas en formaciones geológicas que son interceptadas por el cauce. Además, poseen altos contenidos de arsénico, asociados al volcanismo cuaternario altiplánico. En las aguas del Norte Chico, el contenido salino es menor que en el Norte Grande, aunque en los cursos inferiores de los ríos suele aumentar, generando restricciones al uso de las aguas. En la zona central, la calidad del agua en relación a la salinidad mejora, aunque en lo que se refiere a metales pesados se sigue detectando cobre en los ríos Aconcagua, Maipo y Rapel. En la zona sur la calidad de las aguas presenta valores adecuados, con algunas excepciones en los ríos Biobío, Damas y Rahue. En la zona austral, la calidad de las aguas es catalogada como muy buena (CONAMA, 2007).

Para evaluar la calidad del agua en cuencas con información disponible, se comparó la concentración monitoreada en 2006 con el indicador de calidad de agua WQC del inglés Water Quality Criteria de la Agencia de Protección Ambiental, EPA (2009), que considera el nivel de concentración de algunos contaminantes⁶ de referencia, con indicaciones de posibles efectos en el ecosistema en mg/l de cada contaminante. Cabe señalar que la diferenciación entre las contribuciones de contaminante según causa natural y antropogénica escapó de los objetivos de este análisis (ver Figura 2).

6] Diversas organizaciones e instituciones sugieren valores umbrales de concentración de contaminantes en los cuerpos de agua, generalmente en mg/l. El análisis realizado a nivel nacional utiliza la fórmula detallada en la ecuación, que indica el número de veces que un contaminante se encuentra por sobre o por debajo del valor recomendado en la literatura internacional, y donde se deduce que el valor de 1 corresponde a la frontera entre estos grupos. Para el análisis se establecieron criterios de selección de cuencas, de acuerdo a los datos de monitoreo de calidad de la DGA. A partir de ellos, se considerará el año 2006. Se seleccionaron las cuencas con el mayor número de datos, donde existen descargas de empresas. En cuanto a los parámetros, se eliminaron los que tenían baja representatividad (sílice, nitrato, nitrógeno amoniacal, DBO, cianuro y selenio total). Además, se utilizó como indicador el promedio anual por contaminante.

fig. 2
Concentración de calidad del agua monitoreada en 2006 (DGA) con el Water Quality Criteria Freshwater.

Fuente: Elaboración propia basada en datos DGA, 2006 – Escala logarítmica.



La fórmula utiliza valores promedio anual e indica el número de veces que un contaminante se encuentra por sobre o por debajo del valor recomendado en la literatura internacional, y donde se deduce que el valor de 1 corresponde a la frontera entre estos grupos. El gráfico fue construido en escala logarítmica, lo cual implica que cada segmento del gráfico en el eje vertical corresponde a un incremento de 10 veces. En este contexto, destaca el arsénico, principalmente en la zona norte, con concentraciones de hasta 10 veces las recomendadas, lo cual según el WQC Freshwater generaría posibles efectos sobre ecosistemas.

$$RR_{i,j} = \frac{\text{Concentración monitoreada}_{i,j,k}}{\text{Concentración recomendada}_i} = \frac{C(DGA)_{i,j,k}}{WQC_i} \quad (i: \text{parámetro}, j: \text{cuenca}, k: \text{año})$$



En el país, las aguas naturales presentan una variabilidad espacial con respecto a su composición química. Las aguas del Norte Grande se caracterizan por su alto contenido salino, debido a la disolución de sales contenidas en formaciones geológicas que son interceptadas por el cauce. Además, poseen altos contenidos de arsénico, asociados al volcanismo cuaternario altiplánico. En las aguas del Norte Chico, el contenido salino es menor que en el Norte Grande, aunque en los cursos inferiores de los ríos suele aumentar, generando restricciones al uso de las aguas. En la zona central, la calidad del agua en relación a la salinidad mejora, aunque en lo que se refiere a metales pesados se sigue detectando cobre en los ríos Aconcagua, Maipo y Rapel. En la zona sur, la calidad de las aguas presenta valores adecuados, con algunas excepciones en los ríos Biobío, Damas y Rahue. En la zona austral, la calidad de las aguas es catalogada como muy buena (CONAMA, 2007).



7] Según algunos estudios nacionales, el TSI de Carlson no se correlaciona de igual manera para los lagos de Chile, dado que fue construido a base de información del hemisferio norte. Sin embargo, se utilizó, al no contar con otro indicador que permita realizar un análisis comparativo a nivel nacional y además también es utilizado en otros estudios nacionales (CEA, 2011).

8] Se consideran lagos oligotróficos con TSI entre 0 - 30, oligo-mesotróficos entre 30 - 40, mesotróficos entre 40 - 50, eutróficos entre 50 - 70 y hipereutróficos los lagos con valores mayores a 70. De este análisis se puede inferir que el estado promedio de los lagos y lagunas de Chile monitoreados corresponde a oligo- mesotrofia (30 - 40).

9] El indicador de estado trófico de lagos se realizó únicamente para clorofila a (Chla) y fósforo total (PT). Los datos disponibles corresponden a toda la columna de agua. Se descarta el TSI de transparencia, al no contar con los datos para los lagos analizados.

La Figura 3 representa el TSI (clorofila a) y TSI (fósforo total) y sus percentiles 10, 50 y 90 para representar la variabilidad estacional de este parámetro en el año 2006. Si bien no existen indicadores de otros parámetros relevantes, como transparencia, ambos son semejantes en sus clasificaciones de estados de trofia.

$$TSI (Chl_a) = 9,81 \cdot \ln (Chl_a) + 30,6$$

$$TSI (PT) = 10 \cdot \left[\frac{6 - \ln \left(\frac{48}{PT} \right)}{\ln 2} \right]$$

Como consecuencia de la diversidad climática y geológica del Chile Continental, existen distintos sistemas lacustres, dentro de los cuales se encuentran el Sistema de Lagos del Altiplano, el Sistema de Lagunas Hipersalinas de la región de Antofagasta, el Sistema de Lagos Nor-Patagónicos o Araucanos, el Sistema de Lagos de la Isla de Chiloé, el Sistema de Lagos Magallánicos o Patagónicos y el Sistema de Lagos Costeros de la región Centro Sur (Parra *et al.*, 2003). Actualmente, los lagos costeros corresponden a los cuerpos más vulnerables en cuanto a su calidad; algunos de ellos presentan una aceleración importante del fenómeno de eutrofización, como por ejemplo los lagos Budi, Lanalhue y Vichuquén (Contreras, 2010, citado en Banco Mundial 2011, p. 16).

Existen varios índices relacionados con la calidad de los lagos nacionales. Con el objetivo de evaluar el estado trófico de los lagos nacionales se utilizó el Trophic State Index (TSI) de Carlson⁷, una escala de 0 a 100 que señala el estado trófico⁸, según diferentes parámetros⁹.

Estado Trófico

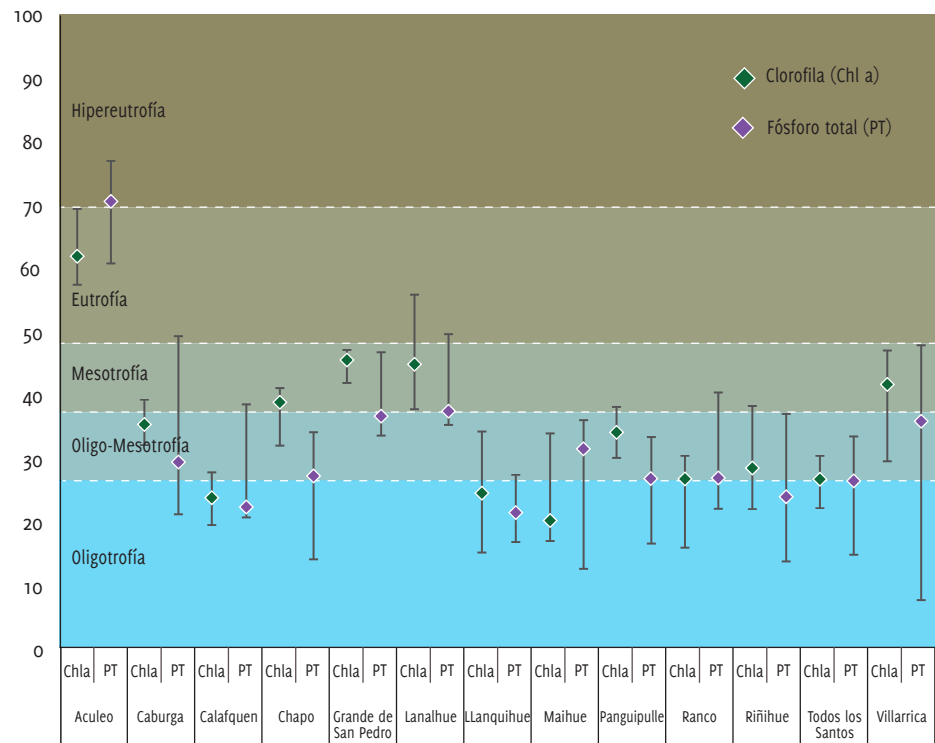


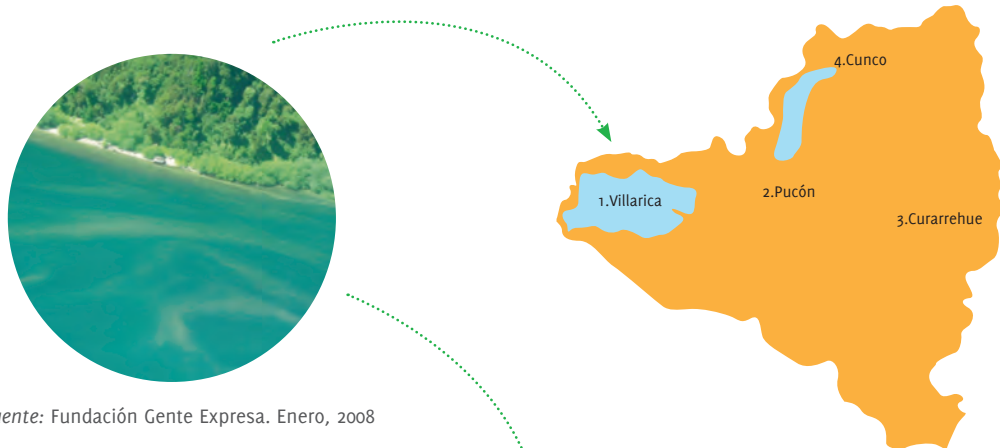
fig. 3

Indicador de trofia para clorofila y fósforo, según TSI de Carlson, año 2008.

Fuente: Elaboración propia basada en datos DGA, 2008.

Villarica

En el país existen pocos estudios relacionados con la contaminación difusa de ríos y lagos. Uno de los esfuerzos realizados corresponde al Diagnóstico de la Calidad de las Aguas del lago Villarica (UACH), desarrollado en el marco del Proyecto de Normas Secundarias de Calidad de Ambiental para la protección de las aguas del lago Villarica. Según Campos (1983, 1992), los signos de la existencia de un proceso de eutrofización del lago Villarica son evidentes, existiendo zonas que conservan un estado oligotrófico y otras con una tendencia a la mesotrofia. El diagnóstico de calidad de agua reveló que las cargas críticas del lago derivan, principalmente, de dos fuentes de contaminación difusa: la escorrentía superficial (cambios en el uso del suelo) y los pozos sépticos (borde del lago y ribera de ríos). En la Figura 4 se observa los resultados del estudio sobre la carga de nutrientes por tipo de fuente.



Fuente: Fundación Gente Expresa. Enero, 2008

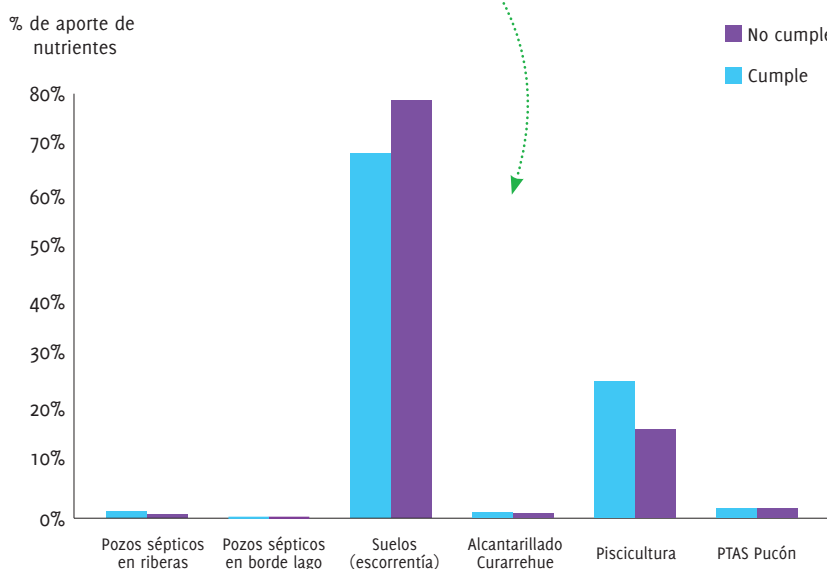


fig.

4

Aporte de nutrientes según tipo de fuente

Fuente: MMA, 2010

3 Presiones al Recurso Hídrico

El crecimiento económico ha generado, en las últimas décadas, un aumento en la demanda de recursos hídricos. Asimismo, estos recursos están afectos a una serie de presiones, relacionadas especialmente a los tipos de uso y a las descargas generadas producto de ello. Las principales presiones sobre cuerpos de agua corresponden a alteraciones en su disponibilidad y calidad, siendo las más destacadas: extracción de agua, descarga de efluentes (puntuales y difusas) y alteraciones morfológicas.

Extracción de agua

A nivel nacional, la demanda sobre los recursos hídricos se presenta de manera desigual a lo largo del país, siendo para algunas regiones la demanda mayor a la disponibilidad real de agua. En la Figura 5 se observa la oferta y demanda existente por región; la demanda corresponde a las extracciones por uso consuntivo registradas en el país. Entre las regiones de Arica-Parinacota y Metropolitana hay una alta demanda por agua, cuya extracción supera a la disponibilidad del recurso, situación que, según Ayala 2010 (citado en Banco Mundial 2011, p. 9), se explica principalmente por el uso de los caudales de retorno (aguas de percolación y derrames) a lo largo de los ríos (que permite hacer un uso más eficiente del recurso) y, en algunos casos, por la sobre explotación de los acuíferos. Entre las regiones de O'Higgins y de Magallanes, en tanto, se observa que la disponibilidad de agua es superior a la demanda, destacando las regiones australes que presentan oferta favorable derivada de la alta pluviosidad que hace posible una mayor recarga de las aguas superficiales.

A nivel de cuenca, también es posible observar las diferencias existentes entre el caudal otorgado y el medio anual. Con este fin, en las Figuras 6 y 7 se comparan los caudales medio anuales en la estación más próxima a la desembocadura de la cuenca¹⁰, con respecto al caudal otorgado en derechos de aprovechamiento superficial de tipo consuntivo. Considerando que el caudal ecológico¹¹ podría representar entre un 20% y un 40% del caudal medio anual de la cuenca, se observa que algunas cuencas del país podrían no haber considerado este parámetro en el otorgamiento de derechos de aprovechamiento del agua.

¹⁰] El caudal medio anual para cada cuenca fue estimado sumando el caudal de la estación fluviométrica más cercana a la desembocadura al mar (con registros de más de 8 meses) y el caudal otorgado en derechos de aprovechamiento consuntivo. La base de datos analizada contiene datos desde 1913 a 2010. Este análisis corresponde sólo a una aproximación; para confirmar el diagnóstico se debería contar con mayor información y modelos de mayor complejidad.

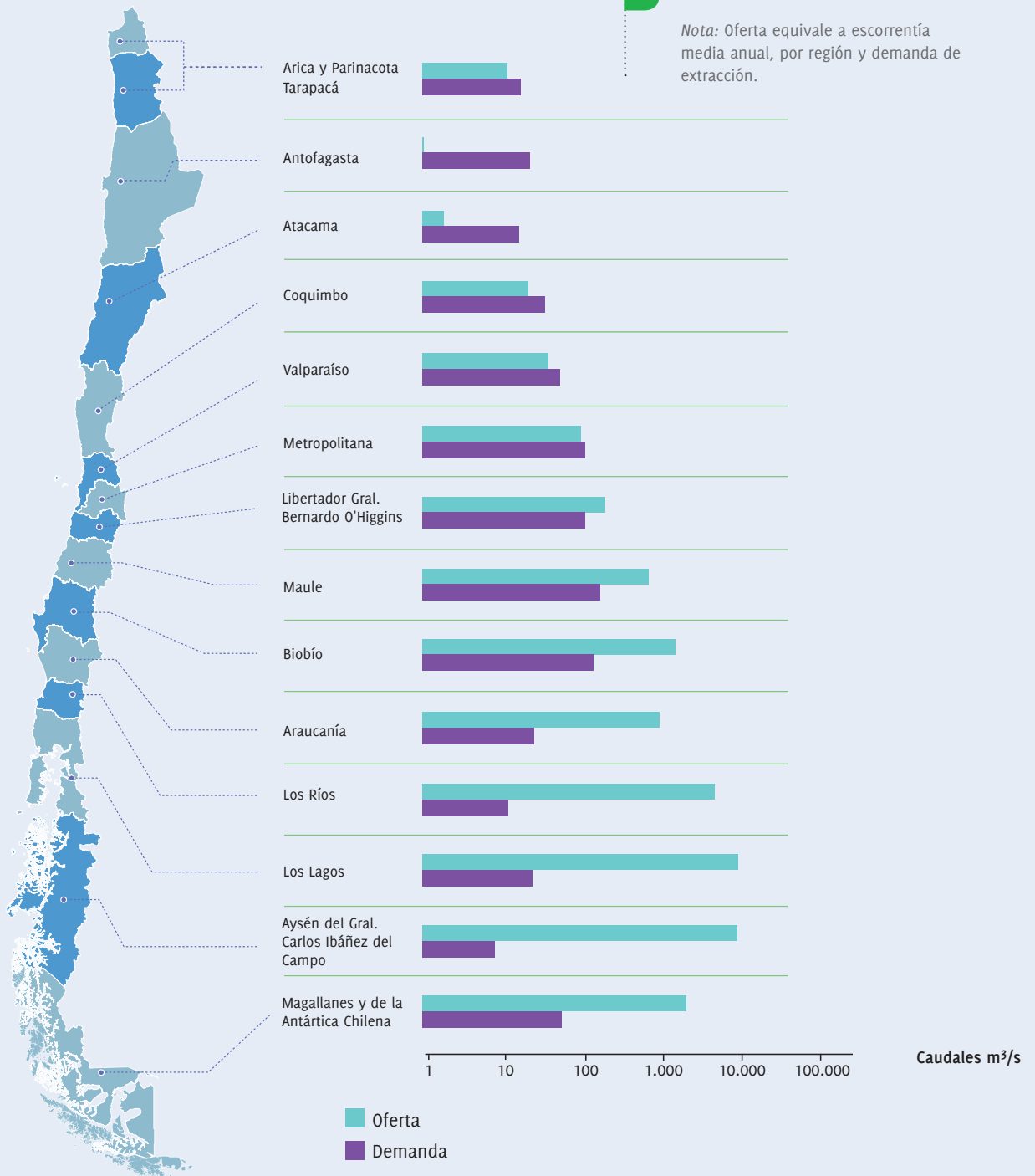
¹¹] De acuerdo al Código de Aguas (art. 129 bis 1), al constituirse nuevos derechos de aprovechamiento se debe fijar un caudal ecológico mínimo, que no podrá ser superior al 20% del caudal medio anual. Excepcionalmente, el Presidente de la república, podrá, en casos calificados, fijar un caudal superior, pudiendo llegar al 40% del caudal medio anual.

Recursos disponibles y extracciones por usos consuntivos

fig.
5

Fuente: Elaborado por Banco Mundial en base datos de la DGA, 2011. Escala logarítmica.

Nota: Oferta equivale a escorrentía media anual, por región y demanda de extracción.



“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”

fig. 6

Derechos de aprovechamiento de aguas superficiales de tipo consuntivo otorgados y caudal medio anual por cuenca hidrográfica, considerando un caudal ecológico de 20% (zona norte).

Fuente: Elaboración propia basada en datos DGA, 2010.

Caudal (m³/s)

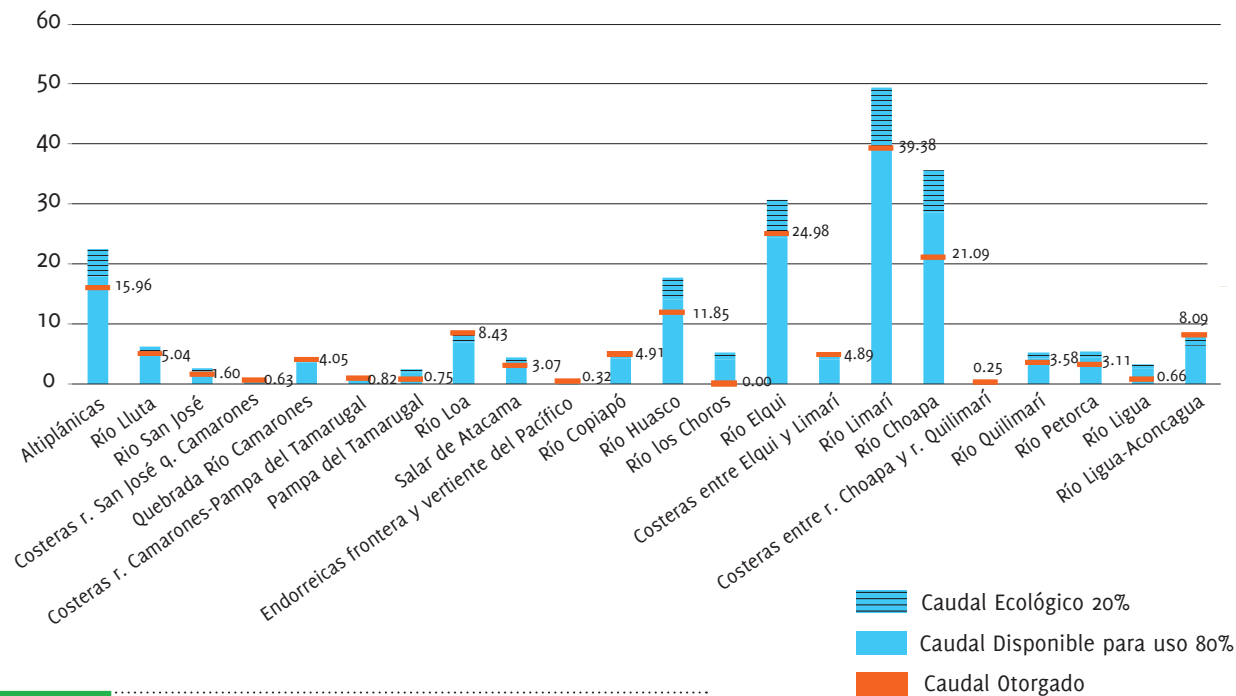
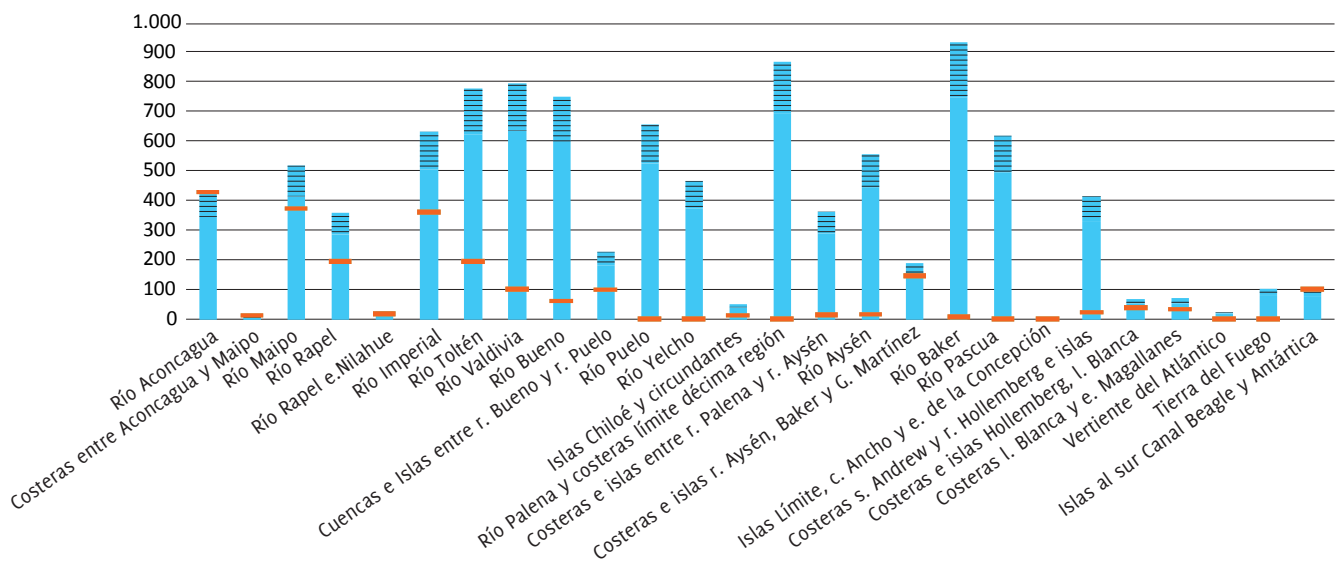


fig. 7

Derechos de aprovechamiento de aguas superficiales de tipo consuntivo otorgados y caudal medio anual por cuenca hidrográfica, considerando un caudal ecológico de 20% (zona centro sur).

Fuente: Elaboración propia basada en datos DGA, 2010.

Caudal (m³/s)



Como se señaló, el uso del agua en el país está sustentado, fundamentalmente, por los cursos de agua superficiales, los cuales en su mayoría presentan asignaciones de aprovechamiento no consuntivo (88%). De acuerdo a estimaciones realizadas por la DGA, para el año 2030 se estima que el 92% del total de la demanda corresponderá a usos no consuntivos (U. Chile 2010, p.87).

A nivel nacional, los usos consuntivos más frecuentes del recurso agua corresponden a los usos destinados a riego de cultivos agrícolas y bebida/uso doméstico/saneamiento, mientras que los usos no consuntivos se concentran en el uso industrial y fuerza motriz, piscicultura y energía hidroeléctrica.

Cuadro 2 Derechos de aprovechamiento de agua superficiales asignados según uso.

USO DEL AGUA	Consuntivo (%)	No consuntivo (%)
Bebida/Usos Doméstico/Saneamiento	12,2	1,9
Energía Hidroeléctrica	0,1	11,2
Para Observación y Análisis	0,0	0,1
Piscicultura	0,5	11,7
Riego	27,5	2,5
Uso Industrial, Fuerza Motriz	0,1	14,8
Uso Medicinal	0,0	0,0
Uso Minero	0,2	0,4
Otros Usos	2,8	5,9
Sin Uso Asignado *	56,7	51,5

* El 56% de la información registrada en la base de datos no señalan usos asignados.

Fuente: Base datos DGA 2010

De acuerdo a la información disponible (DGA, 2010), el caudal otorgado a nivel nacional en aguas subterráneas corresponde mayoritariamente a derechos de aprovechamiento de tipo consuntivos. Respecto del uso del agua, el caudal otorgado en derechos de aprovechamiento de agua subterránea de tipo consuntivo está principalmente asignado a riego y bebida/uso doméstico/saneamiento. (ver Cuadro 3).

Derechos de aprovechamiento de agua subterránea asignados según uso.

Cuadro 3

USO DEL AGUA	Consuntivo (%)	No consuntivo (%)
Bebida/Usos Doméstico/ Saneamiento	7,2	0,7
Energía Hidroeléctrica	0,0	0,0
Otros Usos	0,6	0,7
Piscicultura	0,2	0,0
Riego	13,7	0,0
Uso Industrial, Fuerza Motriz	0,3	91,2
Uso Medicinal	0,0	0,0
Uso Minero	1,2	1,4
Sin Uso Asignado *	76,7	6,1

* El 76% de la información registrada en la base de datos no señalan usos asignados.

Fuente: Base datos DGA 2010

Descarga de efluentes

Existen diversas fuentes que generan contaminantes en los cuerpos de agua; el origen de estas fuentes de contaminación pueden ser fuentes puntuales o difusas.

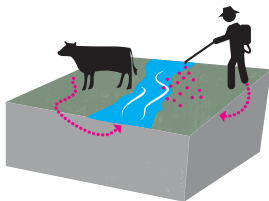
Las primeras corresponden a la existencia de sitios puntuales de descargas de aguas residuales, las cuales pueden ser de tipo industrial (RILES) o domiciliarias (aguas servidas).

Las fuentes difusas están compuestas por una multiplicidad de pequeñas fuentes de descargas, cuyos aportes no son localizados ni continuos, y cuyo acceso a los cursos o cuerpos de agua es por derrame o filtración a través de los suelos; estas fuentes están directamente vinculadas a las actividades agrícolas y silvícolas (González, S., 2007, p. 22).

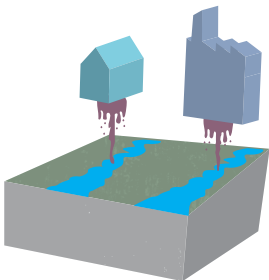
► Descargas de RILES en aguas superficiales

Los Residuos Industriales Líquidos (RILES) son descargas de residuos líquidos a uno o más cuerpos de agua superficial, como resultado de un proceso, actividad o servicio industrial. Estos residuos son vertidos en lagos, ríos, mares y alcantarillados, generando presiones a los recursos hídricos (SISS, 2011C).

Las descargas de efluentes a aguas superficiales están reguladas por la norma de emisión D.S. 90/2000.



Contaminación por fuentes difusas



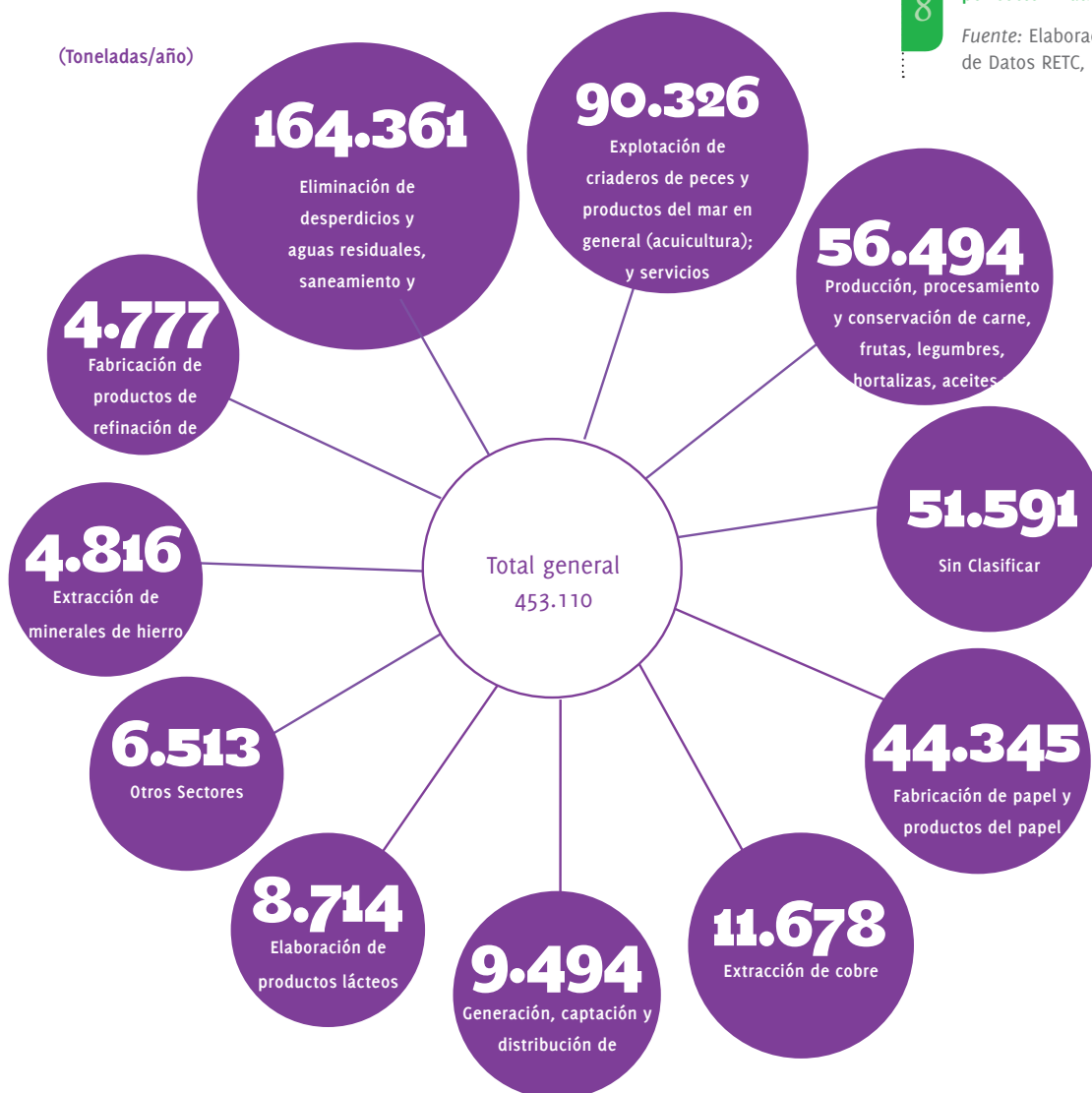
Contaminación por fuentes puntuales

De acuerdo con la información disponible en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), el año 2009 se registraron 766 ductos, de los cuales la mayoría descarga en ríos y esteros. Los sectores industriales de mayor impacto se encuentran relacionados con la eliminación de desperdicios y aguas residuales, saneamiento y actividades similares (Figura 8). Asimismo, en la Figura 9 se observa la información por región.

fig.
8

Emisiones totales en cuerpos de agua superficial, según DS 90 por sector industrial (CIU3)

Fuente: Elaboración propia. Base de Datos RETC, 2009.





► **Descarga de RILES en aguas subterráneas**

De acuerdo a la información disponible en el RETC, para el año 2009 se registraron 54 ductos, de los cuales 45 descargan en acuíferos de vulnerabilidad media, siendo el sector industrial vinculado a la explotación de criaderos de peces y productos del mar, en general (acuicultura), el de mayor impacto (ver Figura 10).



Emisiones totales en aguas subterráneas, según DS46 por sector industrial (CIU3).

fig.
10

La descarga de RILES a aguas subterráneas (infiltración) se encuentra regulada por el D.S. N° 46/02).

Fuente: Elaboración propia. Base de Datos RETC, 2009.

► *Descarga de RILES a alcantarillados*

De acuerdo con la información disponible en el RETC, el año 2009, el sector industrial relacionado con la producción, procesamiento y conservación de carne, frutas, legumbres, hortalizas, aceites y grasas de mayor impacto (Figuras 11 y 12).



Los riles descargados a alcantarillados se encuentran regulados por el D.S. MOP. N° 609/98.

fig.
11

Emisiones totales en alcantarillado, según DS609 por sector industrial (CIU3).

Fuente: Elaboración propia.
Base de Datos RETC, 2009.

Calidad Biológica y Alteraciones morfológicas

Las alteraciones morfológicas corresponden a presiones que afectan la calidad biológica del recurso hídrico y cuerpo de agua asociados y son originadas por la presencia de diques o represas menores, caídas y rampas, infraestructura vial, modificación de cauces, canalización o entubamiento del flujo de agua y la construcción de embalses. Este tipo de obras modifican el sistema fluvial.

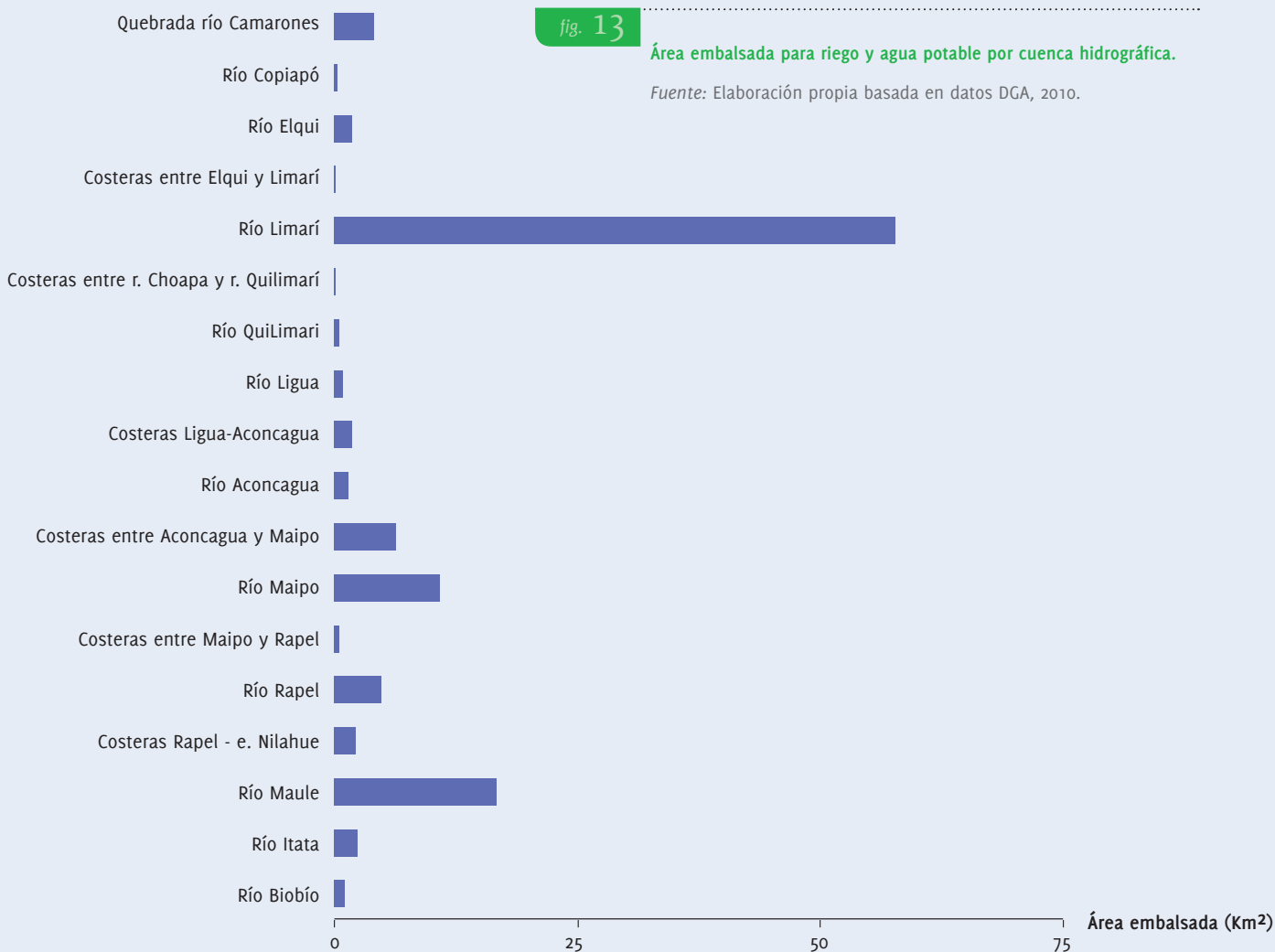
Cualquier cambio sobre el sistema fluvial, especialmente en lo referente al caudal, altera su estabilidad y comienza un proceso de restablecimiento natural. Ante alteraciones morfológicas, el río se ve obligado a cambiar su estado de equilibrio, con consecuencias e influencia en sitios alejados del área donde sucedió el cambio. Cualquier obra construida en el cauce de un río, en su llanura de inundación, afecta su equilibrio (Rodríguez 2010).

No se dispone de información detallada de obras de infraestructura en cauces a nivel nacional, con la excepción de embalses de acumulación para riego, embalses para la generación hidroeléctrica y centrales de pasada. Este tipo de intervenciones altera la continuidad del flujo de agua, generando cambios en la estructura morfológica de los cuerpos de agua asociados y fragmentando hábitats acuáticos. Por ende, obstaculiza procesos de migración y movilidad de especies necesarias. A su vez, modifica el régimen de caudales y sedimentos en que estos cuerpos de agua naturalmente se desarrollan.

► *Embalses de acumulación para riego y agua potable*

De acuerdo a la información disponible en DGA (2010), a nivel nacional existen 62 embalses de acumulación destinados en su mayoría a riego y agua potable, los que alcanzan una superficie embalsada de 114 kilómetros cuadrados (Cuadro 3).

Al analizar la información a nivel de cuenca hidrográfica, los embalses de acumulación se concentran en 18 cuencas de la zona norte y centro del país, entre los ríos Camarones y Biobío. Las cuencas de los ríos Limarí, Maipo y Maule, concentran el 75 % de la superficie embalsada para riego y agua potable del país (Figura 13).



► Embalses de acumulación para generación eléctrica

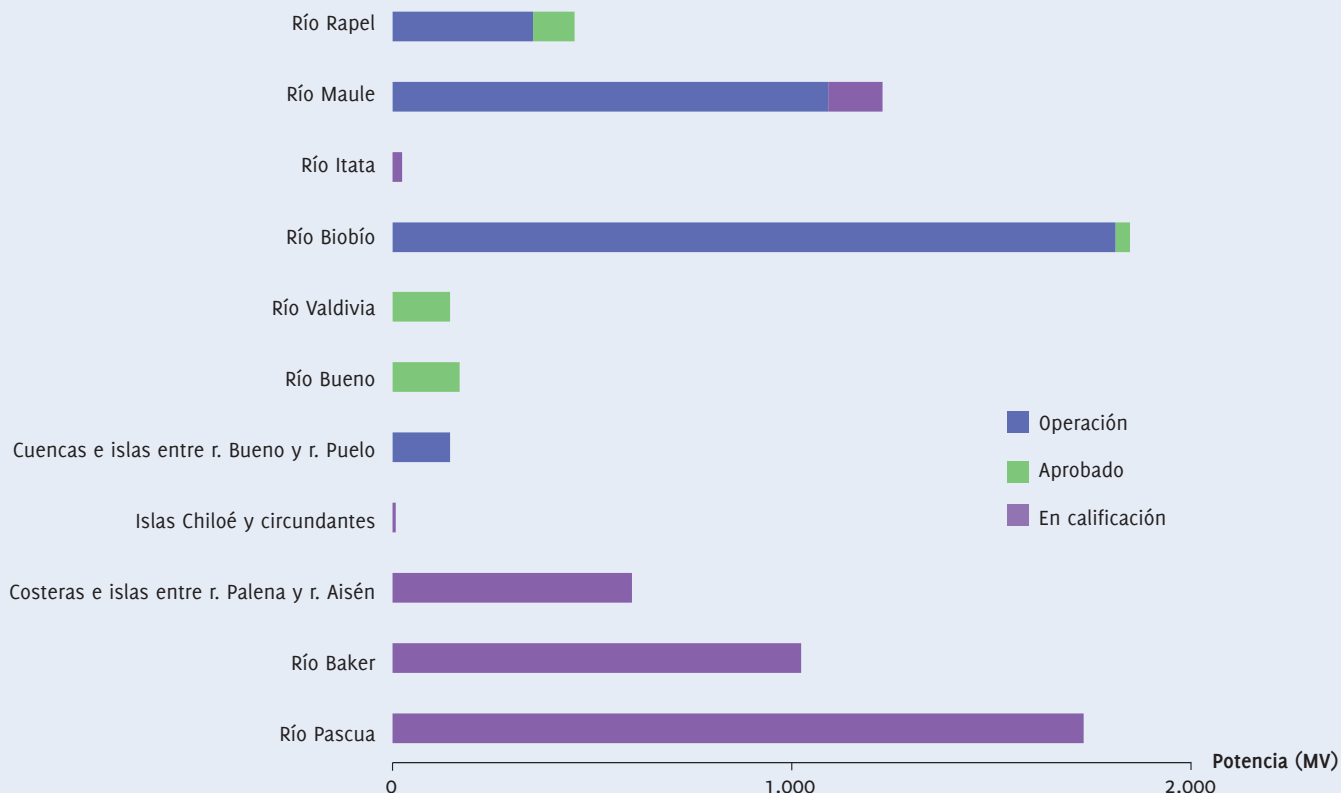
Actualmente, se encuentran en operación 3.400 MW de embalses, los que representan una superficie embalsada de 430 kilómetros cuadrados. Existen embalses de 450 MW que tienen resolución de calificación ambiental favorable y otros, de 3.500 MW, que se encuentran en proceso de calificación ambiental. De acuerdo a la información disponible en CNE (2010), hay actualmente en operación 10 embalses de generación y una potencia instalada de 3.300 MW.

Al analizar la información a nivel de cuenca hidrográfica, los embalses para la generación hidroeléctrica se distribuyen en 11 cuencas de la zona centro y sur del país, entre los ríos Rapel y Pascua. El 46% de la potencia se encuentra

fig. 14

Potencia (MW) de embalses de generación hidroeléctrica por cuenca hidrográfica y estado de operación.

Fuente: Elaboración propia basada en datos DGA, 2010.



actualmente en operación en cuatro cuencas, concentrándose el 85% en los ríos Biobío y Maule. El 6% de la potencia posee resolución de calificación ambiental favorable, a lo largo de cuatro cuencas y focalizada en un 68% en los ríos Valdivia y Bueno. Suponiendo que esta potencia entrara en operación, el número de cuencas con embalses de generación aumentaría a seis. El restante 47% de la potencia se encuentra en proceso de calificación ambiental y se distribuye en seis cuencas, y el 78 % se concentra en los ríos Baker y Pascua.

Suponiendo que la potencia de generación en calificación ambiental entrara en operación, la potencia instalada total en embalses de generación eléctrica pasaría a distribuirse en 11 cuencas del país, concentrándose este tipo de sistema en el 10% de las cuencas del país (ver Figura 14).

► Centrales de pasada

De acuerdo a la información disponible en la Comisión Nacional de Energía, a 2010 se encontraban en operación 48 centrales de pasada, que representan una potencia instalada de 1.600 MW. Por otra parte, cuatro centrales están en proceso de construcción y representan 330 MW de potencia. Adicionalmente, 25 centrales cuentan con resolución de calificación ambiental favorable con un total de 640 MW de potencia. Finalmente, 11 proyectos se encuentran en proceso de evaluación ambiental, representando una potencia de 280 MW. En síntesis, en un escenario de corto plazo habrá un total de 88 centrales de pasada, con una potencia instalada de 2.800 MW.

Al analizar la información disponible a nivel de cuenca hidrográfica, las centrales de pasada en operación, construcción, aprobadas y en calificación ambiental, se distribuyen en 23 cuencas de la zona norte, centro y sur del país, entre las cuencas del río San José en la región de Arica y Parinacota, y el río Pascua en la Región de Aysén.

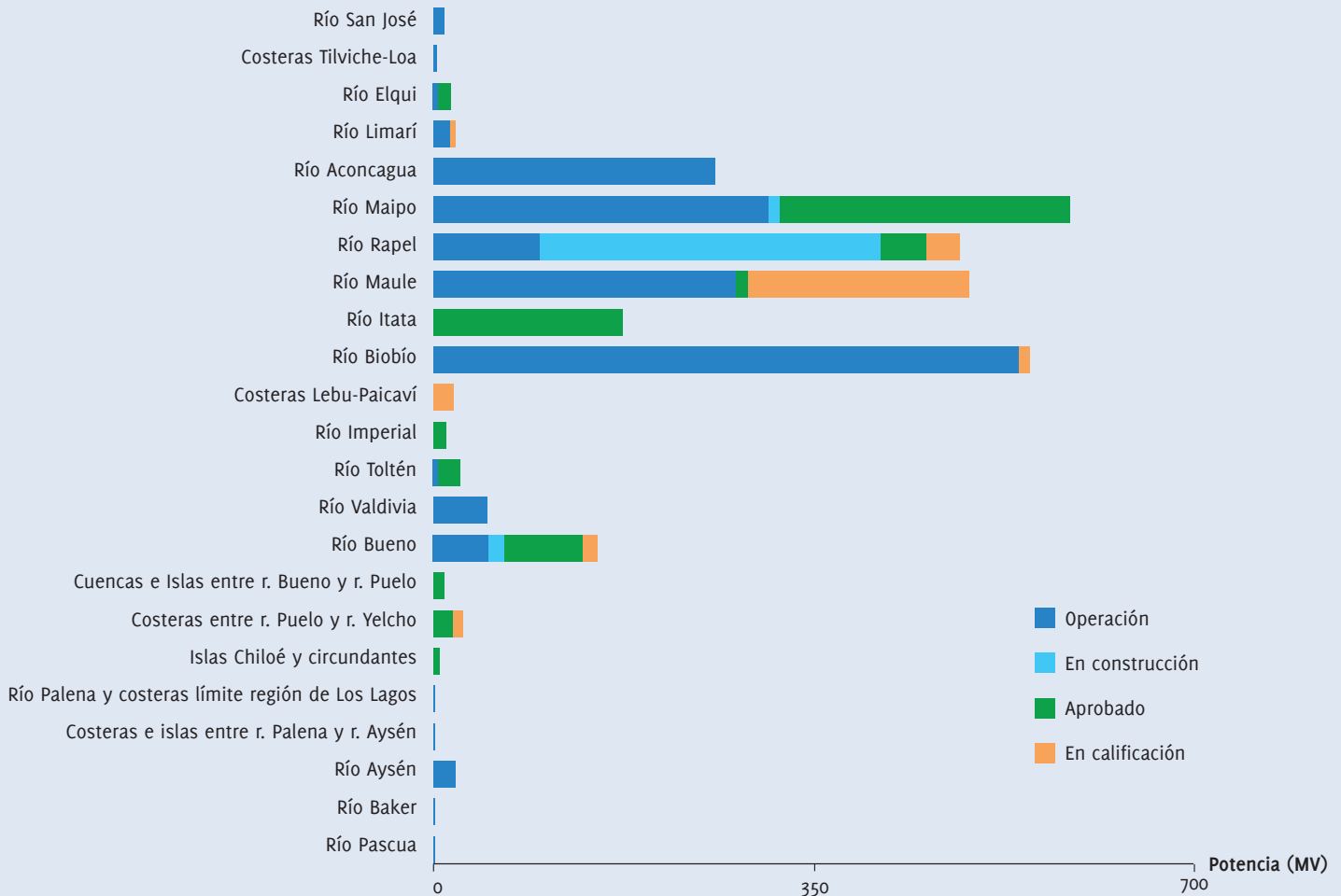
El 56% de la potencia (1.600 MW) de las centrales de pasada se encuentra en operación en 17 cuencas hidrográficas, y el 11% (330 MW) se encuentra actualmente en construcción, concentrada en la cuenca alta del río Rapel. El 22% de la potencia (640 MW) cuenta con resolución de calificación ambiental favorable y se distribuye en 11 cuencas, mientras que el 10% de la potencia (280 MW) se encuentra en calificación ambiental y dividida en siete cuencas del país. Suponiendo la entrada en operación de los proyectos con resolución de calificación ambiental favorable, la generación hidroeléctrica de centrales de pasada se agregaría en cinco cuencas, aumentando la distribución de la potencia instalada de 16% a 21% de las cuencas nacionales.

