4ta Comunicación Nacional de **Chile ante la CMNUCC**

2021 • Ministerio del Medio Ambiente

CUARTA COMUNICACIÓN NACIONAL DE CHILE ANTE LA CMNUCC

Ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático

Coordinador General:
Carolina Urmeneta L. (Ministerio del Medio Ambiente)

Coordinadora Técnica:
Maritza Jadrijevic Girardi (Ministerio del Medio Ambiente)

Coordinadora Ejecutiva
Johanna Arriagada Díaz

Diseño y Diagramación:
Spill.cl

Registro de Propiedad Intelectual:
ISBN:

4ta Comunicación Nacional de **Chile ante la CMNUCC**

2021 • Ministerio del Medio Ambiente

Autorías de los capítulos

CAPÍTULO 1: CIRCUNSTANCIAS NACIONALES

Coordinadores del Capítulo:
Valeria Pizarro López, Camilo Bastías Benzi.

Colaboradores:
Juanita Silva, Rodrigo Céspedes Sotomayor.

CAPÍTULO 2: INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE CHILE, SERIE 1990-2018

Equipo Técnico Coordinador

Coordinador del SNICHILE
Richard Martínez, Ministerio del Medio Ambiente.

Compiladores del INGEI de Chile
Camila Labarca y Richard Martínez, Ministerio del Medio Ambiente.

Apoyo inventario carbono negro
Kevin Basoa, Ministerio del Medio Ambiente.

Equipo técnico de Energía
Rubén Guzmán, Sergio Cáceres, Ministerio de Energía.

Equipo técnico de Procesos industriales y uso de productos
Camila Labarca y Richard Martínez, Ministerio del Medio Ambiente.

Equipo técnico de Agricultura
Marta Alfaro y Francisco Salazar, Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Angelina Espinoza, Oficina de Estudios y Políticas Agrarias.

Felipe Huiza, Profesional de Apoyo.

Equipo técnico de UTCUTS
Yasna Rojas, Eduardo Molina, Carlos Bahamondez y Rodrigo Sagardía, Instituto Forestal.

Mauricio Gomez y Daniel Montaner, Corporación Nacional Forestal.

Equipo técnico de Residuos
Norma Plaza, Camila Labarca y Tania Bishara, Ministerio del Medio Ambiente.

CAPÍTULO 3: VULNERABILIDAD DEL PAÍS Y SU ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Coordinadora Capítulo:
Gladys Santis García

Colaboradores
Sebastián Vicuña, Eduardo Bustos, Juan Pablo Herane, David Morales, Centro de Cambio Global de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Paulina Aldunce, Marco Billi, Alejandro Miranda, Nicolás Álamos, Catalina Amigo, Rubén Calvo, José Navea, Claudio Ignacio Neira, Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia de la Universidad de Chile.

Marcela Bravo, Acción Empresas.

Cristian Gutiérrez, Adapt Chile.

Flavia Liberona, Terram.

Mesa ciudadana por el Cambio Climático.

Luis Cifuentes, Cristian Henríquez, Álvaro Lorca, Francisco Meza, Patricio Pliscoff, César Esparza, José Miguel Fariña, Stefan Gelcich, Carolina Martínez, Oscar Melo, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Manuel Contreras-López.

Luis Cubillos, Ricardo Norambuena, COPAS Sur Austral Universidad de Concepción.

Maricel Gibbs, Aku Terra SpA.

Rodrigo Meza, Eridanus Ltda.

Franco Ricchetti, Anahí Urquiza, Ximena Vargas, Universidad de Chile.

Diego Rivera, Universidad del Desarrollo.

Doris Soto, Universidad de Concepción.

Patricio Winckler, Javiera Mora, Universidad de Valparaíso.

Roberto Agredano, Universidad Católica del Maule.

Douglas Aitken, SMI-Chile.

Damaris Arrieta, Matías Fleischmann, Tamara Oyarzún, Matías Plass, RedPE Universidad de Chile.

Ángel Allendes, María Paz Cárdenas, Tamara Monsalve, Natalia Prieto, Sofía Salinas, Manuel Vargas, Nest Universidad de Chile.

Camila Cabrera, Luis Miguel Valdes, Greenlab UC.

Glen Corder, Neil McIntyre, Liliana Pagliero, SMI-U of Queensland.

Patricio Díaz, Universidad de Los Lagos.

Alex Godoy-Faúndez, CisGER Universidad del Desarrollo.

Leopoldo Gutiérrez, Mario Lillo, CRHIAM.

Aldo Hernández, Holon SpA.

Cristian Larraguibel, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Jorge León, Fabián Tapia, INCAR Universidad de Concepción.

Carlos Molinet, Universidad Austral de Chile (Puerto Montt).

David Opazo, Instituto de Fomento Pesquero (Puerto Montt).

Julio Salcedo, Universidad de Playa Ancha.

Tomás Gómez Szmulewicz, Ministerio del Medio Ambiente.

Liliana Villanueva Nilo, Beatriz Ormazabal, Ministerio de Agricultura.

CAPÍTULO 4: POLÍTICAS Y ACCIONES DE MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Coordinadora del Capítulo:
Jenny Mager Santos.

Colaboradores:
Camilo Bastías, Rodrigo Céspedes, Francisco Pinto, Ana Almonacid, Bruno Campos, Felipe Díaz, Camila Labarca, Richard Martínez, Soledad Palma, Pablo Zuñiga, Rodrigo Borquez, Sebastián Franco, Ministerio del Medio Ambiente.