La puesta en marcha de las centrales en calificación ambiental agregaría una cuenca adicional intervenida, aumentando a 22% las cuencas con presencia de centrales de pasada.

fig.
15

Potencia de generación hidroeléctrica en centrales de pasada, por cuenca hidrográfica y estado de operación.

Fuente: Elaboración propia basada en datos DGA, 2010.



A modo general, suponiendo que todos los proyectos entraran en operación, 33 cuencas hidrográficas presentarían algún tipo de barrera al flujo de agua, lo que se traduciría en que al menos el 32 % de las cuencas hidrográficas del país se encontraría con alteraciones de la estructura morfológica de sus cuerpos de agua.

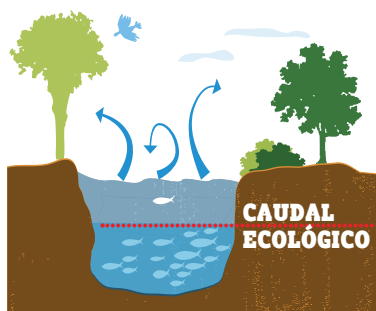
Respuesta a las presiones 4 al Recurso Hídrico

Para preservar la disponibilidad y uso eficiente del recurso hídrico, Chile cuenta con el Código de Aguas, que regula el otorgamiento de derechos de aprovechamiento de agua. Este marco normativo define que el agua es un bien de uso público, estableciendo los derechos de aprovechamiento por parte de los privados, los que además pueden ser libremente transferidos.

En 2005, por medio de la ley N° 20.017, se realizaron importantes modificaciones al Código de Aguas, incorporando, entre otros, la fijación de un caudal ecológico mínimo al constituirse nuevos derechos de aprovechamiento de aguas. De acuerdo con el artículo 129 bis 1°, “la Dirección General de Aguas velará por la preservación de la naturaleza y la protección del medio ambiente, debiendo para ello establecer un caudal ecológico mínimo, el cual sólo afectará a los nuevos derechos que se constituyan, para lo cual deberá considerar también las condiciones naturales pertinentes para cada fuente superficial”.

El Caudal Ecológico es el caudal mínimo que debieran tener los ríos para mantener los ecosistemas, conservando la calidad ecológica. La incorporación de este concepto es acorde a las recomendaciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en su Evaluación de Desempeño Ambiental de 2005. De acuerdo con el Código de Aguas, este caudal no podrá ser superior al veinte por ciento del caudal medio anual de la respectiva fuente superficial. Sólo en casos fundados, el Presidente de la República podría fijar caudales ecológicos distintos, llegando a un máximo del 40%.

Otras de las modificaciones efectuadas al Código de Aguas dice relación con las limitaciones y mayores exigencias a las solicitudes de uso, además de incorporarse el pago de patentes por derechos sin usar. En tal sentido, se agrega también el artículo 149 bis N°7, que dispone que al constituirse un derecho de aprovechamiento deben considerarse otras especificaciones técnicas relacionadas con la naturaleza especial del respectivo derecho y modalidades que los afecten, con el objeto de conservar el medio ambiente o proteger derechos de terceros.



Por otra parte, se explicita el deber de la Dirección General de Aguas de decretar áreas de restricción o prohibición de extracción de aguas, en aquellos lugares en que exista un alto riesgo de disminución de acuíferos.

De acuerdo con este cuerpo legal, también existen restricciones en la extracción de aguas en áreas de protección, ya sea por su importancia para la flora y fauna o, también, para el consumo humano o animal de localidades indígenas. Entre las áreas protegidas, establecidas por la DGA, se encuentran acuíferos de las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta¹²

Asimismo, la Ley Indígena 19.253 de 1993 protege las aguas de las comunidades Aymaras y Atacameñas (Art. 64), además establece el Fondo para Tierras y Aguas Indígenas para “financiar la constitución, regularización o compra de derechos de aguas o financiar obras destinadas a obtener este recurso”.

Como se sabe, la Dirección General de Aguas es el organismo encargado de promover la gestión y administración del recurso hídrico, como también de proporcionar y difundir la información generada por su red hidrométrica y por el Catastro Público de Aguas.

Por otra parte, tras la reforma legal de la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente del año 2010, se definieron nuevas facultades para el Ministerio del Medio Ambiente, tales como “proponer políticas, formular planes, programas y acciones que establezcan los criterios básicos y las medidas preventivas para favorecer la recuperación y conservación de los recursos hídricos”.

El nuevo marco normativo también establece que, mediante un reglamento firmado por el Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Obras Públicas, determinará los criterios en virtud de los cuales se establecerá el caudal ecológico mínimo. Por otra parte, el artículo 42 de la ley 19.300, establece que el Ministerio del Medio Ambiente “junto al organismo público encargado de regular el uso y aprovechamiento de los recursos naturales en un área determinada, exigirá, cuando corresponda, la presentación y cumplimiento de planes de manejo para su conservación, los cuales deberán incluir consideraciones relativas a la mantención de caudales de agua...”.

En Chile existen distintas instituciones que tienen competencia respecto al agua. Así, es posible distinguir instituciones que tienen funciones de regulación, protección y conservación ambiental, monitoreo y fiscalización.

¹²] En Dirección General de Aguas. Disponible en: <http://www.dga.cl/administracionrecursoshidricos/areasprotegidas/Paginas/default.aspx>. (Consultado en septiembre de 2011).

Cuadro 4 Institucionalidad chilena para la gestión de las aguas

INSTITUCIÓN	ÁMBITO	TEMA
Ministerio del Medio Ambiente	Política y regulación	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Aguas subterráneas ▸ Aguas continentales ▸ Aguas marinas
Dirección General de Aguas	Política y regulación	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Aguas subterráneas ▸ Aguas continentales
	Usos, propiedad de intervención	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Aguas continentales
Ministerio de Salud	Política y regulación	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Aguas subterráneas ▸ Aguas continentales ▸ Aguas marinas
	Control y monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Aguas continentales
	Fiscalización	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Aguas marinas
Ministerio de Energía	Política y regulación	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Aguas subterráneas ▸ Aguas continentales ▸ Aguas marinas
Superintendencia del Medio Ambiente	Control y monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Aguas subterráneas ▸ Aguas continentales ▸ Aguas marinas
	Fiscalización	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Aguas marinas
Superintendencia de Servicios Sanitarios	Control y monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Aguas subterráneas ▸ Aguas continentales ▸ Aguas marinas
	Fiscalización	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Aguas marinas
Servicio Agrícola Ganadero	Política y regulación	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Aguas continentales
	Control y monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Aguas continentales
Comisión Nacional de Riego	Política y regulación	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Aguas continentales
Dirección de Obras Hidráulicas	Usos, intervención	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Aguas continentales
DIRECTEMAR	Control y monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Aguas continentales ▸ Aguas marinas
	Fiscalización	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Aguas marinas
SUBPESCA	Política y regulación	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Aguas continentales ▸ Aguas marinas
Subsecretaría para las Fuerzas Armadas	Política y regulación	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Aguas continentales ▸ Aguas marinas
	Usos, propiedad de intervención	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Aguas marinas
Ministerio de Agricultura	Política y regulación	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Aguas continentales
SERNAPESCA	Fiscalización	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Aguas continentales ▸ Aguas marinas

Acciones sectoriales

La Comisión Nacional de Riego (CNR) es el organismo encargado de la elaboración de las políticas de riego y de mejorar la eficiencia del uso del agua para riego. Sus atribuciones descansan en la ley N° 18.450 de Fomento de la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje, instrumento de fomento para subsidiar infraestructura y sistemas de riego, normativa que en el año 2009 se actualizó y prorrogó por otros 12 años. En 2005, el Consejo de Ministros de la Comisión Nacional de Riego aprobó la Política Nacional de Riego y Drenaje, mediante la cual se busca mejorar la eficiencia del uso del agua, a través del fomento de nuevas tecnologías de riego y también agrega consideraciones ambientales para la adjudicación de los subsidios.

Asimismo, se ha promovido la construcción de centrales hidroeléctricas asociadas a obras de riego existentes, ya que constituyen oportunidades de generación eléctrica de reducido impacto ambiental y otorga recursos adicionales a los agricultores.

Estas medidas son un avance importante en relación a las recomendaciones establecidas por la OCDE, respecto a reducir los efectos de la agricultura (relacionados con el riego, nutrientes, pesticidas y salinización, entre otros) en la calidad y la cantidad del agua.

Por otra parte, en el año 2008 la DGA creó la Unidad de Glaciología y Nieves (UGN) con el objeto de establecer el Programa Glaciológico Nacional, tendiente a realizar el Inventario de Glaciares del país e implementar una Red de Monitoreo de Glaciares en diferentes zonas geográficas, a fin de cuantificar el aporte hídrico de los glaciares a las distintas cuencas hidrográficas, además de estimar la respuesta de los glaciares al calentamiento global.

La gestión ambiental de los recursos hídricos, junto con buscar asegurar su disponibilidad y conservación, también está orientada a mantener su calidad y controlar la contaminación. En Chile, la preocupación por la calidad del agua se remonta a principios de los años 90.

Efectivamente, tras la publicación de la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente en 1994, Chile estableció instrumentos para apoyar la implementación de la variable ambiental en el país, tales como las normas de emisión y calidad, el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y los planes de manejo, de prevención y de descontaminación. En el caso de la gestión del agua, los instrumentos que más se han utilizado hasta ahora, son el SEIA y las normas de emisión y calidad.

El desarrollo normativo del país, referido a la calidad de las aguas, se origina en primer término para responder a las necesidades sanitarias de la población.

En este contexto, desde principios del 2000, las normativas establecidas han permitido que el país exhiba importantes avances, por ejemplo, en el control de la carga contaminante de las aguas servidas, residenciales e industriales y, consecuentemente, respecto al control de enfermedades.

Actualmente, en Chile existen dos normas primarias de calidad ambiental, dos normas de calidad secundarias, tres normas de emisión y, paralelamente, hay 15 procesos en desarrollo sobre normas secundarias de calidad.

► Normas Primarias de Calidad Ambiental

Una Norma Primaria de Calidad Ambiental es “aquella que establece los valores de las concentraciones y periodos, 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” (Art. 2º letra n). En la actualidad, Chile cuenta con dos normas vigentes.

Cuadro 5 Normas Primarias de Calidad

NORMA	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO	PARÁMETROS NORMADOS	ORGANISMO FISCALIZADOR	ENTRADA EN VIGENCIA
DS 143/2009 MINSEGPRES	Normas primarias de calidad ambiental de las aguas continentales superficiales en el territorio de la República, aptas para actividades de recreación con contacto directo.	Proteger la calidad de las aguas continentales superficiales de manera de salvaguardar la salud de las personas.	Color, PH, cianuro, bifenilos policlorados (PCBs), diclorometano, benzo(a) pireno, tetracloruro de carbono, ácido 2,4 diclorofeno xiacétrico (2,4 D), aldrín y dieldrín; altrazina; carbofurano; clordano; clorotalonil; cyanazina; heptaclor, lindano, simazina; trifluralina, arsénico, cadmio, cromo, mercurio, plomo, coliformes fecales.	Autoridad sanitaria	27 de marzo de 2009
DS 144/2009 MINSEGPRES	Normas primarias de calidad ambiental de las aguas marinas y estuarinas, en el territorio de la República, aptas para actividades de recreación con contacto directo.	Proteger la calidad de las aguas marinas y estuarinas de manera de salvaguardar la salud de las personas.	Color, PH, cianuro, arsénico, cadmio, cromo, mercurio, plomo, coliformes fecales.	Autoridad sanitaria	7 de abril de 2009

► **Norma Secundaria de Calidad del Agua**

Una Norma Secundaria de Calidad Ambiental es “aquella que establece los valores de las concentraciones y periodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza” (Art.2° letra ñ).

Cuadro 6 Normas Secundarias de Calidad Ambiental

NORMA	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO	PARÁMETROS NORMADOS	ORGANISMO FISCALIZADOR	ENTRADA EN VIGENCIA
DS 75/2010 MINSEGPRES	Normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Serrano.	Proteger y mantener los cuerpos o cursos de agua de calidad excepcional en la cuenca del río Serrano, que asegure sus cualidades como sitio de valor ambiental, escénico y turístico de manera de salvaguardar el aprovechamiento del recurso hídrico, las comunidades acuáticas y los ecosistemas; maximizando los beneficios ambientales, sociales y económicos.	Aluminio, cadmio, cloruro, cobre, coliformes fecales, conductividad, cromo, hierro, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, oxígeno disuelto, PH, plomo, RAS, selenio, sulfato y zinc.	Dirección General de Aguas y Servicio Agrícola y Ganadero	19 de marzo de 2010
DS122/2010 MINSEGPRES	Normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas del lago Llanquihue.	Mantener la calidad de las aguas del lago Llanquihue y prevenir la eutrofización antrópica, proporcionando instrumentos de gestión para aportar a la mantención de su actual condición oligotrófica.	Conductividad, PH, oxígeno disuelto, turbiedad, sílice, DQO, transparencia, nitrógeno total, fósforo total, clorofila.	Dirección General de Aguas y Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante	4 de junio de 2010

En octubre de 2010, mediante resolución exenta 3307 de la Dirección General de Aguas, se aprobó el Programa de Vigilancia (PV) para la Norma Secundaria de Calidad Ambiental del Río Serrano. Se trata del primer programa de vigilancia que se implementa en el país, a través del cual se coordina a las instituciones competentes para llevar a cabo la verificación del cumplimiento de la norma y conocer el estado de la calidad de las aguas, fundamentalmente a través de un programa de monitoreo sistemático. Este instrumento, además, permitirá levantar información adicional para un mayor conocimiento de la calidad de las aguas de la cuenca, con el fin de aplicarlo a las futuras revisiones de la misma.

► Normas de Emisión

Las Normas de Emisión “establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante, medida en el efluente de la fuente” (Art.2° letra o). Estas normas son de aplicación en todo el territorio nacional. Actualmente, existen tres normas de emisión vigentes.

La fiscalización de las normas de emisión está radicada en organismos sectoriales, según corresponde a lo establecido en cada una de las normas. Esta fiscalización se basa, fundamentalmente, en el autocontrol; son los titulares los que informan respecto de su cumplimiento, sin embargo, también se realizan fiscalizaciones aleatorias, incluso en aquellos establecimientos que no declaran emisiones. A partir de la nueva institucionalidad ambiental, después de la creación de los Tribunales Ambientales, las competencias de fiscalización recaerán en la Superintendencia del Medio Ambiente.

En coincidencia con las recomendaciones de la OCDE, respecto a aumentar el tratamiento eficaz de efluentes industriales y fortalecer las capacidades de inspección y cumplimiento de las normas relacionadas, se inició el proceso de revisión de las normas de emisión, tanto del DS 90/2001 MINSEGPRES, como del DS 46/2003 MINSEGPRES, ajustando definiciones, incorporando nuevos parámetros y límites máximos de emisión, en específico, con el objeto de actualizar y mejorar de manera continua el marco regulatorio.

Por otra parte, existen normas que se encuentran en proceso de dictación y revisión.

- Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas de la Cuenca del Río Maipo-Mapocho en la Región Metropolitana.
- Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas de la Cuenca del Río Aysén.
- Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas del Río Biobío.
- Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas del Río Cachapoal.
- Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas del Río Aconcagua.
- Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas del Río Elqui.
- Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas del Río Loa.

- ▶ Norma de Emisión para Descargas de Residuos Líquidos de Sistemas de Tratamiento de Agua Potable.
- ▶ Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Marinas y Estuarinas en la Región de Aysén.
- ▶ Norma Secundaria de Calidad Ambiental para Sedimentos Marinos en la Región de Aysén.
- ▶ Norma Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas de la Cuenca del Río Mataquito.
- ▶ Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas de la Cuenca del Río Valdivia.
- ▶ Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas de la Cuenca del Río Baker.
- ▶ Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas de la Cuenca del Río Huasco.
- ▶ Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Tinguiririca.
- ▶ Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Itata.
- ▶ Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales del Lago Villarrica.
- ▶ Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Limarí.
- ▶ Revisión de Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas.
- ▶ Revisión de Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado (DS 609/1998l Ministerio de Obras Públicas).
- ▶ Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales, DS 90 /2001, MINSEGPRES.

Cuadro 7 Normas de Emisión

NORMA	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO	PARÁMETROS NORMADOS	ORGANISMO FISCALIZADOR	ENTRADA EN VIGENCIA
DS 90/2001 aMINSEGPRES	Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.	Prevenir la contaminación de las aguas marinas y continentales superficiales de la República, mediante el control de contaminantes asociados a los residuos líquidos que se descargan a estos cuerpos receptores.	PH, temperatura, sólidos suspendidos totales, sólidos sedimentables, aceites y grasas, hidrocarburos fijos, hidrocarburos totales, hidrocarburos volátiles, DB05, aluminio, arsénico, boro, cadmio, cianuro, cloruros, cobre, cromo total, cromo hexavalente, estaño, fluoruro, fósforo total, hierro, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, nitrógeno total kjeldahl, nitrito más nitrato, pentaclorofenol, plomo, selenio, sulfato sulfuro, tetracloroetano, tolueno, triclorometano, xileno, zinc, índice de fenol, poder espumógeno, SAAM, coliformes fecales o termotolerantes.	Superintendencia de Servicios Sanitarios, Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante y Servicios de Salud, según corresponda.	Septiembre 2000. En proceso de revisión. A 2011, luego de cinco años, está en la última etapa de revisión de mejora continua
DS 609/98 MOP	Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado.	Mejorar la calidad ambiental de las aguas servidas, que los servicios públicos de disposición de éstas vierten a los cuerpos de agua terrestres o marítimos mediante el control de los contaminantes líquidos de origen industrial, que se descargan en los alcantarillados.	Aceites y grasas, aluminio, arsénico, boro, cadmio, cianuro, cobre, cromo total, cromo hexavalente, DB05 fósforo, hidrocarburos totales, manganeso, mercurio, níquel, nitrógeno amoniacal, PH, plomo, poder espumógeno, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, sulfatos (disueltos), sulfuro, temperatura.	Servicios de Salud y Superintendencia de Servicios Sanitarios	19 de agosto 1998. Actualmente en proceso de revisión.

NORMA	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO	PARÁMETROS NORMADOS	ORGANISMO FISCALIZADOR	ENTRADA EN VIGENCIA
DS 46/2003 MINSEGPRES	Norma de emisión que determina las concentraciones máximas de contaminantes permitidas en los residuos líquidos que son descargados por la fuente emisora, a través del suelo, a las zonas saturadas de los acuíferos, mediante obras destinadas a infiltrarlo.	Prevenir la contaminación de las aguas subterráneas, mediante el control de la disposición de los residuos líquidos que se infiltran a través del subsuelo al acuífero. Con lo anterior, se contribuye a mantener la calidad ambiental de las aguas subterráneas.	Aceites y grasas, aluminio, arsénico, benceno, boro, cadmio, cianuro, cloruros, cobre, cromo total, cromo hexavalente, flúor, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, nitrógeno total Kjeldahlkjeldahl, pentaclorofenol, plomo, selenio sulfatos, sulfuros, tetracloroetano, tolueno, triclorometano, xileno, zinc.	Superintendencia de Servicios Sanitarios y los Servicios de Salud respectivos, según corresponda.	17 de enero de 2003. En proceso de revisión. A 2011, luego de cinco años, está en la última etapa de revisión de mejora continua.
DS 80/2006 MINSEGPRES	Norma de emisión para molibdeno y sulfatos de efluentes descargados desde tranques de relaves al estero Carén.	Protección de los recursos hídricos del estero Carén, ubicado en la comuna de Alhué en la región Metropolitana, mediante la regulación de las descargas al estero Carén de los residuos líquidos provenientes de tranques de relaves, que contengan sulfatos y molibdeno.	Molibdeno y sulfatos	Superintendencia de Servicios Sanitarios	26 de agosto de 2006

► *Medición y Control*

De acuerdo con lo establecido en el artículo 33 de la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente, el Ministerio del Medio Ambiente administrará la información de los programas de medición y control de la calidad ambiental del agua, por tanto y una vez vigentes las normas y efectuados los controles, se deben elaborar los Programas de Vigilancia. Éstos tienen como objetivo establecer un programa de monitoreo sistemático, destinado a medir y controlar la calidad de las aguas continentales superficiales, transicionales y marinas en las áreas de vigilancia, en determinados puntos geográficos y en un periodo de tiempo específico, para el control y seguimiento de las respectivas normas.

Para la medición, se contempla el establecimiento de una Red Oficial de Control, que permitirá evaluar el grado de cumplimiento de las normas y estará a cargo de las autoridades competentes según el tipo de norma (primaria o secundaria), así como del tipo de cuerpo de agua y de una red de observación o red no oficial, que permitirá diagnosticar (evaluar) otras condiciones necesarias para la gestión de la calidad del agua, en particular para un nuevo proceso de revisión de la norma.

Pese a estos avances, aún sigue pendiente el desarrollo de una visión más integral que recoja la mirada ecosistémica de la gestión de las aguas y que contribuya a su uso sustentable; así como acciones específicas en orden a abordar el creciente problema de la calidad del agua, particularmente para conservar los ecosistemas y servicios ecosistémicos¹³ asociados.

La mirada ecosistémica respecto a los cuerpos de agua continentales propenderá a privilegiar la cuenca hidrológica, como unidad de gestión básica, definida por el mismo Código de Aguas, como aquella formada por “todos los afluentes, subafluentes, quebradas, esteros, lagos y lagunas que afluyen a ella, en forma continua o discontinua, superficial o subterráneamente”.

¹³ Se entiende por servicios ecosistémicos, según definición del Proyecto de Ley del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas, a aquellos procesos y propiedades que caracterizan la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, y que generan beneficios materiales e inmateriales para los seres humanos (entre ellos, regulación y renovación del agua, protección y conservación de la biodiversidad, belleza escénica, contemplación, recreación y ecoturismo)

Hacia un sistema de evaluación de la calidad biológica del agua

Los ecosistemas reaccionan de manera distinta a las variaciones en la cantidad y calidad natural de un cuerpo de agua. Se requiere otro tipo de indicadores para determinar el estado ambiental de éstos. Actualmente, no existe información sobre la calidad biológica del agua en Chile, salvo estudios científicos específicos. Para hacer frente a este desafío, el Ministerio del Medio Ambiente está trabajando en el diseño de un sistema de evaluación de la calidad biológica de los recursos hídricos nacionales basado en indicadores hidrobiológicos. Uno de los sistemas de evaluación de la calidad biológica, utilizado como una de las referencias para análisis en este diseño, es el de Perlodes y Fibs que, en base a mediciones de macrozoobentos y peces, determina el estado ecológico de ríos y lagos (Quadaflieg, 2010) o el sistema AUSRIVAS desarrollado por Chessman (1995), basado en sistema RIVPACS desarrollado por Wright et al (1995) (Tiller et al, 1998) Aun así el Ministerio del Medio Ambiente está trabajando en base a seis¹⁴ grupos biológicos que orientaran el análisis y diseño de un sistema en este sentido. La razón principal es que primero es necesario levantar mucha información de base sobre nuestra diversidad acuática y sobretodo sobre sus tolerancias a variables ambientales y de acuerdo a ello su rol como indicador en el sistema de evaluación óptimo para Chile.

Implementado un sistema como éste, sumado a la información técnica que se recabe respecto a nuestros cuerpos de agua, será posible conocer de mejor forma el estado de la calidad ecológica de las aguas nacionales, donde los la información de referencia por tipo de sistema y la distribución de ciertos grupos de especies respecto de las condiciones ambientales cobran especial relevancia.

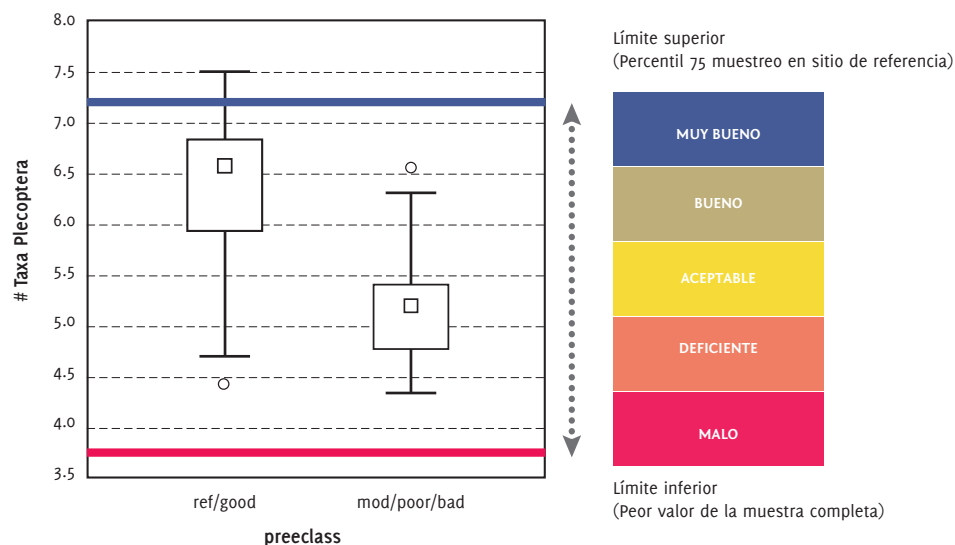


fig. 16

Evaluación del estado ecológico de cuerpos de agua.

Fuente: Sistema Perlodes, citado en Quadaflieg, 2010.

¹⁴ Macroinvertebrados bentónicos (macrozoobentos), macrófitas (plantas acuáticas), fitoplancton, peces, fitobentos (perifiton) y zooplancton.

15] La cobertura de tratamiento de aguas servidas es calculada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y “corresponde al porcentaje de la población urbana que cuenta con tratamiento para sus aguas servidas respecto a la población total en el área de concesión. Se considera población con aguas servidas tratadas a todas las personas que habitan o residen en viviendas (inmuebles residenciales), cuyas aguas servidas son recolectadas por alguna empresa sanitaria y reciben tratamiento en la etapa de disposición” (SISS, 2011b, p.16).

16] Debido a los daños ocasionados por el terremoto del 27 de febrero de 2010 en la región del Biobío, la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Concepción no se encontraba prestando el servicio de tratamiento con la calidad exigida por la normativa y es por ello que la región presenta ese bajo valor de cobertura a diciembre de 2010. Dicha situación fue superada totalmente en mayo de 2011 (SISS, 2011b).

Gestión para el tratamiento de aguas servidas

Las aguas residuales vertidas constituyen una de las fuentes importantes de contaminación en aguas continentales y marinas. El tratamiento de las aguas residuales urbanas reduce los contaminantes que son vertidos a los cuerpos de agua naturales, protegiendo así su calidad y reduciendo el número de enfermedades asociadas.

En la Figura 17 se observa la disminución de los casos de enfermedades de tifus y shigelosis, en relación a las coberturas de plantas de tratamiento de aguas servidas.

A principios de los 90, la mayoría de las ciudades del país descargaba aguas residuales no tratadas al mar o los ríos, existiendo sólo 24 plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS) y sólo un 16,7% de cobertura¹⁵ urbana nacional el año 1998 (OCDE y CEPAL, 2005). La entrada en vigencia en septiembre del 2001 del D.S. SEGPRES N° 90/00 aceleró significativamente el proceso de construcción de PTAS, logrando así para el año 2003 un 66% de cobertura urbana de tratamiento de aguas servidas, porcentaje similar al promedio de la OCDE en esa fecha (OCDE y CEPAL, 2005). Actualmente, existen en el país más de 260 sistemas de tratamiento de aguas servidas operando y autorizados por la SISS, los que atienden a más de once millones de personas, representando un 86,9% de cobertura urbana el año 2010 (SISS, 2011a).

De las quince regiones, doce presentan coberturas urbanas de tratamiento de aguas servidas superiores al 90%, destacándose Antofagasta (99,7%), Arica y Parinacota (99,6%) y Magallanes (98%). Las otras tres regiones, con cobertura menor al 90%, son la Metropolitana (87%), O'Higgins (85,2%) y Biobío¹⁶ (62,4%) (SISS, 2011). En el caso de esta última región, este bajo valor registrado en diciembre de 2010 se debió al efecto del terremoto de febrero de ese mismo año, situación que fue superada en mayo de 2011 y, por lo cual, se espera que a fines de 2011 la cobertura sea 94,3% (SISS, 2011b).

Las tecnologías de tratamiento de aguas servidas existentes en el país son: lodos activados, lagunas aireadas, emisarios submarinos, lagunas de estabilización, primaria más desinfección, lombrifiltro, biofiltros, biodiscos, sistema SBR (Secuencial Batch Reactor) y zanjas de oxidación (SISS, 2011a). Al año 2010, el número de PTAS en base a lodos activados representan el 59% y las lagunas aireadas el 20%. Les siguen los emisarios submarinos (12%), primarias más desinfección (5%), lagunas facultativas o estabilización (2,6%) y otros (1,4%) (SISS, 2011a). Es interesante mencionar que las regiones que figuran con más alto porcentaje de cobertura urbana de tratamiento utilizan, fundamentalmente, emisarios submarinos. Las regiones en que existen menores coberturas de tratamiento, éste corresponde a lodos activados.

Por otra parte, la inversión realizada en el sector sanitario durante el periodo 2005-2009 se mantuvo en cifras anuales entre US\$278 y US\$427 millones, destinadas a agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas (MMA, 2011). Este gran avance es consistente con uno de los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas a alcanzar el año 2015: un 99% de tratamiento de las aguas servidas generadas por los habitantes de localidades urbanas (Gobierno de Chile, 2010).

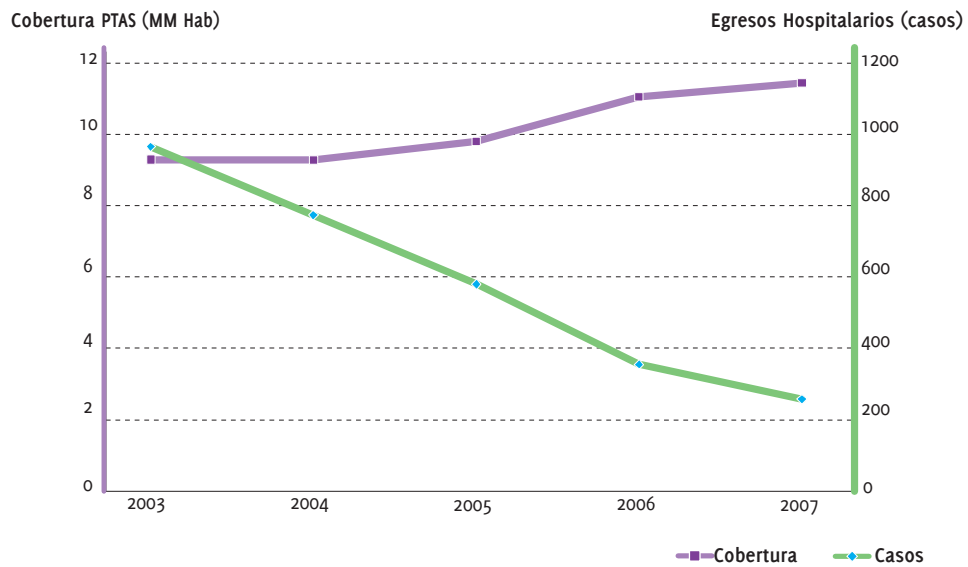


fig. 17

Cobertura urbana de tratamiento de aguas servidas a nivel nacional y egresos hospitalarios, 2003-2007

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por SISS y MINSAL.



Información

Tal como señaló la OCDE en la Evaluación de Desempeño Ambiental de 2005, uno de los desafíos del país es mejorar la información y el conocimiento sobre el manejo de agua. Según establece el Código de Aguas, la Dirección General de Aguas (DGA) debe mantener un Catastro Público de Aguas *“en el que se consignarán todos los datos, actos y antecedentes que digan relación con el recurso, con las obras de desarrollo del mismo, con los derechos de aprovechamiento, con los derechos reales constituidos sobre éstos y con las obras construidas o que se construyan para ejercerlos”*.

De acuerdo con la DGA, el catastro público de aguas está desactualizado e incompleto, por lo que se estima que de un universo de 350.000 derechos de agua legítimamente constituidos o reconocidos, sólo unos 70.000, un 20%, se encuentran inscritos en este registro. De los 121 Conservadores de Bienes Raíces registrados, sólo 55% informan a la DGA sobre transacciones de derechos de agua (DGA, junio de 2011, diapositiva N°14).

Por su parte, en el año 2007 comenzó a operar el Sistema Electrónico de Solicitudes de la Dirección General de Aguas, que permite también consultar solicitudes de derechos de aprovechamiento de aguas. Este servicio además cuenta con un Sistema de Información Geográfica, que entrega información respecto a la red hidrometeorológica, las áreas de protección y restricción de uso del agua y sobre el inventario de glaciares.

Según el Informe del Banco Mundial sobre los Recursos Hídricos de 2011, existen deficiencias en la información respecto a su *“cantidad y calidad. Hay datos limitados en disponibilidad de aguas superficiales por cuenca y usos principales por sector y usuario, incluyendo flujos de retorno. Incluso más limitada es la disponibilidad de datos de aguas subterráneas y sus usos”*.

Actualmente la DGA, se encuentra desarrollando un sistema de información pública sobre el uso de agua en el país, mediante el cual se busca mejorar la calidad de información en relación a los derechos de agua y de las modificaciones que se hagan en este sentido.

En cuanto a información de calidad de agua, el Ministerio del Medio Ambiente está desarrollando un Sistema Nacional de Calidad de Aguas, que tiene como objetivo principal publicar datos de calidad de aguas provenientes de estaciones de monitoreo de entidades de gobierno, como la Dirección General de Aguas, así como también de instituciones privadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANAYA, M. Y MARTÍNEZ, J.M., 2007. *Manual de captación de agua de lluvia para áreas rurales: sistemas de captación y aprovechamiento del agua de lluvia para uso doméstico y consumo humano en América Latina y el Caribe*. México, Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Disponible en: <http://www.pnuma.org/reclnat/esp/public.php?menusup=9&tmenuinf=5> (Accesado el 18 noviembre de 2004).
- BANCO MUNDIAL, 2011. *Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos*. Departamento de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible Región para América Latina y el Caribe.
- CAMPOS, H. ET AL., 1983. Limnological studies in Lake Villarrica. Morphometric, physical, chemical, planktonical factors and primary productivity. *Arch. Hydrobiol.Suppl.* 65 (4): 371-406.
- CAMPOS, H.; STEFFEN, W.; AGÜERO, G.; PARRA, O. Y ZÚÑIGA, L., 1992a. Limnological studies of lake Rupanco (Chile). Morphometry, physics, chemistry, plankton and primary productivity. *Archiv für Hydrobiologie Supplement Band* 90: 85-111.
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL), 2009. *La economía del Cambio Climático en Chile*. Santiago, Chile.
- COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2007. *Estrategia nacional de gestión integrada de cuencas hidrográficas*. Santiago, Chile.
- DAVID TILLER AND LEON METZELING, "Australia-Wide Assessment of River Health: Victorian AusRivAS Sampling and Processing Manual", Environment Protection Authority, 1998.
- DESMADRYL LIRA, M. *Presentación Director*. Dirección General de Aguas. 22 de junio de 2011.
- DÍEZ, J.M. Y MARTÍNEZ DE AZAGRA, A., 2004. Directrices para la modelación hidráulica de caudales ambientales mediante la metodología, IFIM. En: *Actas del IV Congreso Ibérico de Gestión y Planificación del Agua*, 08-12/12/2004.
- DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA), 2003. *Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Preparado por Consultores en Ingeniería*. Santiago, Chile
- DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA), 2004. *Manual para la aplicación del concepto de vulnerabilidad de acuíferos establecido en la norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas*. Decreto Supremo N° 46 de 2002.
- DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA), 2009. *Estrategia Nacional de Glaciares*. Publicación DGA, S.I.T. N° 205, diciembre. Centro de Estudios Científicos-CECS.

- DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA), 2011. *Comunidad de Aguas Copiapó-Piedra Colgada-Desembocadura*. Santiago de Chile.
- EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL, 2000. *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy*.
- GOBIERNO DE CHILE, 2011. *Objetivos de desarrollo del milenio: tercer informe del Gobierno de Chile*.
- GONZÁLEZ, S., 2007. Contaminación difusa de las aguas. *Revista Tierra Adentro* N° 77, noviembre-diciembre, pág. 21 a 25. INIA.
- MINISTERIO DE JUSTICIA, 26 de enero de 2010. *Código de Aguas*, última modificación. Ley 20.417.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2011. *OECD Evaluación de Desempeño Ambiental Chile 2005 - Evaluación de medio término 2011*. Santiago.
- NIEMEYER & CERECEDA, 1984. Hidrografía. Tomo VII, *Geografía de Chile*. Santiago, Chile. IGM.
- ORGANIZACIÓN DE COOPERACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICO Y COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (OCDE Y CEPAL), 2005. *Evaluación del desempeño ambiental - Chile*.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN (UNESCO), 2003. *Water for people, water for life*. En: Executive Summary of the UN World Water Development Report. París, Francia: Primera Edición.
- PARRA, O.; VALDOVINOS, C.; URRUTIA, R.; CISTERNAS, M.; HABIT, E.; MARDONES, M., 2003. *Caracterización y tendencias tróficas de cinco lagos costeros de Chile Central*. Concepción: Unidad de Sistemas Acuáticos, Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, Universidad de Concepción.
- POWER, M.E.; SUN, A.; PARKER, M.; DIETRICH, W. E. Y WOOTTON, J. T., 1995. Hydraulic food-chain models: study of food web dynamics in large rivers. En: DIEZ et al. *BioScience*, N° 45, 159-167.
- QUADFLIEG A., 2010a. Objetivos de la directiva marco del agua: eficiencia de las medidas. En: *VII Congreso de la Sociedad Chilena de Limnología*. Villarrica 25 al 29 de octubre.
- RHMA-CONAMA 2010. *Análisis vulnerabilidad de recursos hídricos frente a escenarios de cambio climático para las cuencas de Cautín, Aconcagua, Teno e Illapel*. Departamento de Ingeniería Civil, División Recursos Hídricos y Medio Ambiente. Santiago.
- RODRÍGUEZ, H., 2010. *Hidráulica fluvial: fundamentos y aplicaciones, sociación*. Colombia. Escuela Colombiana de Ingeniería.

SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS (SISS), 2011. Disponible en: www.siss.gob.cl. Consulta web <http://www.siss.gob.cl/577/w3-article-3854.html> (Accesado el 7 de noviembre de 2011).

STEFFEN, R.W., 1995. Caracterización hidrodinámica preliminar del lago Villarrica. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas; Universidad Austral de Chile, Instituto de Zoología. Santiago.

SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS (SISS), 2005. Informe de Gestión del Sector Sanitario 2004.

SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS (SISS), 2011a. *Informe de Gestión del Sector Sanitario 2010*.

SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS (SISS), 2011b. *Informe anual de coberturas urbanas de servicios sanitarios 2010*.

SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS (SISS), 2011c. *Texto citado desde el sitio web de la Superintendencia de Servicios Sanitarios*. Disponible en: <http://www.siss.gob.cl/577/w3-article-3854.html>, accesado en septiembre de 2011.

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE, 2009. *Diagnóstico de la calidad de las aguas del lago Villarrica*.

UNIVERSIDAD DE CHILE, 2010. Informe país. Estado del Medio Ambiente en Chile 2008. Capítulo 2, Aguas continentales. Santiago.







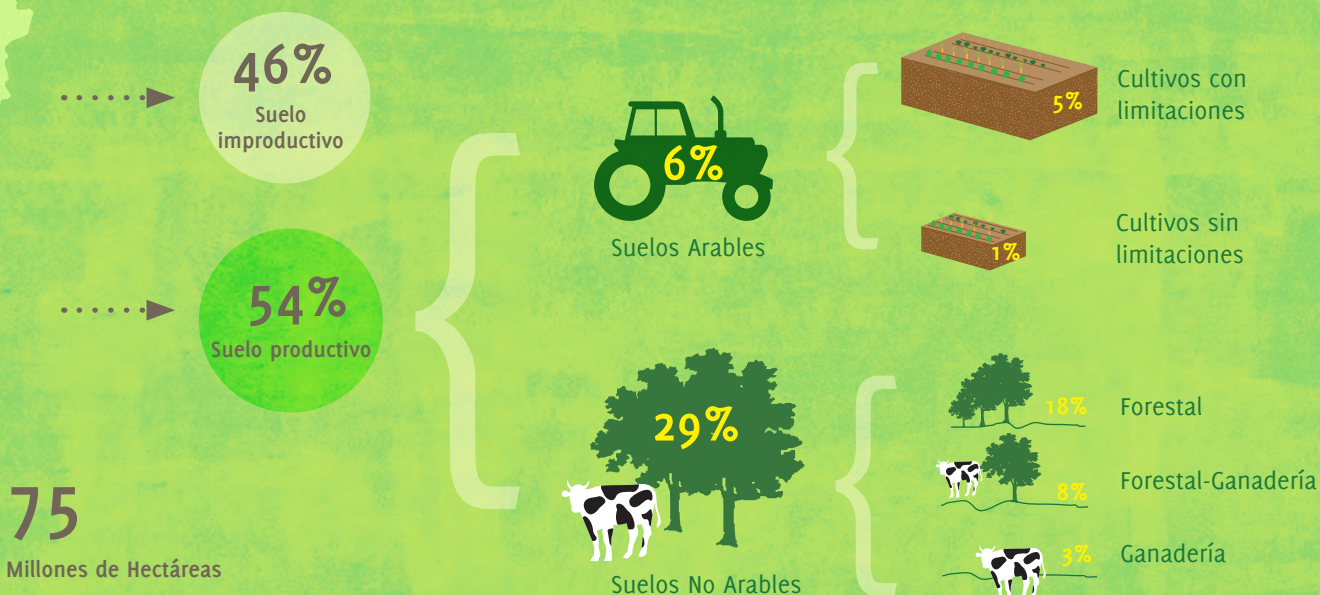
Capítulo 9

Suelos para Uso Silvoagropecuario

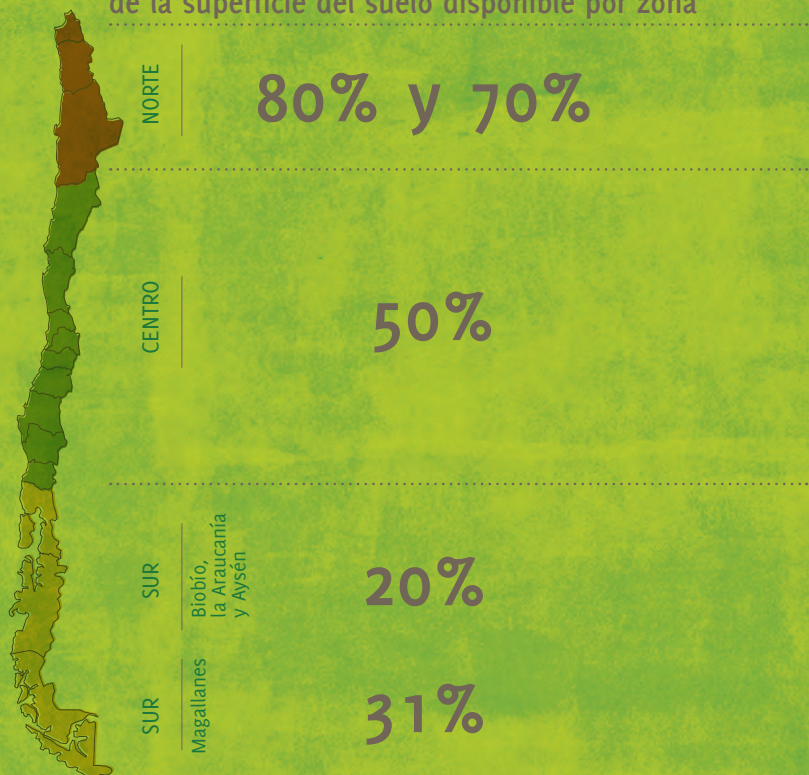
1) Antecedentes	371
2) Diagnóstico: Degradación de suelos en Chile	374
3) Causas de la degradación de los suelos	386
4) Acciones para proteger el suelo	392

Suelos en Chile

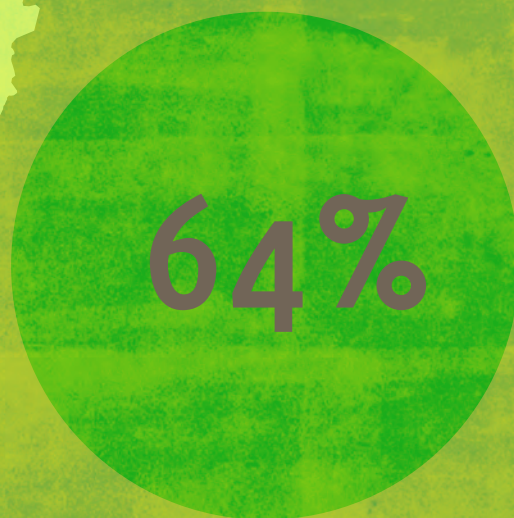
TERRITORIO NACIONAL CONTINENTAL



Erosión promedio (Moderada, Severa y Muy Severa) de la superficie del suelo disponible por zona



Erosión de la superficie nacional (del suelo disponible)



Introducción

Resumen / Abstract

El suelo cumple importantes funciones a nivel ecosistémico y silvoagropecuario, constituyéndose en un patrimonio ambiental necesario de proteger y conservar. Uno de los problemas más importantes que afectan a los suelos chilenos es la erosión, que si bien tiene causas naturales, también es generada y acelerada por la intervención humana. Actualmente, Chile no cuenta con un marco jurídico de protección específico para el suelo, sólo existen funciones, facultades y diversas regulaciones sectoriales que contribuyen indirectamente a su protección.

Antecedentes 1

La parte de la corteza terrestre donde se desarrolla la vida es sólo una pequeña fracción del planeta. Aunque todo lo que está bajo nuestros pies tiene incidencia en los fenómenos de la naturaleza, por formar parte de ella y participar en procesos dinámicos como el volcanismo o los sismos, el suelo corresponde a la capa más externa de la superficie terrestre, en la cual se desarrollan formas de vida. (CONAMA RM, 2002)

De esta manera, el suelo es un recurso natural que constituye un soporte fundamental para los ecosistemas, así como para el desarrollo de la vida de las personas. Si bien tradicionalmente se lo consideró renovable, su baja tasa de formación y recuperación obliga a potenciar su uso sustentable, asegurando una adecuada conservación.

A nivel ambiental, el suelo cumple importantes funciones, las cuales, en mayor o menor grado, son modificadas por los diversos tipos de intervención humana. Entre las funciones ambientales que cumple, se pueden mencionar:

- ▶ Proveer de una base física, química y biológica para organismos vivos.
- ▶ Suministrar, almacenar y regular los flujos hídricos.
- ▶ Dar soporte a la actividad biológica para la productividad de plantas y animales.
- ▶ Filtrar, degradar, inmovilizar, materiales orgánicos e inorgánicos, entre otras facultades.
- ▶ Proveer soporte físico para los organismos vivos y su estructura.
- ▶ Producir biomasa. Debe considerarse que en el caso de muchas plantas, más de 4/5 de su biomasa total se encuentra bajo la superficie.
- ▶ Reservorio de biodiversidad (bacterias, algas, hongos, tejidos subterráneos de plantas, protozoos, nematodos, insectos, ácaros, vertebrados temporales y permanentes).
- ▶ Regular ciclos biogeoquímicos (incidencia en efecto invernadero, captura CO₂, cambio climático).
- ▶ Descomponer residuos.
- ▶ Regular el ciclo del carbono y del nitrógeno.
- ▶ Filtrar sustancias contaminantes.
- ▶ Termoregulador

El suelo es, entonces, un componente de la naturaleza que tiene la dualidad de ser un recurso para el desarrollo y, al mismo tiempo, una interfase del medio ambiente. En consecuencia, el problema que surge es cómo hacer el mejor uso posible del suelo, preservando simultáneamente la función reguladora que cumple en toda la dinámica medio ambiental.

En el caso de Chile Continental, la superficie territorial supera los 75 millones de hectáreas, de las cuales aproximadamente 46% corresponde a suelos improductivos. Se estima que un 10% de dicha superficie tiene potencial agropecuario, pero la mayor parte con limitaciones, ya sea por su naturaleza y material parental, por profundidad, pedregosidad, topografía o problemas de desertificación. A ello se suman restricciones derivadas de la acción antrópica, por cambios en su destino de agrícola a urbano o industrial u otros usos no agrícolas como canteras de extracción de áridos, construcción de carreteras, embalses o para desechos industriales, de basura o residuos de procesos minerales (U. de Chile, 2010).

El territorio con aptitud para cultivos, sin limitaciones, corresponde a poco más del 1% del territorio nacional, unas 760 mil hectáreas (U. de Chile, 2010).

Cuadro 1 Capacidad de uso/aptitud agrícola de las tierras

CAPACIDAD DE USO		SUPERFICIE (Ha)	%
Suelos agrícolas arables	Cultivos sin limitaciones	764.164	1
	Cultivos con limitaciones	3.869.178	5
Subtotal arable		4.633.342	6
Suelos agrícolas no arables	Ganadería	2.271.144	3
	Ganadería-forestal	6.219.736	8
	Forestal	13.430.602	18
Subtotal no arable		21.921.482	29
Total agrícola		26.554.824	35
Suelos no agrícolas	Conservación y reservas de la naturaleza	14.200.000	18,7
Total productivo		40.754.824	53,8
Improductivo		34.869.936	46
Total territorio		75.624.760	100

Fuente: U. de Chile 2010. Las fuentes específicas citadas son las siguientes:

- (1) IREN. Herrera, B y Sandoval, F. Capacidad de uso de la Tierra: provincias de Atacama a Magallanes.
- (2) Santibáñez, Q., F *et al.* Clases de suelo según manejo y potencialidad, 1996.
- (3) CONAF-CONAMA: Catastro de bosque nativo, 1999.

Si bien en términos productivos la superficie territorial nacional es considerable, para el uso agrícola es bastante más escasa. En este contexto, el crecimiento de la población, procesos como la erosión y salinización de suelos, el agotamiento de napas freáticas, la degradación de la calidad de las aguas por lixiviación y arrastre de fertilizantes y pesticidas, así como la contaminación de suelos por depositación de emisiones atmosféricas, constituyen algunas de las mayores presiones para este recurso, soporte fundamental para el desarrollo de la vida (U. de Chile, 2010).

2 Diagnóstico: Degradación de suelos en Chile

La degradación de los suelos corresponde a la alteración de sus propiedades, debido a causas naturales o actividades humanas siendo su principal consecuencia la disminución de la productividad de los suelos. Esta degradación, a su vez, puede ser de tipo física, biológica o química.

Degradación física por erosión

En Chile, la degradación de suelos está explicada en gran medida por la erosión (CIREN, 2010) que, si bien en general tiene causas naturales, puede ser generada por actividades humanas asociadas a prácticas agrícolas inadecuadas. Asimismo, el país registra altos niveles de desertificación y áreas potencialmente contaminadas como consecuencia de actividades humanas.

Para conocer la situación nacional en materia de erosión, en 2010 el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) realizó el estudio “*Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile*”, abarcando una superficie de 75 millones de hectáreas, mediante la utilización de técnicas de geomática y teledetección.

De acuerdo con CIREN (2010), se puede distinguir que del total de la superficie territorial continental, alrededor de un 77%, es decir, unas 57,8 millones de hectáreas, corresponde a suelos, cifra que no considera suelos ocupados ya sea por asentamientos humanos, por cuerpos de agua, minería o que no pueden ser utilizados para alguna actividad agrícola, ganadera o forestal, como son áridos, material volcánico, nieve, relaves, rellenos, vertederos, playas y dunas.

Así, de la cantidad de suelo disponible en el país, un 64%, es decir, aproximadamente 36,8 millones de hectáreas, presentan algún tipo de erosión. En tanto, los suelos que muestran niveles de erosión mayores, entre moderada y muy severa, alcanzan un 49% del total, abarcando alrededor de 28,5 millones de hectáreas.

A nivel regional, el problema de la erosión se concentra en el territorio norte del país, con porcentajes superiores al 90% de los suelos regionales. En tanto, si se consideran sólo los niveles mayores de erosión, entre moderada a muy severa, estos porcentajes disminuyen, situándose entre un 70% y 80% de los suelos regionales. Cabe destacar que en esta zona la erosión es causada principalmente de manera natural.

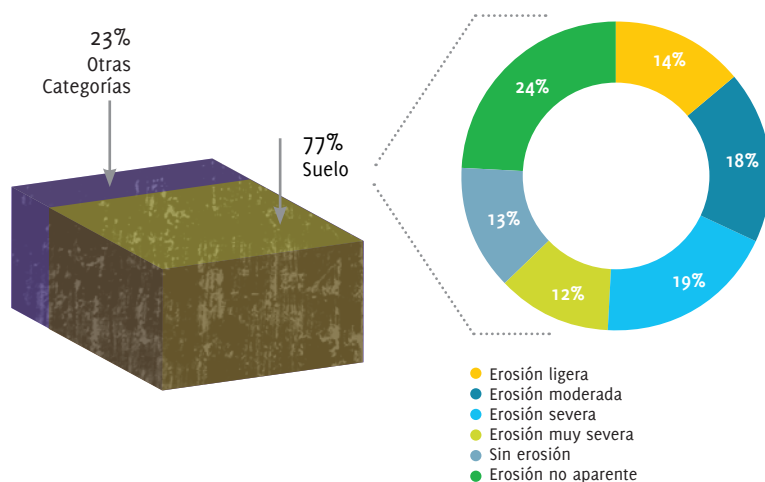


fig.

1

Erosión actual, en relación a la superficie total de suelos del país

Fuente: CIREN, 2010. Los totales pueden no corresponder a los sumandos, en virtud de la aproximación efectuada.

Por otra parte, en la zona central, entre la Región de Valparaíso y del Maule, la superficie con problemas de erosión moderada, severa y muy severa alcanza a más del 50% del territorio regional. A diferencia del norte, se trata de una erosión causada en gran medida por la intervención humana. Más al sur, en las regiones de Biobío, la Araucanía y Aysén, la erosión moderada, severa y muy severa ronda en torno al 20% de la superficie del territorio. La situación es distinta en la región de Magallanes, donde estos niveles de erosión llegan al 31% del territorio.

CIREN (2010) también evaluó el riesgo de erosión actual, referido al potencial del suelo de ser erosionado de mantenerse las condiciones actuales de vegetación. Para determinar este riesgo, se utilizó un modelo llamado Irepot¹, el que considera los factores involucrados en la erosión, tales como las propiedades del suelo, pendiente, altitud de ladera, exposición, uso actual, vegetación, etc.

De acuerdo con CIREN (2010), las regiones que tienen mayor superficie en riesgo de erosión en el futuro, de mantenerse las condiciones presentes, son Coquimbo, Valparaíso y del Libertador Bernardo O'Higgins. En tanto, el mayor incremento respecto a la situación actual, se registra en la Región del Biobío, en la cual el riesgo de erosión actual aumenta 40 puntos porcentuales respecto a la erosión base.

Asimismo, CIREN (2010) evaluó el riesgo de erosión potencial, el cual se refiere a la máxima tasa de erosión, considerando para ello un escenario en que se pierde la cobertura vegetal.

Como resultado de la aplicación de este modelo, el riesgo de erosión potencial entre moderada y muy severa se incrementa hacia el sur de Chile. Así, en las regiones de Los Lagos y Aysén, la erosión potencial llega a un 90%, mientras que la erosión actual es de 15% y 23%, respectivamente.

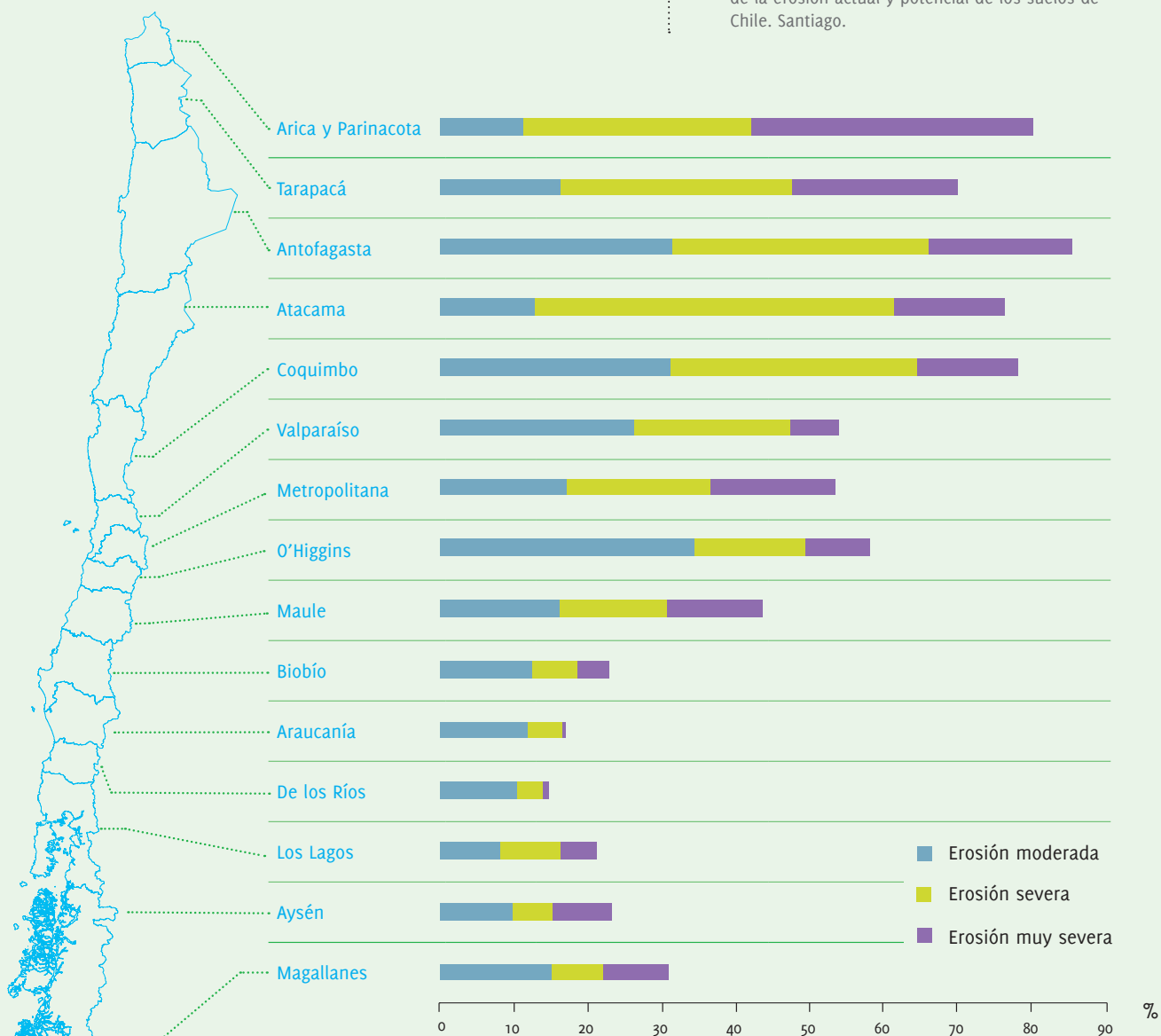
¹ El modelo IREPOT es el resultado de la combinación de cuatro grupos de variables básicas: topográficas-hidrológicas, agresividad de la lluvia, suelo y vegetación. A partir de éstas, se generaron distintos índices, que tratados con criterios mecanicistas y empíricos, utilizando herramientas de combinación espacial, permiten definir los índices resultantes.

fig.

2

Erosión actual en relación a la superficie regional de suelos, según categorías de erosión entre moderada a muy severa

Fuente: CIREN, 2010. Informe Final, Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile. Santiago.



La erosión se define como “el arrastre del suelo productivo por efecto del agua (erosión hídrica) o del viento (erosión eólica), desde su origen a esteros, ríos y mares u otros lugares, transformándolos en sustancia inerte, sin utilidad alguna y provocando daños por embarcamiento de ríos y puertos, formación de dunas, sedimentación de tranques, etc.”. (Elizalde, 1970 en Pérez y González 2001, p. 24). De acuerdo con CIREN (2010 p. 29), la erosión corresponde a un “proceso geomorfológico dinámico gradual que, junto a otros procesos denutativos (meteorización y remoción en masa) actúa permanentemente sobre el relieve terrestre, de tal forma de allanar las superficies hasta una condición de equilibrio estático”.

“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”

► *Erosión eólica*

El viento genera en los suelos dos tipos de acción eólica: una, muy característica en las estepas de las regiones de Aysén y Magallanes, que no llega a formar dunas; y la otra, que consiste en la formación de las dunas típicas con la acumulación de arenas a causa de los vientos predominantes del suroeste en primavera y verano. La mayor parte de las dunas costeras actuales en Chile son el resultado de procesos erosivos de los suelos, cuyos sedimentos fueron arrastrados por los ríos a sus desembocaduras y luego transportados por los vientos dominantes al norte de las desembocaduras. El caso más grave del avance de una duna en tiempos modernos es el de Chanco (Araya, 2004 citado en U. Chile 2010, p. 247). Existen algunas excepciones de dunas cuyo origen es relictual, es decir, producto de un clima pasado como es el caso de la gran duna de Copiapó, cuya superficie original se ha estimado en 240 kilómetros cuadrados, o el de la duna de Iquique (Paskoff, 2004, citado en U Chile 2010, p.247).

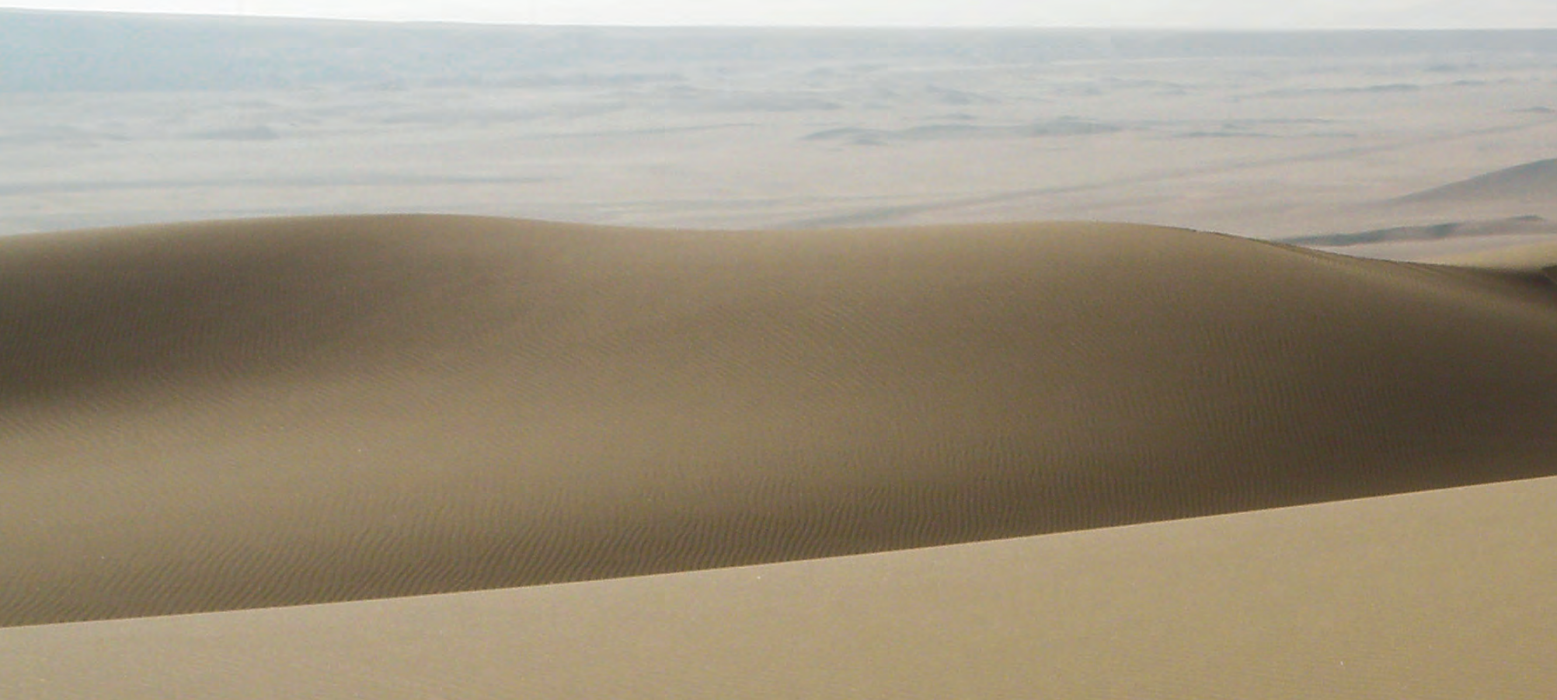
De acuerdo con un estudio de CONAF (M. Gormaz, 1974 citado por U. de Chile 2010, p. 247) la superficie total de suelos cubiertos por dunas costeras y continentales alcanzaba a 131.008 hectáreas, sin incluir las dunas identificadas entre las ciudades de Arica y Copiapó.

Las dunas de la costa de Chile central son sistemas ecológicos frágiles que, además, están siendo afectadas por la demanda de suelos para la construcción de viviendas, debido al crecimiento de Valparaíso-Viña del Mar y Concón y, también por la demanda de una segunda vivienda, llevando a una degradación de estas dunas litorales (U Chile 2010, p. 247).

► *Erosión hídrica*

Es causada por la acción del agua corriente o de lluvia sobre el suelo. Su efecto depende de factores propios del material del suelo, de la pendiente, de la intensidad y frecuencia de las lluvias, de la escorrentía del agua y la formación de zanjas y canalículos activos de erosión. En la cordillera de la Costa de Chile central y centro sur “los suelos derivados de rocas ígneas presentan una susceptibilidad mayor a la erosión. Son suelos que presentan un subsuelo arcilloso de permeabilidad lenta y un sustrato de rocas descompuesta con escasa cohesión (maicillo) características que favorecen el escurrimiento superficial” (Peralta, J. y Peralta, M., 1990 citado por U. de Chile 2010, p. 247).

Asimismo, por el régimen de lluvias predominante en Chile con mayor intensidad y frecuencia en los meses de invierno, cuando los suelos están desprovistos de vegetación, se intensifica el efecto erosivo de las lluvias, más aún en lugares donde todavía se emplea el sistema de cultivo de barbecho que deja



Fotografía: Claudia Cortés

2] El texto de la Convención UNCCD establece también el concepto “tierra” como objeto jurídico internacional y lo define como el “sistema bio-productivo terrestre conformado por los suelos, la vegetación, otros componentes de la biota, los procesos ecológicos y los procesos hidrológicos que se desarrollan dentro del sistema” (art. 1, letra e).

3] “Las sequías en Chile se presentan con cierta periodicidad asociada a la oscilación climática del sur (Fenómeno del Niño y la Niña); particularmente “La Niña” genera condiciones de extremas y prolongadas sequías. Este fenómeno se relaciona a la temperatura del océano Pacífico, cuando se produce un enfriamiento de las aguas de dos a tres grados centígrados por debajo de su temperatura normal, los centros de altas presiones se estacionan fijos por largos periodos, impidiendo el desarrollo de masas nubosas en territorios costeros y continentales, provocando escasez de precipitaciones” (FAO 2010, p. 17).
“En un periodo de 400 años, en Chile se han registrado poco más de 100 años secos, la mitad de los cuales son muy secos.” (Norelo y Bonilla, 1999 citado por FAO 2010 p. 17).

Continúa en pagina siguiente

el suelo descubierto, sin vegetación (muy común en zonas del secano central). Se han observado pérdidas de suelo en lugares seleccionados (Cauquenes, Galvarino y Litueche en la década de los noventa) que van desde más de 2,5 toneladas por hectárea (en Litueche y Galvarino) hasta 6,64 toneladas por hectárea (Galvarino) y 8,8 toneladas por hectárea (Cauquenes) (Honorato, R. *et al.* 2001, citado en U. Chile 2010, p. 247)

Desertificación

La erosión también constituye un factor que influye en la desertificación. Este fenómeno se refiere a la degradación de la tierra, esto es, la pérdida de productividad económica o biológica de los ecosistemas en zonas áridas semiáridas y sub-húmedas secas por diversas causas, tales como la acción humana o la variabilidad del clima (UNCCD, 1994, artículo 1, letra a). Se trata de un proceso gradual que tiene consecuencias ambientales, como la pérdida de flora y fauna y también efectos socioeconómicos, como pobreza y migración.²

La desertificación constituye un problema de relevancia mundial, que avanza sobre un tercio de la superficie mundial y afecta gravemente a cerca de 2.000 millones de personas.

Generalmente, la desertificación tiende a confundirse con el término sequía, concepto meteorológico-hidrológico³. Pese a que son fenómenos de naturaleza diferente se influyen mutuamente. En este sentido, es importante señalar que



la presentación de eventos de sequía puede ocurrir bajo condiciones tanto húmedas como secas, pudiendo exacerbar los procesos que dan lugar a la desertificación. Por otro lado, la prevención y control de uno o varios procesos de degradación de las tierras no va a reducir la presentación de episodios de sequía, pero sí contribuirá a la mitigación de sus efectos. En todo caso, son mucho más evidentes los efectos de la sequía que se dan en el corto plazo, que los de degradación de tierras que, normalmente, se producen casi de manera imperceptible y se manifiestan en horizontes de mediano-largo plazo.

A nivel mundial, Chile es uno de los países más afectados por el avance del desierto, la desertificación, la degradación de las tierras y la sequía, en un nivel de afectación sólo comparable al de los países del África Sub-Sahariana.

Las principales causas de la enorme magnitud de la desertificación y avance del desierto que se experimentan, están asociados a los procesos de deforestación que de manera histórica ha sufrido el país, entre los cuales se encuentran los incendios forestales y los procesos subsecuentes de cambio de uso de la tierra.⁴

Las primeras fases de deforestación masiva en el país se pueden asociar a la expansión de la minería, la exportación triguera y la colonización de del sur de Chile desde mediados del siglo XIX. En el siglo XX, la deforestación masiva continuó en la colonización de la región de Aysén, la deforestación del Norte Chico, relacionada con la crisis del salitre y en el sur como consecuencia de los grandes incendios de alerzales en la cordillera de la Costa.

3] Desde el punto de vista meteorológico, la sequía puede definirse como una condición anormal y recurrente del clima que ocurre en todas las regiones climáticas de la tierra. Este fenómeno se caracteriza por una marcada reducción de la cantidad de precipitación que puede producir serios desbalances hidrológicos. En términos hidrológicos, se habla de sequía cuando se presenta una precipitación menor a la media estacional en escala regional, lo que se traduce en un nivel de aprovisionamiento anormal de los cursos de agua y de los reservorios de agua superficial o subterránea. Hay una disminución de los recursos hídricos por debajo de un nivel determinado durante un periodo dado de tiempo. Conceptos extraídos de Tecnociencia, el Portal español de la Ciencia y la Tecnología.

4] El número promedio de incendios forestales en Chile es de 5.530 y se queman anualmente un promedio de 51.797 hectáreas de las cuales, en general, 22.395 hectáreas corresponden a bosques.

Por su parte, actualmente, malas prácticas agropecuarias, los efectos del cambio climático, el crecimiento de la población, el avance de las ciudades y la expansión de la economía, constituyen presiones crecientes, particularmente, sobre los recursos naturales.

En 1999, CONAF realizó el *Mapa preliminar de la desertificación en Chile*, el cual consideró originalmente cinco indicadores: erosión, pobreza, índice de xerofitismo, longitud del periodo seco y un indicador de tendencia. Con estos resultados, se estableció que de las 290 comunas rurales, 270 (93%) presentaban algún grado de desertificación, de las cuales 76 (27%) correspondían a comunas afectadas gravemente por desertificación y 108 (36%) se encontraban en categoría moderada de desertificación.

En el año 2005, CONAF realizó un análisis detallado de las áreas afectadas por desertificación, degradación de la tierra y sequía, a fin de establecer áreas posibles de ser intervenidas. Los resultados del análisis señalan un total de 11.803.351,2 hectáreas correspondientes a áreas de primera prioridad de intervención a nivel nacional. Asimismo, se identificó un total de 10.359.815 hectáreas correspondientes a áreas de segunda prioridad de intervención a nivel nacional.

Degradación biológica

Los microorganismos juegan un rol importante en el ciclo de carbono, del nitrógeno y otros elementos para mantener la fertilidad y sostener el crecimiento de las plantas. La disminución de los microorganismos genera una degradación biológica que es, en gran parte, el resultado de la utilización que el hombre hace de los suelos para diferentes actividades (Contreras 2005, citado en U. de Chile 2010, p. 249). La degradación biológica, es decir, la alteración de la flora microbiana, es causada por riego con aguas contaminadas, el abuso de agroquímicos y el uso excesivo del fuego para limpiar los campos, factores que se adicionan a los efectos de la erosión (U. Chile, 2010).

El uso intensivo en suelos de alta fragilidad ha conducido a severos procesos de degradación. El riego con aguas contaminadas de elementos químicos o minerales pesados contribuye a una degradación biológica, así como el uso de fertilizantes, insecticidas y herbicidas químicos que afectan a la biodiversidad natural de los suelos. El uso del fuego para eliminar o controlar la vegetación natural o la quema de rastrojos de la actividad forestal o agrícola también afecta a la biodiversidad de los suelos, además de la vida silvestre. La invasión de malezas, pestes y enfermedades son también parte de una degradación biológica no erosiva del suelo. En Chile, no existen datos respecto a suelos degradados biológicamente, pero éstos estarían asociados a las tierras erosionadas (U. Chile 2010, p. 249).

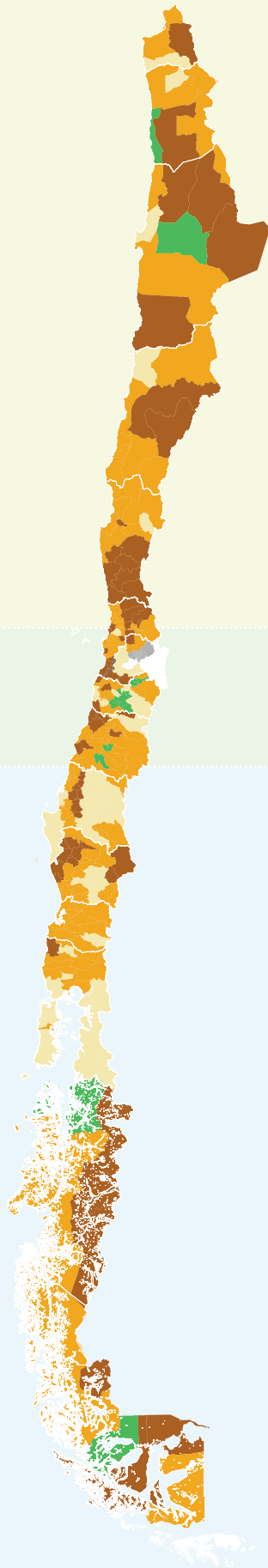


fig.

3

Mapa de la desertificación, CONAF, 1999

Fuente: Ministerio de Agricultura, CONAF, 1999.

ZONA NORTE

ZONA CENTRO

ZONA SUR

Desertificación

-  Grave
-  Moderada
-  Leve
-  No afectada
-  Sin información
-  Urbano

“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”

Degradación química

La degradación química es una consecuencia de la salinización, alcalinización, acidificación y contaminación de suelos, problemas que frecuentemente se pueden asociar a las descargas no tratadas de residuos industriales líquidos de la industria y de la minería en el norte del país, como también a la contaminación por agroquímicos y por la deposición de emisiones atmosféricas.

En cuanto a la acidificación, en las regiones de Los Ríos y de Los Lagos se localizan los suelos más ácidos del país, los que han perdido sus nutrientes y donde la acidificación es producto de las intensas lluvias que afectan a dichas regiones (U. de Chile 2010, p. 250).

Salinización y alcalinización

Salinización y alcalinización son dos problemas recurrentes en el norte del país con la acumulación, en el primer caso, de sales solubles en el perfil del suelo como cloruros y sulfatos, básicamente por problemas de drenaje, agravados por el alto contenido de sales de las aguas que se utilizan en el regadío. Es un problema antiguo y conocido por las poblaciones indígenas de las regiones de Arica, Tarapacá y Antofagasta que aplicaron el sistema de riego de “canchones”, utilizando grandes volúmenes de agua con el objeto de disolver las sales en el perfil superior del suelo e infiltrarlas a perfiles más profundos, permitiendo así los cultivos. Sin embargo, algunos “ayllus” (comunidades familiares quechuas o aymaras) agrícolas de San Pedro de Atacama fueron abandonados por la salinización de los suelos y el avance de las dunas (U. Chile 2010, p. 249).

Más al sur, en las regiones de Atacama y de Coquimbo, la expansión de los cultivos de frutales, especialmente uva de mesa y el uso de riego tecnificado (goteo y aspersión), ha incrementado la superficie de suelos con acumulación de sales. En el valle de Copiapó se estima que el 65% de las tierras arables están afectadas por la salinización. La superficie afectada por este efecto se estimaba en 1994 en 34.000 hectáreas (Peralta, 1994, citado por U. de Chile 2010, p. 250).

La alcalinización, por otro lado, es la acumulación de sales insolubles, principalmente carbonato de sodio, afectando la permeabilidad de los suelos, fenómeno recurrente en los valles de las regiones del norte, en los valles transversales del Norte Chico y en las comunas de Colina, Lampa y Pudahuel de la región Metropolitana (U. de Chile 2010, p. 250).

Contaminación de suelos

En el país existen algunos estudios que se han enfocado a investigar suelos impactados por actividades agrícolas y mineras. Una de estas investigaciones, realizada hacia fines de los años 80' por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias en sectores agrícolas entre la región de Coquimbo a la de Aysén, determinó que la presencia de metales en las capas superficiales de los suelos agrícolas se encontraban en rangos asociados a procesos naturales, mientras que en el sur de Chile los suelos registraron una muy baja presencia de metales (INIA, 1990).

En tanto, en los valles del Aconcagua, Mapocho y Cachapoal y en la zona de Puchuncaví, se encontró concentración inusual de metales pesados, específicamente en sectores aledaños a centros mineros (González, S, en CONAMA 1995, p.217). En el caso de los valles del Aconcagua y Puchuncaví, junto a la alta concentración de cobre se encontró presencia de plomo, cinc, cadmio y arsénico, lo que indicaría un origen común.

Por su parte, en 2003, la Universidad Católica de Valparaíso realizó un estudio para monitorear los niveles de cobre, arsénico y antimonio en los suelos agrícolas afectados o no afectados por la actividad minera, en las regiones de Tarapacá, Antofagasta y Valparaíso. De acuerdo con esta investigación, que comparó las mediciones de lugares afectados por la actividad minera con suelos de similares características, a efectos de control, se determinó que la concentración de cobre en suelos no contaminados de la zona norte y centro del país son similares. En tanto, en los suelos de Mamiña, Chiu-chiu y Antofagasta Norte, se encontraron altas concentraciones de cobre, que demuestran niveles de contaminación por este elemento.

Asimismo, se encontraron altos niveles de concentración de arsénico en los suelos de Calama y Quillagua, localidades ubicadas en el valle del Loa, que mediante el río Salado, es impactado por el campo geotermal El Tatio, contaminado naturalmente con este elemento (De Gregory *et al.* 2003 p. 293). En tanto, en los suelos de Puchuncaví y Catemu se encontraron importantes niveles de contaminación por cobre, arsénico y antimonio. En el primer caso, los niveles exceden los valores críticos definidos en el estudio, los cuales disminuyen en función de la distancia al complejo industrial Las Ventanas (De Gregory *et al.* 2003, p. 294).

De acuerdo con el estudio, las altas concentraciones de arsénico en suelos de la región norte se explican por la presencia de material volcánico formado durante la era terciaria y cuaternaria y también por el riego de suelos agrícolas con aguas con alta concentración de arsénico.

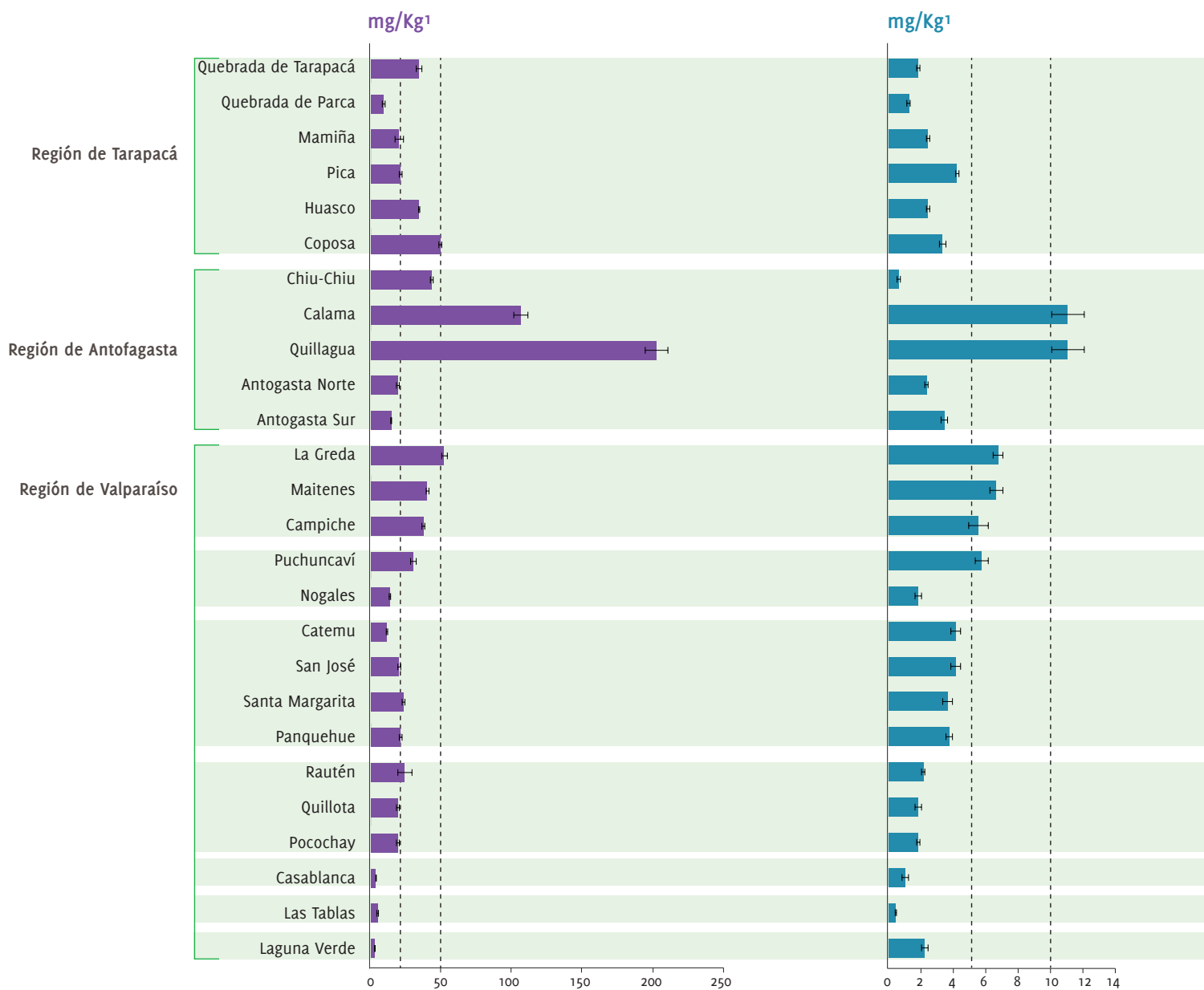
Por su parte, en relación a Puchuncaví y Catemu, concluyen que la concentración de cobre, arsénico y antimonio detectada se debe a fuentes de contaminación de la industria del cobre y de plantas termoeléctricas (De Gregory *et al.* 2003, p. 295).

As

Elemento químico, que se puede encontrar en la tierra en bajas concentraciones. Es un elemento altamente tóxico.

Sb

Elemento químico muy abundante en la naturaleza, se puede encontrar en suelos, agua y aire, pero en bajas concentraciones. La exposición a este elemento en forma continua tiene efectos negativos en la salud de las personas.



----- Valores de referencia internacional

Cu

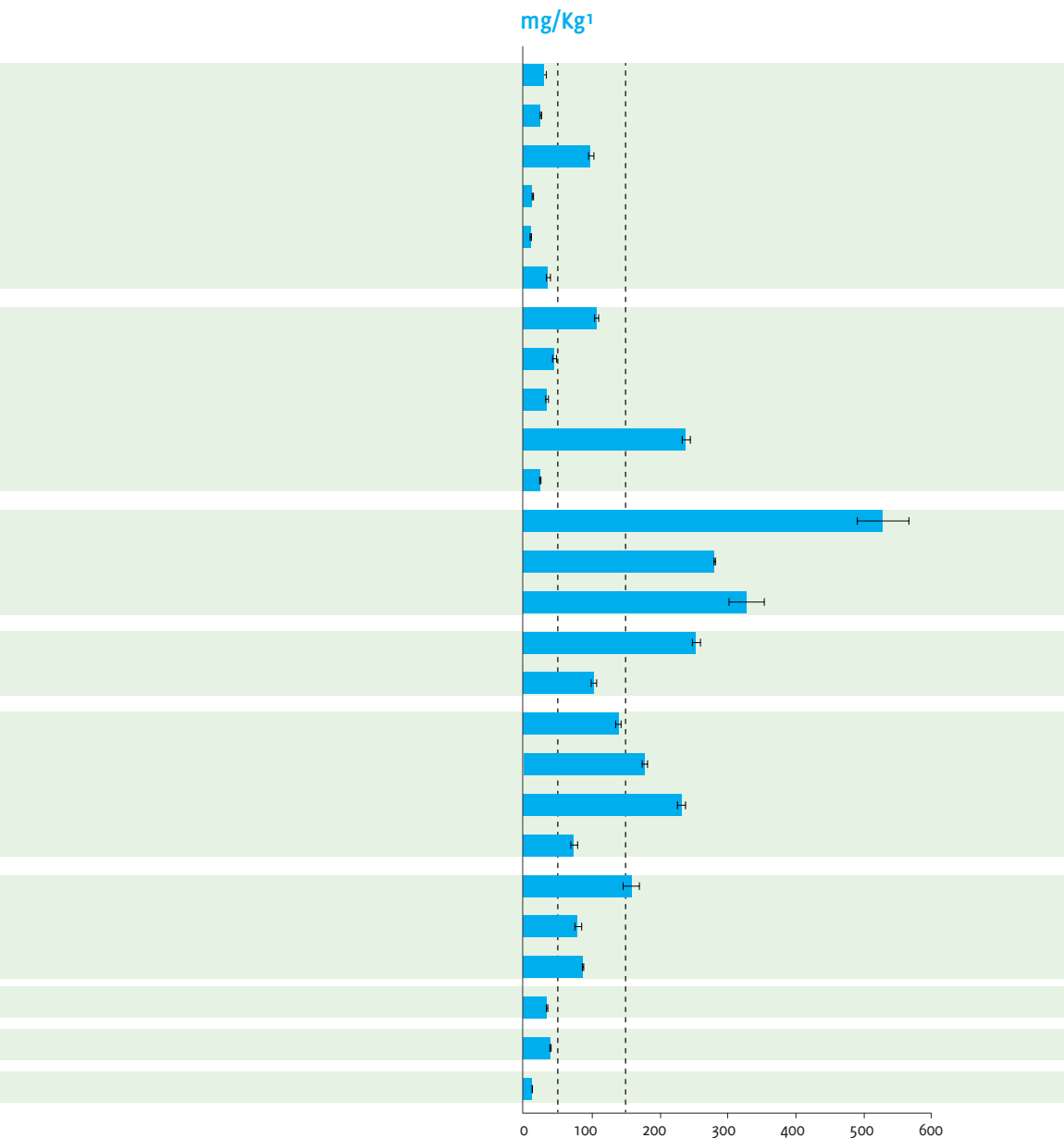
Metal que se encuentra en la naturaleza, pero que también puede ser liberado por actividades humanas. Si bien el cobre es importante para la salud de las personas, en concentraciones muy altas puede generar impactos negativos.

fig.

4

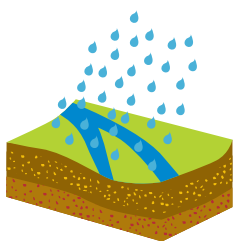
Niveles de concentración de cobre, arsénico y antimonio en suelos de Tarapacá, Antofagasta y Valparaíso

Fuente: De Gregory et al. 2003.



Causas de la degradación de los suelos

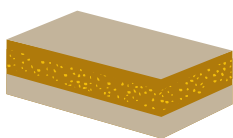
1 Condiciones climáticas



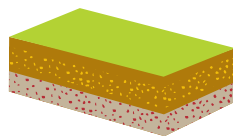
2 Relieve



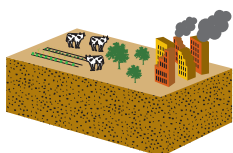
3 Características del suelo



4 Material de origen



5 Usos del suelo



De acuerdo con Peralta (1994), existen varios factores que condicionan la degradación de los suelos, tales como el clima, las características del sustrato, el relieve, la vegetación y los usos del suelo, según se detalla a continuación:

Condiciones climáticas: fundamentalmente asociadas a las precipitaciones, las cuales se presentan en el periodo invernal, momento en el cual el suelo está más desprovisto de vegetación. Esta condición es especialmente relevante en la agricultura, en particular cuando los terrenos se encuentran en preparación para la siembra.

Relieve: Chile presenta un 80% del territorio con pendientes, constituidas por cerros o montañas. En las pendientes la erosión es mayor y se acrecienta por la longitud, forma y exposición.

Características del suelo: se refiere a las propiedades físicas y químicas de los suelos. Por ejemplo, aquellos derivados de material granítico y terrazas marinas en la costa y derivados de tobas y cenizas volcánicas antiguas, son más susceptibles a la erosión.

Material de origen: se refiere a la formación del suelo. Derivados de rocas ígneas y metamórficas son más susceptibles a la erosión que los derivados de rocas sedimentarias.

Usos del suelo: el uso que el hombre hace del suelo constituye uno de los factores que más influye en la degradación de este recurso. Prácticas agrícolas, avance de las ciudades, aumento de la población, sobrepastoreo, incendios forestales, actividad industrial y deforestación, son acciones que han acelerado la degradación y pérdida de suelo en el país.

Causas de la degradación física

La erosión está determinada por variados factores que ocurren simultáneamente en gran parte del territorio. Las condiciones climáticas, en especial la intensidad de las lluvias, el relieve montañoso que abunda en pendientes, los suelos susceptibles a la erosión, como los derivados de rocas graníticas y metamórficas y el volcanismo andino. Las erupciones del Cordón Caulle, en 2011 y del Chaitén, el año 2008, demostraron cuán grave puede ser la amenaza de los volcanes. Por último, y no en menor grado, los usos y técnicas inapropiados con que el hombre explota y usa los suelos inician y refuerzan los procesos naturales de erosión (U. de Chile, 2010).

Cuadro 2 Factores y Causas de la erosión en las grandes regiones del país

GRANDES REGIONES NATURALES	REGIONES O ZONAS	TIPOS DE EROSIÓN	CAUSAS
Norte Grande y Chico	Región de Tarapacá a Atacama: cordones y estribaciones andinas en la región de Coquimbo.	Eólica. Hídrica en zona altiplánica geológica ⁵ en cordillera y sierra.	Topografía de montañas y pendientes fuertes. Suelos erosionables. Sobrepastoreo. Aumento de la población. Superficie predial insuficientes.
Cordillera de la Costa y planicies	Región de Coquimbo	Hídrica y eólica. Formación de dunas litorales.	Topografía de cerros y lomajes. Suelos fácilmente erosionables. Cultivos en suelos no arables. Tala de matorral semidesértico. Sobrepastoreo. Superficie predial insuficientes.
	Región de Valparaíso a Biobío	Hídrica. Eólica en sector costero. Formación de dunas litorales.	Topografía de cerros y lomajes. Suelos fácilmente erosionables. Cultivos en suelos no arables. Tala de bosque esclerófilo. Sobrepastoreo. Incendios y quemas forestales Superficie predial insuficientes.
	Región a la Araucanía a Los Lagos	Hídrica. Eólica en sector costero.	Topografía de cerros y lomajes Explotación indiscriminada del bosque nativo. Habilitación de suelos de aptitud forestal para agricultura y ganadería.
Precordillera andina	Región de Valparaíso a Metropolitana	Hídrica	Topografía de cerros y pendientes fuertes. Tala de matorral y bosque esclerófilo andino. Incendios y quemas de matorrales y pastizales.

⁵] Erosión geológica se refiere a la erosión natural.

GRANDES REGIONES NATURALES	REGIONES O ZONAS	TIPOS DE EROSIÓN	CAUSAS
Precordillera andina	Región del Libertador B. O'Higgins a Los Lagos	Hídrica y eólica	Topografía de lomajes ondulados /inclinados. Cultivos en suelos no arables. Tala de bosque mesofíticos e hidrofítico. Quema de rastrojos. Barbecho descubierto.
Cordillera andina volcánica		Hídrica y geológica	Región escasamente estudiada.
Cerros y lomajes del llano central	Región de Valparaíso a Los Lagos	Hídrica	Topografía de lomajes ondulados /inclinados. Suelos fácilmente erosionables entre Biobío y Los Lagos. Cultivos en suelos no arables. Tala de bosque mesofíticos e hidrofítico. Quema de rastrojos. Barbecho descubierto.
Patagonia	Región de Los Lagos a Magallanes	Hídrica y eólica	Cordillera con cumbres escarpadas y mesetas. Alta precipitación en la cordillera e intensos vientos en la estepa patagónica. Suelos erosionables en la estepa patagónica. Sobreutilización la pradera. Explotación indiscriminada del bosque nativo. Habilitación de suelos de aptitud forestal para agricultura y ganadería.

Fuente: Pérez y González, 2001. p. 22-23.

Deslizamientos de tierras

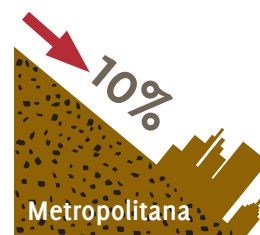
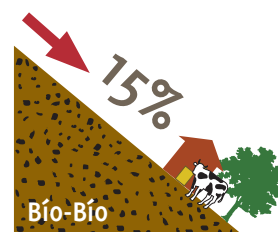
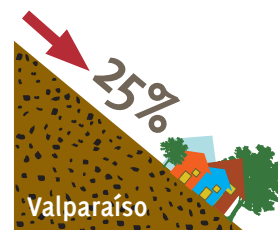
Grandes deslizamientos de tierra generan la pérdida de suelo y de vidas humanas, de animales, vida silvestre, vegetación y biodiversidad. Por su topografía montañosa, con volcanes activos y con una historia sísmica, Chile es un país propenso a los deslizamientos de tierra, avalanchas, derrumbes, aluviones y otros fenómenos de naturaleza similar. La mayoría de los 1.262 deslizamientos registrados en el periodo 1910-2005 ocurrió en las regiones de Valparaíso (25%), Biobío (15%), Los Lagos (12%) y Metropolitana (10%).

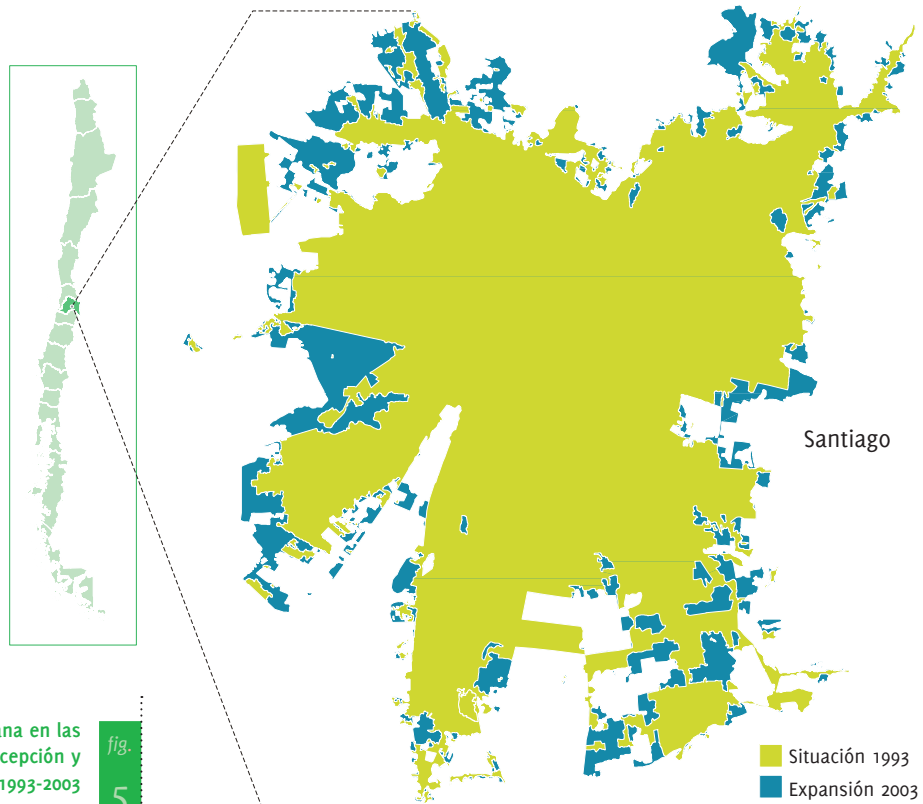
Uno de los casos más recientes se dio con la erupción del volcán Chaitén en el 2008. A causa de ese suceso y por la acumulación de material piroclástico y de cenizas acompañado de fuertes lluvias, se generaron verdaderas corrientes de barro y cenizas que sepultaron el poblado de Chaitén, el que tuvo que ser desalojado y trasladado a otro emplazamiento. Si bien no se perdieron vidas humanas, han sido enormes los efectos psicológicos en la población por el desarraigo, la pérdida de animales, de vida silvestre y vegetación natural.

Por otra parte, la expansión urbana es uno de los procesos que enfrenta, en conflicto permanente, las necesidades crecientes de la ciudad con las tierras productivas a las cuales se expande, lo que se traduce en incrementos significativos en la presión sobre los recursos naturales y en la utilización de insumos químicos con costos ambientales crecientes. En el año 2005 la superficie de ciudades y pueblos era de 231 mil hectáreas y ya había experimentado un crecimiento de 49,2 mil hectáreas en los seis años anteriores. Hoy día, los terrenos urbanos ocupan el 0,3% del total nacional. Esta expansión ocurre, por lo general, a costa de tierras agrícolas muy productivas que rodean las ciudades, situación que en el caso de Santiago- significó que se sustituyeran 34,4 mil hectáreas tan sólo entre 1998 y 2004 (U. de Chile 2010, p. 264).

De acuerdo al MINVU (2007), más de la mitad del suelo urbano ocupado (54,9%) se concentra en tres áreas metropolitanas (94.252 ha). Santiago ocupa el 40,7% (69.782 ha); Concepción el 7,8% (13.354 ha); Valparaíso el 6,5% (11.116 ha).

Precisamente, en la figura 5, es posible apreciar la expansión urbana registrada en estas tres ciudades, en un período de diez años.



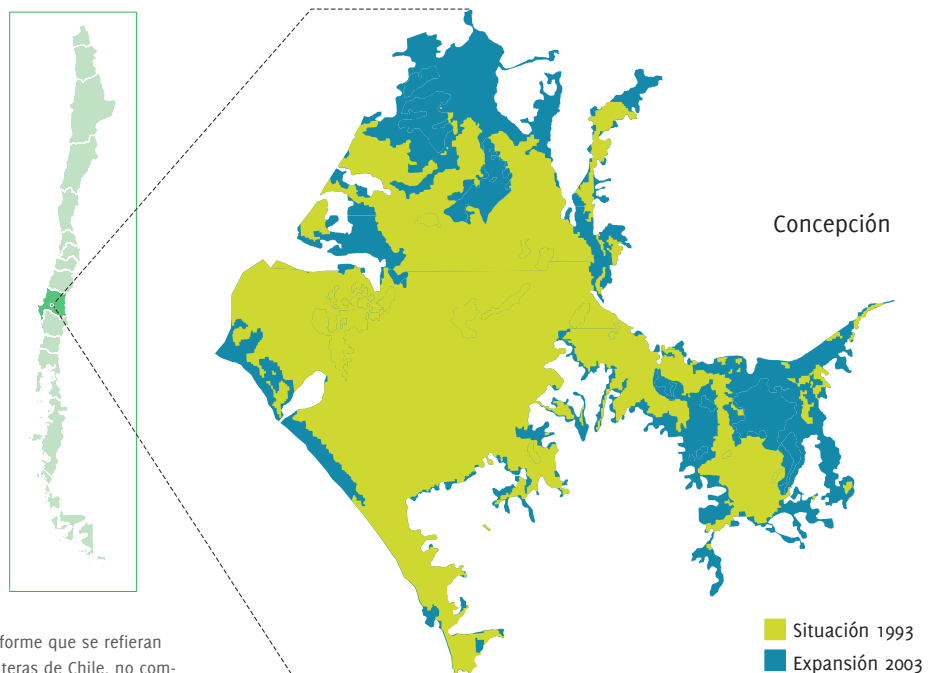


Mapa expansión urbana en las ciudades de Santiago, Concepción y Valparaíso 1993-2003

fig.

5

Fuente: Observatorio Urbano del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.



“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”



Causas de la degradación biológica y química

La degradación química del suelos es generada principalmente por procesos productivos que generan o utilizan sustancias químicas. Estos procesos productivos están asociados a la actividad minera e industrial, así como también a la utilización de agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas) para mejorar la producción y calidad de los productos agrícolas.

Dentro de los plaguicidas, se ha dado especial atención a los plaguicidas organoclorados, insertos dentro del Convenio de Estocolmo (aldrín, clordano, DDT, dieldrín, endrín, heptacloro, mirex y toxafeno), conocidos como compuestos orgánicos persistentes (COP's), porque causan efectos nocivos irreversibles en la salud (mutagenicidad y carcinogenicidad), así como también contaminación en los suelos. Las características más destacadas de muchas de estas sustancias químicas son su alto grado de persistencia en el medio y que pueden ser transportados a grandes distancias. Al ser compuestos artificiales, las bacterias y demás organismos no pueden descomponerlo y degradarlos fácilmente. En el ser humano tienen efectos acumulativos, almacenándose en los tejidos grasos, por efecto de la cadena alimenticia. Adicionalmente, pueden tener efectos hormonales.

El uso de plaguicidas en exceso, y de aquellos no degradables, puede provocar contaminación de la vegetación por la absorción desde los suelos o por contaminación superficial de las plantas. La vegetación contaminada puede comprender plantas cultivadas y otras fuentes de alimentación para las personas, el ganado y la fauna silvestre, de este modo se pueden provocar efectos adversos a grandes distancias de la fuente de emisión.

La degradación biológica y química de los suelos genera impactos económicos y sociales, tanto porque puede limitar la comercialización de los productos, como también generar pérdidas en materia de productividad o uso del suelo.

Acciones

4 para proteger el suelo

Chile aún no cuenta con un marco jurídico de protección específico para el suelo, si bien existen funciones, facultades y diversas regulaciones sectoriales que contribuyen indirectamente a su protección. Asimismo, el país debe generar niveles de referencia que definan estados de concentración de contaminantes que sean aceptables. En este contexto, la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, modificada en 2010, señala que “la ley velará porque el uso del suelo se haga en forma racional, a fin de evitar su pérdida y degradación” (artículo 39), agregando además que “el Ministerio del Medio Ambiente, administrará la información de los programas de medición y control de la calidad ambiental del aire, agua y suelo para los efectos de velar por el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación” (artículo 33). Asimismo, otorga facultades específicas respecto a proponer políticas y formular normas, planes y programas en materia de suelos contaminados (artículo 70, letra g).

Uno de los instrumentos relevantes para velar por la protección señalada en la ley, es el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Efectivamente, en el artículo 10°, letra m, se establece que deberán someterse al sistema de evaluación ambiental aquellos “proyectos de desarrollo o explotación forestal en suelos frágiles, en terrenos cubiertos de bosque nativo, industrias de celulosa, pasta de papel y papel, plantas astilladoras, elaboradoras de madera y aserraderos, todos de dimensiones industriales”. Asimismo, especifica que deberán presentar un estudio de impacto ambiental aquellos que generen “efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo” (artículo 11 letra b).

Por otra parte, Chile cuenta con regulaciones en torno al uso del suelo. Desde la perspectiva de la planificación urbana y el desarrollo físico rural, el uso del suelo está regulado por la ley General de Urbanismo y Construcciones (DFL 458, 1975, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo), la cual define los usos de suelo a través de los Instrumentos de Planificación Territorial (IPT): Plan Regional de Desarrollo Urbano, Plan Regulador Intercomunal o Metropolitano, Plan Regulador Comunal, Plan Seccional y límite urbano.⁶

6] El año 2002, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo inició un proceso de actualización y revisión de los instrumentos de planificación territorial, con el objetivo de modernizar la planificación y desarrollo territorial, incorporando la variable ambiental.

Con relación al sector agrario, la Ley 18.755 establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), definiendo que es el encargado de resguardar el uso y conservación del suelo. Dicha normativa, deroga la Ley N° 16.640 y otras disposiciones, y estipula que la autorización de un cambio de uso de suelo rural, conforme lo establece el artículo N° 55 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones, requiere un informe del SAG. Asimismo, dicho servicio debe velar por el cumplimiento de la normativa en casos de subdivisión de predios.

Por otra parte, existen planes y programas estatales con efectos en la protección del suelo, entre los cuales destacan el Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios (SIRSD) y el Programa de Plantaciones Forestales (Decreto Ley N° 701, 1974, fija régimen legal de los terrenos forestales o preferentemente aptos para la forestación, y establece normas de fomento sobre la materia del Ministerio de Agricultura). Ambos se han orientado a evitar el deterioro de suelos empobrecidos o degradados por el mal uso consuetudinario, principalmente en la zona central de Chile y la cordillera de la Costa. El SIRSD, a través del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) y el SAG, ha intervenido, en el periodo 1999-2008, 152.991 hectáreas de suelos en mal estado. En tanto, mediante el DL701 se han bonificado una parte de las 1.790.921 hectáreas de plantaciones, según datos que consideran hasta el año 2005. Sin desconocer el valor económico que las plantaciones han otorgado a suelos antaño improductivos, cabe señalar que en muchos casos éstas se han realizado sustituyendo bosque nativo, generando un perjuicio ambiental (U. de Chile 2010, p. 277 y Banco Central, 1985-1996). Pese a ello, estudios indican que las plantaciones de coníferas y bosques siempreverdes contribuyen de manera significativa a la detención de la erosión (FAO, 2002).

En tanto, los instrumentos de planificación territorial se han renovado en busca de eficacia: planes reguladores comunales, planes de desarrollo urbano regional y otros se extendieron a todas las regiones del país y al 88% de las comunas. Principal importancia en la administración de los suelos tiene el Plan Regulador Metropolitano de Santiago, que involucra el destino de cientos de kilómetros cuadrados de suelos agrícolas periféricos, pertenecientes a 32 comunas de la ciudad, amenazados por la urbanización acelerada. En 2008 se presentó una propuesta de actualización de este plan, que ya tiene 17 años de vigencia. Dicha propuesta fue aprobada en marzo de 2011 por el Consejo Regional Metropolitano, sin embargo, en septiembre de 2011, la Contraloría General de la República rechazó la modificación, entregando para ello, razones de forma y fondo.⁷

⁷] Hasta la fecha de finalización de este documento, la propuesta aún no ha sido votada nuevamente en el Consejo Regional Municipal.

Cuadro 3 Institucionalidad con competencia en el suelo

SERVICIO	COMPETENCIA	MARCO JURÍDICO / INSTRUMENTOS
Ministerio del Medio Ambiente	Velar para que el uso del suelo se haga en forma racional, evitando su pérdida y degradación	Ley 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, modificada en 2010 por la Ley 20.417.
Ministerio de Vivienda	Planificación urbana, uso del suelo urbano.	Ley 16.391, crea el Ministerio de la Vivienda y Urbanismo.
Ministerio de Agricultura	Fomentar, orientar y coordinar la actividad silvoagropecuaria del país.	Decreto Ley N°294 de 1960 establece funciones y estructura del Ministerio de Agricultura.
Servicio Agrícola Ganadero	Proteger y mejorar la condición de los recursos productivos silvoagropecuarios.	Ley 18.755, establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero. Ley N° 20.412, establece un sistema de incentivos para la sustentabilidad agroambiental de los suelos agropecuarios.
Instituto de Desarrollo Agropecuario	Promover condiciones, generar capacidades y apoyar el desarrollo productivo sustentable de la agricultura familiar campesina.	Ley N° 18.910 Ley Orgánica del Instituto de Desarrollo Agropecuario.
Oficina de Estudios y Políticas Agrarias	Apoya la labor del Ministerio de Agricultura en políticas agrarias, relaciones económicas internacionales e información agraria.	Ley N°19.147, que crea este servicio.
Instituto de Investigaciones Agropecuarias	Generar, adaptar y transferir tecnologías para lograr que el sector agropecuario contribuya a la seguridad alimentaria de Chile.	DS 1.093/1964 del Ministerio de Justicia y el Decreto 97/1999 del Ministerio de Justicia.
Corporación Nacional Forestal	Conservar el patrimonio silvestre y uso sostenible de los ecosistemas forestales.	Decreto 82/2011, Ministerio de Agricultura, aprueba reglamento de suelos, aguas y humedales. Decreto Ley N° 701, 1974, Ministerio de Agricultura. Fija régimen legal de los terrenos forestales o preferentemente aptos para la forestación, y establece normas de fomento sobre la materia. Ley 20.283 sobre recuperación de bosque nativo y fomento forestal.
Comisión Nacional de Riego	Asegurar el incremento y mejoramiento de la superficie regada del país.	Ley 18.450 sobre fomento de la inversión privada en obras de riego y drenaje.
Fundación para la Innovación Agraria (FIA)	Agencia de fomento a la innovación del Ministerio de Agricultura.	Decreto 1.609/1984, del Ministerio de Justicia.

Fuente: Elaboración propia.

Tal como ha sido indicado, el recurso suelo sustenta un gran número de funciones esenciales para la vida, tanto ambientales como económicas, productivas y sociales. Paulatinamente, se ha ido reconociendo la importancia de su adecuada gestión y utilización, particularmente porque se trata de un recurso natural frágil y no renovable, el cual es difícil y costoso de recuperar una vez que sus propiedades han sido alteradas.

Debido a lo anterior, la autoridad ambiental ha incorporado como tarea central a su gestión, avanzar en la evaluación, desarrollo y fortalecimiento de los instrumentos, elaboración de los respectivos planes de trabajo y la educación ciudadana en materia de suelo.

Tras la modificación de la institucionalidad ambiental, es deber del Ministerio de Medio Ambiente “Proponer políticas y formular normas, planes y programas en materia de residuos y suelos contaminados...”. De esta forma, este Ministerio adquirió nuevas competencias legales en materias y actividades que vienen a especificar el contenido de la garantía constitucional de vivir en un ambiente libre de contaminación.

Programa de Acción Nacional de Combate a la Desertificación

La catástrofe humanitaria provocada por la desertificación y una grave sequía en el África Sub-Sahariana en los años 70 movilizó a toda la comunidad internacional, la que finalmente acordó enfrentar este flagelo mundial de manera conjunta. Así surge la Convención de Naciones Unidas de Combate a la Desertificación (UNCCD).

Chile es parte integrante de esta Convención desde 1998 y fue el país N° 114 en ratificarla. La Corporación Nacional Forestal (CONAF) es el órgano de coordinación nacional de la Convención UNCCD en Chile. Desde 1997, se implementa un Programa de Acción Nacional de Combate a la Desertificación (PANCCD-Chile), con el fin de responder a sus compromisos ante la Convención UNCCD sobre desertificación.

El Combate a la desertificación en Chile se desarrolla fundamentalmente mediante la aplicación de los instrumentos de fomento del Ministerio de Agricultura (MINAGRI) en materia de:

- ▶ Forestación y recuperación de áreas desertificadas y suelos degradados en tierras de vocación forestal, D. L. N° 701 administrado por CONAF;
- ▶ Manejo y recuperación de bosque nativo y formaciones xerofíticas, Ley N° 20.283 administrada por CONAF;
- ▶ Fomento al riego campesino, Ley N° 18.450 administrada por la Comisión Nacional de Riego, y recuperación de suelos degradados en tierras de uso agropecuario, Ley 20.412 administrada por INDAP y SAG.

El programa establece la conformación de un Comité Consultivo Nacional integrado por los servicios del Ministerio de Agricultura, que administran los instrumentos de fomento contemplados en el PANCCD-Chile, además de un comité consultivo nacional ampliado que integra a representantes de la sociedad civil, universidades, parlamentarios, empresa privada y agencias de la cooperación internacional.

Actualmente, se desarrollan dos proyectos especiales que permitirán fortalecer la aplicación de los instrumentos de fomento del MINAGRI para el combate a la desertificación.

El programa-país de combate a la desertificación, cuenta con un financiamiento por US\$ 5,63 millones, que fue aprobado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) en el año 2010. Las áreas piloto para el establecimiento del sistema nacional son las regiones de Arica y Parinacota, Coquimbo, del Libertador General Bernardo O'Higgins, Araucanía y Magallanes. Este proyecto tiene como meta intervenir 100.000 hectáreas afectadas por el avance del desierto, la desertificación, la degradación de la tierra y la sequía, así como beneficiar a unas 2.000 familias.

El Programa Comunitario de Combate a la Desertificación, coordinado y administrado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y financiado por la Unión Europea (EU) y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), se implementó desde 2007 al 2011. El programa tiene tres ejes principales de acción: recuperación de ecosistemas degradados; instalación de sistemas eficientes de energías alternativas al uso de la leña y fortalecimiento de los sistemas productivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASANOVA, M.; VERA W.; SALAZAR O. y WALTER LUZIO LEIGHTON, 2004. *Edafología, Guía de clases prácticas*. Santiago: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Ingeniería y Suelos.
- CENTRO DE INFORMACIÓN DE RECURSOS NATURALES (CIREN), 2010. *Informe Final, Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile*. Santiago: Ciren.
- COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE REGIÓN METROPOLITANA, 2002. *SUELOS REGIÓN METROPOLITANA. SANTIAGO. CONAMA RM.*
- COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE Y MINISTERIO DE AGRICULTURA (CONAMA- MINAGRI), 2000. *Criterios para elaboración de una Ley Marco para la Conservación de Suelos*. Santiago: Conama-Minagri.
- CONVENCIÓN INTERNACIONAL DE LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN Y LA SEQUÍA, 1994.
- DE GREGORY, I; FUENTES, E.; ROJAS, M.; PINOCHET, H. y POTIN-GAUTIER, M., 2003. Monitoring of copper, arsenic and antimony levels in agricultural soils impacted and non-impacted by mining activities, from three regions in Chile. *Journal of Environmental Monitoring (Print)*, Vol. 5.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO), 2002. *Estado de la Información Forestal en Chile*. Santiago: FAO.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA), 1990. *Informe Final. Fuentes de contaminación con residuos de plaguicidas organoclorados y metales pesados en sectores agrícolas regiones IV a XI*. Santiago: INE.
- PERALTA, J. y PERALTA, M., 1990. *Algunos factores que condicionan la erosión en la zona costera de la IV Región de Chile*. Santiago: Ciencias Forestales, Vol. 6 N° 1, Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Universidad de Chile.
- PERALTA, M., 1994. Conservación y degradación de los suelos en Chile. En: *Perfil ambiental de Chile*. Santiago: Conama.
- PÉREZ, C y J. GONZÁLEZ, 2001. *Diagnóstico sobre el estado de la degradación del recurso suelo en el país*. Chillán: Centro Regional de Investigación Quilamapu. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).
- UNIVERSIDAD DE CHILE, 2010. *Informe País. Estado del Medio Ambiente en Chile 2008*. Santiago: U. Chile.



Capítulo 10

Cielos para la Observación Astronómica

- | | |
|---|-----|
| 1] Diagnóstico: Cielos para la observación astronómica | 401 |
| 2] Causas de la degradación de la calidad de los cielos | 404 |
| 3] Acciones para conservar la calidad de los cielos para la observación | 413 |

Cielos

MENOS VISIBILIDAD DE ESTRELLAS



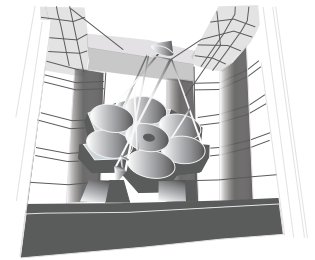
MÁS VISIBILIDAD DE ESTRELLAS



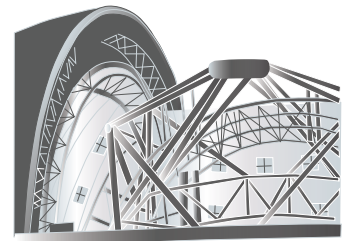
Introducción

Resumen / Abstract

La zona norte de Chile se caracteriza por la limpieza de sus cielos, por lo cual ha sido elegida como lugar ideal para la observación astronómica. Sin embargo, esta característica se ve amenazada por la llamada contaminación lumínica, causada principalmente por el alumbrado público de las ciudades. Si bien Chile cuenta con una norma que establece límites para las emisiones de las luminarias públicas, la protección de los cielos para la observación astronómica requiere de la colaboración y comprensión de toda la comunidad.



Maqueta Gran Telescopio de Magallanes (GMT).



Maqueta Telescopio Europeo Extremadamente Grande (E-ELT).

Diagnóstico: Cielos para la observación astronómica

1

La zona norte de Chile es mundialmente conocida como la mejor de todo el hemisferio sur para las observaciones astronómicas, debido a la transparencia y oscuridad de sus cielos nocturnos, lo que conforma un valioso patrimonio ambiental y cultural nacional.

Esta característica de los cielos del norte del país ha motivado, desde la década de los sesenta, la construcción de varios observatorios, como el del Cerro Tololo, Cerro La Silla, Las Campanas y Paranal, entre otros, con una inversión superior a los 1000 MMUSD. Así, Chile es uno de los países que en la actualidad alberga la mayor cantidad de observatorios astronómicos en el orbe y en el cual se emplazarán varios de los mega proyectos astronómicos más importantes a nivel mundial, lo que significa un gran prestigio internacional en el ámbito científico.



Maqueta Gran Telescopio de Exploración Sinóptica (LSST).

Este conjunto de megaproyectos astronómicos, que serán emplazados en Chile en los próximos años, permitirá al país pasar del 40% al 60% del total de las instalaciones de punta a nivel mundial en esta ciencia.



Fotografía: Guillermo Damke

Observatorios en Chile

Cuadro 1 Situación global proyectos astronómicos en Chile

INSTITUCIÓN	TELESCOPIO	LUGAR
Asociación de Universidades para la Investigación en Astronomía, AURA Inc.	Cerro Tololo. ► Víctor Blanco de 4 m de diámetro.	Valle de Elqui, Región de Coquimbo
	Cerro Pachón. ► Proyecto Gemini Sur de 8 m de diámetro ► SOAR, de 4 m de diámetro.	Valle de Elqui, Región de Coquimbo
Carnegie de Washington (CARSO).	Las Campanas. ► Du Pont de 2,5 m de diámetro. ► Swope de 1 m de diámetro. ► Proyecto Magallanes, dos telescopios de 6,5 m cada uno.	Vallenar, Región de Atacama
Observatorio Europeo Austral (ESO).	La Silla. ► Varios telescopios de hasta 3,6 m de diámetro.	La Higuera, Región de Coquimbo
	Cerro Paranal. ► VLT, cuatro telescopios de 8 m de diámetro.	Tal-Tal, Región de Antofagasta



Fotografía: Igor Valdebenito

Cuadro 2 Nuevos proyectos astronómicos en el norte de Chile

INSTITUCIÓN	TELESCOPIO	LUGAR	INVERSIÓN	FECHA ENTRADA EN OPERACIÓN
Asociación de Universidades para la Investigación en Astronomía (AURA).	Cerro Pachón. Gran Telescopio de Exploración Sinóptica (LSST) de 8 m de diámetro.	Valle de Elqui, Región de Coquimbo	USD \$500 millones	2019
Carnegie de Washington (CARSO).	Cerro Las Campanas. Gran Telescopio de Magallanes (GMT) de 24 m de diámetro.	Vallenar, Región de Atacama	USD \$ 700 millones	2018
Observatorio Europeo Austral (ESO).	Cerro Armazones. Telescopio Europeo Extremadamente Grande (E-ELT), de 40 m de diámetro.	Antofagasta, Región de Antofagasta	\$ 1.000 millones de euros	2019

Fuente: OPCC 2010.

2 Causas de la degradación de la calidad de los cielos

1] Extraído de P. Cinzano, F. Falchi (Universidad de Padua, Italia) y C.D. Elvidge (Centro Nacional de Datos Geofísicos de la N.O.A.A. Boulder, USA).

El crecimiento y desarrollo de las ciudades y pueblos aledaños a los observatorios astronómicos han puesto en serio riesgo la calidad de los cielos para la observación en dichos lugares, debido a la creciente emisión de luz hacia el cielo, producida por la iluminación de los asentamientos urbanos, lo que se conoce como contaminación lumínica. Por ello, para mantener este patrimonio ambiental, se requiere mantener los niveles actuales de oscuridad del cielo nocturno de las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo.

La Figura 1 (año 2000) muestra el impacto de la contaminación lumínica proveniente de las ciudades de La Serena, Coquimbo, Andacollo y Vicuña. Dicha zona aún tiene un cielo nocturno limpio en el cenit, pero contaminado hacia el horizonte, es decir, con un importante riesgo de dejar de ser plenamente oscuro en las próximas décadas. El color azul representa algo de brillo artificial en toda la bóveda celeste. En el caso del verde, corresponde a un cielo con el efecto de la Luna en cuarto creciente. El color naranja equivale a tener la Luna llena todo el año, con lo cual la Vía Láctea es entonces prácticamente invisible¹.

Contaminación lumínica de La Serena, Coquimbo, Andacollo y Vicuña.

fig.
1

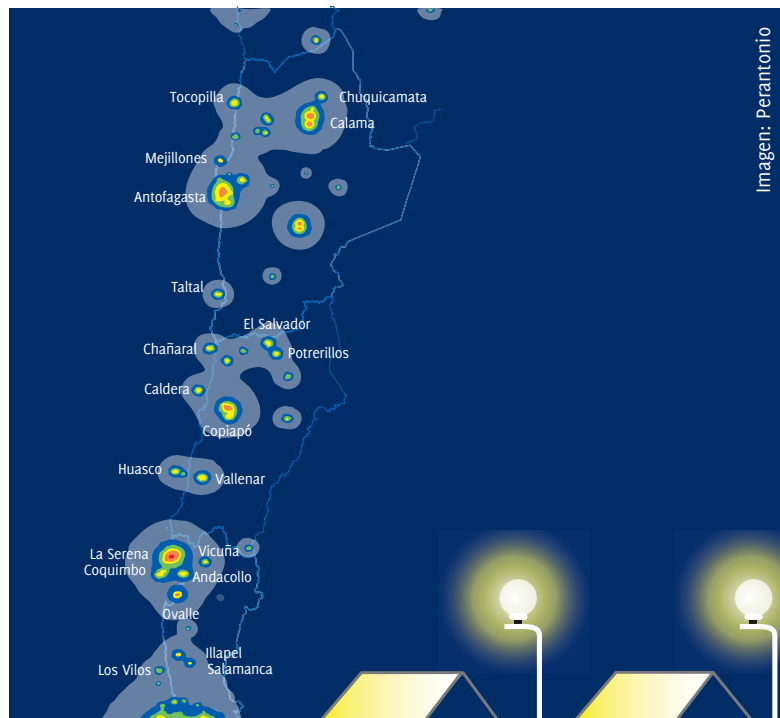


Imagen: Perantonio

La preservación de la calidad astronómica, por lo tanto, reviste para Chile y la comunidad científica y astronómica internacional especial importancia, ya que la calidad de las observaciones y la permanencia en nuestro país de las instituciones astronómicas en el largo plazo dependen directamente del control de la contaminación lumínica.

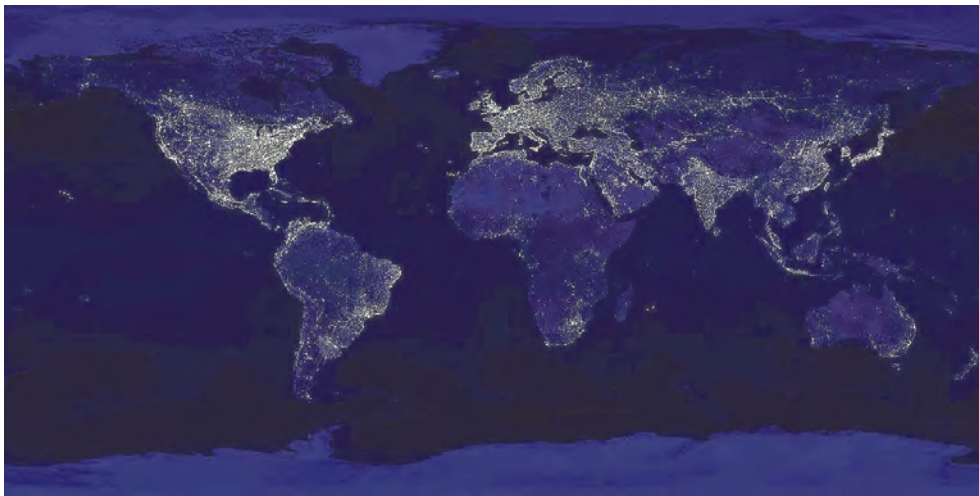
Precisamente, la Declaración de la IAU/ICSU/UNESCO sobre Reducción de los Impactos Medioambientales Adversos para la Astronomía (París, 1992), señala expresamente:

“El cielo ha sido y es una inspiración para toda la humanidad. Sin embargo, su contemplación se hace cada vez más difícil e, incluso, para las jóvenes generaciones empieza a resultar desconocido”.

Por otra parte, proteger el cielo nocturno no sólo favorece la observación astronómica (científica y de aficionados), sino que fomenta el desarrollo del turismo astronómico y la propia visión del cielo estrellado, aspecto siempre clave en las culturas originarias.

Cabe mencionar que este problema también está presente en otras partes del mundo. En la fotografía siguiente, se aprecia cómo la mayoría de los países, del llamado Primer Mundo, desperdician recursos en iluminar el cielo nocturno.

Atlas mundial de luz artificial



Cinzano, P. Falchi, F., Elvidge. CD 2001. The first world atlas of artificial sky brightness, MNRAS. Fuente: OPCC.

¿Qué es la contaminación lumínica?



Imágenes: NSKY

La contaminación lumínica corresponde al brillo o resplandor del cielo nocturno, producido por la reflexión o difusión de la luz artificial en los gases y partículas de la atmósfera. Por tanto, se trata de toda aquella luz exterior (alumbrado público, ornamental, publicitario, deportivo e industrial) que no es aprovechada

para iluminar el suelo y las construcciones, sino que se orienta al cielo. Debido a este problema, la oscuridad de la noche disminuye y desaparece progresivamente la luz de las estrellas y demás astros.

Existen varios caminos a través de los cuales la luz puede dispersarse por la línea de visión, sin que necesariamente haya una ciudad directamente visible desde un observatorio astronómico. Por lo tanto, la única manera de controlar la contaminación lumínica es reducir la cantidad de luz que escapa hacia el cielo desde los centros urbanos ubicados incluso a más de 200 km de distancia de estos observatorios.

La Figura 2 muestra como la contaminación lumínica producida por las luces de una ciudad afecta los cielos nocturnos, contaminando los cielos de un observatorio astronómico cercano. La luz que escapa hacia el cielo es dispersada hacia el haz del telescopio por moléculas o polvo.

Las estrellas y galaxias más tenues que son posibles de observar con un telescopio de 4 metros son 40 veces más débiles que la emisión natural del cielo nocturno, lo que es de crítica importancia minimizar las contribuciones lumínicas de ciudades vecinas a la emisión natural del cielo.

Supongamos que la luminosidad del cielo L tiene un valor igual a 1. Si se produce un aumento de 20%, es decir, $L = 1.2$, debido a la iluminación artificial, implicaría que en el caso de un telescopio de 8 metros su potencia disminuiría a 7.63 metros; en tanto, si $L = 2$, una contaminación lumínica que duplica la luminosidad del ambiente natural, el mismo telescopio se transformaría en uno de solamente 5.66 metros.

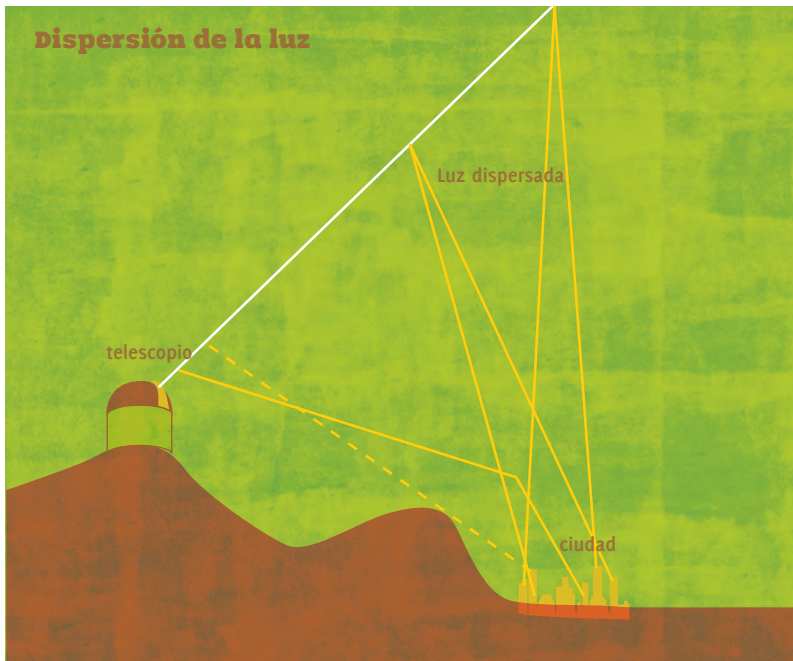


fig.

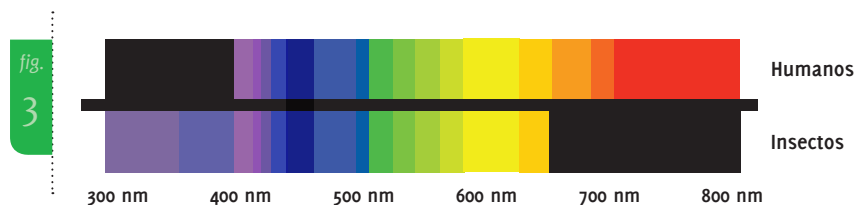
2

Dispersión de la luz.

La contaminación lumínica y la iluminación

La luz está compuesta por un espectro continuo de muchas bandas de color, según su longitud de onda. El rango visible en los seres humanos se ubica, en promedio, entre los 380 y 780 nm. Sin embargo, en los extremos de éste, su sensibilidad es menor. Fuera de este rango, simplemente no se ve. Asimismo, es en el centro espectral donde se tiene más sensibilidad ante la luz. Por su parte, la mayoría de la observación astronómica que se realiza en Chile utiliza el mismo rango espectral del ser humano.

Diagrama del espectro visible



En la Figura 3 se puede visualizar el espectro de color visible para el ser humano, comparado con el espectro de color visible para los insectos.

Así, una fuente de luz que emita en longitudes de onda que el ser humano no percibe, o donde posee una baja sensibilidad, no trae beneficios visuales para el ser humano. Sin embargo, las emisiones de algunas lámparas se ubican fuera de ese rango, lo que también afecta a insectos y otras especies, como también la observación astronómica.

Fuentes emisoras

La principal fuente emisora de contaminación lumínica es el alumbrado público y, en segundo lugar, el alumbrado publicitario. En algunas zonas, el alumbrado industrial es también una importante fuente de contaminación lumínica, particularmente aquellas faenas que trabajan a tiempo completo.

La contaminación lumínica producida por luminarias ocurre por tres razones principales:

- a) **Porque el haz luminoso no es dirigido hacia abajo:** se produce por el mal apantallamiento de la luminaria que envía la luz de forma directa hacia el cielo, en vez de ser utilizada para iluminar el suelo y las construcciones, por tanto, no se ilumina lo que se debe.
Sobre este punto, el problema es producido a veces por la mala instalación de las luminarias.
- b) **Porque la radiación luminosa de la lámpara es de una longitud de onda que el ojo humano no percibe:** se trata de luminarias que emiten en rangos espectrales extremos o simplemente fuera del espectro en que ve el ser humano, desperdiciando así energía.
- c) **Sobre iluminación:** en el mundo y también en Chile existen estándares que indican máximos de iluminación, dependiendo de los usos que se realicen. Sin embargo, algunas ciudades al hacer el recambio de luminarias, no consideran estos estándares, utilizando, por ejemplo, la misma potencia para todas las luminarias del alumbrado público, provocando así una sobre iluminación. En algunos casos la luz es reflejada en el suelo y demás superficies, y a su vez es reflejada hacia el cielo.



a

El haz de luz no es dirigido hacia abajo

b

Longitud de onda que el ojo humano no percibe

c

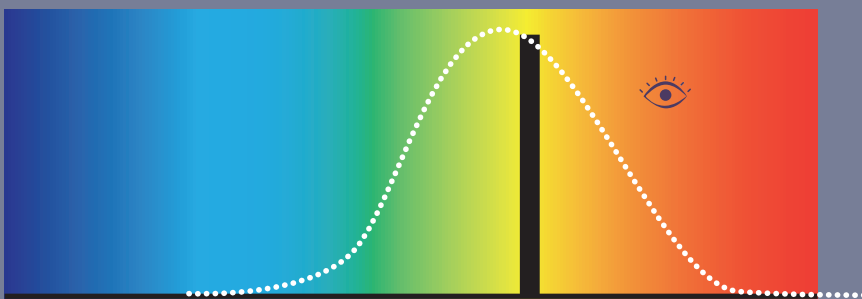
Sobre iluminación



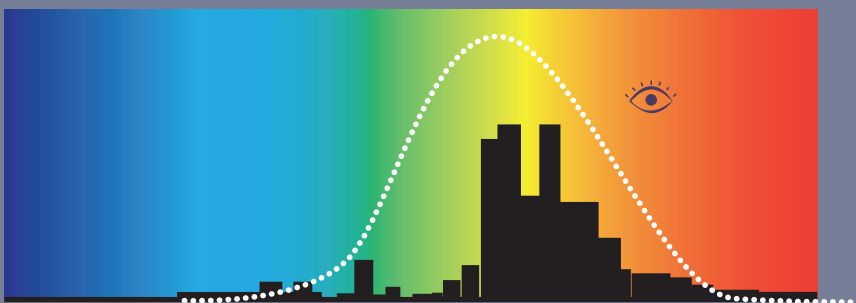
Las peores fuentes de luz exterior para la astronomía son las que emiten un espectro continuo de muchas bandas de color que bloquean la información espectral proveniente de objetos cósmicos tenues. Las fuentes que emiten luz en bandas características de color son menos dañinas para la observación, pues no contaminan el espectro completo. Sin embargo, algunas de éstas pueden ser igualmente dañinas, dependiendo de la banda de emisión.

En la Figura 4 se muestra la curva de sensibilidad estándar, es decir, el rango visible para los seres humanos y la parte del espectro electromagnético en la cual el ojo humano es más sensible, en relación a la emisión de luz de distintos tipos de luminarias.

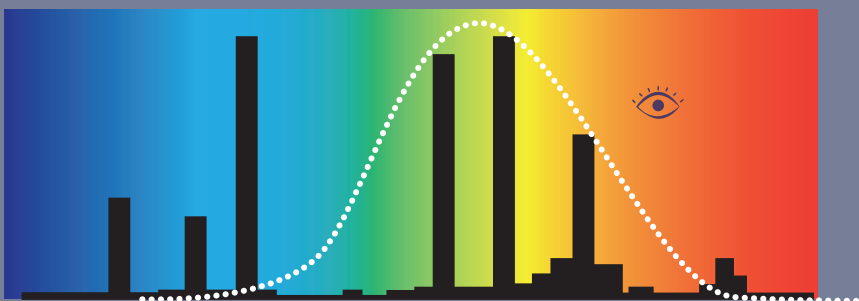
- ▶ **Lámparas de sodio (primera y segunda imagen):** no emiten luz ultravioleta y energéticamente son el doble de eficientes que una lámpara de mercurio. Además, las lámparas de sodio de baja presión bloquean muy poco la observación astronómica (primera imagen).
- ▶ **Lámparas de mercurio (tercera imagen):** emiten una abundante cantidad de luz ultravioleta, lo que les resta eficiencia en la producción de luz visible y contribuye al resplandor del cielo.
- ▶ **Lámparas de halógenos metálicos con quemadores cerámicos:** tienen una buena caracterización de colores y no contaminan en exceso el espectro electromagnético. Es una tecnología algo más cara de implementar que el sodio de alta presión. Por ello, su uso es más restringido que el sodio.
- ▶ **Iluminación de estado sólido (LEDs):** presenta varias opciones de color, con distintos impactos en el espectro. Las opciones más utilizadas en la actualidad presentan altas emisiones en rangos espectrales usados por la astronomía (bajo los 499 nm), siendo por tanto muy contaminantes del cielo nocturno (Figura 5). Asimismo, existen otros LEDs blancos cálidos que, si bien no contaminan mucho el espectro de observación astronómica, por ahora son menos eficientes en términos de iluminación. Sin embargo, varios de los fabricantes de LEDs se encuentran trabajando para mejorar esta tecnología en materia de alumbrado público, por lo que probablemente pronto se diseñen soluciones adecuadas para este tipo de requerimientos.



Sodio de baja presión



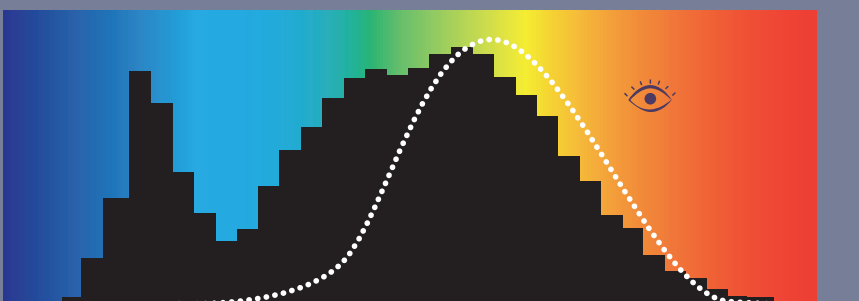
Sodio de alta presión



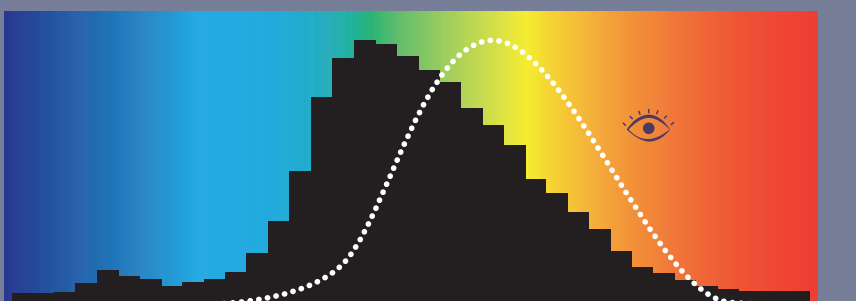
Vapor de mercurio



Curva de sensibilidad de la visión humana.



LED blanco frío (7.000 K)



LED blanco cálido (3.200 K)



La utilización de tecnologías más eficientes y una buena instalación de luminarias no sólo trae beneficios para la observación astronómica, sino que también mejora la luminosidad en las ciudades, lo que a su vez contribuye a la seguridad ciudadana. Asimismo, se reduce el gasto de energía por parte de los municipios y empresas.

Actualmente existe un programa de recambio de luminarias en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo. Sin embargo, no existe información oficial sobre el parque total de luminarias públicas en estas regiones. De acuerdo con la Superintendencia de Electricidad y Combustibles -basado en los reportes de las municipalidades respectivas- hasta 2011, este programa registra un 70% de avance en la Región de Antofagasta, un 57% en la Región de Atacama y un 54% en la Región de Coquimbo. Además, existen varios proyectos de recambio en proceso de elaboración o licitación.

Acciones para conservar la calidad de los cielos para la observación 3

La instalación de observatorios astronómicos en Chile se ha hecho efectiva a través de convenios suscritos por el Gobierno de Chile con los organismos responsables. Ente éstos, cabe mencionar el “Convenio entre el Gobierno de Chile y la Organización Europea para la Investigación Astronómica en el Hemisferio Austral para el Establecimiento de un Observatorio Astronómico en Chile”, de 1995, que en su artículo octavo, menciona:

“1. El Gobierno y la ESO adoptarán todas las medidas necesarias dentro de su competencia para mantener y proteger las calidades astronómicas y ambientales de los centros de observación instalados y que se instalen por la ESO. Para esto se constituirá un Comité Mixto, que hará las recomendaciones pertinentes.

2. Este Comité estará integrado por representantes del Ministerio de Educación, de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), por miembros de la comunidad científica designados por el Ministerio de Educación y por representantes de la ESO. El Comité pondrá atención especial sobre los problemas de contaminación lumínica, de contaminación de partículas y control del impacto ambiental de las actividades mineras, tomando en cuenta los lineamientos de la Unión Astronómica Internacional y de la legislación medioambiental en vigencia en Chile.”

Producto del trabajo de AURA y CONAMA, con el apoyo de CARSO y ESO surgieron los antecedentes para elaborar una norma ambiental, cuyo objetivo sería el regular la contaminación lumínica, con el fin de proteger la calidad de los cielos de la zona norte del país. Así, desde el año 1999, Chile cuenta con la Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica.

Como antecedentes principales para la elaboración de la norma, se consideraron algunas normativas internacionales:

- ▶ Ley 31/1988 sobre Protección de la Calidad Astronómica de los Observatorios del Instituto de Astrofísica de Canarias y el Real Decreto 243/1992 por el cual se aprueba el reglamento de la citada ley.
- ▶ Ordinance 88 122. An Ordinance Amending Chapter 14, Article 9, of Hawaii County Code 1983, Relating to Outdoor Lighting.

Si bien estas regulaciones sirvieron de base, se innovó en importantes aspectos, adaptando la normativa a la realidad jurídica y técnica nacional.

Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica – DS 686 /1998 Ministerio de Economía

El objetivo de la “norma lumínica” (como se le conoce) es proteger la calidad astronómica de los cielos de las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo, mediante la regulación de la contaminación lumínica. Con esto, se espera conservar la calidad de los cielos señalados y evitar el deterioro futuro. Cabe mencionar que la norma sólo tiene aplicación territorial en esas regiones, pero se ha considerado en un futuro analizar su ampliación a todo el territorio nacional.

El organismo fiscalizador de la norma es la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).

Para regular la contaminación lumínica, la norma considera dos criterios básicos:

- ▶ Evitar la emisión de luz hacia el cielo por medio de la utilización de luminarias apantalladas y sin inclinación.
- ▶ Evitar la emisión de luz en el rango no visible para el ojo humano (sólo espectro útil), ya que dicho espectro de luz afecta la observación astronómica.

▶ Fuentes reguladas por la norma

Las fuentes que deben cumplir esta norma son las que se denominan como Alumbrado de Exteriores, que es aquel alumbrado realizado con instalaciones estables o esporádicas, en recintos abiertos, para su utilización nocturna. Entre estos se consideran, por ejemplo, el alumbrado de vías públicas, el ornamental y de parques, el de instalaciones deportivas y recreativas, los letreros, la iluminación de instalaciones industriales, de seguridad, y del exterior de edificios y condominios.

La norma **no aplica** para las siguientes fuentes:

- ▶ Combustión o gas natural u otros combustibles
- ▶ Iluminación ornamental en festividades (menos de 60 watts)
- ▶ Navegación aérea y marítima
- ▶ Vehículos motorizados
- ▶ Seguridad de tránsito
- ▶ Vitrinas
- ▶ Proyectores láser para fines astronómicos
- ▶ Iluminación de espacios cerrados
- ▶ Instalaciones deportivas, iluminación de avisos (menos 140 lm/watt)



Cuadro 5 Límites máximos permisibles en la norma

TIPO DE ALUMBRADO	FLUJO LUMINOSO NOMINAL	FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR	EFICACIA LUMINOSA	RESTRICCIÓN HORARIA
1. Vías públicas, industrial, minero, condominios, estacionamientos, empresas, edificios particulares	$\leq 15.000 \text{ lm}$ $> 15.000 \text{ lm}$	$\leq 0,8 \%$ $\leq 1,8 \%$	$\geq 80 \text{ lm/watt}$ $\geq 80 \text{ lm/watt}$	No hay
2. Proyectores y alumbrados de jardines, playas, parques; ornamental de edificios y monumentos.	$\leq 9.000 \text{ lm}$ $> 9.000 \text{ lm}$	$\leq 5 \%$ Según punto 1.	No hay Según punto 1.	No hay
3. Deportivo o recreativo (*)	No hay	No hay	No hay	Desde las 2 a.m. serán sometidas al punto 1.
4. Avisos y letreros (*) (**)	No hay	No hay	No hay	Desde las 1 a.m. no podrán emitir un FHS mayor al 0.8% de su FLN.
5. Proyectores láser (*)	No hay	No hay	No hay	Desde las 2 a.m. deben orientarse bajo la horizontal.
6. Instalaciones de empresas, exterior edificios particulares.	Según punto 1.	Según punto 1.	Según punto 1.	No hay
7. Alumbrado de exteriores mayor a 140 lúmenes/watts.	Sin restricción	Sin restricción	Sin restricción	Sin restricción

(*) Los horarios señalados en los puntos 3, 4 y 5 comenzarán a regir una hora después de lo señalado, durante los días sábados, domingos y festivos.

(**) Este porcentaje no será aplicable a los anuncios y letreros que se ubiquen en recintos comerciales mientras permanezcan abiertos al público.

CONCEPTOS RELEVANTES

Flujo luminoso nominal: flujo declarado por el fabricante, en lúmenes.

Flujo hemisférico superior: corresponde al flujo de luz que escapa hacia el cielo.

Eficacia luminosa: corresponde a la relación entre el flujo que emite una fuente de luz y la unidad de potencia eléctrica consumida para su obtención.

Flujo radiante: unidad física de radiación que corresponde a watts radiados, potencia radiada. Es una unidad de energía, por ello, independiente de un observador.

Lumen (lm): unidad psicofísica. Está evaluada de acuerdo a sensaciones que tiene un ser humano y transformada en números de acuerdo a un arreglo estadístico que fija nuestros límites de visión. Se refiere a la luz que percibimos los humanos.

Las exigencias de la norma se hacen efectivas a través de:

- ▶ La certificación fotométrica de las características de la lámpara, por un laboratorio reconocido por la SEC,
- ▶ La verificación de la correcta instalación de éstas, y
- ▶ Una restricción horaria aplicable a los avisos y letreros publicitarios, y recintos deportivos y recreativos.

▶ *Implementación de la norma*

Para implementar la norma se elaboró un Manual de Aplicación y, mediante un convenio entre CONAMA y las entidades astronómicas AURA, CARSO y ESO, en 1999, se creó la Oficina de Protección de Calidad de los Cielos (OPCC). Esta oficina, ubicada en la ciudad de La Serena, tiene como objetivo la difusión de la norma mediante diversos seminarios, congresos internacionales y charlas técnicas de difusión. Además, la oficina ha apoyado proyectos de recambio de luminarias y ha elaborado una “Guía Práctica de Iluminación de Exteriores.”

▶ *Fiscalización de la norma*

La SEC ha realizado fiscalizaciones puntuales para acreditar el cumplimiento de la norma. Sin embargo, esto no ha sido sistemático ya que se han presentado algunas dificultades, principalmente relacionadas a la falta de instrumentos de medición normalizados, a la no disponibilidad de fiscalizadores en horarios nocturnos y a la poca certeza jurídica sobre las sanciones. Debido a estas dificultades que ha manifestado el organismo fiscalizador, no se dispone aún de un catastro oficial de recambio de luminarias, ni reportes sobre el estado de cumplimiento de la norma en el área privada.

Por otro lado, al igual que todas las normas ambientales, la norma lumínica es exigida en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental a todo proyecto que involucre alumbrado de exteriores, como por ejemplo los del área minera. Estos proyectos informan sobre el cumplimiento de la norma y entregan el certificado fotométrico de las luminarias.

▶ *Beneficios económicos*

A continuación se presentan resultados obtenidos de las primeras experiencias en el recambio de luminarias contaminantes, por otras más modernas que sí cumplen el DS 686/1998 del Ministerio de Economía, en la Región de Coquimbo: Vicuña y La Serena.



Cambio de luminarias en avenida Las Delicias, Vicuña.

Cuadro 6 Cambio de luminarias en Vicuña

LUMINARIAS CAMBIADAS/ MODIFICADAS	1.534	
Iluminación	Antes	7.800.000 lúmenes
	Después	8.900.000 lúmenes
	Resultado	Aumento 14%
Potencia instalada (estimación)	Antes	210.000 watts
	Después	110.00 watts
	Resultado	Disminución 48%
Potencia desperdiciada (estimación)	Antes	24.000 watts
	Después	1.100 watts
	Resultado	Disminución de 95%

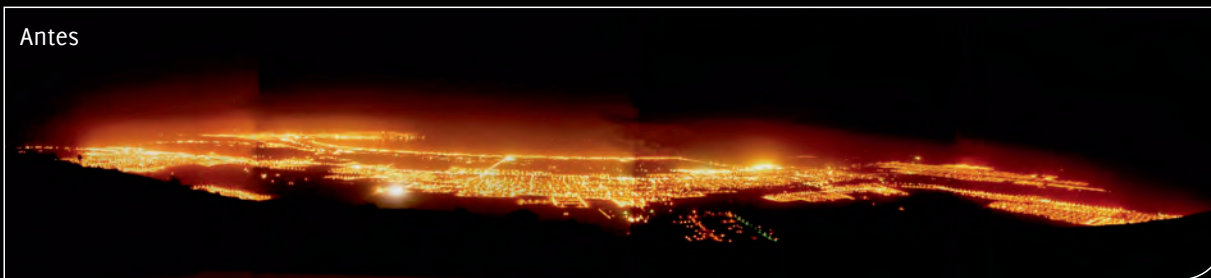
Fuente: Enrique Piraino, UCV-asesor OPCC (2002)

Como resultado de este cambio se obtuvo un 50% ahorro en consumo de energía eléctrica, iluminación dos veces más intensa, disminución en el encandilamiento y 50 veces menos contaminación lumínica.

► Cumplimiento de la norma lumínica en el norte de Chile

Después

Antes



Cuadro 7 Cambio de luminarias en la Serena

LUMINARIAS CAMBIADAS/ MODIFICADAS	5.692	
Iluminación	Antes	32.700.000 lúmenes
	Después	58.400.000 lúmenes
	Resultado	Aumento 68%
Potencia instalada (estimación)	Antes	810.000 watts
	Después	660.00 watts
	Resultado	Disminución 19%
Potencia desperdiciada (estimación)	Antes	161.000 watts
	Después	11.700 watts
	Resultado	Disminución de 93%

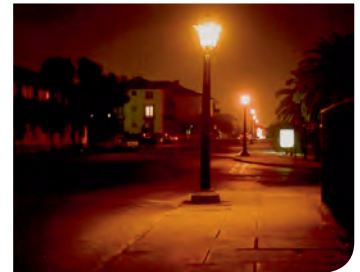
Fuente: Enrique Piraino, UCV-asesor OPCC (2002)

► Resultado del cambio en los faroles coloniales en La Serena

Antes



Después



La inversión realizada para el recambio de luminarias, ha permitido resguardar la calidad de los cielos nocturnos en el norte del país, generando además, importantes ahorros en consumo de energía.

► *Revisión de la norma lumínica*

El año 2011, el Ministerio del Medio Ambiente inició el proceso de revisión de la Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica – Decreto Supremo N° 686/1998 del Ministerio de Economía.

Con esta revisión, se busca restringir de manera sustantiva las emisiones directas de luz hacia el cielo nocturno, mediante un mayor control de la luz reflejada y el sobre consumo energético, al mismo tiempo que controlar las radiaciones espectrales más perjudiciales para la astronomía. Complementariamente, se propone regular en todo horario la iluminación de carácter publicitario y también la deportiva. Todo lo anterior, considerando que las tecnologías menos contaminantes están disponibles hace varios años y a que en algunos países ya son de uso cotidiano.

La nueva versión del anteproyecto de revisión de la normativa, elaborada con apoyo de la OPCC y otras entidades nacionales e internacionales (Instituto de Astrofísica de las Canarias (IAC)/ Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo (OTPC), Cielo Buio Italia, Universidad Nacional de Tucumán), fue publicada para consulta pública, en el Diario Oficial el 15 de enero de 2011. Actualmente, se trabaja en recopilar y procesar todas las observaciones recibidas en ese periodo y en los posibles ajustes en el anteproyecto para pasar a la elaboración del proyecto definitivo.

La revisión de esta norma de emisión permitirá mejorar la posición actual de Chile en materia de protección del cielo nocturno a nivel mundial, equiparándose a las normativas y legislaciones vigentes en Hawaii, Estados Unidos, en buena parte de Italia y en las Islas Canarias, en España.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CINZANO, P.; FALCHI, F. (UNIVERSIDAD DE PADUA, ITALIA) Y ELVIDGE, C.D.(CENTRO NACIONAL DE DATOS GEOFÍSICOS DE LA N.O.A.A. BOULDER, USA). Accepted 2001, July 27. Received 2001, July 24; in original form 2000 December 18. *The first world atlas of the artificial night sky brightness*. Royal Astronomical Society.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 1998. *Análisis general del impacto económico y social del anteproyecto de norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica*. Santiago: CONAMA.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 1998. *Expediente público proceso elaboración Decreto Supremo N°686/98 del Ministerio de Economía-Norma de Emisión para la regulación de la contaminación lumínica*. Santiago: CONAMA.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), 2008. *Informe de actividades. Oficina de Protección de la Calidad del Cielo del Norte de Chile*. La Serena: CONAMA.

INTERNATIONAL ASTRONOMICAL UNION, THE INTERNATIONAL COUNCIL FOR SCIENCE Y ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA. (IAU/ICSU/UNESCO), 1992. *Declaración de la IAU/ICSU/UNESCO sobre reducción de los impactos medioambientales adversos para la astronomía*. París.

A large, stylized number '3' in a light blue color, centered on the page. The number is composed of two thick, rounded strokes. The top stroke is a wide, curved bar that tapers slightly towards the ends. The bottom stroke is a similar curved bar, positioned below the first one. The two strokes are connected at their inner ends by a circular shape, forming the '3'. The overall appearance is clean and modern.

Cambios atmosféricos globales

“Me inclino a mirar a la adaptación a cualquier clima especial, como una cualidad que se injerta fácilmente en una gran flexibilidad innata de constitución, que es común a la mayoría de los animales.”

Charles Darwin en Del origen de las especies, (siglo XIX)

El cambio climático y el agotamiento de la capa de ozono estratosférico representan dos de los principales desafíos ambientales de la humanidad debido a sus impactos sobre la salud, la biodiversidad y el desarrollo económico.

El proceso de industrialización de los países ha traído consigo el crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero y un aumento en el consumo de sustancias que agotan la capa de ozono. Chile, dadas sus características climáticas, geográficas, económicas y sociales, es un país particularmente vulnerable a estos fenómenos de escala global.

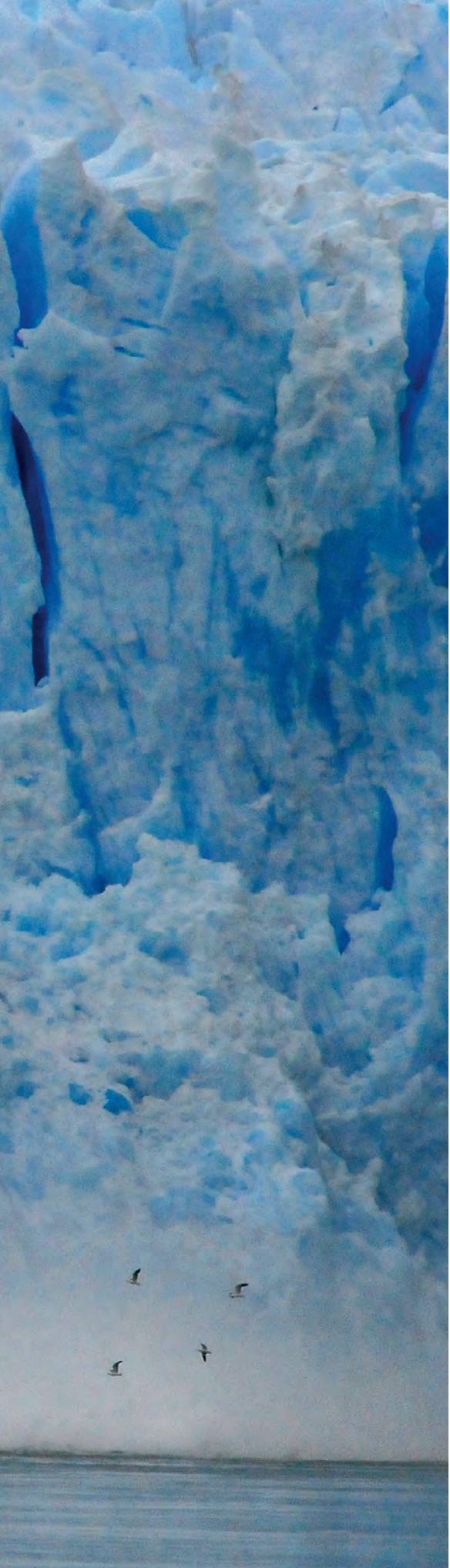
El cambio climático podría tener impactos significativos en el país como, incrementar la frecuencia de sequías, aceleración de la degradación de tierras y riesgos de desertificación, entre otros. En el último siglo se han registrado: cambios significativos en las temperaturas, una disminución generalizada en las precipitaciones, una baja en los caudales de cuencas hidrográficas; y una tendencia generalizada de pérdida de masa de glaciares.

Por otra parte, debido a la ubicación geográfica del país, Chile es particularmente vulnerable a la a los efectos nocivos del incremento en la radiación UV-B producto de la disminución de la capa de ozono. En la zona austral la situación es aún más crítica debido a que el agujero de ozono antártico abarca parte de esta área geográfica del territorio nacional.

A nivel mundial el país aporta en un bajo porcentaje a las presiones que causan estos problemas ambientales. Sin embargo, el país se ha sumado activamente a las iniciativas internacionales que impulsan acciones para enfrentar estas amenazas, como son el Protocolo de Kyoto sobre el cambio climático y el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono.

La presente sección describe la situación del país de estos fenómenos en dos capítulos relacionados con esta temática: “Cambio Climático” y “Agotamiento de la Capa de Ozono”.





Capítulo 11

Cambio Climático

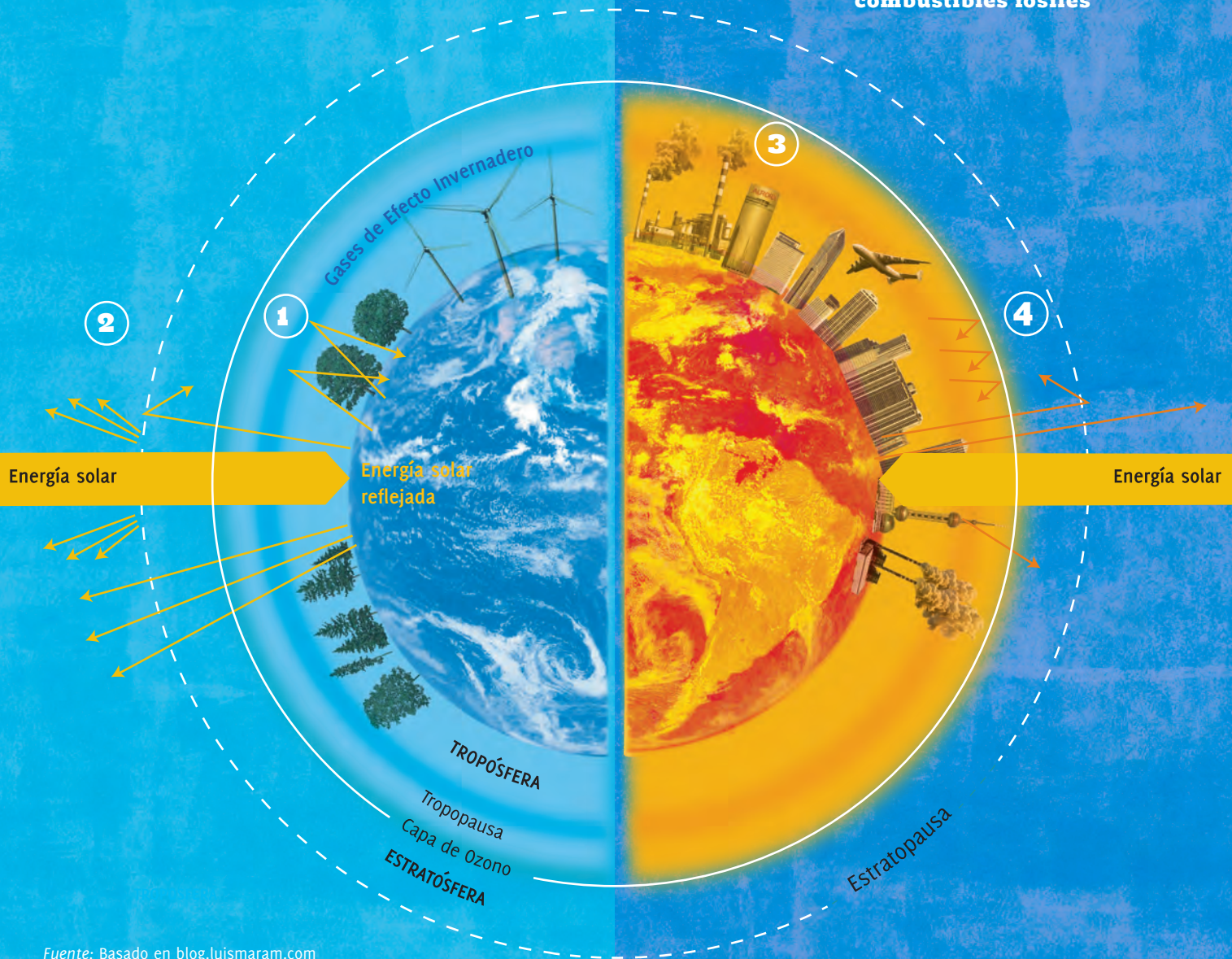
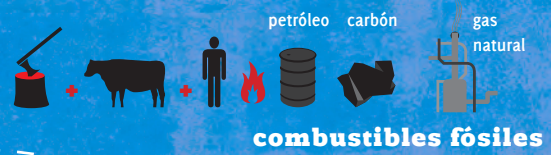
1] Antecedentes	427
2] Estado ambiental en Chile atribuible al Cambio Climático	429
3] Presiones: Emisiones de gases de efecto invernadero en Chile	437
4] Respuestas de Chile frente el Cambio Climático	448

El Efecto Invernadero

1. Una parte de la energía solar es retenida por los gases de efecto invernadero presentes naturalmente en la atmósfera, manteniéndose la temperatura en un margen que posibilita la vida en la Tierra.
2. La otra parte vuelve al espacio.

El Calentamiento Global

3. La emisión de gases de efecto invernadero debido a la actividad humana, principalmente por la quema de combustibles fósiles, acelera el efecto invernadero natural y aumenta el calentamiento global.
4. El calentamiento global está provocando cambios en el planeta, tales como: aumento en promedio de la temperatura global, mayor derretimiento de los hielos, aumentos en el nivel del mar, incremento en la frecuencia de olas de calor, aumento de precipitaciones en algunas regiones y drástica disminución en otras.



Introducción

Resumen / Abstract

Chile es un país vulnerable al fenómeno global del cambio climático. Sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) son bajas a nivel mundial, sin embargo, están creciendo aceleradamente. El país se hizo parte del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y del Protocolo de Kioto y presentó, en el año 2008, un Plan de Acción Nacional de Cambio Climático que incluye medidas de adaptación al cambio climático, mitigación de emisiones de GEI y fomento de capacidades.

Antecedentes 1

De acuerdo con la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC, en inglés), se entiende por cambio climático “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”.

La responsabilidad de este fenómeno se atribuye a la emisión de los llamados 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 ha aumentado su producción, principalmente mediante la quema de combustibles fósiles y la tala de bosques, razón por la cual el proceso de calentamiento se ha acelerado.

El incremento de temperatura está provocando cambios en el planeta: aumento del nivel del mar y del derretimiento de los hielos; incremento en la frecuencia de olas de calor y en las precipitaciones en algunas regiones y drástica disminución en otras. Existe una alta probabilidad de que estos fenómenos provoquen impactos y alteraciones en la biodiversidad, como desaparición de especies, disminución de suelos destinados a cultivos, escasez de recursos hídricos y, eventualmente, desplazamiento de poblaciones ubicadas en zonas con riesgo de inundación debido al crecimiento del nivel del mar. **A nivel global, la temperatura superficial del aire muestra un aumento casi generalizado de alrededor de 0,8 °C en el período comprendido entre la Revolución Industrial y el año 2005 (IPCC, 2007).**

La desestabilización climática es un fenómeno mundial cuyos efectos exceden las fronteras entre países y cuyas causas principales, anteriormente señaladas, son responsabilidad de las mayores economías del planeta. La contribución de Chile en los aportes de gases a este proceso es mínima: 0,26%, considerando sólo las emisiones de CO₂ por combustión de hidrocarburos a nivel mundial (Ministerio del Medio Ambiente, 2011a); no obstante, los efectos en el territorio nacional se empezarán a sentir paulatinamente. En efecto, el país es altamente vulnerable frente al fenómeno de cambio climático, ya que posee una orografía muy variable y pronunciada en especial en las dos 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; y tiene un porcentaje muy importante del territorio susceptible a sequía y desertificación.

Los estudios desarrollados en Chile en los últimos años, en materia de vulnerabilidad al cambio climático, dan cuenta de esta situación, así como de una mayor comprensión del fenómeno y de sus potenciales efectos negativos sobre los planes de desarrollo sustentable de la nación.



Estado ambiental en Chile atribuible al Cambio Climático 2

Según una investigación reciente, el país ha experimentado un calentamiento que va de 0,2 a 1,1°C en la zona interior de las regiones del norte, centro y austral, mientras que se ha registrado un enfriamiento de -0,2 a -0,5 °C en las regiones del sur del país, entre las latitudes 38 y 43° S, durante el período 1901-2005. También se ha producido un enfriamiento en la zona costera norte y centro-sur de Chile (Latitud 17°- 41° S) de Chile de -0,2 °C por década (Falvey y Garreaud, 2009).

Los gráficos de la Figura 1 muestran, para el periodo 1961-2010, las anomalías o diferencias de las temperaturas¹ extremas (mínimas y máximas) de cada año respecto al promedio de un periodo normal² de temperaturas, para algunas ciudades de distintas zonas del país: norte (Arica, Iquique, Antofagasta y La Serena), centro (Valparaíso, Santiago, Curicó, Chillán y Concepción), sur (Temuco, Osorno, Valdivia y Puerto Montt) y austral (Coyahique, Balmaceda y Punta Arenas).

Las ciudades del sector norte (Arica, Iquique, Antofagasta y La Serena) y central costero (Valparaíso), muestran un aumento de las temperaturas mínimas hasta fines de los años setenta, pero luego no presenta un aumento significativo; de hecho las temperaturas máximas en ciudades del norte registran una disminución en los últimos 40 años. La estación insular en el Archipiélago Juan Fernández revela un claro enfriamiento en las últimas cuatro décadas, lo que coincide con los resultados del Cuarto Informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por su sigla en inglés) (Trenberth et al. 2007), que revela un enfriamiento en el sector oriental del Pacífico Sur frente a las costas de América del Sur. En ciudades de la zona centro interior, como Santiago, se registran aumentos de las temperaturas extremas, tanto en la mínima como en la máxima. La zona sur, de Temuco a Puerto Montt, aparte de la variabilidad interanual no muestra una tendencia clara en el tiempo, salvo una ligera disminución de las temperaturas mínimas. En ciudades de la zona austral se observa que las temperaturas máximas revelan un aumento en los últimos dos décadas.

1] Estas variaciones se muestran como series de tiempo de media móvil de 11 años

2] El periodo normal considerado por la Dirección Meteorológica de Chile para este análisis corresponde a 1961-1990.



fig. 1

Anomalías de la temperatura superficial del aire (mínima y máxima) respecto al promedio del periodo normal, en distintos lugares del país. Medias móviles de 11 años.

Notas: Las líneas representan las medias móviles de 11 años entre 1961 y 2010 de las anomalías o diferencias de temperatura mínimas y máximas de cada año respecto al promedio anual de temperaturas del periodo normal (1961-1990). Las ciudades de Arica, Iquique, Antofagasta y La Serena corresponden a la zona norte del país; Valparaíso,

Santiago, Curicó, Chillán y Concepción a la zona centro; Temuco, Osorno, Valdivia y Puerto Montt a la zona sur; y Coyhaique, Balmaceda y Punta Arenas a la zona austral.

Fuente: Elaboración en base a Dirección Meteorológica de Chile.

Para evaluar la disponibilidad futura de recursos hídricos se requiere determinar los efectos del cambio climático tanto en las temperaturas como también en las precipitaciones, disponibilidad de agua en cuencas hidrográficas y glaciares, entre otros aspectos.

El comportamiento de la precipitación de las estaciones con más larga data, desde principios del siglo XX, está graficado en la Figura 2. La media móvil de 11 años muestra una disminución de las precipitaciones en todas ellas; sin embargo, el comportamiento interdecadal (i.e. periodos de tiempo variables en el orden de las decenas de años), revela periodos de disminuciones y aumentos de la precipitación.

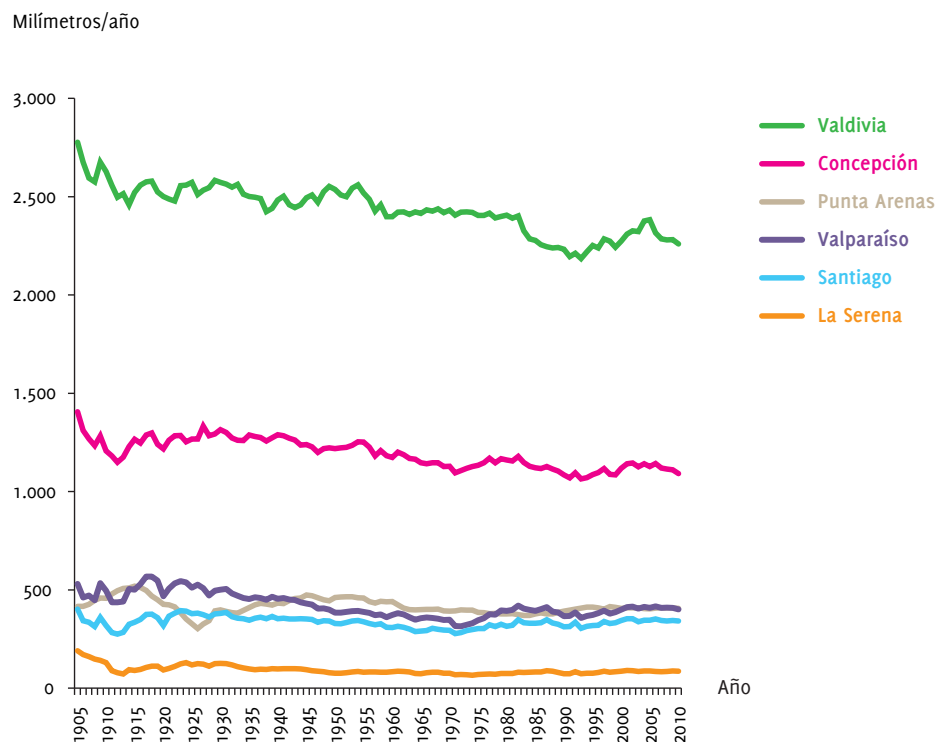


fig. 2

Comportamiento histórico de las precipitaciones para ciudades del país seleccionadas (media móvil de 11 años).

Fuente: Dirección Meteorológica de Chile

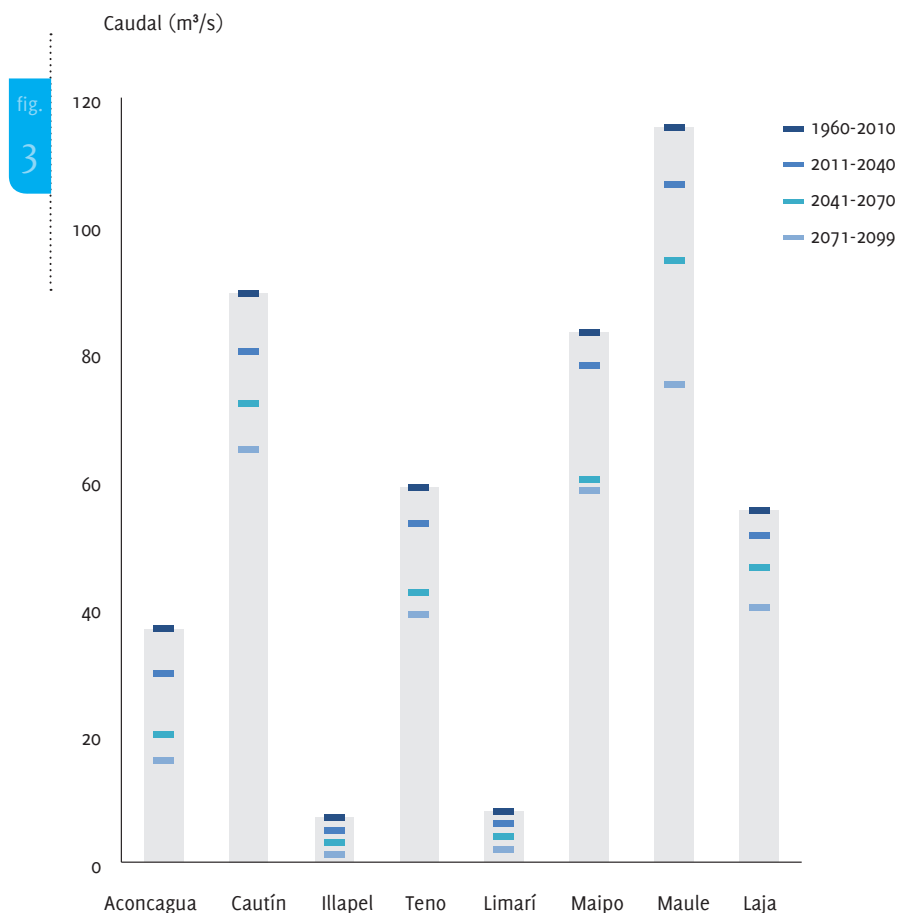
3] Dentro de los escenarios futuros de emisiones de GEI definidos por el IPCC, el A2 se caracteriza por una “economía internacional dinámica con uso intensivo de combustibles fósiles, que genera un aumento de concentraciones de GEI en la atmósfera con valores muy superiores a los actuales, lo que incide 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, 2009, p.9).

Respecto a la disponibilidad de agua en cuencas hidrográficas, la Figura 3 muestra los promedios de los caudales del periodo 1961-2010 y períodos futuros proyectados para el escenario A2 de cambio climático³, en las cuencas de Illapel, Aconcagua, Teno y Cautín (CONAMA, 2010a) y en las de los ríos Limarí, Maipo, Maule y Laja (CEPAL, 2009). En el mediano y largo plazo se prevé una menor disponibilidad de agua en estas cuencas. Entre el periodo base (1960-2010) y el periodo 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). Esta situación se agravaría si se producen las pérdidas de caudal proyectada.

Caudales de cuencas hidrográficas observados y proyectados bajo escenario A2 de cambio climático. Promedio periodos 1960-2010, 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2099.

Fuente: Elaboración en base a estudio de la CONAMA (2010a) y CEPAL (2009).





Por otra parte, Chile es uno de los países que 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. Posee, además, la mayor cobertura de Sudamérica, con el 76% de la superficie glaciar del continente, estimada en 28.286 km². Los glaciares de Chile se distribuyen a lo largo de la cordillera de Los Andes, pero muy especialmente en Campo de Hielo Patagónico Norte, Campo de Hielo Patagónico Sur y Campo de Hielo de la Cordillera Darwin, que concentran el 78% de la superficie de glaciares de Chile (DGA, 2009).

La gran mayoría de los glaciares del país está experimentando una tendencia generalizada de pérdida de masa, con tasas de retroceso lineal que varían desde unos pocos metros anuales, especialmente en glaciares de la zona norte,

Fuente: Expedición Italiana de Guido Monzino, 1957



hasta cientos de metros por año en el Chile Austral. En esta última zona se han registrado las tasas máximas de pérdida de hielo, con un retroceso de 15 km en 100 años en el glaciar O'Higgins del Campo de Hielo Sur y de 12 km en el glaciar San Rafael del Campo de Hielo Norte desde el año 1871 (DGA, 2009).

También se han observado adelgazamientos en la mayor parte de las zonas bajas de los glaciares, que pueden alcanzar, en casos excepcionales, decenas de metros por año. En las partes altas de los glaciares, en sus zonas de acumulación, las tendencias son menos evidentes, aunque hay sugerencias de que también estarían adelgazándose, pero a menores tasas que las observadas en las partes bajas (DGA, 2009).

Los impactos del cambio climático proyectados, como muestra la Figura 4,

► Retroceso Glaciar Gray, 3,5 Km en 53 años

Fuente: Expedición Chilena Paine Grande, 2011

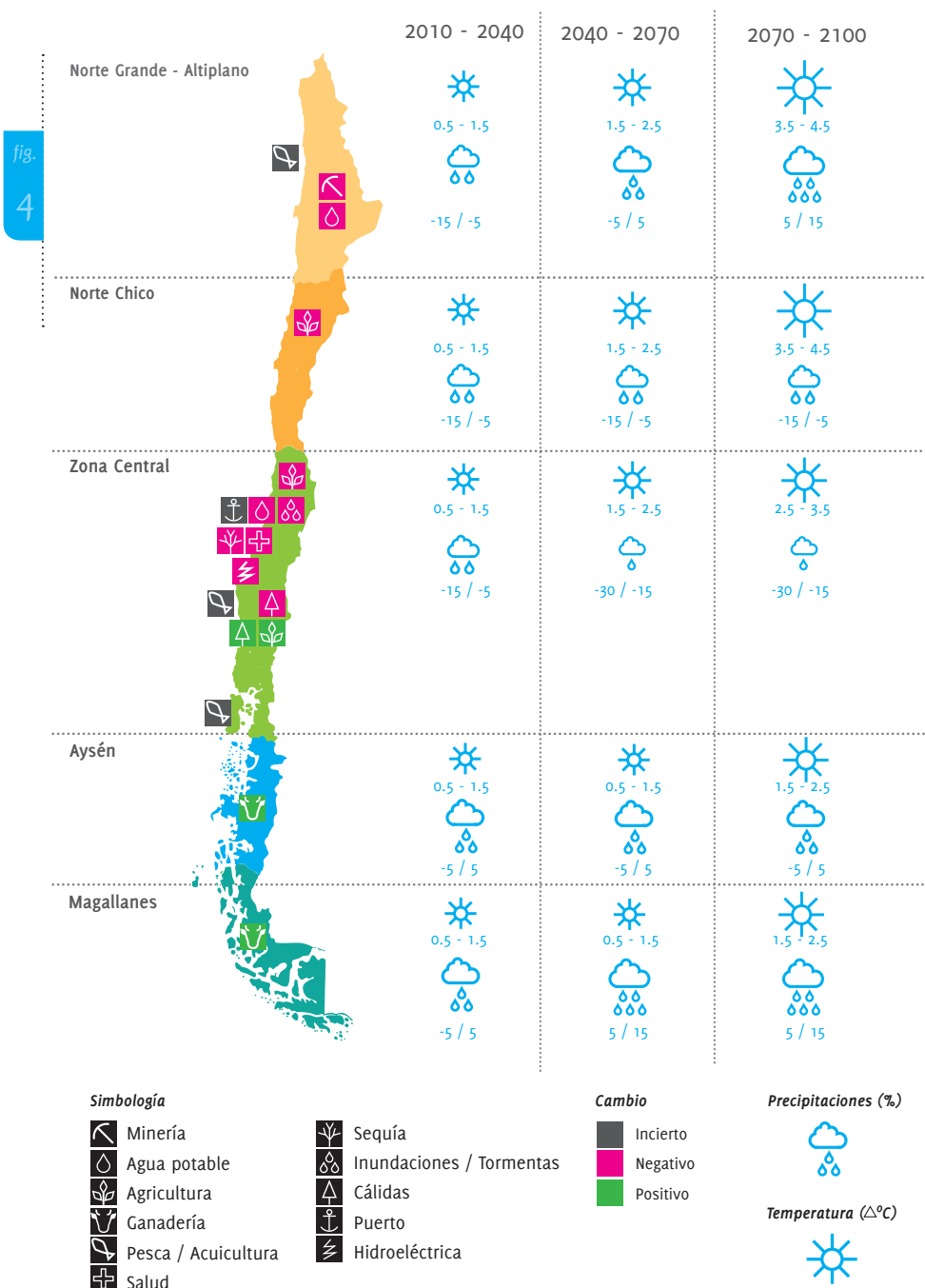


pueden ser negativos para actividades económicas como la minería, provisión de agua potable, agricultura e hidroelectricidad en el norte y centro del país, sin embargo, también habría regiones en el sur que se verían beneficiadas por aumentos en la productividad de algunos sectores como el forestal, agrícola y ganadero (CEPAL, 2009).

Representación esquemática de los impactos del cambio climático y su relación con las proyecciones climáticas futuras.

Nota: Se indican impactos sectoriales y proyecciones climáticas (para el escenario A2). Con respecto a los impactos sectoriales, se consideran tres alternativas: los colores rojo o verde implican un impacto negativo o positivo respectivamente; el color negro corresponde a sectores donde se requiere más conocimiento para poder desarrollar una evaluación de impactos" (CEPAL, 2009, p.57).

Fuente: CEPAL, 2009.



Presiones: Emisiones de gases de efecto invernadero en Chile 3

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático estableció un conjunto de objetivos para la reducción de Gases de Efecto Invernadero (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 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 HFCs, PFCs y SF₆, en tanto, están asociados a procesos industriales.

Las emisiones netas de GEI de Chile para el 2006 fueron 60 millones t CO₂-eq aproximadamente. El CO₂ tiene la mayor participación (65%), siguiéndole el CH₄(21%) y el N₂O (14%). Las emisiones de HFCs, PFCs y SF₆ son poco significativas. La Figura 5 muestra la tendencia de las emisiones⁴ netas totales de cada gas para el periodo 1984-2006.

En el caso del CO₂, desde 1984 al 1988 se produjeron emisiones netas negativas, debido a que la captura mediante procesos fotosintéticos de la vegetación superó el total de emisiones. Sin embargo, debido al fuerte crecimiento

⁴ Para elaborar el inventario nacional de emisiones se usaron las guías revisadas del IPCC de 1996 y sus códigos de buenas prácticas de los años 2000 y 2003; se tomó como año de reporte 2000, y se completaron los formatos establecidos por la Convención para el informe de los inventarios anuales. Adicionalmente, el país decidió voluntariamente incluir los resultados de su inventario de emisiones para el año 2006, considerando que 2000 es distante en términos de representatividad de los niveles de emisiones y capturas de gases que ocurren en el país.

Inventario Nacional de GEI

El inventario nacional de GEI estima tanto las emisiones provenientes de diversas actividades antrópicas, como también las capturas de CO₂ de la atmósfera producto de la fotosíntesis realizada por los bosques. Las emisiones menos las capturas de GEI se conocen como emisiones netas o balance. Los sectores emisores incluidos son: energía; procesos industriales; agricultura; uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura; y residuos antrópicos. (Ministerio del Medio Ambiente, 2011a)

5] Las emisiones de GEI en toneladas CO_2 equivalente se estiman de la siguiente forma:

$$t CO_2 eq = \sum_{i=1}^n (t \text{ emisión } GEI_i * PCG_i)$$

Donde:

$t CO_2 eq$ = toneladas CO_2 equivalentes

$t \text{ emisión } GEI_i$ = toneladas de emisión del GEI_i

PCG_i = Potencial de Calentamiento Global del GEI_i

Potenciales de Calentamiento Global y unidad CO_2 equivalente

Cada GEI posee distinto Potencial de Calentamiento Global (PCG), el cual representa el efecto de calentamiento relativo en comparación con el CO_2 . Para transformar las emisiones de los gases a una expresión equivalente⁵ que permita sumarlos, se utiliza el PCG de cada gas, lo que permite expresar todos los gases en una unidad común denominada CO_2 equivalente. Se utilizaron los valores de PCG para un horizonte temporal de 100 años: 1 para CO_2 (gas de referencia), 21 para CH_4 , 310 para N_2O , 1300 para HFCs, 6500 para PFCs y 23900 para SF6

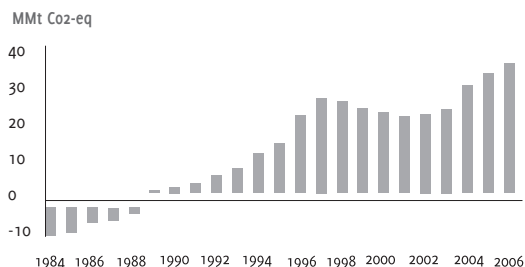
fig. 5

Emisiones netas por tipo de GEI, 1984-2006.

Fuente: Elaboración en base a estudios encargados por CONAMA (2008a, 2010b y 2010c).

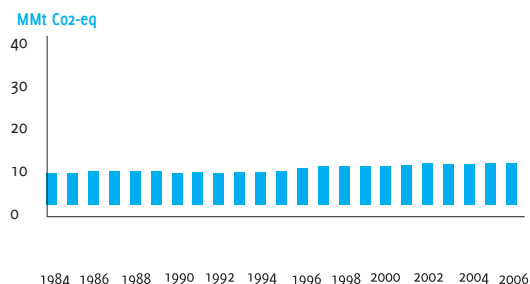
CO_2

Gas que se produce de forma natural, y también como subproducto de la combustión de combustibles fósiles y *biomasa*, cambios en el uso de las tierras y otros procesos industriales. Es el principal *gas de efecto invernadero antropogénico* que afecta al equilibrio de radiación del planeta. Es el gas de referencia respecto al cual se miden otros gases de efecto invernadero y, por lo tanto, tiene un *Potencial de calentamiento global de 1*.



CH_4

Hidrocarburo que es un *gas de efecto invernadero*, producido por la descomposición anaerobia (sin oxígeno) de residuos en vertederos, digestión animal, descomposición de residuos animales, producción y distribución de gas natural y petróleo, producción de carbón, y combustión incompleta de combustibles fósiles. El metano es uno de los seis gases de efecto invernadero que se intenta reducir en el marco del *Protocolo de Kyoto*.

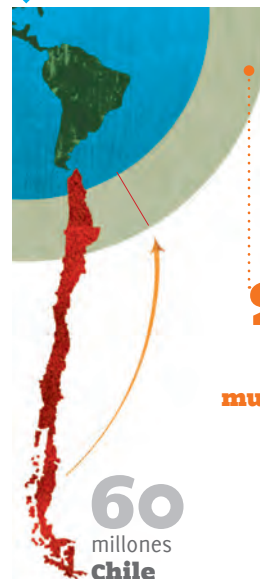


Nota: MM t CO_2 -eq = millones de toneladas de CO_2 equivalentes.

de las emisiones de CO₂ desde 1989 a 2006, éstas superan los procesos de captura, obteniéndose emisiones netas positivas.

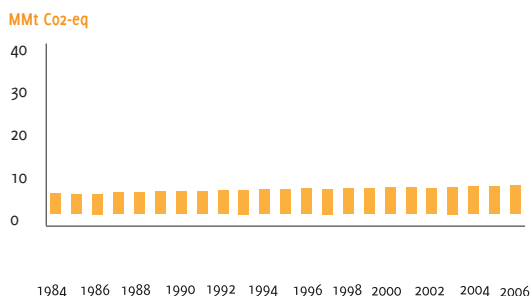
Entre los años 1990 y 2006 las emisiones netas de GEI para el país se duplicaron. Como se aprecia en la Figura 6, a nivel sectorial se aprecia la importancia del uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura en la captura de CO₂ en Chile, aunque la captura neta se ha visto progresivamente reducida entre los años 1984 y 2006. **En términos absolutos, el sector energía aporta en forma dominante y creciente a los valores de emisiones nacionales, con un aumento de un 85% entre 1990 y 2006, alcanzando un valor de 58 MM t CO₂-eq aproximadamente.** El segundo sector que contribuye a las emisiones naciona-

Emisiones netas de GEI de Chile (Toneladas CO₂ - eq)

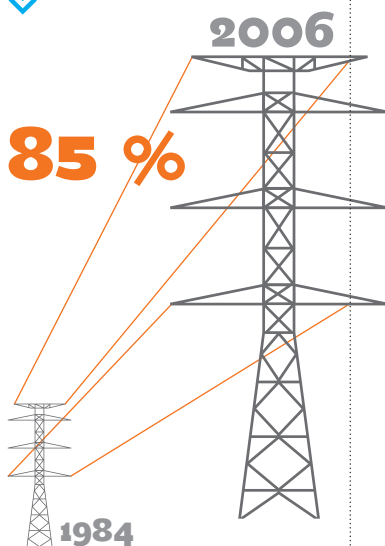


N₂O

Potente *gas de efecto invernadero* emitido con los usos de cultivos en tierras, especialmente el uso de fertilizadores comerciales y orgánicos, la combustión de combustibles fósiles, la producción de ácido nítrico, y la combustión de *biomasa*. Uno de los seis gases de efecto invernadero que se intentan reducir con el *Protocolo de Kyoto*.



Crecimiento emisiones GEI sector energía



6] <http://cait.wri.org>

les es la agricultura, no obstante es el que ha registrado menor aumento (10% en el mismo período).

Dentro del sector energía, los subsectores que más contribuyen a las emisiones de GEI son la generación eléctrica, el transporte y la industria manufacturera, construcción y minas, asociados al alto consumo de energéticos fósiles (ver Figura 7).

La emisión de GEI está correlacionada con el crecimiento económico y con el aumento de la población. Desde 1990 al 2006, las emisiones de GEI (excluido uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura), aumentaron aproximadamente un 70%, el PIB lo hizo a más del doble y la población creció alrededor de un 25%. En aquel período, las emisiones de GEI han tendido a crecer más lentamente que la economía. Sólo se aprecia un desacople absoluto de las emisiones de GEI y el crecimiento del PIB entre 1999 y 2002, en que las emisiones disminuyeron debido a la mayor disponibilidad de gas natural proveniente desde Argentina. Respecto al crecimiento de la población, no se ha apreciado un desacople de las emisiones de GEI. (Ver Figura 8).

De acuerdo a estadísticas del World Resources Institute⁶ para el año 2007, Chile no es un emisor relevante a nivel mundial, ya que representa sólo el 0,26% de las emisiones de GEI (excluido uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura), situándose en el lugar 44 de mayor a menor emisor entre 186 países (ver Figura 9).

Los indicadores de intensidad de emisión de GEI, en términos per cápita y por unidad de PIB, son ampliamente usados para la comparación internacional. Respecto a las emisiones per cápita, el país se ubica en la posición 74 de mayor a menor emisor por habitante, con 4,4 t CO₂-eq/hab, una mejor posición que en términos de emisiones totales. Pero en cuanto a emisiones por unidad de PIB, que refleja la eficiencia de emisión de la economía, se ubica en el lugar 45 de mayor a menor, con 0,32 t CO₂-eq/mil US\$, posición menos eficiente que en términos per cápita y similar a la de emisiones totales (ver Figura 10).

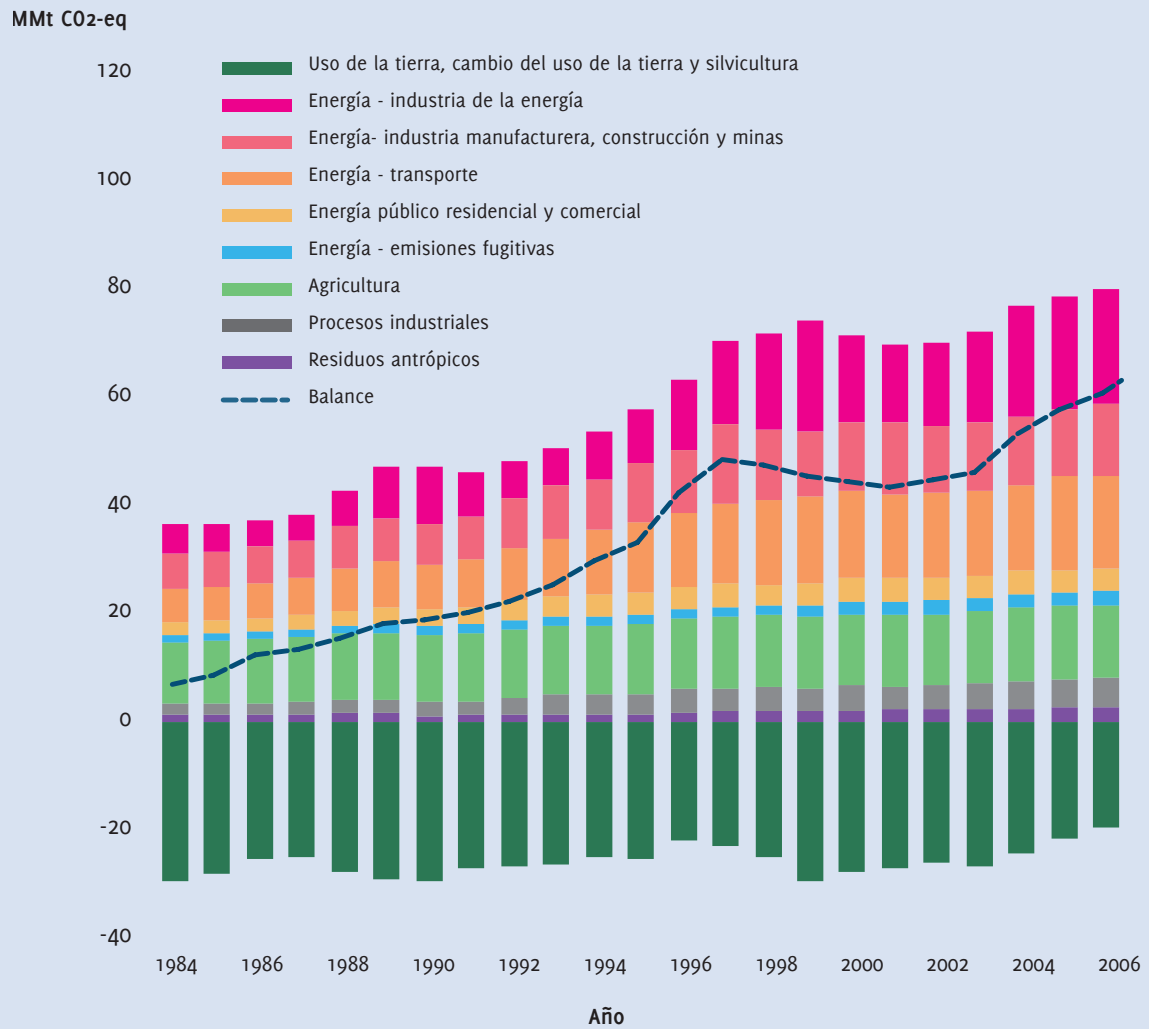


fig. 6

Emisiones netas de GEI por sector, 1984-2006.

Nota: MM t CO₂-eq = millones de toneladas de CO₂ equivalentes.

Fuente: Elaboración en base a estudios encargados por CONAMA (2008a, 2010b y 2010c).

Participación de las emisiones de GEI del Sector Energía, 2006.

fig.

7

Fuente: Elaboración en base a estudios encargados por CONAMA (2008a y 2010c).



Notas: La figura corresponde a la participación de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O del sector energía, expresadas en CO₂-eq.

Las participaciones del subsector "industria del petróleo y gas natural" y del subsector "extracción de carbón" (que no se muestra en el gráfico por representar apenas un 0,06%), corresponden a emisiones fugitivas de metano (CH₄). Estas no provienen de la combustión de energéticos, sino de la producción, procesamiento, manipulación y transporte de petróleo, gas natural y carbón. De acuerdo a las directrices del IPCC, en todos los subsectores se excluyen las emisiones de CO₂ provenientes de la combustión de leña y biogás, porque estas emisiones son carbono neutral, y sí se incluyen las del resto de los GEI.

Emisiones nacionales de GEI, PIB y población, 1990-2006.

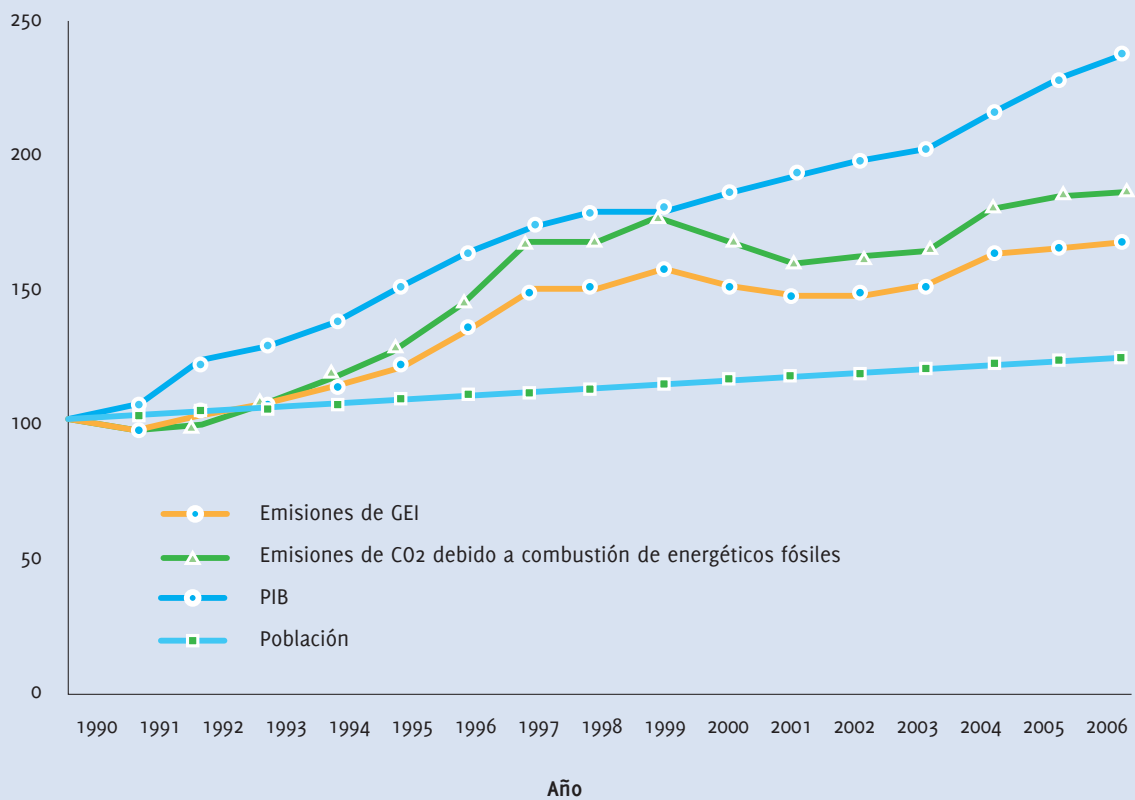
fig.

8

Nota: Se incluyen sólo emisiones de GEI, excluido el sector uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura.

Fuente: : Elaboración en base a estudios encargados por CONAMA (2008a, 2010b y 2010c); INE y OCDE.

Índice 1990=100



Entre 1990 y 2006 las emisiones de GEI del país han crecido más lentamente que su economía, pero más rápidamente que la población. Sólo en un breve periodo (1999-2001) se aprecia un desacople de sus emisiones GEI respecto a su crecimiento económico.

Emisiones de GEI por países, 2007.

Nota: Se excluyen las emisiones y capturas del sector uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura.

MMt CO₂-eq: Millones de toneladas de CO₂ equivalente

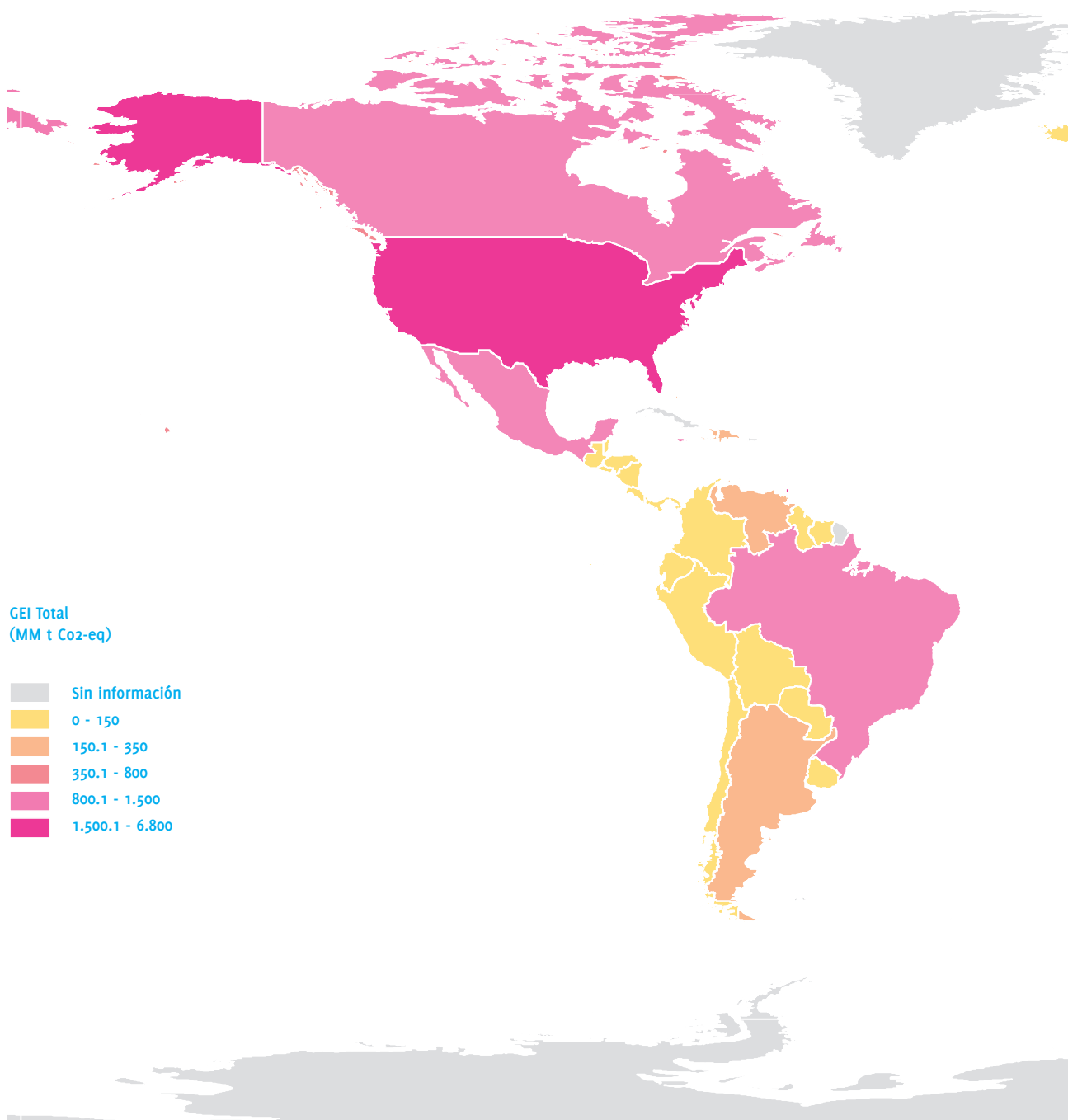
Fuente: Elaboración propia en base a World Resources Institute (WRI).

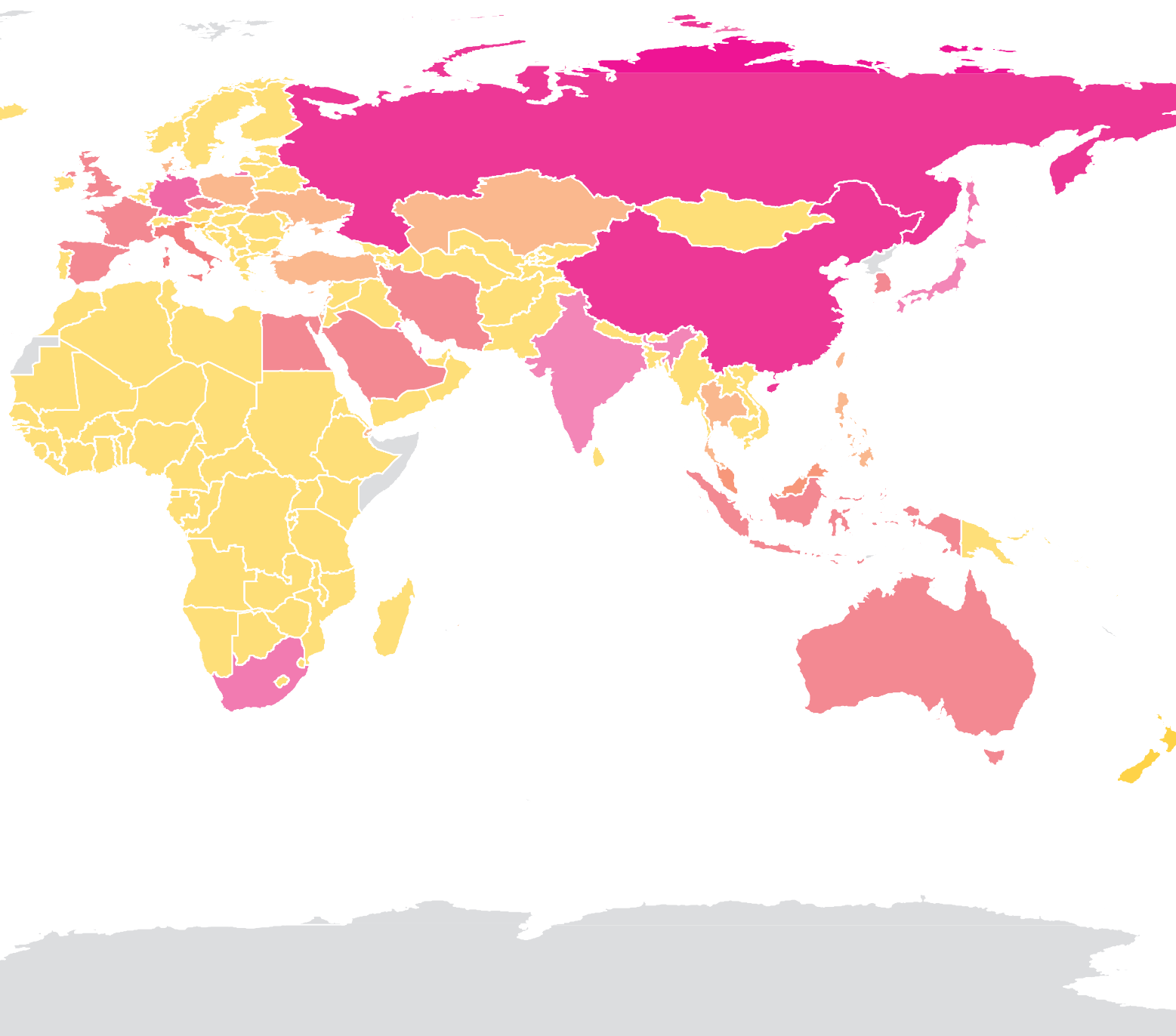
Fuente: Elaboración propia en base a WRI.

fig.

9

En el contexto mundial, Chile no es un emisor relevante de GEI. De acuerdo a estadísticas internacionales (World Resources Institute, 2010), en el año 2007 el país representa sólo el 0,26% de las emisiones totales, situándose en el lugar 44, de mayor a menor emisor, de un total de 186 países.





Emisiones de GEI por unidad de PIB por países, 2007.

Nota: Se excluyen las emisiones y capturas del sector uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura.

Se calcularon las emisiones de GEI por unidad de PIB (t CO₂-eq/ M US\$), en base a los datos del World Resources Institute (WRI) para emisiones totales de GEI (excluido uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura) y del Fondo Monetario Internacional (FMI) para los datos de PIB corregidos por paridad del poder adquisitivo (PPA).

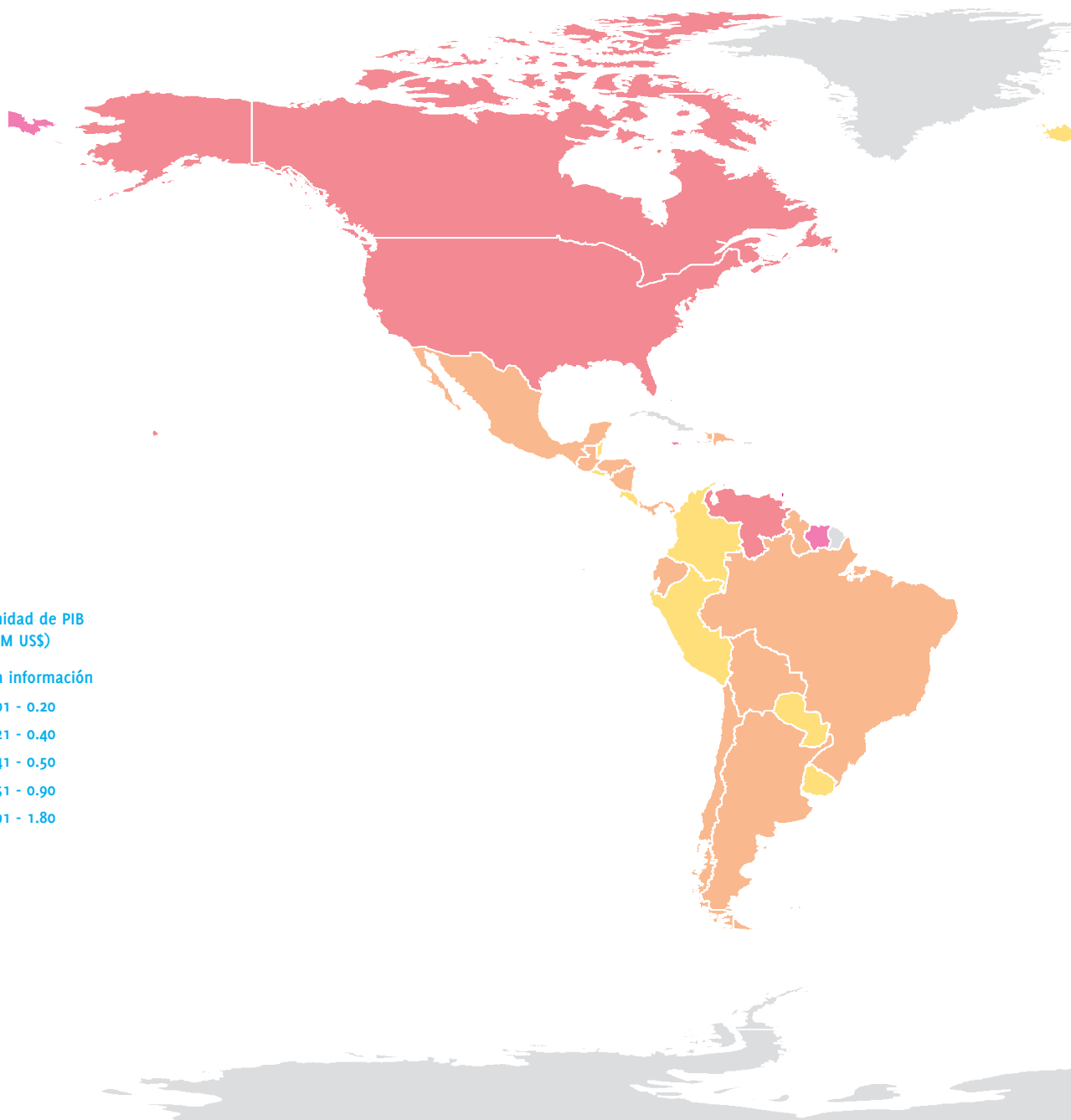
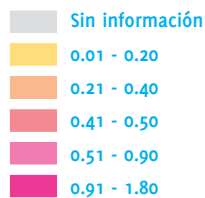
Fuente: Elaboración propia en base a WRI y FMI.

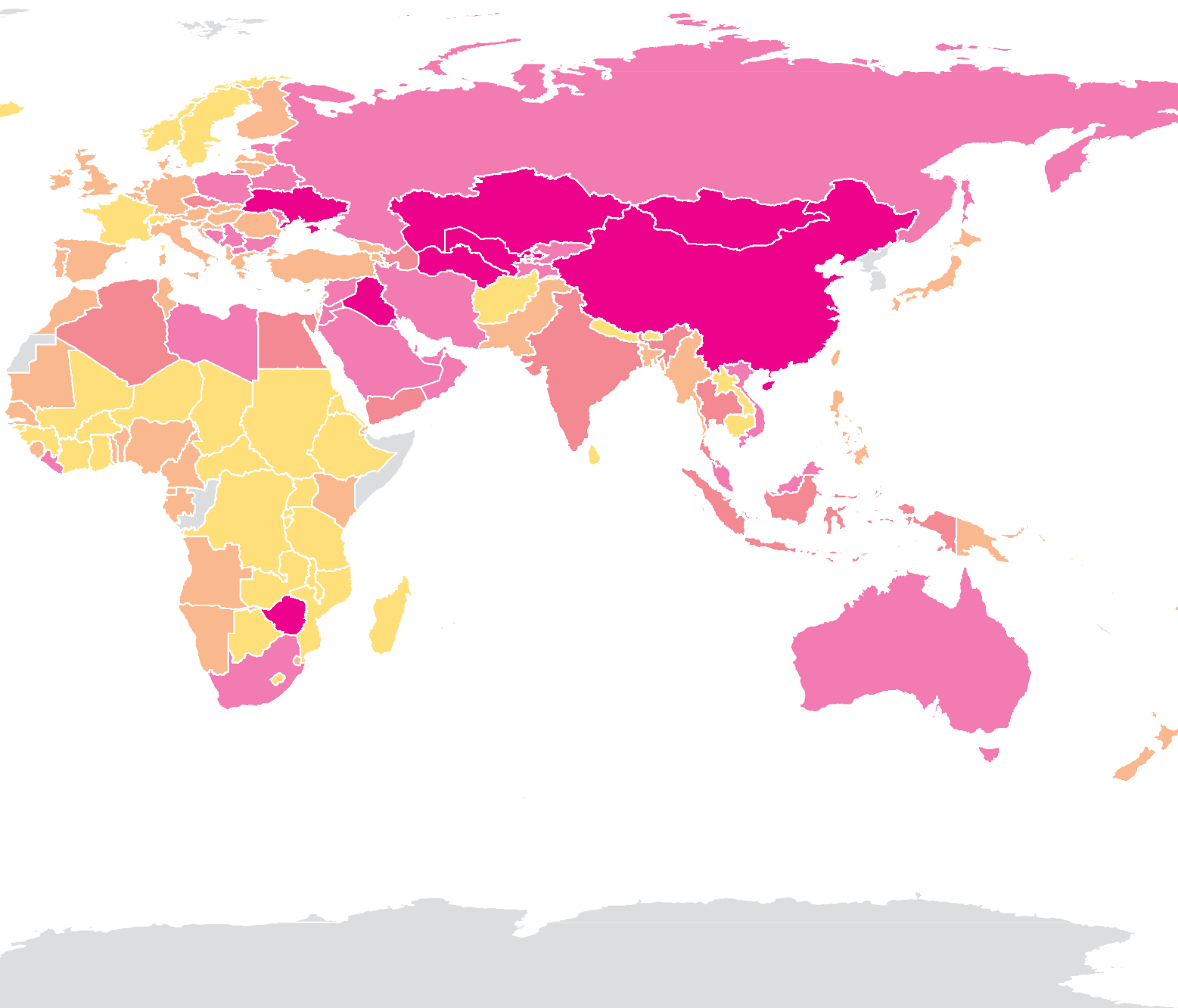
fig.

10

Chile se sitúa en el lugar 45 de mayor a menor emisor de GEI por unidad de PIB, con 0,32 t CO₂-eq/M US\$. Esta posición es similar a la del ranking en términos de emisiones totales y no tan eficiente como en términos per cápita, donde se ubica en el lugar 74 de mayor a menor, con 4,4 t CO₂-eq/hab.

GEI por unidad de PIB
(t Co₂-eq/M US\$)





Respuestas de Chile frente al Cambio Climático

4

Chile ratificó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático en 1994 y se hizo parte del Protocolo de Kyoto, integrándose a los 192 países que a nivel mundial han asumido este compromiso. En este marco, en 2008, el Gobierno aprobó el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático que tiene como meta final para 2012 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 Gases de Efecto Invernadero (GEI), presentando a la Secretaría de la Convención el Apéndice II del Acuerdo de Copenhague. En éste, Chile se compromete 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). También se indica que 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. Para cumplir este objetivo, Chile necesitará contar con financiamiento nacional y apoyo internacional, incrementando los fondos de financiamiento existentes e incorporando nuevas fuentes financieras que los países desarrollados creen para este fin.

Por su parte, desde el 2011, el país se ha embarcado en un esfuerzo para implementar las acciones solicitadas por el Acuerdo de Cancún, que incluyen la implementación de acciones de mitigación nacionalmente apropiadas y la

medición, reporte y verificación asociado a éstas. Junto con esto, el Acuerdo también establece la producción de comunicaciones nacionales más frecuentes y la entrega de informes cada dos años, que incluirán el inventario nacional de gases de efecto invernadero e información sobre acciones de mitigación y apoyo financiero recibido.

En complemento al Acuerdo de Cancún, en la Conferencia de las Partes de 2012 en Durban, también se pactaron resoluciones importantes para Chile, especialmente en relación a la negociación, a más tardar el 2015, de un acuerdo legalmente vinculante para todas las Partes, incluyendo a Chile. Al respecto, en el país se deberá realizar un proceso de alto nivel político y técnico para definir la forma y magnitud del nuevo compromiso que regirá después del 2020, evaluando el aumentar o no la ambición existente en el compromiso voluntario actual, así como las acciones de mitigación específicas para cumplir con el nivel de ambición que se acuerde.

Plan de Acción Nacional de Cambio Climático

El Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC) 2008-2012 articula un conjunto de lineamientos de política pública, que llevan a cabo diversos organismos públicos competentes en materia de cambio climático, desde la perspectiva de la adaptación, la mitigación y el fomento de capacidades.

En materia de adaptación, el plan contempla acciones que deben ser aplicadas en sectores tales como el silvoagropecuario, energía, infraestructura y pesca. Asimismo, en algunos recursos estratégicos, como los hídricos y su biodiversidad. Además, plantea que deben considerarse medidas de adaptación en áreas específicas, como las zonas urbanas costeras.

Parte importante de las acciones desarrolladas en el marco de este plan se relacionan con estudios específicos, los cuales constituyen un insumo fundamental para la definición de acciones en los sectores más vulnerables al cambio climático.

El Cuadro 1 contiene la programación de acciones en materia de adaptación presentada en el PANCC 2008-2012 y un detalle de acciones ya realizadas y/o en curso.

Cuadro 1 Programa de acciones 2008-2012 de adaptación al cambio climático y medidas realizadas y/o en curso.

PROGRAMACIÓN DE ACCIONES 2008-2012	PERIODO DE EJECUCIÓN	DETALLE DE ACCIONES REALIZADAS Y/O EN CURSO
Generación de escenarios climáticos a nivel local	2008-2010	<ul style="list-style-type: none"> ● Política de protección y conservación de glaciares, aprobada en 2009, por el Consejo de Ministros de la ex CONAMA. ● Monitoreo de Glaciares: en 2008 se inventarió la Cordillera de Darwin, en donde se delimitaron 2606 km² de hielo. En 2009 se inventariaron las cuencas que conforman Chiloé continental, en donde los glaciares catastrados ocupan una superficie de 737 km². En 2010 se inventariaron 3.265 glaciares que ocupan una superficie total de 1.042 km² en cuatro cuencas ubicadas entre los ríos Palena y Pascua.
Determinación de impactos y medidas de adaptación frente al cambio climático	2008-2010	<ul style="list-style-type: none"> ● Estudio “Vulnerabilidad de la biodiversidad terrestre en la ecoregión mediterránea, a nivel de ecosistemas y especies, y medidas de adaptación frente a escenarios de cambio climático”, financiado por CONAMA. El estudio entrega valiosa información para generar medidas orientadas, por ejemplo, a fortalecer la red de áreas protegidas e instaurar un programa de monitoreo de especies, hábitats y funciones de ecosistemas críticas.
Recursos hídricos: Determinar grado de vulnerabilidad por cuencas	2008-2010	<ul style="list-style-type: none"> ● Política de protección y conservación de glaciares, aprobada en 2009, por el Consejo de Ministros de la ex CONAMA. ● Monitoreo de Glaciares: en 2008 se inventarió la Cordillera de Darwin, en donde se delimitaron 2606 km² de hielo. En 2009 se inventariaron las cuencas que conforman Chiloé continental, en donde los glaciares catastrados ocupan una superficie de 737 km². En 2010 se inventariaron 3.265 glaciares que ocupan una superficie total de 1.042 km² en cuatro cuencas ubicadas entre los ríos Palena y Pascua.
Biodiversidad: Identificar ecosistemas, hábitat y especies más vulnerables	2009-2010	<ul style="list-style-type: none"> ● Estudio “Vulnerabilidad de la biodiversidad terrestre en la ecoregión mediterránea, a nivel de ecosistemas y especies, y medidas de adaptación frente a escenarios de cambio climático” (CONAMA, 2010d), financiado por CONAMA. El estudio entrega valiosa información para generar medidas orientadas, por ejemplo, a fortalecer la red de áreas protegidas e instaurar un programa de monitoreo de especies, hábitats y funciones de ecosistemas críticas.

Continúa en página siguiente

PROGRAMACIÓN DE ACCIONES 2008-2012	PERIODO DE EJECUCIÓN	DETALLE DE ACCIONES REALIZADAS Y/O EN CURSO
Sector silvoagropecuario: Actualizar conocimiento sobre su vulnerabilidad frente a escenarios climáticos	2008-2009	<ul style="list-style-type: none"> ◉ Diversos estudios sectoriales, tales como el “Estudio sobre impacto, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector silvoagropecuario en dos zonas agroclimáticas de Chile” (INIA et al., 2009), el cual estimó la vulnerabilidad del sector y generó propuestas respecto a la implementación de adaptaciones.
Energía: Determinar la vulnerabilidad de la generación hidroeléctrica de Chile	2008-2010	<ul style="list-style-type: none"> ◉ Estudio de la Comisión Nacional de Energía para definir escenarios hidrológicos, modelar la expansión del parque generador y diseñar indicadores de riesgos sobre la seguridad de abastecimiento eléctrico.
Infraestructura y zonas urbanas y costeras: Evaluar impactos en infraestructura mayor, en zonas costeras y ribereñas, e incorporación en instrumentos de planificación.	2009-2012	<ul style="list-style-type: none"> ◉ En elaboración criterios para la adaptación de planes regionales de contingencia frente a destrucción de infraestructura mayor. ◉ Respecto al diseño de nuevos puentes e infraestructura hidráulica, considerando proyecciones de cambio climático, se elaboró el estudio “Estimación de Flujos de inversión y financieros para la adaptación al cambio climático en el sector Silvoagropecuario, la mitigación en el sector transporte y la adaptación en el subsector hídrico”. <p>En relación a la acción de “incorporar resultados disponibles sobre impactos del cambio climático en planes reguladores, a fin de evitar la extensión urbana en zonas costeras y ribereñas susceptibles de riesgo” y “mejorar la articulación entre los procesos de elaboración de los instrumentos de planificación urbana y los estudios disponibles del borde costero y cuencas que realizan otros servicios”, la División de Desarrollo Urbano del MINVU ha emitido Circulares y modificaciones a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones en donde se incorporan instrucciones para determinación de Áreas de Riesgo e instrucciones para la elaboración de Instrumentos de Planificación, para lo cual se deben considerar estudios sobre riesgos existentes de otros servicios.</p>

Fuente: Elaboración en base a CONAMA (2008b) y Ministerio del Medio Ambiente (2011a).



Chile ratificó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático en 1994 y se hizo parte del Protocolo de Kyoto, integrándose a los 192 países que a nivel mundial han asumido este compromiso. En este marco, en 2008, el Gobierno aprobó el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático que tiene como meta final para 2012 desarrollar planes, sectoriales y nacionales, de adaptación y mitigación.



71 *La Ley de Geotermia (Ley N°19.657) establece un sistema especial para el otorgamiento de concesiones para la exploración y explotación de la energía geotérmica. Durante el año 2009, en el marco de esta ley, se llevó a cabo la licitación y adjudicación de 16 áreas de concesión de exploración de energía geotérmica, lo que se tradujo en una inversión estimada de US\$ 85 millones.*

En términos de mitigación, el PANCC busca “propender hacia una economía más baja en carbono, que contribuya al desarrollo sustentable de nuestro país y a los esfuerzos mundiales de reducción de emisiones” (CONAMA, 2008b). Como parte de este eje, se recomienda identificar el potencial de mitigación país de los GEI en sectores que representan los mayores valores de emisiones o capturas: generación de energía, transporte, minería y actividad silvoagropecuaria.

El sector energía tiene un gran potencial de mitigación, tanto en su generación como en el consumo. Sin embargo, este potencial depende de los precios de las tecnologías, los futuros precios internacionales de los combustibles fósiles, los niveles de crecimiento de la economía nacional, entre otros.

Dentro del sector energía, uno de los subsectores que más aporta a la producción de GEI es el de electricidad; por ello, en el ámbito público, se ha desarrollado una serie de iniciativas para promover la generación de energía a partir de Energías Renovables No Convencionales (ERNC). El resultado de la promoción de ERNC ha sido que, entre 2005 y 2009, Chile ha duplicado la capacidad instalada de ERNC para generación eléctrica, pasando de 286 MW, lo que representaba un 2,4% de la capacidad instalada total, al 4% de la misma a fines de 2009, cifra que continúa incrementándose (Ministerio del Medio Ambiente, 2011a).

A nivel normativo, se elaboró la Ley de Energías Renovables No Convencionales (Ley 20.257), la cual establece que un porcentaje de la energía comercializada por las empresas eléctricas, que operan en sistemas eléctricos con capacidad instalada superior a 200 MW, debe provenir de fuentes con ERNC, tales como la energía geotérmica⁷, eólica, solar, biomasa, mareomotriz, pequeñas centrales hidroeléctricas y cogeneración. Entre los años 2010 y 2014 esta obligación es de 5%, aplicable a los contratos de suministro firmados a partir de 2007. El 2015 este porcentaje se incrementará en 0,5% anual, hasta llegar al 10% en el año 2024. Junto con ello, en 2009, se creó el Centro de Energías Renovables, con el propósito de servir de antena tecnológica para el desarrollo de las energías renovables en el país. Éste depende de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y está bajo la dirección del Ministerio de Energía.

Asimismo, se han desarrollado programas y líneas de financiamiento orientados a promover la Eficiencia Energética. Por ejemplo, a partir de 2008 se aplica la implementación obligatoria de un sistema de etiquetado de eficiencia energética para artefactos eléctricos y electrónicos.

En tanto en el sector residencial, se han desarrollado acciones orientadas a mejorar la eficiencia en el consumo de combustibles, a través de una reglamentación térmica para la vivienda y de la franquicia tributaria para sistemas solares térmicos (Ley N°20.365).

En relación al sector transporte, se han desarrollado medidas orientadas a la promoción de tecnologías bajas en carbono, como el ecoetiquetado de vehículos.

Asimismo, se ha trabajado en la reestructuración del ordenamiento del transporte público urbano en las ciudades más grandes, con el fin de reducir la cantidad de viajes y también se han desarrollado acciones orientadas al recambio tecnológico de flotas. El año 2009 la Comisión Nacional de Energía, a través del Programa País de Eficiencia Energética (PPEE), implementó el programa “Cambia tu Camión”, a través del cual se sacaron de circulación 196 camiones de más de 25 años de antigüedad, reemplazándolos por vehículos con tecnología de punta y alto desempeño energético y ambiental.

Por otra parte, se ha trabajado en la promoción de alternativas modales, fortaleciendo y ampliando la red de Metro, logrando un crecimiento de 23,2 kilómetros entre 2005 y 2009. A diciembre de 2009, este servicio de transporte público contaba con 94 km, 101 estaciones repartidas en cinco líneas interconectadas, por las que circulan 2,3 millones de pasajeros cada día. Paralelamente, se han implementado medidas de eficiencia energética en flotas prioritarias, por ejemplo, mediante programas de capacitación sobre conducción eficiente para transporte de carga interurbano.

Prácticamente todas las iniciativas que se presentan se han puesto en marcha recientemente y sus efectos se verán a mediano y largo plazo. El Cuadro 2 muestra un resumen de las acciones de mitigación mencionadas.

Cuadro 2 Resumen de acciones de mitigación de emisiones de GEI realizadas.

Sector/Tema		MEDIDAS
Electricidad	Incentivo a Energías Renovables No Convencionales	<ul style="list-style-type: none"> ◉ Ley de Energías Renovables No Convencionales . ◉ Ley de Geotermia (Ley N°19.657). ◉ Sistema de etiquetado de eficiencia energética para artefactos eléctricos y electrónicos, vigente desde 2008.
Transporte	Eficiencia energética y recambio tecnológico.	<ul style="list-style-type: none"> ◉ Reestructuración del ordenamiento del transporte público urbano. ◉ Recambio tecnológico de flotas. ◉ Promoción de alternativas modales. ◉ Ecoetiquetado de vehículos livianos.
Residencial	Eficiencia energética	<ul style="list-style-type: none"> ◉ Reglamentación térmica para la vivienda. ◉ Franquicia tributaria para sistemas solares térmicos (Ley N°20.365) en viviendas nuevas de hasta UF 4.500.
Minería	Eficiencia Energética	<ul style="list-style-type: none"> ◉ Mesa Minera de Eficiencia Energética, que promueve el uso eficiente de la energía en la minería chilena. ◉ Acuerdo Marco de Producción Limpia para la Gran Minería.

Fuente: Elaboración en base a Ministerio del Medio Ambiente, 2011a.

Emisiones de CO₂ por kilómetro del mercado automotriz

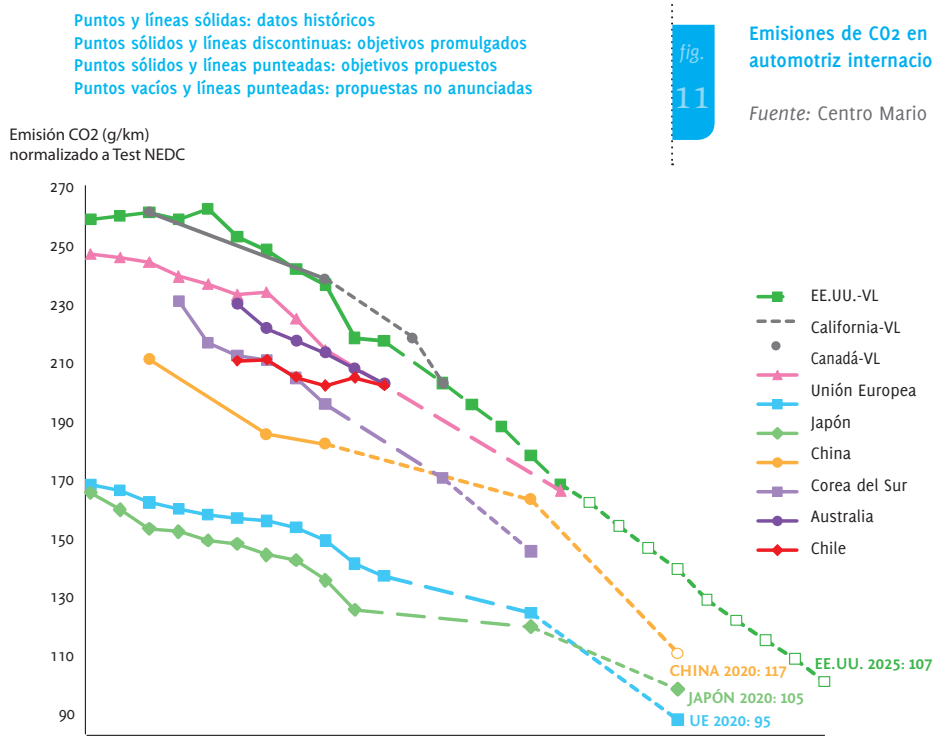
A nivel mundial, uno de los mayores desafíos es la mitigación de emisiones de GEI del sector transporte. En esta materia, el crecimiento del mercado automotriz y su composición, junto a regulaciones de rendimiento en el consumo de combustibles y emisiones de CO₂, debiesen ser considerados como factores relevantes.

Chile ha disminuido sus emisiones de CO₂ por kilómetro recorrido en el mercado automotriz en el tiempo. Sin embargo, el país aún presenta altas emisiones de CO₂ por kilómetro recorrido, cercanas a las de países como Corea del Sur, Australia y EE.UU.

Cabe destacar que en mercados como el de EE.UU. el parque vehicular está compuesto de manera significativa por automóviles de mayor cilindra-

da, como SUV y camionetas, presentando emisiones de CO₂ de 220 gramos por kilómetro recorrido en promedio. El mercado chileno, aún no presenta los niveles de consumo de SUV y camionetas de EE.UU., pero sus emisiones CO₂ por kilómetro recorrido son bastante cercanas a las de dicho país. Esto se debe a que Chile aún no dispone de normas con estándares mínimos de rendimiento en el consumo de combustibles como sí ocurre en otras naciones.

Por otra parte, Chile presenta emisiones de CO₂ por kilómetro recorrido un 30% mayores que las de la Unión Europea y Japón. Esto se debe a las diferencias en la composición del parque y a las regulaciones sobre rendimiento de combustibles y emisiones de CO₂ vigentes o contempladas en estas economías.



1. La meta de China refleja el escenario de gasolina de flota. Si se incluyen otros tipos de combustibles, la meta será más baja.
2. Los vehículos livianos (VL) de EE.UU. y Canadá incluyen vehículos livianos comerciales.

Conjuntamente a las acciones definidas en el Plan de Acción, se están desarrollando estudios para establecer el potencial de mitigación del país y la actualización del inventario de emisiones en sectores como el silvoagropecuario y energía.

El Ministerio del Medio Ambiente ha investigado las medidas más costo-efectivas para disminuir emisiones de GEI a nivel nacional. Precisamente, con este fin se desarrolló el estudio denominado “Co-beneficios de la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero” (Ministerio del Medio Ambiente, 2011b).

Existen varias fuentes, que además de GEI, emiten contaminantes atmosféricos locales, por lo que la aplicación de una estrategia de abatimiento que combine la reducción de ambos tipos de contaminantes traería consigo mayores beneficios sociales. La reducción de contaminantes atmosféricos locales por la implementación de medidas de mitigación de GEI, implica co-beneficios principalmente por la reducción de enfermedades cardiorrespiratorias asociadas a una mala calidad del aire. En el estudio mencionado se cuantificó la reducción de algunos contaminantes atmosféricos locales como MP2.5, NOx, SOx, CO, CO-VNM y NH₃, derivados de la implementación de medidas de reducción de GEI, principalmente en el sector de la energía. Además se valorizaron los beneficios sociales por reducciones de enfermedades, incluyendo casos de mortalidad, morbilidad, productividad perdida y días de actividad restringida.

Para realizar lo anterior, se proyectaron las emisiones para el periodo 2010-2030, tanto de la línea base (Business As Usual) como para tres escenarios de mitigación de GEI (suave, medio y fuerte), según el grado de penetración de las medidas.

Una iniciativa principal de Gobierno es el inicio a partir de marzo de 2012 del Proyecto MAPS-Chile (Mitigation Action Plans and Scenarios, por sus siglas en inglés) que en dos años contribuirá con información acerca de acciones posibles para mitigar las emisiones de GEI en Chile, y que a la vez potencien la competitividad internacional del país y amplíen sus posibilidades de desarrollo. Entre sus principales resultados se obtendrán propuestas de escenarios cuantificados y opciones de mitigación para Chile en 2020, 2030 y 2050, a través de posibles medidas (de política pública y privada) que permitan avanzar en la mitigación y en el compromiso de reducción de emisiones asumido por el país.

En la Figura 12 se grafican las medidas de mitigación con mayor reducción de emisiones de GEI y ordenadas según costos medios netos, para el escenario de mitigación fuerte. Las medidas con costos negativos corresponden, principalmente, al aprovechamiento del alto potencial de eficiencia energética existente en el país en los distintos sectores económicos, como la industria y el sector comercial, público y residencial. En la mayoría de los casos, estas medidas presentan beneficios netos por ahorro de combustible.

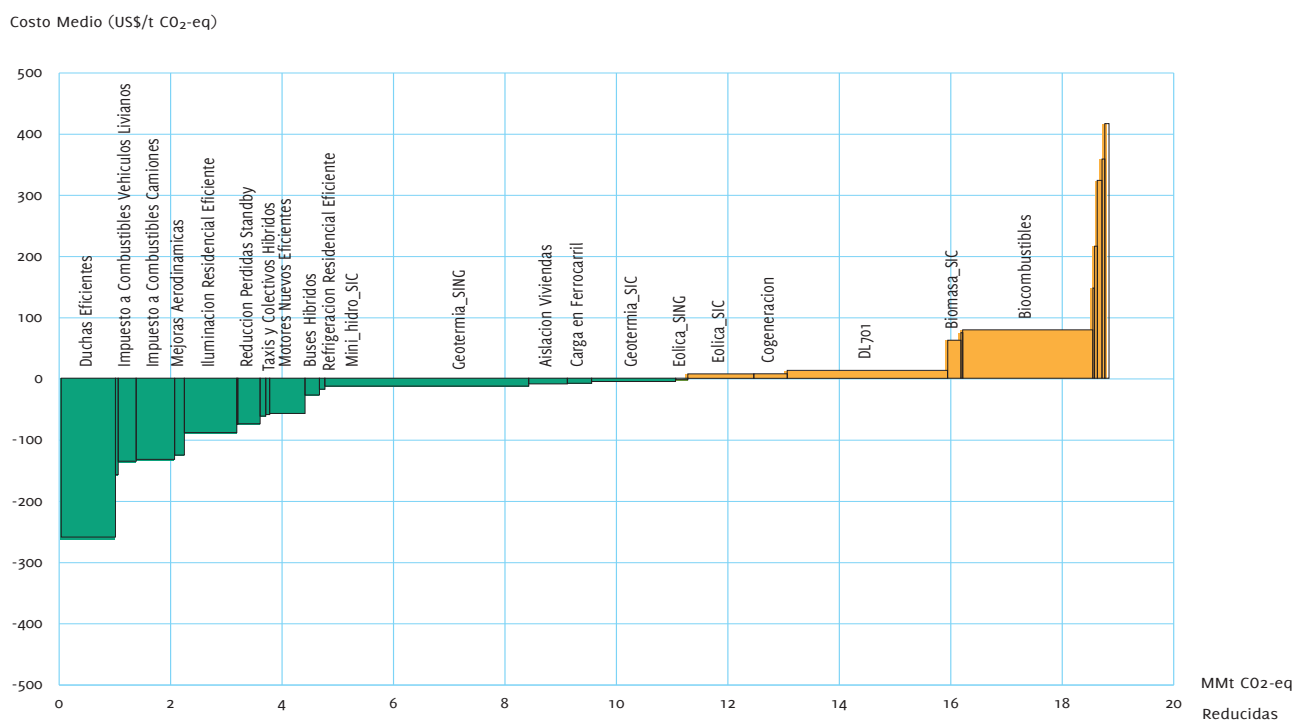


fig. 12

Costos medios y total de medidas de mitigación.

Nota: MMT CO₂-eq = millones de toneladas de CO₂ equivalentes. Escenario de mitigación fuerte, horizonte de evaluación de 20 años y tasa de descuento de 6%. El costo medio es el producto de la inversión total en el periodo (en US\$) dividido por la reducción de emisiones agregadas durante un periodo de 20 años.

Fuente: Elaboración en base a estudio encargado por el Ministerio del Medio Ambiente, 2011b

Adicionalmente, en el país se llevan a cabo otras acciones que promueven la mitigación de GEI, tales como el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), instrumento que forma parte del Protocolo de Kioto. Al año 2010 la autoridad nacional ha aprobado un total de 73 proyectos. En tanto, a fines del 2010, la Junta Ejecutiva del MDL, radicada en Bonn, había registrado 42 de dichos proyectos, de los cuales se espera lograr una reducción agregada total de 4,9 millones de t CO₂-eq.

A su vez, se está fomentando la medición de la huella de carbono, 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. En esta misma línea, el año 2010 el Ministerio del Medio Ambiente estimó su propia huella de carbono, constatando emisiones de 6 t CO₂-eq por funcionario al año (Ministerio del Medio Ambiente, 2011c).

Por último, respecto al fomento de capacidades, las acciones han estado enfocadas a mejorar la difusión, promover la educación e investigación sobre cambio climático, mejorar la calidad de la información disponible y las capacidades de observación del clima. Conjuntamente, desarrollar capacidades institucionales para enfrentar los desafíos de mitigación y adaptación, efectuar y transferir tecnologías, reforzar la cooperación internacional, y establecer sinergias entre cambio climático y otros problemas ambientales. En esta línea de trabajo, por ejemplo, se ha otorgado financiamiento estatal a investigaciones en vulnerabilidad, adaptación, mitigación y ciencia del clima. Entre 2006 y 2008, la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica del Gobierno de Chile (CONICYT) apoyó 53 nuevos proyectos de investigación en energía, lo que significó una inversión real de CLP 5.100 millones. Por otra parte, en materia de educación y sensibilización, el Fondo de Protección Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente cuenta con una línea específica de financiamiento para Cambio Climático.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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>
- 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.
- 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), 2009. *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 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.

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.

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 GARREAUD, 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>

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>

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.

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 CLIMÁTICO (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.

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*.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI). *Climate Analysis Indicator Tool*. Disponible en línea: <http://cait.wri.org/login-main.php?log=7&postlogin=cait>





Tema 12

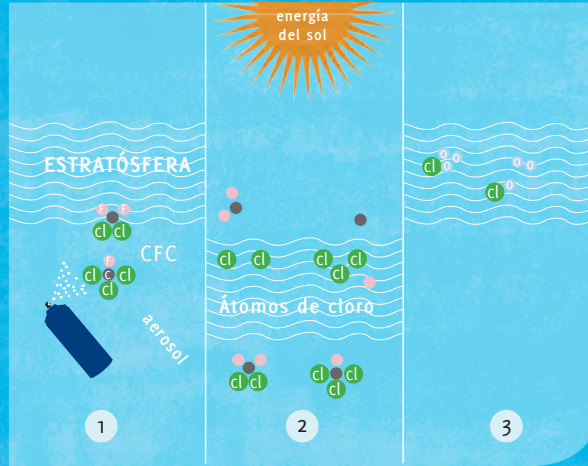
Agotamiento de la Capa de Ozono

1] Antecedentes	467
2] Estado: Agujero de Ozono Antártico y radiación UV en Chile	468
3] Presión: Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono	472
4] Respuesta nacional frente al Agotamiento de la Capa de Ozono	474

Capa de Ozono

El ozono estratosférico forma la Capa de Ozono, que evita el ingreso a la Tierra de la radiación ultravioleta UV-B que puede resultar dañina.

AGOTAMIENTO DE LA CAPA DE OZONO



1. Las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAOs) usadas por el hombre, como los CFCs, son liberadas en el aire y llegan hasta la estratosfera.

2. Los rayos UV rompen los CFC en la estratosfera. Átomos de cloro son liberados.

3. Los átomos de cloro rompen las moléculas de ozono. Un átomo de cloro puede seguir rompiendo moléculas de ozono durante un siglo.

Fuente: Elaboración en base a PNUMA (2010)

ESTRATÓSFERA

TROPÓSFERA

18% Absorbida ● 31% Reflejada ● 51% Incidente

Introducción

Resumen / Abstract

La capa de ozono es un escudo que nos protege de la radiación ultravioleta proveniente del sol, la cual es dañina en valores altos. Debido al uso antrópico de diversos compuestos llamados Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAOs), se impide la formación de este escudo protector. Chile es particularmente vulnerable a este fenómeno, por situarse cerca del Agujero de Ozono Antártico. El país se ha unido al esfuerzo global por revertir este fenómeno y recuperar la capa de ozono, ratificando el Convenio de Viena y el Protocolo de Montreal en 1990, con el fin de cumplir con los calendarios de reducción de consumo de SAOs.

Antecedentes 1

La capa de ozono¹ actúa como un escudo protector de la radiación ultravioleta que llega a la Tierra proveniente del sol. El ozono total generalmente es menor en las regiones cercanas al ecuador y mayor cerca de los polos, debido al comportamiento estacional de los vientos en la estratósfera. El ozono estratosférico evita el ingreso al planeta de las radiaciones ultravioletas UV-B, evitando así los efectos negativos que estas producen sobre las personas y medio ambiente. Además, influye también en la distribución térmica de la atmósfera, desempeñando así una función reguladora del clima terrestre.

Sin este efecto filtrante de la capa de ozono, la vida en nuestro planeta no sería como la conocemos hoy en día. La alteración del ciclo natural del ozono estratosférico tiene como consecuencia directa el aumento de la radiación ultravioleta que llega a nivel del suelo. Si la radiación ultravioleta no es absorbida en las cantidades adecuadas, puede causar impactos negativos en una variedad importante de formas de vida. Por ejemplo, en humanos, la exposición a incrementos de radiación ultravioleta B (UV-B: 280-320 nm) aumenta los riesgos de cáncer de piel, de cataratas y debilita el sistema inmunológico. También la excesiva exposición a la UV-B puede disminuir el crecimiento de plantas y afectar a organismos unicelulares y sistemas acuáticos.

1] El ozono es un gas formado por tres átomos de oxígeno (O₃). Éste se encuentra presente en la atmósfera de la Tierra en diferentes concentraciones, con variaciones geográficas y estacionales, como también en altura. Más del 90% de la abundancia de ozono se encuentra entre 15 y 24 km de altura en la estratósfera, que es la capa de la atmósfera entre 8 y 50 km desde el nivel del suelo. Esta franja de ozono en la estratósfera es conocida como "capa de ozono". La columna de ozono generalmente es menor cerca del ecuador y mayor cerca de los polos, debido al comportamiento estacional de los vientos en la estratósfera. La capa de ozono actúa de diferente forma según el tipo de radiación UV: UV-A: la deja pasar completamente; UV-B: la filtra parcialmente, pero si hay agujero en la capa de ozono, deja pasar más radiación UV-B; UV-C: es la más dañina y la capa de ozono no la deja pasar.

Estado: Agujero de Ozono Antártico y radiación UV en Chile

2] Durante el invierno en la Antártica, el vortex polar aísla el aire en el centro. Este aire se hace tan frío que se forman nubes estratosféricas. En estas se producen reacciones químicas únicas en el planeta, liberándose átomos de cloro y bromo provenientes de las SAO. En cuanto aparecen los rayos de sol (UV) en primavera, estos rompen los químicos y son liberados, produciendo un importante agotamiento de la capa de ozono en la Antártica.

3] 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. El AOA se define, por convención, como la región en la cual la columna total de ozono es igual o inferior a 220 UD (Unidades Dobson)

Además de la disminución global de ozono, la cual afecta a todo el planeta, existe otro fenómeno que se presenta en cada primavera austral llamado Agujero de Ozono Antártico (AOA). El AOA es una disminución importante de ozono en la estratósfera Antártica, asociada a la actividad del Vórtice Polar Antártico².

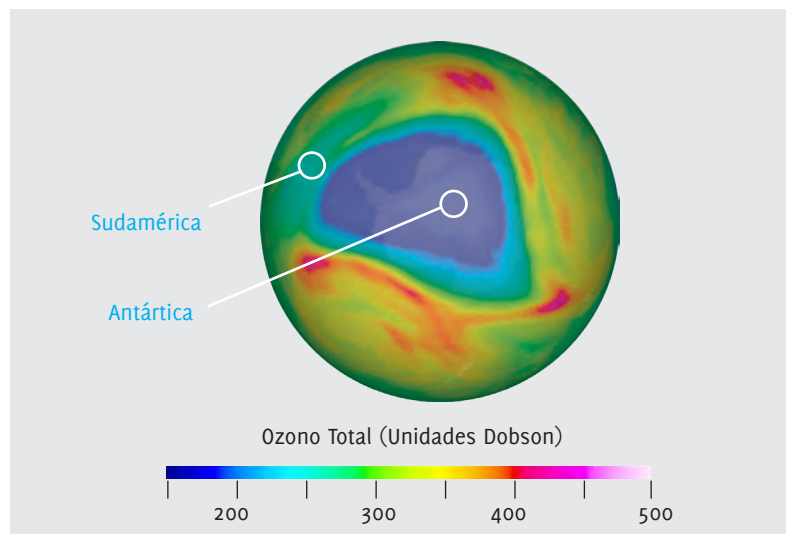
La Figura 1 muestra una imagen generada con datos obtenidos mediante instrumentos a bordo de satélites OMI (Ozone Monitoring Instrument), en la cual se grafica la columna total de ozono en código de colores. El color azul indica una columna de ozono entre 100 y 200 UD (Unidades Dobson³) y corresponde a la zona más delgada de la capa de ozono planetaria. Claramente, 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.

Esta área que define el AOA no permanece constante en el tiempo ni en el espacio. Su tamaño cambia como también su forma; lo que hace que en algunas ocasiones el borde se desplace hacia la Patagonia Austral, produciéndose en esa zona disminuciones considerables de la capa protectora de ozono. El AOA tiene una actividad estacional, es decir, comienza su actividad a fines de agosto manteniéndose hasta el mes de diciembre, con diferencias anuales.

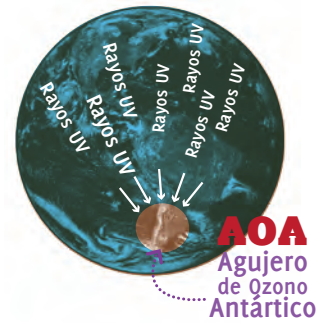
Ozono total observado por OMI el 10 de octubre de 2010.

Fuente: Tropospheric Emission Monitoring Internet Service (TEMIS).

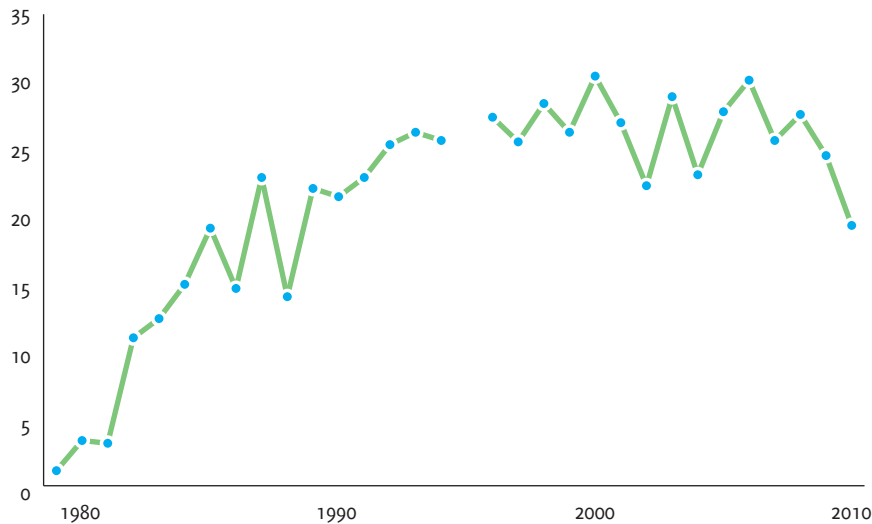
fig.
1



La Figura 2 muestra la evolución del AOA desde 1979 hasta 2010. El área que cubre el AOA fue creciendo desde 1 millón de kilómetros cuadrados en 1979 hasta casi 30 millones km² en el año 2006. Por otro lado, el mínimo de la columna total de ozono medido en la Antártica fue disminuyendo de 190 UD hasta 73 UD en 1996 (Figura 3). En la última década se aprecia una cierta estabilidad tanto en el tamaño como en el mínimo medido.



Área (millones km²)



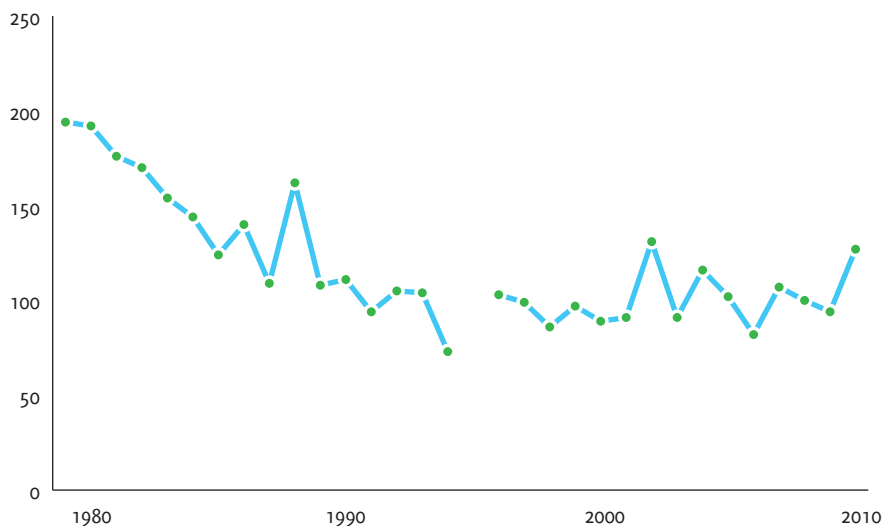
Tamaño del Agujero de Ozono Antártico, 1979-2010.

fig.

2

Fuente: Datos proporcionados por el Profesor Dr. Claudio Casiccia, del Laboratorio de Ozono de la Universidad de Magallanes.

Ozono (UD)



Mínimo de la columna de ozono medido en el continente Antártico, 1979-2010.

fig.

3

Nota: Ozono (UD) = Columna de Ozono medida en Unidades Dobson.

Fuente: Datos proporcionados por el Profesor Dr. Claudio Casiccia, del Laboratorio de Ozono de la Universidad de Magallanes.

De acuerdo con datos históricos, obtenidos desde instrumentos en satélite y medias latitudinales, en el Cuadro 1 se muestran medias de la columna de ozono para algunas ciudades de Chile y distintos periodos 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 periodo mayor, comprendido entre 1978 y 2010; y además el promedio de 2010, como referencia actual. A su vez, se ha subdividido cada periodo 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.

Cuadro 1 Medias de columna de ozono (Unidades Dobson), según estaciones del año y periodo, en distintos lugares de Chile.

	VERANO (Dic-Feb)			OTOÑO (Mar-May)			INVIERNO (Jun-Ago)			PRIMAVERA (Sep-Nov)		
	1978-1987	1978-2010	2010	1978-1987	1978-2010	2010	1978-1987	1978-2010	2010	1978-1987	1978-2010	2010
Arica	263	262	263	257	255	255	265	263	263	276	275	279
Iquique	268	266	267	261	258	261	276	273	274	288	286	286
Copiapó	274	272	271	267	263	266	292	287	287	302	299	297
Valparaíso-Santiago	281	278	277	273	269	273	309	303	302	317	313	310
Concepción	288	284	283	280	275	278	324	317	317	333	327	322
Valdivia- Puerto Montt	296	290	289	287	280	282	331	325	324	346	340	331
Aysén	305	298	296	294	286	286	334	327	326	357	349	338
Punta Arenas	318	306	304	301	292	291	331	322	291	365	353	342
Base Frei- Antártica	323	311	307	305	297	295	321	310	212	363	345	334

Fuente: Información proporcionada por el Profesor Sr. Claudio Casiccia, del Laboratorio de Ozono de la Universidad de Magallanes.

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 están de acuerdo 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, de acuerdo a lo mencionado anteriormente, esta información confirma que en general el ozono total es menor en las regiones más cercanas al ecuador y mayor cerca de los polos.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), en colaboración con el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y otras organizaciones, ha creado 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 cantidad de rayos UV y, en consecuencia, el riesgo para la salud.

La Figura 4 muestra, para la ciudad de Punta Arenas, la evolución durante el 2009 de la columna total de ozono y la Figura 5, el índice de radiación ultravioleta (IUV) en la misma ciudad austral. Para este año se aprecia que el AOA se posicionó durante varios días, generando aumentos de radiación ultravioleta.



Columna de Ozono (Unidades Dobson) en Punta Arenas, septiembre a diciembre de 2009.

fig.

4

Nota: Ozono (UD) = Columna de ozono medida en Unidades Dobson.

Fuente: Datos proporcionados por el Profesor Sr. Claudio Casiccia, del Laboratorio de Ozono de la Universidad de Magallanes.

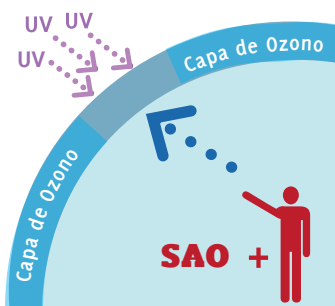
Radiación ultravioleta (Índice UV) observada en Punta Arenas, septiembre a diciembre de 2009.

fig.

5

Fuente: **Datos proporcionados por el Profesor Sr. Claudio Casiccia, del Laboratorio de Ozono de la Universidad de Magallanes.**

3 Presión: Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono



4] Se estima que cada átomo de cloro puede destruir unas 100.000 moléculas de ozono, antes de desaparecer de la estratósfera. Aunque la radiación UV sigue creando constantemente ozono a partir del oxígeno, la presencia de cloro acelera la destrucción del ozono, con lo que se reduce su concentración global.

5] El Protocolo de Montreal, relativo a las sustancias que agotan el ozono, es un tratado internacional que tiene por objetivo proteger la capa de ozono, reduciendo la producción y el consumo de numerosas sustancias que reaccionan con el ozono y que son responsables del agotamiento de la capa de ozono. El acuerdo entró en vigor el 1º de enero de 1989.

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 consumo. Si bien este problema es responsabilidad de todos los países del mundo, no afecta en forma proporcional a cada uno.

El proceso continuo de formación de la capa de ozono se ha visto afectado por la presencia en la estratósfera de otros elementos de origen antrópico, como cloro, fluor y bromo, provenientes de las llamadas Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAO). Estas sustancias han interrumpido el ciclo de formación y destrucción natural de ozono, lo que ha derivado en el debilitamiento de la capa de ozono⁴.

De acuerdo al Protocolo de Montreal⁵, las principales SAOs corresponden a compuestos como clorofluorocarbonos (CFCs) e hidroclorofluorocarburos (HCFCs), usados en refrigeración, espumas, propelentes, solventes y extinción de fuego; bromuro de metilo (BrMe), fumigante de suelos y plaguicida; halones, en la extinción de fuego; metilcloroformo, antes utilizado como solvente; tetracloruro de carbono (CCl₄), que se ocupaba como solvente en laboratorios químicos.



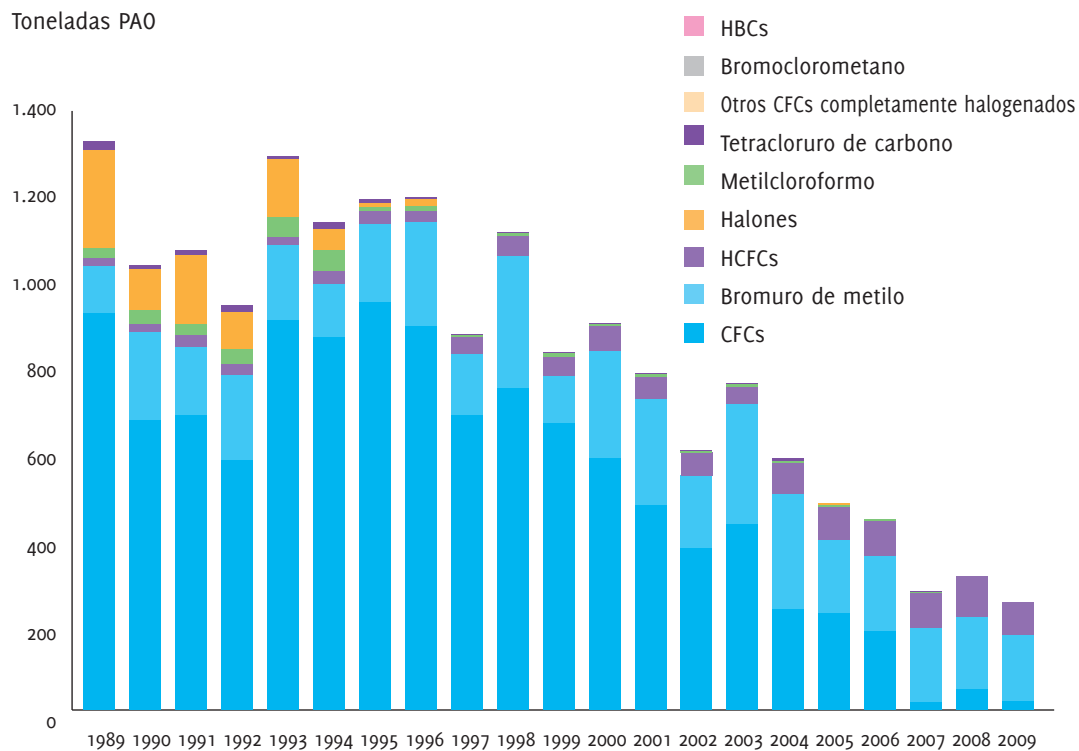
En el caso de Chile, no existe producción de SAOs y las exportaciones son poco significativas, por lo tanto el cálculo del consumo nacional se hace en base a las importaciones de productos que las contienen. De acuerdo al Protocolo de Montreal, las sustancias que ingresan vía importaciones son reguladas por el Servicio Nacional de Aduanas.

Durante el periodo 1989-2009 ha habido una disminución significativa del consumo nacional total de SAOs (ver Figura 6), explicada mayormente por la notable disminución del consumo de CFCs. Todas las SAOs han tendido a disminuir su consumo en el tiempo, exceptuando los HCFCs que han aumentado.

fig. 6

Consumo nacional total de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (toneladas PAO), 1989-2009.

Fuente: Elaboración propia en base a datos reportados por el Ministerio del Medio Ambiente a la Secretaría del Ozono.



Nota: PAO = Potencial de agotamiento de la capa de ozono.

El consumo de SAOs se calcula a partir de la fórmula: "importaciones + producción - exportaciones".

En Chile no existe producción de SAOs y la exportación es mínima, por lo que el consumo prácticamente corresponde a importaciones

Respuesta nacional frente al Agotamiento de la Capa de Ozono

4

1990

Protocolo de Montreal

6] El Protocolo de Montreal agrupa las principales SAOs en los siguientes 5 anexos: Anexo A: CFCs y halones; Anexo B: otros CFCs, metilcloroformo, tetracloruro de carbono; Anexo C: HCFCs, HBFCs y bromoclorometano; y Anexo E: bromuro de metilo (BrMe). El Anexo D es una lista indicativa de los productos que contienen SAOs.

La disminución de la capa de ozono se ha enfrentado como un problema global. En este marco, se suscribió el Convenio de Viena, como un acuerdo que protege la salud humana y el medio ambiente de los efectos adversos resultantes de las modificaciones de la capa de ozono. Para ello, este convenio 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 Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAOs). Este protocolo establece calendarios para la reducción y eliminación de dichas sustancias. 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.

Chile ratificó el Convenio de Viena y el Protocolo de Montreal en 1990. El Protocolo de Montreal⁶ es norma vigente y el país tiene obligación de cumplir con los calendarios de reducción y eliminación de SAOs.

De acuerdo a las exigencias del Protocolo de Montreal, desde el 1 enero de 2010, en Chile se prohibió la importación de CFCs, halones y tetracloruro de carbono y, desde el 2008, no se han registrado importaciones de metilcloroformo. Por su parte, la prohibición para la importación de bromuro de metilo, se iniciará el 1 de enero de 2015.

En la Figura 7 se muestra la evolución del consumo nacional de cada tipo de SAO en el periodo 1989-2009 y los límites de consumo máximo establecidos por el Protocolo de Montreal desde 2006 a 2015. Se aprecia que para todas las SAOs se han cumplido tales metas. Para el caso de los HCFCs, de acuerdo a lo planteado, se estableció recientemente un calendario de reducciones, por lo que sus valores absolutos se calcularán con la línea base de los años 2009-2010.



fig. 7

Consumo nacional de distintas SAOs (columnas) y límites máximos de importaciones permitidas establecidos por el Protocolo de Montreal (puntos), en toneladas PAO.

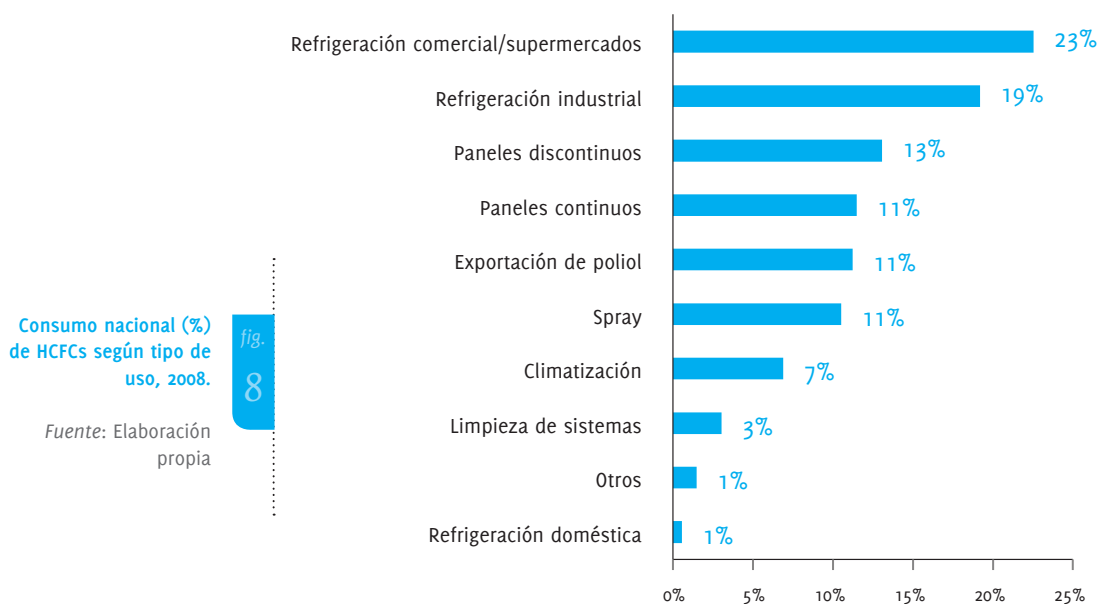
Nota: En el caso del consumo de tetracloruro de carbono en el año 2007, se aprecia un valor de consumo sobre el límite estipulado, pero esto no se considera un incumplimiento porque en el 2008 Chile presentó

a la Secretaría del Ozono su Plan de Acción, donde demostró que dicha importación fue para uso analítico y de laboratorio, lo que fue aceptado por el Comité de Implementación.

Fuente: Elaboración propia en base a datos reportados por el Ministerio del Medio Ambiente a la Secretaría del Ozono.

Respecto a los HCFCs, en la XIX Conferencia de las Partes en el Protocolo de Montreal, realizada en septiembre de 2007, se aprobó el ajuste del calendario de reducción de estas SAOs. 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 del 2040, permitiendo sólo un 2,5% del uso entre el 2030 y el 2039, exclusivo para operaciones justificadas de servicio técnico y mantenimiento, medida que se someterá a revisión en el 2020. El ajuste se inicia con la congelación del consumo a partir del 1° de enero de 2013, al nivel de la línea base. Luego, el año 2015 fija una reducción del 10%, un 35% al 2020, un 67,5% al 2025 y del 97,5% al 2030, dejando el 2,5% hasta el 2040.

En la Figura 8 se muestra la participación de los distintos usos en el consumo nacional de HCFCs para el año 2008, identificado en el Plan de Gestión para la Eliminación de HCFCs de Chile.



La reducción de HCFCs marca la segunda etapa y final de la reducción de las SAOs. Para ello, todas las partes en el Protocolo de Montreal deben elaborar un Plan de Gestión para la Eliminación de los HCFCs (ó HPMP, por las siglas en inglés de "HCFCs 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 su Plan de Gestión para la Eliminación de HCFCs (HPMP), el cual contiene cuatro líneas estratégicas: marco regulatorio; apoyo al sector de espumas (paneles discontinuos y spray); apoyo al sector de refrigeración (servicios y mantención de refrigeración y climatización, incluyendo limpieza de sistemas); y difusión, sensibilización y monitoreo. El Plan tiene un cronograma de actividades desde el 2011 hasta el 2030, donde se trabajará en conjunto con PNUD y PNUMA como agencias implementadoras internacionales.

El plan nacional establece dos fases. La primera, entre los años 2011 y 2015, establece actividades de reducción del consumo de HCFCs en el sector de refrigeración, con apoyo en aspectos normativos y de difusión pública. Posteriormente, entre el 2015 y 2030, se implementarán actividades de reducción y eliminación del consumo de HCFCs 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 del 2006 entró en vigencia la Ley N° 20.096, conocida como “Ley Ozono”, que establece mecanismos de control aplicables a todas las SAOs y medidas de difusión, evaluación, prevención y protección frente a la radiación ultravioleta. De manera complementaria, Chile ha desarrollado otras regulaciones, decretos y resoluciones para contribuir a la disminución del consumo de las SAOs, las que se detallan en el Cuadro 2.



Cuadro 2 Normas aplicables a las SAOs.

NOMBRE	AÑO	DESCRIPCIÓN
Ley N° 20.096, MINSEGPRES	2006	Conocida como la “Ley Ozono”, establece los mecanismos de control de SAOs.
DS 37/2007, MINSEGPRES	2007	Establece volúmenes máximos de importación*.
Res. N° 3577, Servicio Agrícola y Ganadero	2006	Establece obligación de declarar usos de bromuro de metilo.
Res. Ex. N° 5630 y 5638, Servicio Nacional de Aduanas	2007	Establecen el mecanismo de distribución de los volúmenes máximos de importación**.
Res. N° 1059, Instituto de Salud Pública	2010	Establece rotulado de inhaladores con CFCs.

Notas:

*Actualmente, se está modificando de acuerdo al nuevo calendario para los HCFCs.

**Mecanismo de distribución de volúmenes máximos de importación: 80% entre importadores históricos; 18% entre importadores nuevos; 2% a criterio del Director de Aduanas (ajuste de cálculos).

Fuente: Elaboración propia.

Además, 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 SAOs (ver Cuadro 3). Como parte de estas acciones, se han desarrollado capacitaciones, incorporación de buenas prácticas de refrigeración en las mallas curriculares de los centros de educación de nivel técnico y superior; programas de recuperación y reciclaje; reconversiones tecnológicas, así como asistencia técnica para reemplazo de SAOs en sus actividades.

Cuadro 3 Proyectos ejecutados por agencia implementadora internacional desde 2004 a la fecha.

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) 1997-2008 (TECFIN II)
PNUD	Plan Terminal Solventes	2005 - 2010
	Plan Terminal Refrigeración	2007 - 2011
	Plan Terminal Espumas	2007 - 2011
	Halones	2008 - 2011
	Fortalecimiento Institucional	2007 - 2011
	Preparación HPMP	2009 - 2010
Environment Canada	Plan Manejo de Refrigerantes, Módulo 2: Capacitación en buenas prácticas de refrigeración (BPR), Evaluación de mallas curriculares.	2003 - 2006
	Plan Manejo de Refrigerantes, Módulo 2: Norma en BPR, Reacondicionamientos demostrativos.	2005 - 2006
	Plan Manejo de Refrigerantes, Módulo 3 (Programa de Recuperación y Reciclaje).	2006 - 2009
	Plan Terminal de CFCs	2009 - 2012
PNUMA	Plan Manejo de Refrigerantes, Módulo 1: Capacitación y sistema de información en aduanas.	2006 - 2009
	Plan Manejo de Refrigerantes, Módulo 4: Campaña de sensibilización.	2007 - 2010
	Plan Manejo de Refrigerantes, Módulo 5: Monitoreo.	2003 - 2010
ONUDI	Proyecto Terminal de Bromuro de Metilo (Componente de inversión)	2010 - 2014



7] *El Dr. Claudio Casiccia, Director del Laboratorio de Ozono de la Universidad de Magallanes, es el representante de Chile ante la Reunión de Administradores de Investigaciones sobre el Ozono del Convenio de Viena.*

De manera paralela a las acciones para disminuir el consumo de las SAOs, en el país 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” es uno de los más relevantes, donde el Ministerio del Medio Ambiente (antes CONAMA) actúa como contraparte del Gobierno⁷.

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.
- 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. Erythemal irradiance at the Magellan's region and Antarctic Ozone Hole 1999-2005. *Atmósfera*, Vol. 21(1), 1-11.
- 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, n° 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.
- 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, N°.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.

Listado de Acrónimos

ACSM: Aerosol Chemical Speciation Monitor
AMERB: Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos
AOA: Agujero de Ozono Antártico
APL: Acuerdo de Producción Limpia
As: Arsénico
AURA: Asociación de Universidades para la investigación en Astronomía
AVAD: Años de vida ajustados a la discapacidad
AVD: Años de vida con salud perdidos por discapacidad
AVP: Años de vida perdidos por muerte prematura
BIP: Biodiversity Indicators Partnership
BIRF: Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento
BPR: Buenas Prácticas de Refrigeración
BrMe: Bromuro de metilo
CASEN: Caracterización Socioeconómica Nacional
CARSO: Institución Carnegie de Washington
CCl₄: Tetracloruro de carbono
CDB: Convenio sobre la Diversidad Biológica
CECS: Centro de Estudios Científicos
CEDRM: Comisión Especial de Descontaminación de la Región Metropolitana
CENMA: Centro Nacional del Medio Ambiente
CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CERTFOR: Sistema Chileno de Certificación de Manejo Forestal Sustentable
CFCs: Clorofluorocarbonos
CH₄: Metano
CHM: Clearing House Mechanism
CIIU₃: Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas, Rev.3
CIREN: Centro de Información de Recursos Naturales
CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
CLP: Peso chileno
CMO: Contenidos Mínimos Obligatorios
CMS: Convención Internacional Sobre las Especies Migratorias
CNE: Comisión Nacional de Energía

CNR: Comisión Nacional de Riego
CO: Monóxido de Carbono
CO₂: Dióxido de carbono
CO₂-eq: Dióxido de carbono equivalente
COCEI: Comité Operativo para el Control de Especies Exóticas Invasoras
COCHILCO: Comisión Chilena del Cobre
CODELCO: Corporación Nacional del Cobre
CONADI: Corporación Nacional de Desarrollo Indígena
CONAF : Corporación Nacional Forestal de Chile
CONAMA: Comisión Nacional del Medio Ambiente
CONASET: Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito
CONICYT: Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica del Gobierno de Chile
COP's: Compuestos Orgánicos Persistentes
CORE: Consejo Regional
COREMA: Comisión Regional del Medio Ambiente
CORFO: Corporación de Fomento de la Producción
COVNM: Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano
COVs: Compuestos Orgánicos Volátiles
DS: Decreto Supremo
DFL: Decreto con Fuerza de Ley
DL: Decreto Ley
DGA: Dirección de General de Aguas
DIA: Declaración de Impacto Ambiental
DICTUC: Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Pontificia Universidad Católica de Chile
DIRECTEMAR : Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante
DMC: Dirección Meteorológica de Chile
DS: Decreto Supremo
E-ELT: Telescopio Europeo Extremadamente Grande
EIA: Estudio de Impacto Ambiental
EMRP: Estaciones de Monitoreo con representatividad poblacional
EPA: Environmental Protection Agency
ERNC: Energías Renovables No Convencionales

ESO: Observatorio Europeo Austral
FACH: Fuerza Aérea de Chile
FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura
FHS: Flujo hemisférico superior
FIA: Fundación para la Innovación Agraria
FIP: Fondo de Investigación Pesquera
FLN: Flujo luminoso nominal
FMAM: Fondo del Medio Ambiente Mundial
FML: Fondo Multilateral
FNDR: Fondo Nacional de Desarrollo Regional
FPA: Fondos de Protección Ambiental
GCF A: Grupo de Conservación de Flamencos Altoandinos
GEF: Global Environment Fund
GEI: Gases de efecto invernadero
GMT: Gran Telescopio de Magallanes
GORE: Gobierno Regional
GS: Gran Santiago
HCFCs: Hidroclorofluorocarburos
HFCs: Hidrofluorocarbonos
Hg: Mercurio
HPMP: Plan de Gestión para la Eliminación de HCFCs
IAC: Instituto de Astrofísica de Canarias
IAU: International Astronomical Union
ICSU: International Council for Science
IEB: Instituto de Ecología y Biodiversidad
ILAC: Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible
INDAP: Instituto de Desarrollo Agropecuario
INE: Instituto Nacional de Estadísticas
INFOR: Instituto Forestal de Chile
INIA: Instituto de Investigaciones Agropecuarias
INN: Instituto Nacional de Normalización
IPCC: Panel Intergubernamental de Cambio Climático
IPT: Instrumentos de Planificación Territorial
IUV: Índice de radiación ultravioleta
JICA: Agencia de Cooperación Internacional de Japón
JJVV: Juntas de Vecinos
LRT: Límite de riesgo tolerable
LSST: Gran Telescopio de Exploración
MDL: Mecanismo de Desarrollo Limpio
MIDEPLAN: Ministerio de Planificación
MINAGRI: Ministerio de Agricultura

MINECON: Ministerio de Economía, Fomento y Turismo
MINREL: Ministerio de Relaciones Exteriores
MINSAL: Ministerio de Salud
MINSEGPRES: Ministerio Secretaría General de la Presidencia
MINVU: Ministerio de Vivienda y Urbanismo
MMA: Ministerio del Medio Ambiente
MNHN: Museo Nacional de Historia Natural
MNRAS: Monthly Notices of the Royal Astronomical Society
MOP: Ministerio de Obras Públicas
MP: Material Particulado
MP₁₀: Material Particulado 10
MP_{2,5}: Material particulado 2,5
MTT: Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones
MW: Megawatt
N₂: Óxido nitroso
NCh: Norma Chilena
NH₃: Amoníaco
NNG: Night Noise Guidelines
NO₂: Dióxido de Nitrógeno
NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration
NO_x: Óxidos de nitrógeno
O₃: Ozono
OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ODEPA : Oficina de Estudios y Políticas Agrarias
ODM: Objetivos de Desarrollo del Milenio
OFT: Objetivos Fundamentales Transversales
OGUC: Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones
OMI: Instrumento de Monitoreo del Ozono
OMS: Organización Mundial de la Salud
ONG's: Organizaciones no Gubernamentales
ONU: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
OPCC: Oficina de Protección de la Calidad del Cielo
OTPC: Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo
PANCC: Plan de Acción Nacional de Cambio Climático
PANCCD: Programa de Acción Nacional de Combate a la Desertificación
PCF : Pentaclorofenol
PCG: Potencial de Calentamiento Global
PEFC: Programa de reconocimiento de Sistemas de Certificación Forestal
PFCs: Perfluorocarbonos
PIB: Producto Interno Bruto
PMU: Programas de Mejoramiento Urbano
Pb: Plomo
PNEDS: Política Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PPDA: Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica
PPEE: Programa País de Eficiencia Energética
PRODEEM: Proyecto de Educación Ambiental Territorial
PTAS: Plantas de tratamiento de aguas servidas
PYMES: Pequeñas y Medianas Empresas
RCE: Reglamento de Clasificación de Especies
RED MACAM: Red de Monitoreo de la Calidad del Aire y Variables Meteorológicas
RED SIVICA: Red Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire
REP: Responsabilidad Extendida del Productor
RET: Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes
RILES: Residuos Industriales Líquidos
RIVPACS: River Invertebrate Prediction and Classification System
RM : Región Metropolitana
RSD: Residuos Sólidos Domiciliarios
SAG: Servicio Agrícola y Ganadero
SAO: Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono
SBAP: Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas
SBR: Secuencial Batch Reactor
SCAM: Sistema de Certificación Ambiental Municipal
SEC: Superintendencia de Electricidad y Combustibles
SEIA: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
SERCOTEC: Servicio de Cooperación Técnica
SERNAGEOMIN: Servicio Nacional de Geología y Minería
SERNAPESCA: Servicio Nacional de Pesca
SERNATUR: Servicio Nacional de Turismo
SESMA: Servicio de Salud Metropolitano
SF₆: Hexafluoruro de azufre
SIC: Sistema Interconectado Central
SIDREP: Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos
SINADER: Sistema Nacional de Declaración de Residuos
SING: Sistema Interconectado del Norte Grande
SINIA: Sistema Nacional de Información Ambiental
SINIM: Sistema Nacional de Información Municipal
SIRSD: Sistema de Incentivos para la Recuperación de Suelos Degradados
SISS: Superintendencia de Servicios Sanitarios
SNASPE: Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado
SNCAE: Sistema Nacional de Certificación de Establecimientos Educativos
SO₂: Dióxido de Azufre

SOx: Óxidos de azufre
SPPC: Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes
SUBDERE: Subsecretaría De Desarrollo Regional y Administración
SUBPESCA: Subsecretaría de Pesca
SUV: Vehículo deportivo utilitario
TECFIN: Programa de Financiamiento a la Conversión Tecnológica
TEEB: The Economics of Ecosystems and Biodiversity
TEMIS: Servicio Internet de Monitoreo de Emisión Troposférica
TSI: Trophic State Index
UCHILE : Universidad de Chile
UCV: Universidad Católica de Valparaíso
UD: Unidades Dobson
UE: Unión Europea
UF: Unidad de Fomento
UGN: Unidad de Glaciología y Nieves
UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UNCCD: Convención de Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación
UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación
UNFCCC: Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático
US\$: Dólar estadounidense
USACH: Universidad de Santiago de Chile
USEPA: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos
UV-B: Radiación ultravioleta B
WCS: Wildlife Conservation Society
WQC: Water Quality Criteria
WSH: Agua, Saneamiento e Higiene



Indicadores Ambientales

CAPÍTULO	ESTADO - DIAGNOSTICO	PRESIÓN - CAUSAS	RESPUESTA - ACCIONES
Contaminación del Aire	Concentración de MP2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio anual - Comuna)	Emisiones MP2,5, NOx, SOx por tipo de fuente a nivel nacional (Toneladas/año y %)	Emisiones unitarias generación termoeléctricas - SIC y SING (Kg de MP2,5, NOx, SOx /Gwh)
	Concentración de MP2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ P98 promedio 24 Hrs - Comuna)	Emisiones MP2,5, NOx, SOx por tipo de fuente a nivel regional y provincial (Toneladas/año)	Emisiones unitarias producción de cobre (Toneladas de SO2 / tonelada de cobre fino producido)
	Concentración de MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ P98 promedio 24 Hrs - Comuna)	Generación eléctrica por tecnología (GWh)	Emisiones vehiculares según año de fabricación - RM (Kg/año)
	Concentración de O3 (ppb P99 media móvil de 8 Hrs - Comuna)	Consumo de combustible procesos industriales (Teracalorías)	
	Concentración de SO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ P99 promedio 24 Hrs - Comuna)	Aumento del parque vehicular (N° de vehículos /año)	
	Concentración de SO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ P99 promedio 1 Hrs - Comuna)	Consumo de leña por provincia (m^3 estéreo/hogar/año)	
	Concentración de NO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ P98 promedio 24 Hrs - Comuna)		
Contaminación de Suelos	N° de sitios con suelos potencialmente contaminados por región	Producción de recursos mineros por región (Millones de Toneladas por año)	N° de sitios con suelos potencialmente contaminados con investigación preliminar - Magallanes
		N° de establecimientos que almacenan o utilizan sustancias químicas por región	N° de sitios con suelos potencialmente contaminados con investigación confirmatoria - Magallanes
			N° de sitios con suelos potencialmente contaminados con evaluación de riesgo - Magallanes

Continúa en página siguiente

CAPÍTULO	ESTADO - DIAGNOSTICO	PRESIÓN - CAUSAS	RESPUESTA - ACCIONES
Residuos		Generación de residuos municipales nacional y por región (Toneladas/ año y %)	Residuos municipales eliminados y recuperados a nivel nacional según destino (Millones Toneladas/año)
		Generación de residuos municipales por comuna - RM (Toneladas/año)	Recuperación residuos municipales (%)
		Generación de residuos per cápita por comuna -RM (Kg/día/habitante)	Generación y valorización nacional por tipo de residuo industrial y municipal (Millones Toneladas/año)
		Generación nacional de residuos industriales por sector (Toneladas/ año y %)	Composición de residuos municipales a nivel nacional (%)
		Generación nacional de residuos peligrosos (Toneladas/año)	Composición de residuos peligrosos a nivel nacional (%)
		Generación nacional de residuos peligrosos por tipo de residuo (Toneladas/año)	Origen y destino de residuos peligrosos por región (Toneladas/año)
		Nº sitios de disposición final por tipo a nivel nacional	Nº sitios de disposición final por tipo a nivel nacional (%)
Ruido	Nivel de ruido en calzada - Mapa Gran Santiago (Db Leq Noche)		Nº de denuncias por tipo de fuente (Nº y %)

Continúa en página siguiente

CAPÍTULO	ESTADO - DIAGNOSTICO	PRESIÓN - CAUSAS	RESPUESTA - ACCIONES
Acceso al Agua Potable y Alcantarillado	Tasa de mortalidad de causas relacionadas con agua, saneamiento e higiene (casos/100.000 habitantes)		Cobertura urbana de agua potable y alcantarillado a nivel nacional (%)
	Producción total, facturación y pérdidas de agua potable (miles m ³)		Coberturas urbanas de agua potable y de alcantarillado a nivel regional (%)
			Cumplimiento de requerimientos de calidad de agua y muestreo (%)
Disponibilidad de Áreas Verdes	Áreas verdes con mantenimiento municipal por región (m ² /habitante)		Superficie de áreas verdes planificadas - Gran Santiago (Hectáreas)
	Áreas verdes con mantenimiento municipal por comuna - Gran Santiago (m ² /habitante)		
	N° de áreas verdes por comuna - Gran Santiago (N°)		
	Superficie de áreas verdes por comuna - Gran Santiago (Hectáreas)		
	Participación superficie total de áreas verdes por comuna - Gran Santiago (%)		
	Índice del fragmento más grande por comuna - Gran Santiago (0..100)		
	Índice de cohesión por comuna - Gran Santiago (0..100)		
	Índice del vecino más cercano por comuna - Gran Santiago (0..1)		

Continúa en página siguiente

CAPÍTULO	ESTADO - DIAGNOSTICO	PRESIÓN - CAUSAS	RESPUESTA - ACCIONES
Biodiversidad	Estado de conservación Ecorregiones de Chile (En peligro, Vulnerable, Estable)	Cambios en el uso del suelo (hectáreas)	Áreas protegidas acumuladas terrestres y marinas (N° y Hectáreas)
	Estructura de Bosque Nativo (Hectáreas)	Incendios forestales según vegetación afectada (N° eventos/año y Hectáreas afectadas/año)	Representatividad ecosistemas terrestres en áreas protegidas (%)
	Superficie de Bosque Nativo por Tipo Forestal (Hectáreas)	Incendios forestales acumulados por región (N° eventos y Hectáreas afectadas)	Representatividad Ecosistémica en Áreas Protegidas Marinas (%)
	Población por especie - Phoenicopterus (N° de Individuos)	Consumo Industrial de Madera Nativa (miles m³)	Especies Clasificadas en Chile (N° y %)
	Especies clasificadas según categoría de conservación (%)	Desembarque pesca Industrial y Artesanal (miles de toneladas/año)	
		Evolución cuotas de pesca especies seleccionadas (Miles de toneladas)	
		Evolución biomasa - Trachurus murphyi (Millones de Toneladas)	

Continúa en página siguiente

CAPÍTULO	ESTADO - DIAGNOSTICO	PRESIÓN - CAUSAS	RESPUESTA - ACCIONES
Recursos Hídricos	Balance Hídrico, Precipitación, Escorrentía, Evapotranspiración real, Evaporación desde lagos y salares (m ³ /s/año y mm/año)	Recursos hídricos disponibles y extracciones por usos consuntivos (m ³ /s/año)	Cobertura urbana de tratamiento de aguas servidas a nivel nacional y egresos hospitalarios
	Disponibilidad de agua superficial (m ³ /habitante/año)	Derechos de aprovechamiento de aguas superficiales de tipo consuntivo otorgados y caudal medio anual por cuenca (m ³ /s/año)	
	Recarga media agua subterránea (m ³ /s/año)	Derechos de aprovechamiento otorgados de agua superficiales según uso (%)	
	Concentración de calidad del agua monitoreada por cuenca (Water Quality Criteria Freshwater (adimensional))	Derechos de aprovechamiento otorgados de agua subterránea según uso (%)	
	Estado Trófico Lagos - Índice TSI Carlson (1..100)	Emisiones a cuerpos de agua superficiales por región y sector industrial (CIU ₃) (Toneladas/año)	
		Emisiones a cuerpos de agua subterránea por sector industrial (CIU ₃) (Toneladas/año)	
		Emisiones a alcantarillado por sector industrial (CIU ₃) (Toneladas/año)	
		Emisiones a alcantarillado por región y sector industrial (CIU ₃) (Toneladas/año)	
		Área embalsada para riego y agua potable por cuenca (km ²)	
		Potencia de embalses de generación hidroeléctrica por cuenca y estado de operación (MW)	
		Potencia de generación hidroeléctrica en centrales de pasada por cuenca y estado de operación (MW)	

Continúa en página siguiente

CAPÍTULO	ESTADO - DIAGNOSTICO	PRESIÓN - CAUSAS	RESPUESTA - ACCIONES
Suelos para Uso Silvoagropecuario	Aptitud agrícola del suelo a nivel nacional por capacidad de uso (Hectáreas y %)	Deslizamiento de tierras por región (N° de eventos por año y %)	Superficie en proceso de desertificación intervenida (Hectáreas)
	Erosión Actual, en relación a la superficie total de suelos del país (%)	Expansión urbana (Hectáreas)	N° de familias beneficiadas por el programa de acción nacional de combate a la desertificación
	Erosión actual en relación a la superficie regional de suelos, según categorías de erosión entre moderada a muy severa (%)		
	Niveles de Concentración de Cobre, Arsénico y Antimonio en suelos - Tarapacá, Antofagasta y Valparaíso (mg/Kg)		
Cielos para la Observación Astronómica	Inversiones en observación astronómica (MM USD y N°)	Emisión lumínica por comuna - Vicuña y La Serena (Lúmenes/año)	Recambio de alumbrado público - Vicuña y La Serena (N° y Potencia Instalada W)

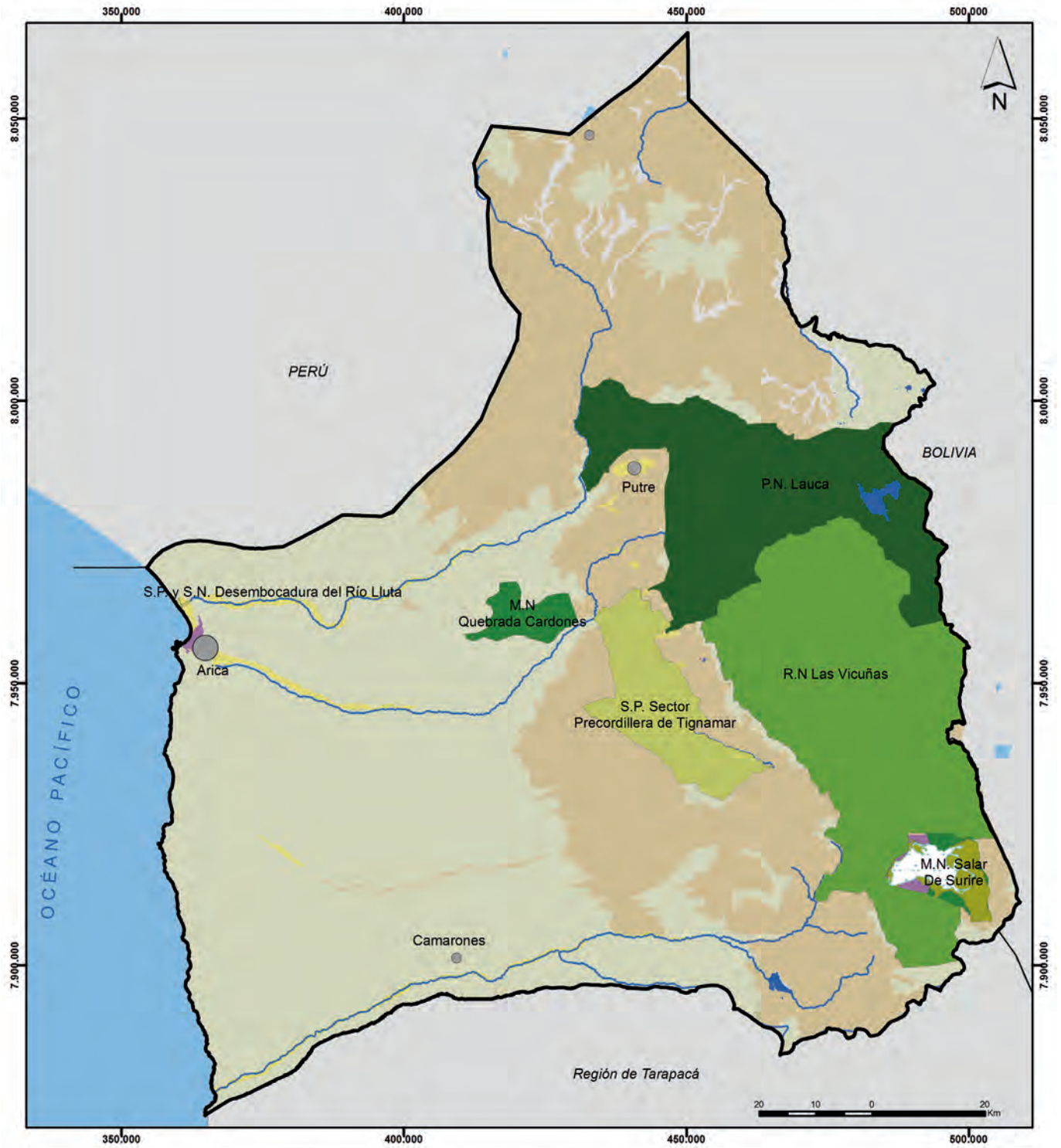
Continúa en página siguiente

CAPÍTULO	ESTADO - DIAGNOSTICO	PRESIÓN - CAUSAS	RESPUESTA - ACCIONES
Cambio Climático	Anomalías estandarizadas de temperatura atmosférica mínima y máxima respecto al periodo (1961-1990) por provincia (adimensional)	Emisiones netas por tipo de GEI (Millones Toneladas de CO ₂ -eq/año)	Emisiones de CO ₂ en el mercado automotriz internacional (gr CO ₂ /Km recorrido)
	Precipitaciones - ciudades seleccionadas (mm/año)	Emisiones netas de GEI por Sector (Millones Toneladas de CO ₂ -eq/año y %)	
	Caudal medio anual - cuencas seleccionadas (m ³ /s/año)	Emisiones nacionales de GEI, PIB y Población (Toneladas CO ₂ -eq/MM USD y Toneladas CO ₂ -eq/hab)	
Agotamiento de la Capa de Ozono	Tamaño del Agujero de Ozono Antártico (millones de Km ²)	Consumo nacional de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (Toneladas PAO/año)	Consumo nacional de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono y límites máximos de importaciones permitidas por el Protocolo de Montreal (Toneladas PAO/año)
	Mínimo de la columna de ozono medido en el continente Antártico (Unidades Dobson)		
	Medias de columna de ozono según estaciones del año -ciudades seleccionadas (Unidades Dobson)		
	Columna de Ozono - Punta Arenas (Unidades Dobson)		
	Radiación Ultravioleta -Punta Arenas (Índice UV)		



Mapas Regionales

Región Arica Parinacota



LEYENDA

Categorías Centros Poblados, INE

- Ciudad Mayor
- Pueblo
- Aldea
- Cuerpos de Agua
- Salares

Sitios Prioritarios para la Conservación

Sitios RAMSAR

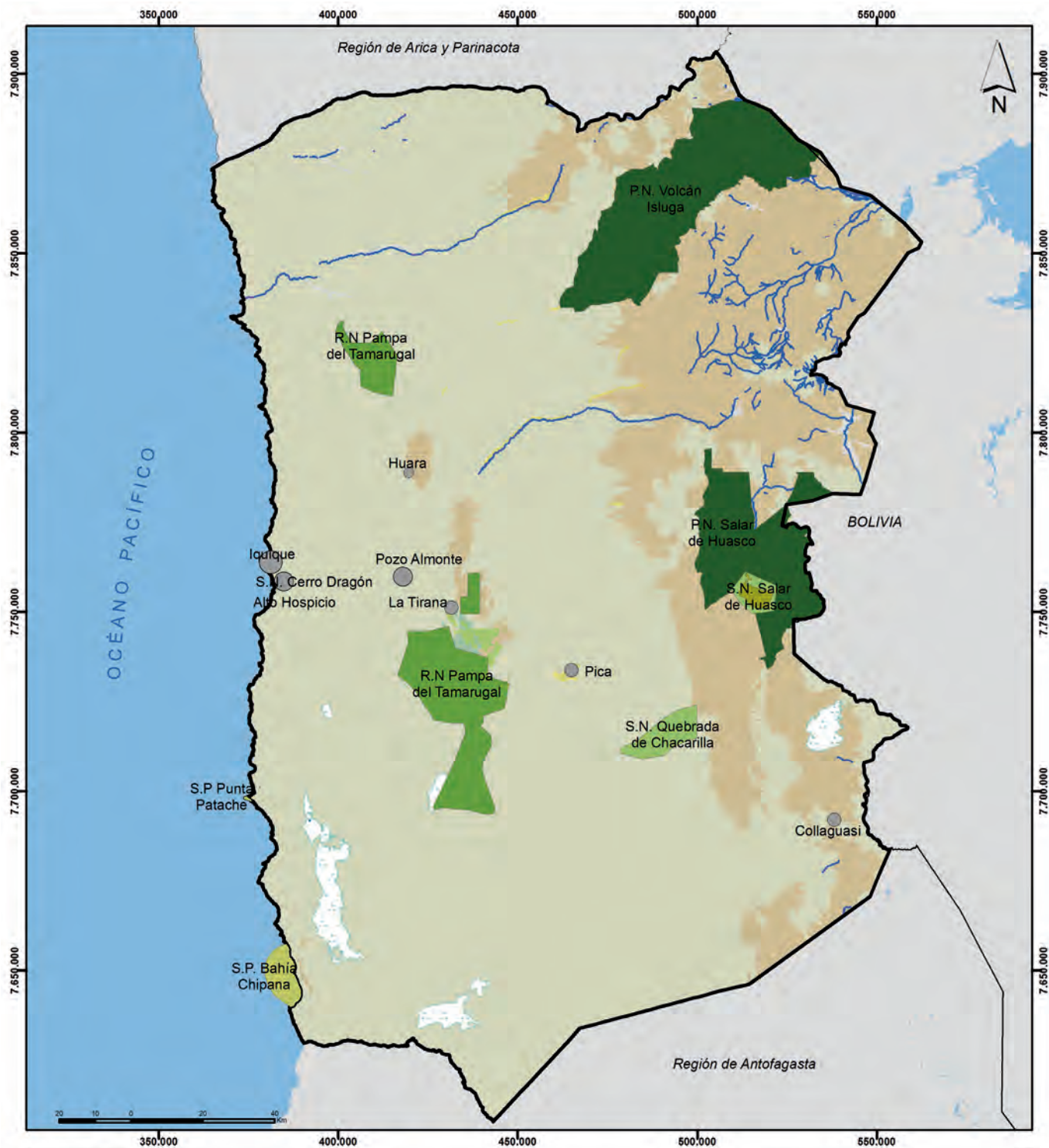
Áreas Protegidas

- Parques Nacionales
- Monumento Natural
- Reservas Nacionales
- Santuarios de la Naturaleza

Uso del Suelo

- Áreas Urbanas e Industriales
- Áreas Agrícolas
- Matorrales y Praderas
- Áreas Desprovistas de Vegetación

Región de Tarapacá



LEYENDA

Categorías Centros Poblados, INE

- Ciudad Mayor
- Ciudad
- Pueblo
- Aldea
- Cuerpos de Agua
- Salares

- Sitios Prioritarios para la Conservación
- Sitios RAMSAR

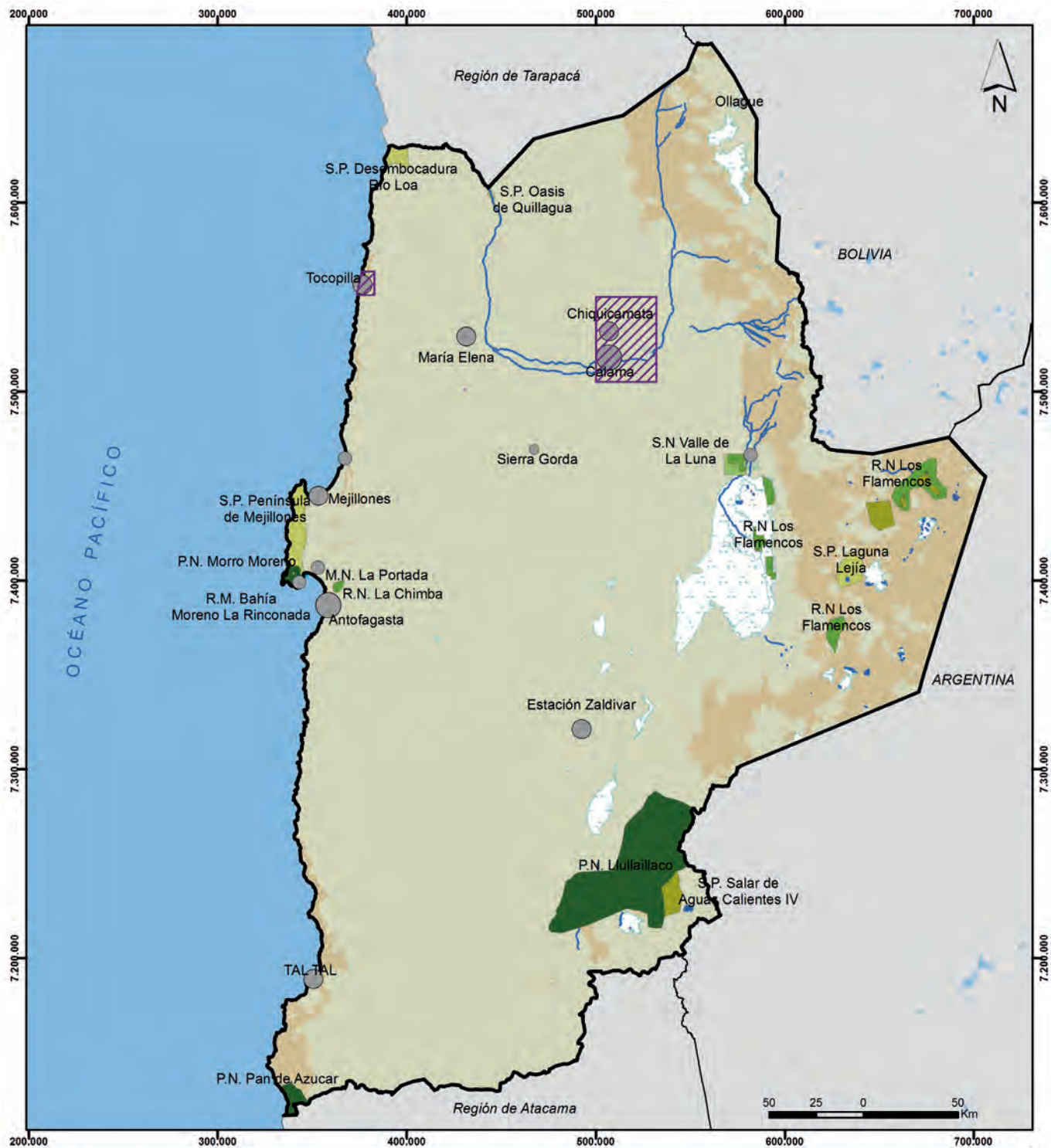
Áreas Protegidas

- Parques Nacionales
- Reservas Nacionales
- Santuarios de la Naturaleza

Uso del Suelo

- Áreas Urbanas e Industriales
- Áreas Agrícolas
- Matorrals y Praderas
- Áreas Desprovistas de Vegetación
- Bosque Nativo
- Plantaciones

Región de Antofagasta



LEYENDA

Categorías Centros Poblados, INE

- Ciudad Mayor
- Ciudad
- Pueblo
- Aldea
- Cuerpos de Agua
- Salares
- Zonas declaradas Saturadas

Sitios Prioritarios para la Conservación

Sitios RAMSAR

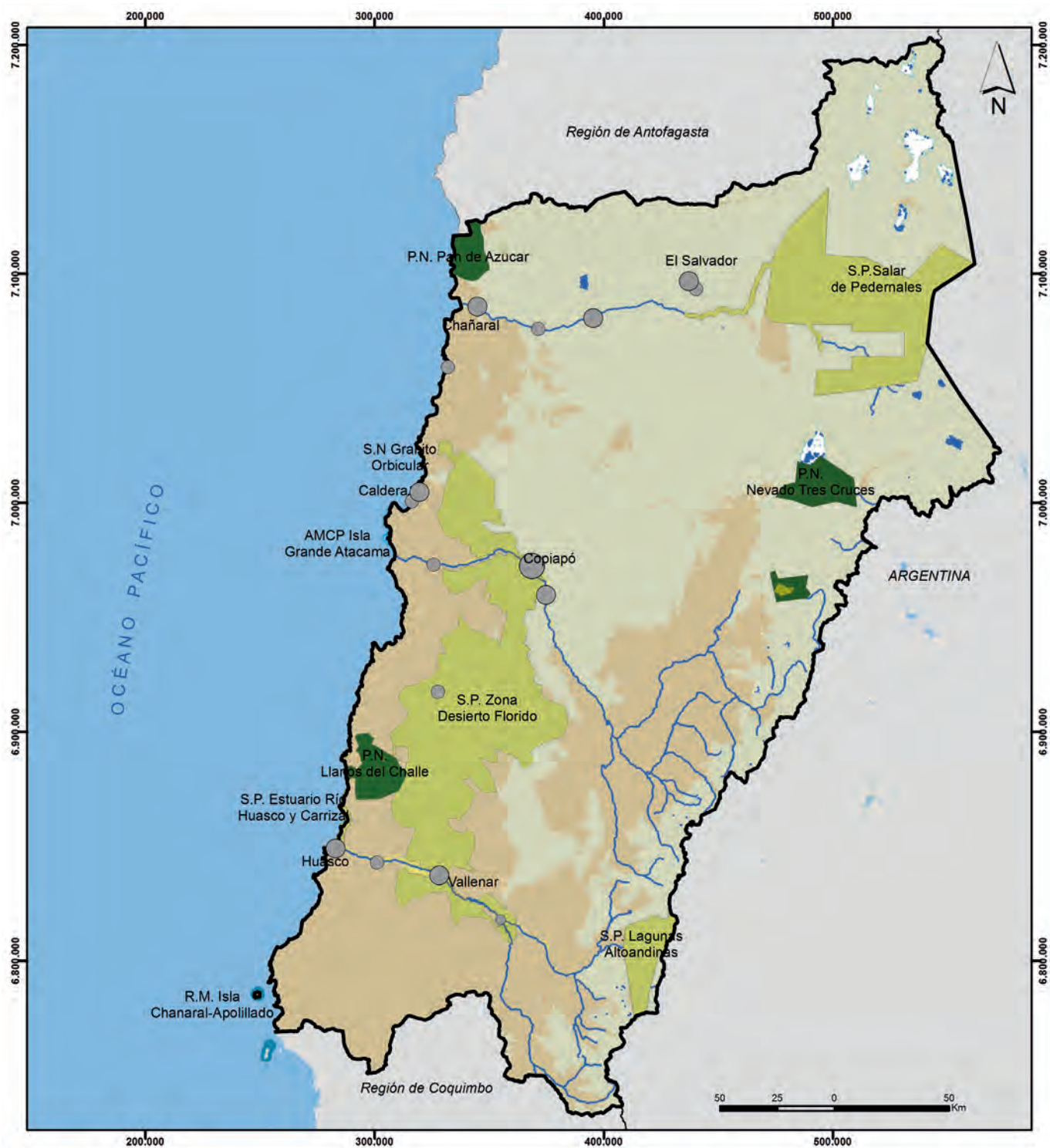
Áreas Protegidas

- Parques Nacionales
- Monumento Natural
- Reservas Nacionales
- Santuarios de la Naturaleza
- Reservas Marinas

Uso del Suelo

- Áreas Urbanas e Industriales
- Áreas Agrícolas
- Matorrales y Praderas
- Áreas Desprovistas de Vegetación
- Plantaciones

Región de Atacama



LEYENDA

Categorías Centros Poblados, INE

- Ciudad Mayor
- Ciudad
- Pueblo
- Aldea

Cuerpos de Agua

Salares

Sitios Prioritarios para la Conservación

Sitios RAMSAR

Áreas Protegidas

Parques Nacionales

Santuarios de la Naturaleza

Reservas Marinas

Áreas Marinas Costeras Protegidas

Uso del Suelo

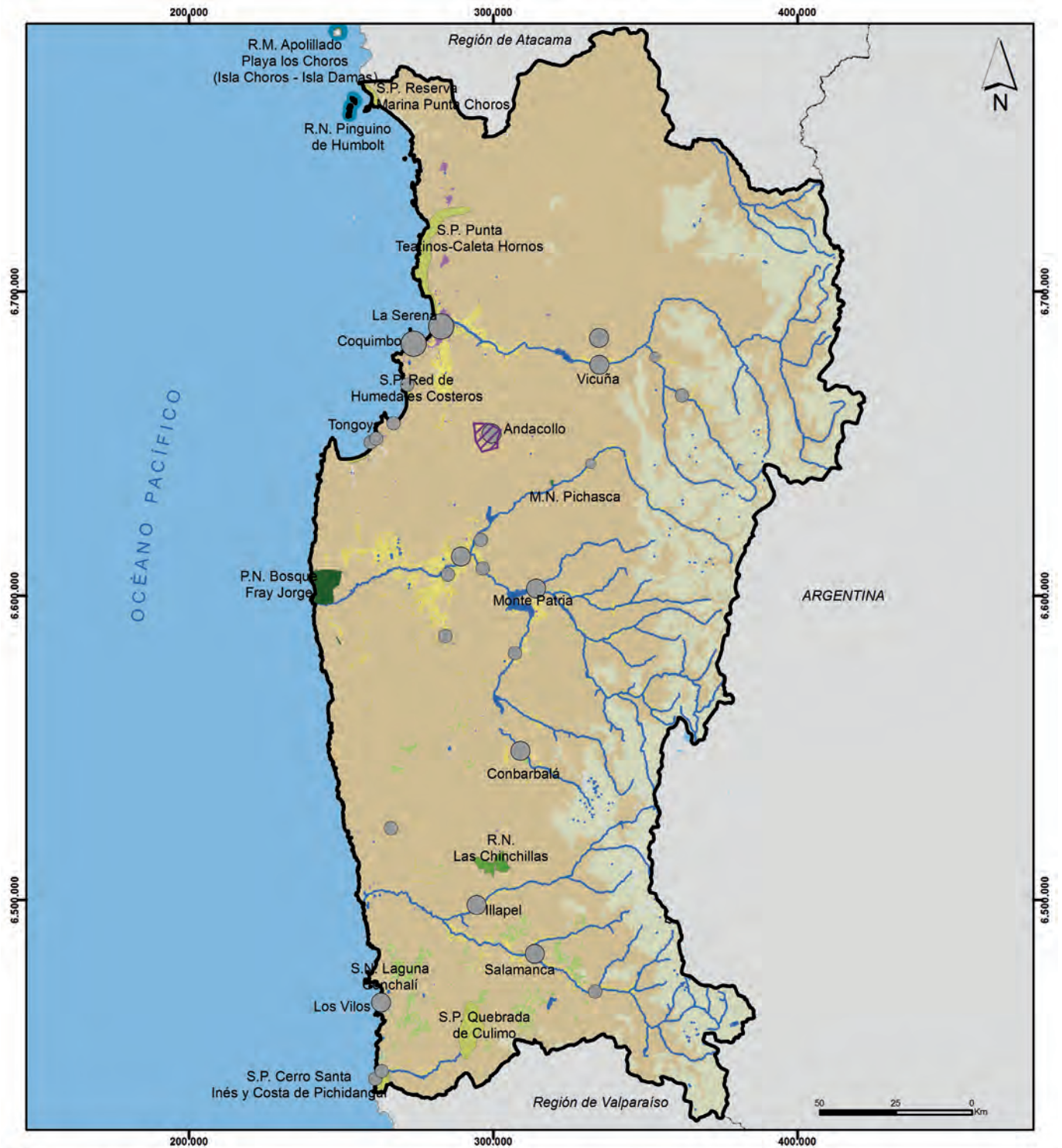
Áreas Urbanas e Industriales

Áreas Agrícolas

Matorrales y Praderas

Áreas Desprovistas de Vegetación

Región de Coquimbo



LEYENDA

Categorías Centros Poblados, INE

- Ciudad Mayor
- Ciudad
- Pueblo
- Aldea
- Cuerpos de Agua
- Zonas declaradas Saturadas

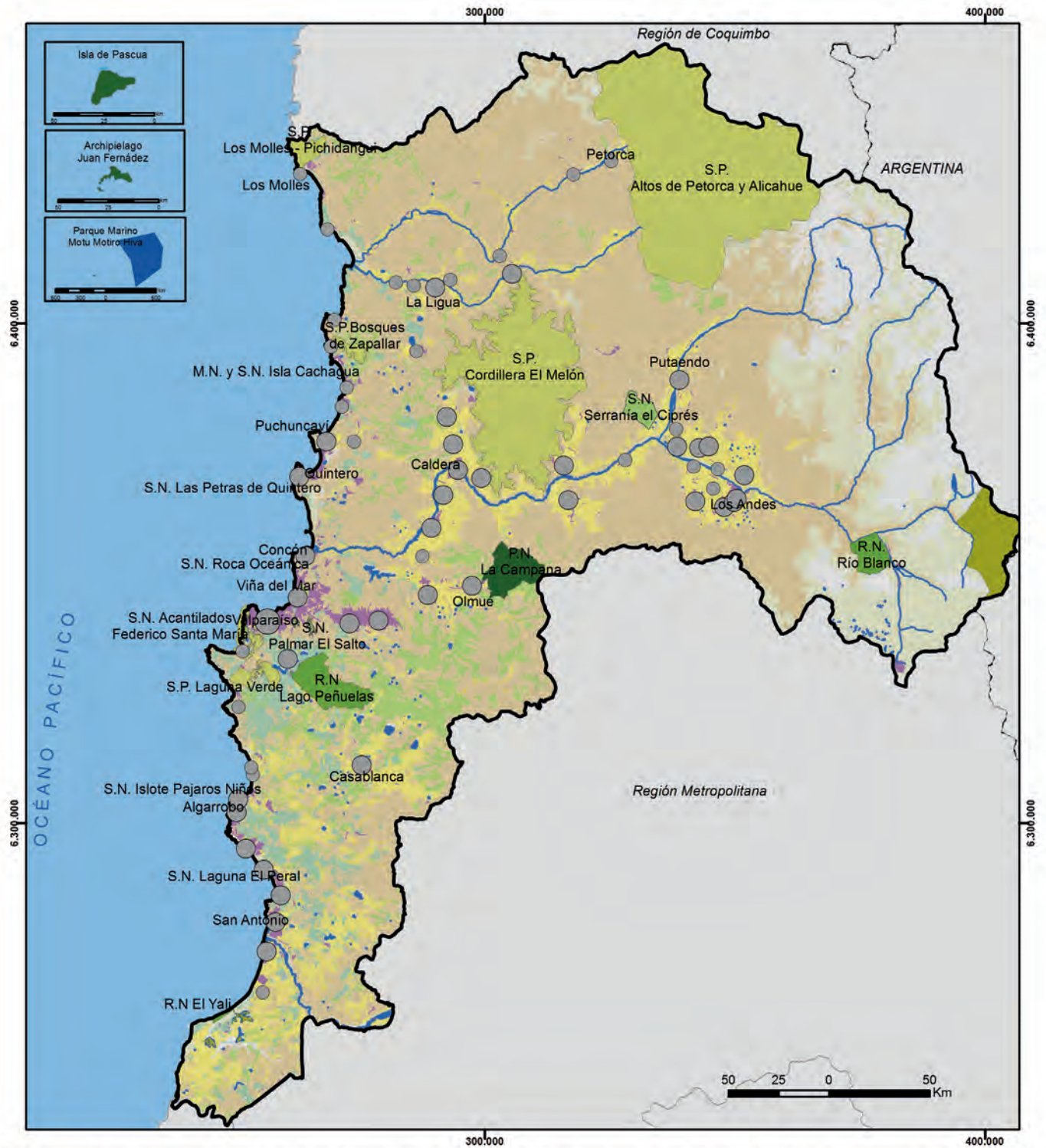
Sitios Prioritarios para la Conservación

- Sitios RAMSAR
- Áreas Protegidas**
- Parques Nacionales
- Monumentos Naturales
- Reservas Nacionales
- Santuarios de la Naturaleza
- Reservas Marinas

Uso del Suelo

- Áreas Urbanas e Industriales
- Áreas Agrícolas
- Matorrales y Praderas
- Áreas Desprovistas de Vegetación
- Bosque Nativo
- Plantaciones

Región de Valparaíso



LEYENDA

Categorías Centros Poblados, INE

- Ciudad Mayor
- Ciudad
- Pueblo
- Cuerpos de Agua
- Sitios RAMSAR
- Sitios Prioritarios para la Conservación

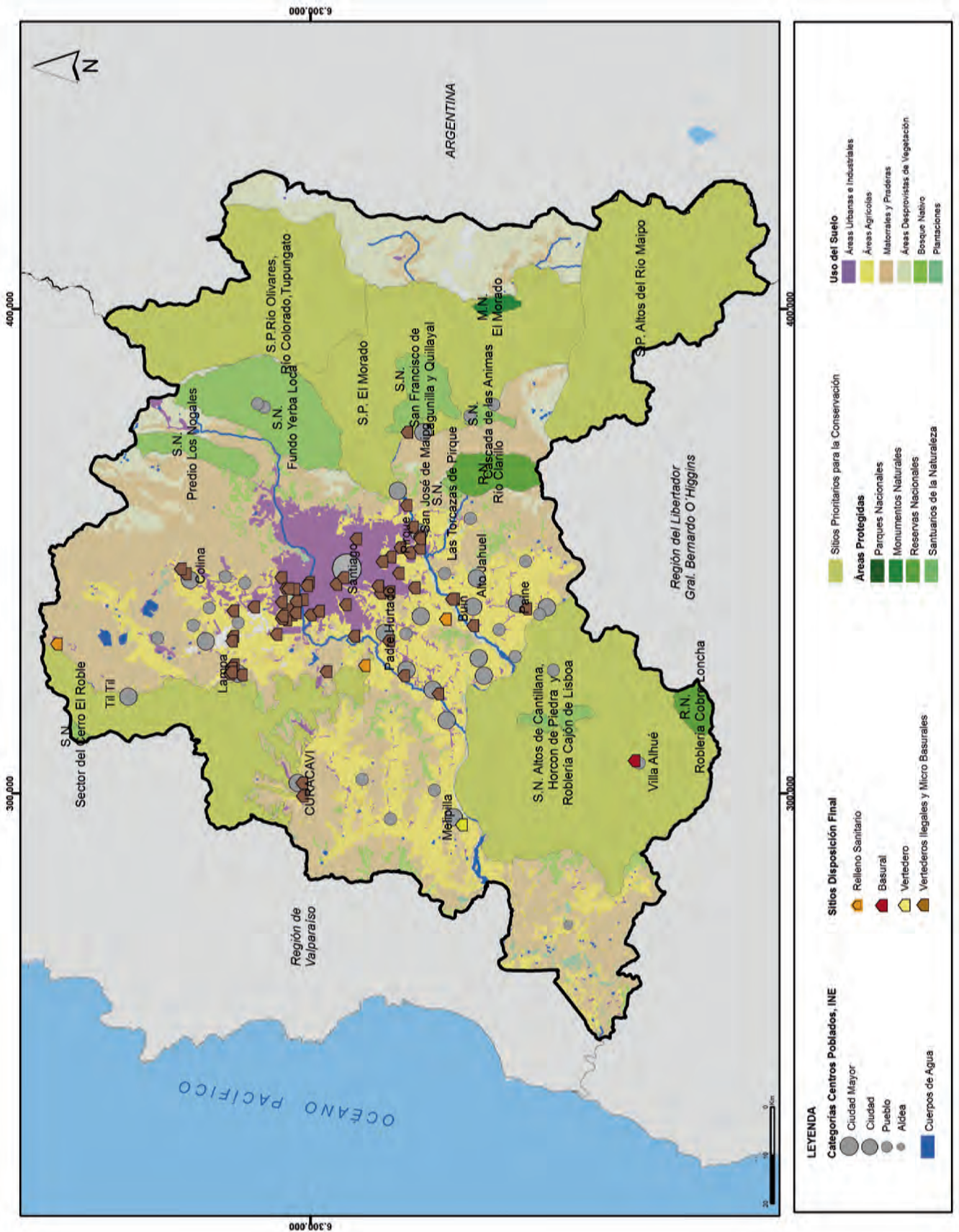
Áreas Protegidas

- Parques Nacionales
- Monumento Natural
- Reservas Nacionales
- Santuarios de la Naturaleza
- Parque Marino
- Áreas Marinas Costeras Protegidas

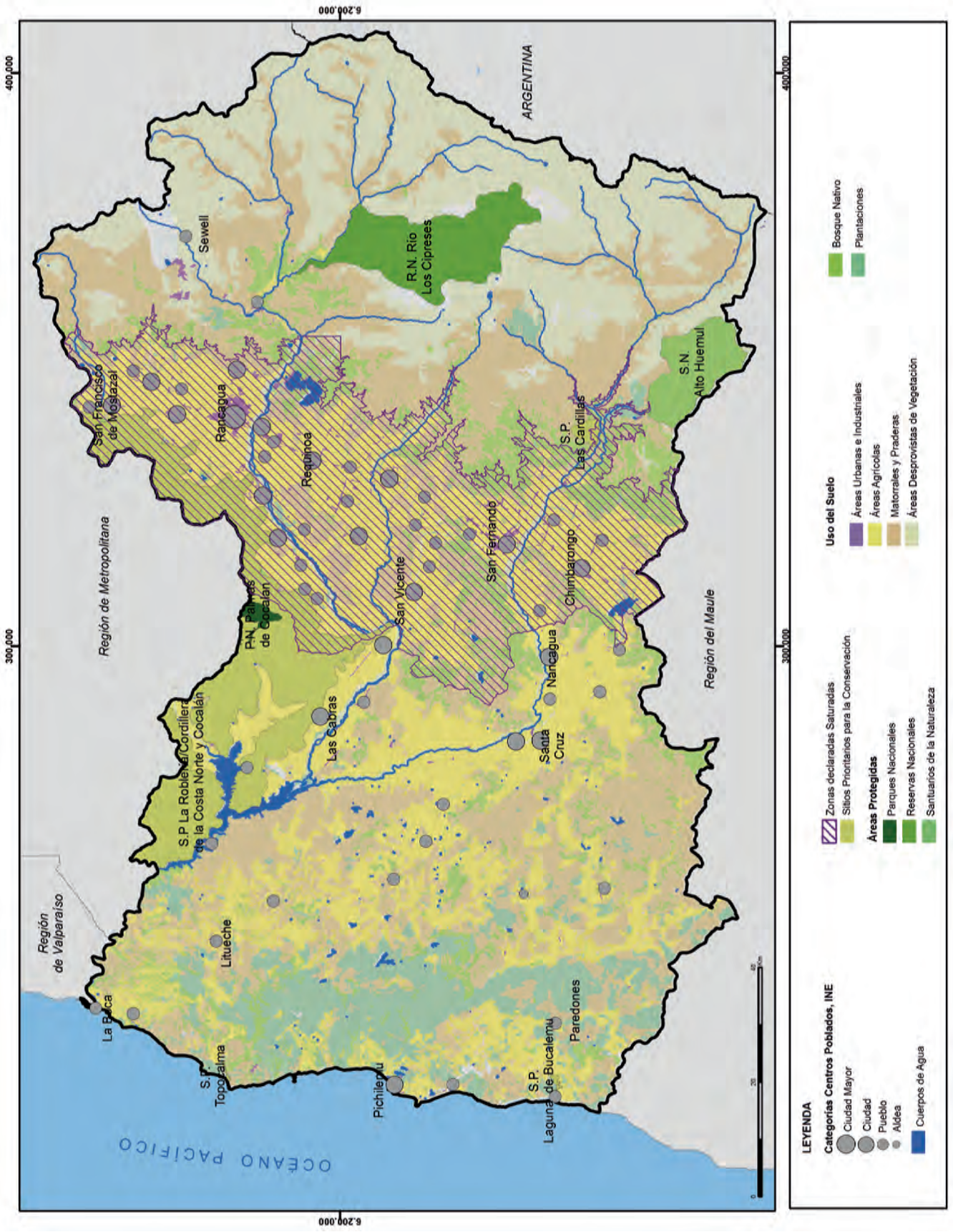
Uso del Suelo

- Áreas Urbanas e Industriales
- Áreas Agrícolas
- Matorrales y Praderas
- Áreas Desprovistas de Vegetación
- Bosque Nativo
- Plantaciones

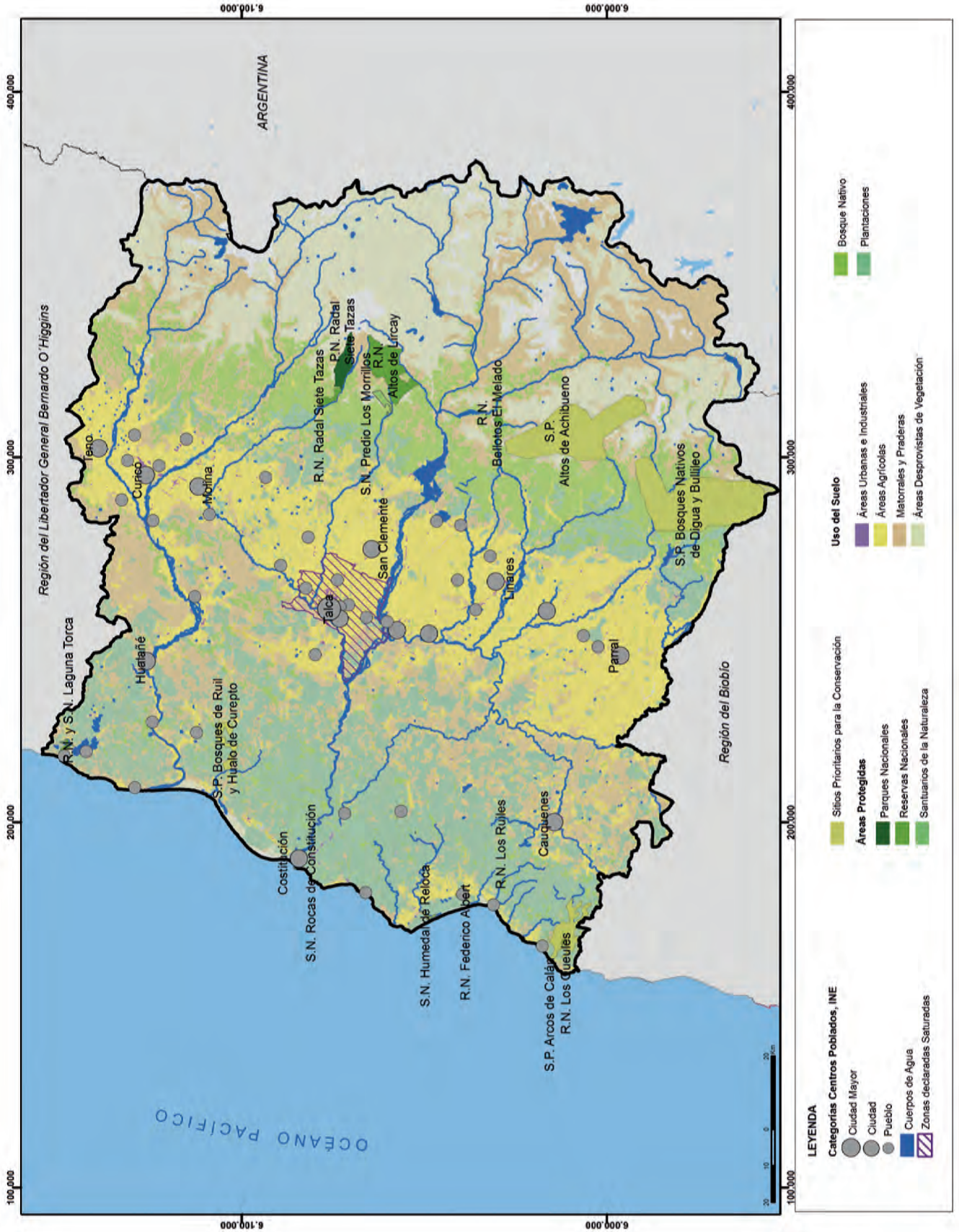
Región Metropolitana



Región de L. B. O'Higgins



Región del Maule



Región del Biobío



LEYENDA

Categorías Centros Poblados, INE

- Ciudad Mayor
- Ciudad
- Pueblo
- Aldea
- Cuerpos de Agua
- Zonas declaradas latente

Sitios Prioritarios para la Conservación

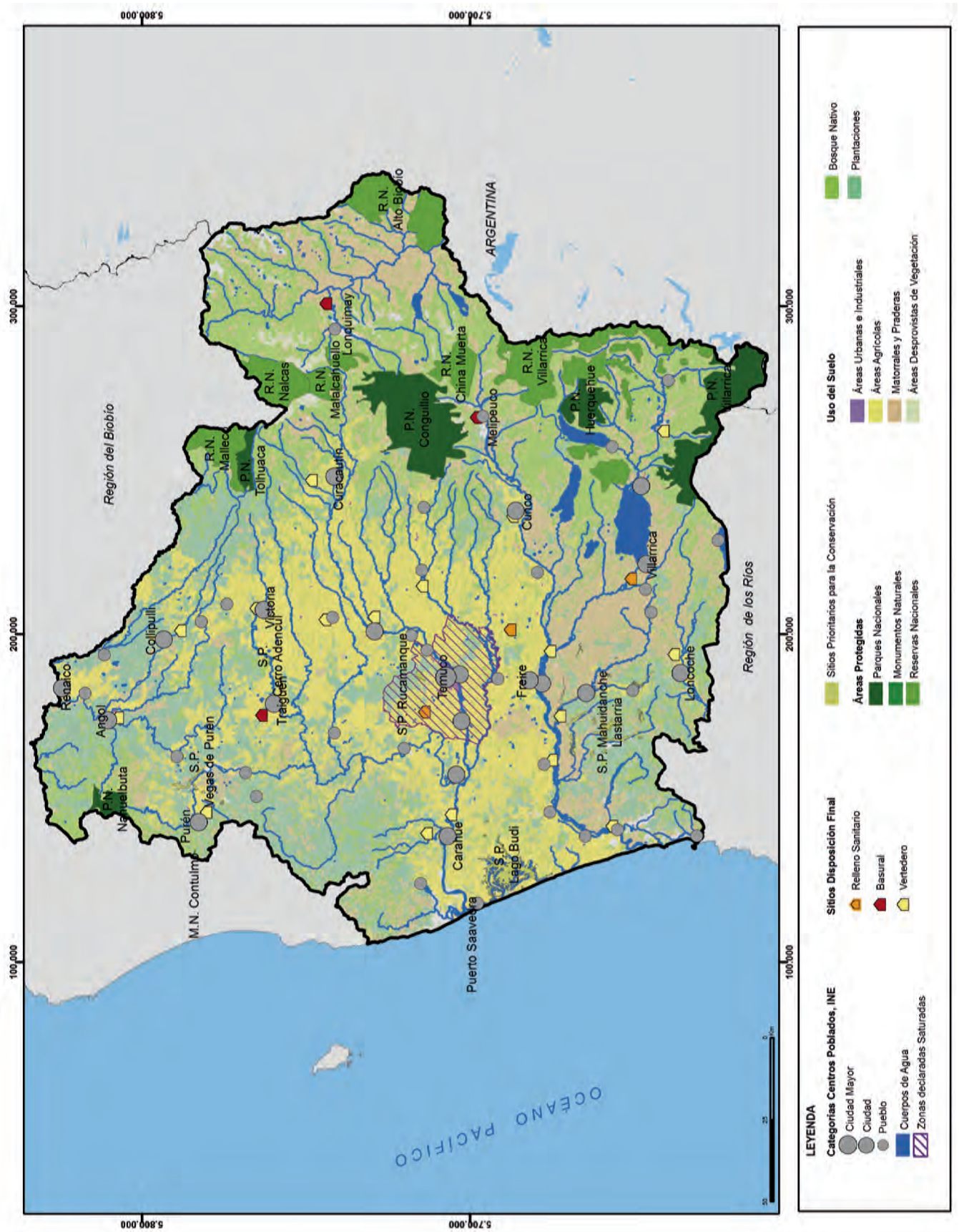
Áreas Protegidas

- Parques Nacionales
- Reservas Nacionales
- Santuarios de la Naturaleza

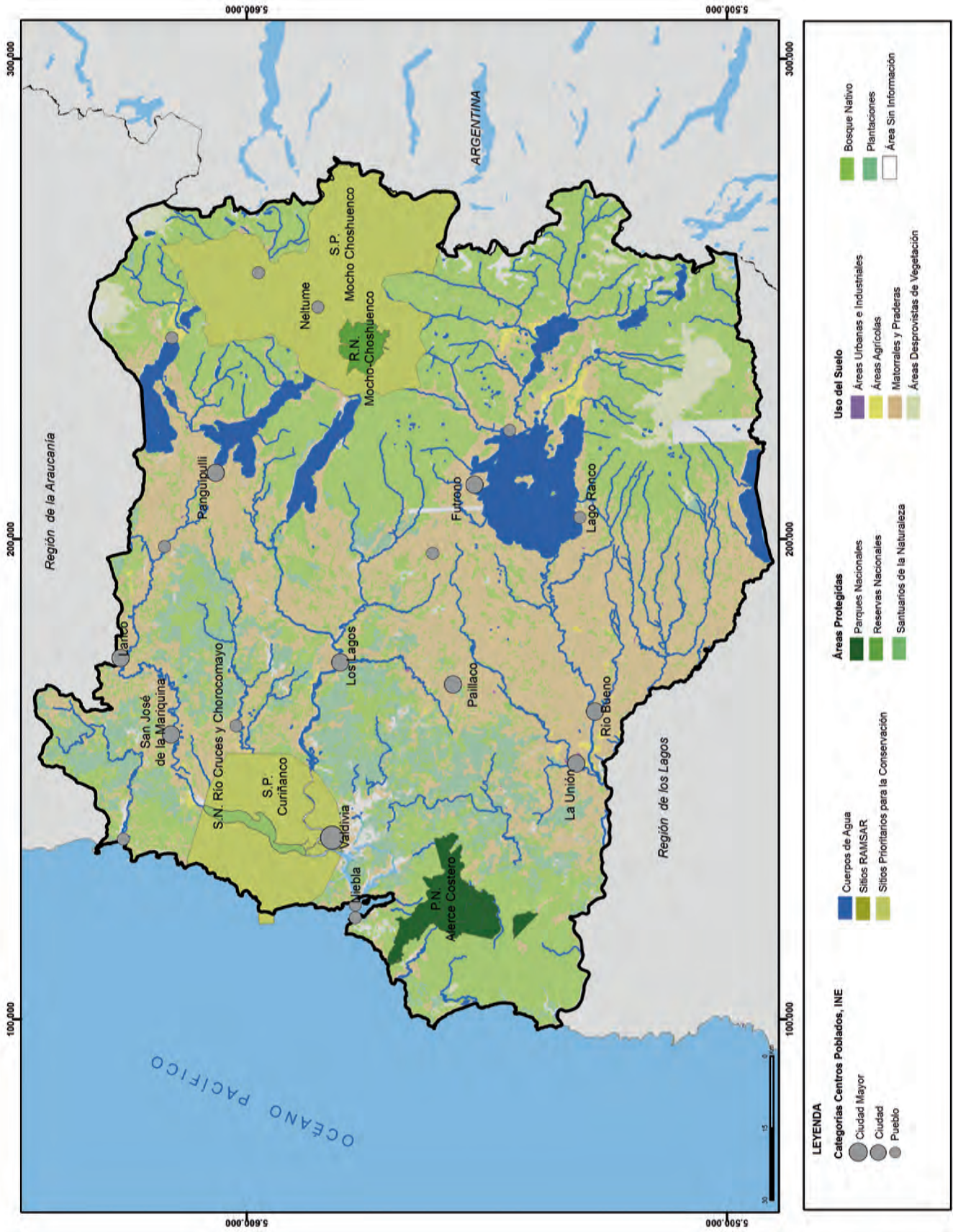
Uso del Suelo

- Áreas Urbanas e Industriales
- Áreas Agrícolas
- Matorrales y Praderas
- Áreas Desprovistas de Vegetación
- Bosque Nativo
- Plantaciones

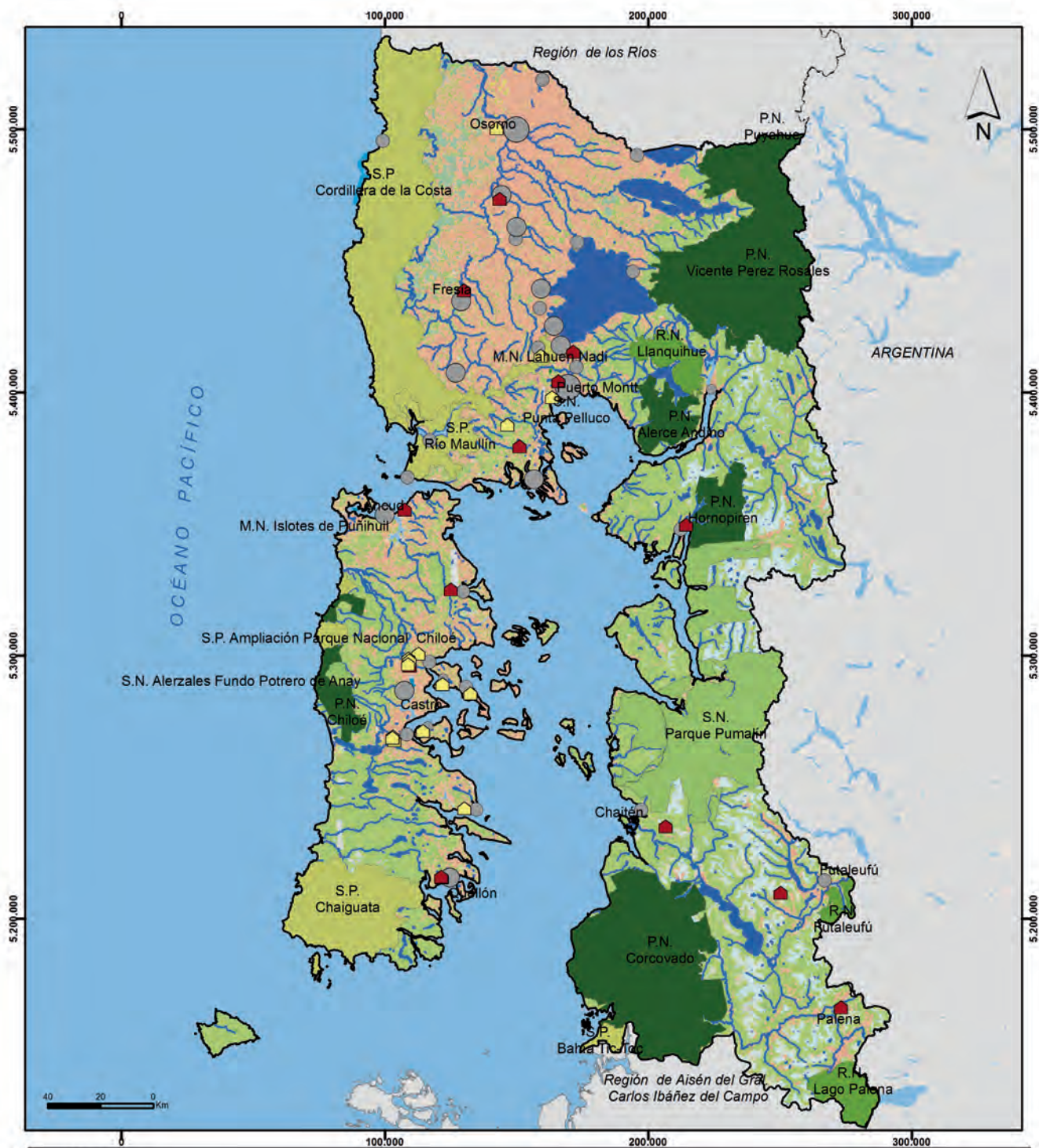
Región de La Araucanía



Región de Los Ríos



Región de Los Lagos



LEYENDA

Categorías Centros Poblados, INE

- Ciudad Mayor
- Ciudad
- Pueblo
- Aldea
- Cuerpos de Agua
- Nieves y Glaciares
- Sitios Prioritarios para la Conservación

Sitios Disposición Final

- Relleno Sanitario
- Basural
- Vertedero

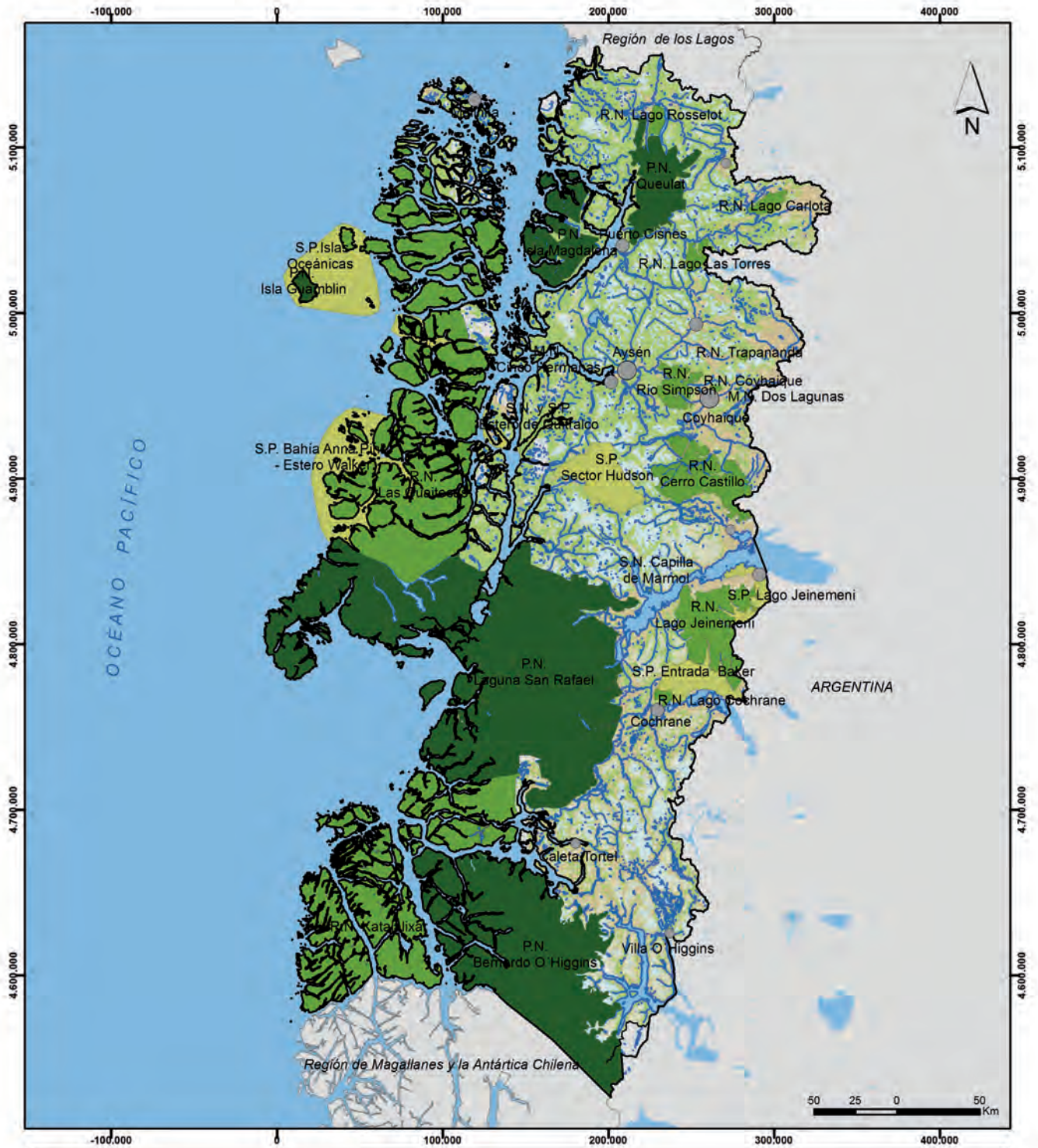
Áreas Protegidas

- Parques Nacionales
- Monumentos Naturales
- Reservas Nacionales
- Santuarios de la Naturaleza
- Reservas Marinas
- Áreas Marinas Costeras Protegidas

Uso del Suelo

- Áreas Urbanas e Industriales
- Áreas Agrícolas
- Matorrales y Praderas
- Áreas Desprovistas de Vegetación
- Bosque Nativo
- Plantaciones

Región de Aysén



LEYENDA

Categorías Centros Poblados, INE

- Ciudad
- Pueblo
- Aldea
- Cuerpos de Agua
- Nieves y Glaciares

Sitios Prioritarios para la Conservación

- Áreas Protegidas
- Parques Nacionales
- Monumentos Naturales
- Reservas Nacionales
- Santuarios de la Naturaleza

Uso del Suelo

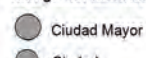
- Áreas Urbanas e Industriales
- Áreas Agrícolas
- Matorrales y Praderas
- Áreas Desprovistas de Vegetación
- Bosque Nativo
- Plantaciones

Región de Magallanes



LEYENDA

Categorías Centros Poblados, INE



Cuerpos de Agua

Nieves y Glaciares

Sitios Prioritarios para la Conservación

Sitios RAMSAR

Áreas Protegidas

Parques Nacionales

Monumentos Naturales

Reservas Nacionales

Santuarios de la Naturaleza

Parque Marino

Áreas Marinas Costeras Protegidas

Uso del Suelo

Áreas Urbanas e Industriales

Áreas Agrícolas

Matorrales y Praderas

Áreas Desprovistas de Vegetación

Bosque Nativo

Plantaciones