Francisco Dall'Orso; Bárbara Eguiguren E, Fiona Bello, Carolina Gómez, Juan Pedro Searle, Hernán Sepúlveda C, Ministerio de Energía.

Orietta Valdés, Ministerio del Desarrollo Social.

Paola Valencia, Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

CAPÍTULO 5: OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE LA CONVENCIÓN

Coordinadora del Capítulo:

Johanna Arriagada.

Colaboradores
Camilo Bastías, Rodrigo Céspedes, Bryan Contreras, Roberto Delgado, Agustín Denegri, Tomás Gómez, Jordan Harris, Amparo Hernández, Maritza Jadrijevic, Andrés Ossandón, Andrea Leiva, Valeria Pizarro, Kathya Rodríguez, Carlos Rungruangsakorn, Angélica Sáez, Felipe Santa María, Gladys Santis, José Ignacio Selles, del Ministerio del Medio Ambiente.

Ismael Díaz, de la Agencia de Sostenibilidad y Cambio Climático.

Paula Fuentes, asesora de la COP25.

Octavio Gajardo, Rebeca Portales, de Ministerio de Educación.

Loretto Gallardo, Corporación de Fomento a la Producción.

Álvaro Soto, Juan Pablo Payero, Agencia de Sostenibilidad Energética.

Trinidad Lecaros, Ministerio de Hacienda.

Andrea Mohr, Corporación de Fomento a la Producción.

Gabriela Soto, Corporación Nacional Forestal.

Liliana Villanueva, Ministerio de Agricultura.

CAPÍTULO 6: NECESIDADES Y APOYO RECIBIDO EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO

Coordinador del capítulo
Alfonso Galarce Jaramillo, Ministerio del Medio Ambiente.

Colaboradores
Camilo Bastías Benzi, Rodrigo Céspedes Sotomayor, Macarena Moncada Gutiérrez, Valeria Pizarro López, Ministerio del Medio Ambiente.

Fotografía: Cristián Castillo.

12 Prólogo

15 Resumen Ejecutivo

16 1. CIRCUNSTANCIAS NACIONALES
16 **1.1.** Perfil geográfico y social
16 **1.2.** Perfil económico
20 **1.3.** Institucionalidad relativa al cambio climático
21 **1.4.** Compromisos internacionales
21 **1.5.** Políticas nacionales de cambio climático
22 **1.6.** COP 25 Chile-Madrid
22 **1.7.** Contribución nacional determinada de Chile
22 2. INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 1990-2018
22 **2.1.** Introducción
23 **2.2.** Arreglos institucionales y elaboración del INGEI de Chile
23 **2.3.** Tendencia de las emisiones de gases de efecto invernadero de Chile
25 3. VULNERABILIDAD DEL PAÍS Y SU ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO
25 **3.1.** Tendencias y proyecciones de cambio climático
27 **3.2.** Vulnerabilidad del país al cambio climático
30 **3.3** Adaptación al cambio climático
31 **3.4** Brechas, obstáculos y necesidades
31 4. POLÍTICAS Y ACCIONES DE MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO
34 5. OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE PARA EL LOGRO DEL OBJETIVO DE LA CONVENCIÓN
35 **5.1.** Desarrollo y transferencia tecnológica en cambio climático
35 **5.2** Observación sistemática de la variabilidad climática y el cambio climático
36 **5.3** Programas de investigación sobre cambio climático
37 **5.4.** Desarrollo de capacidades, educación y sensibilización sobre cambio climático
37 **5.5.** Estrategia financiera frente al cambio climático
38 6. NECESIDADES Y APOYO RECIBIDO EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO
38 **6.1.** Necesidades, brechas y barreras
39 **6.2.** Apoyo internacional para la acción climática
42 **6.3.** Apoyo nacional para la acción climática

45 Executive Sumary

46 1. NATIONAL CIRCUMSTANCES
46 **1.1** Social and geographical profile
46 **1.2** Economic profile
50 **1.3** Institutional arrangements
51 **1.4** International commitment
51 **1.5** National policies on climate change
52 **1.6.** COP 25 Chile-Madrid
52 **1.7** Nationally determined contribution
52 2. NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORY, 1990-2018
52 **2.1.** Introduction
53 **2.2** Institutional arrangements and preparation of Chile's NGHGI
53 **2.3** Trends in greenhouse emissions of Chile
55 3. VULNERABILITY OF THE COUNTRY AND ITS ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE
55 **3.1** Climate change trends and projections
57 **3.2** Chile's vulnerability to climate change
60 **3.3.** Adaptation to climate change
61 **3.4.** Gaps, obstacles and needs
61 4. GREENHOUSE GAS MITIGATION POLICIES AND ACTIONS
64 5. OTHER RELEVANT INFORMATION FOR THE ACHIEVEMENT OF THE CONVENTION'S OBJECTIVE
64 **5.1.** Development and technology transfer on climate change
65 **5.2.** Systematic observation of climate variability and change
65 **5.3.** Research programmes on climate change
66 **5.4.** Capacity building, education and awareness raising on climate change
67 **5.5** Financial strategy for climate change
68 6. NEEDS AND SUPPORT RECEIVED REGARDING CLIMATE CHANGE
68 **6.1.** Needs, gaps and barriers
69 **6.2.** International support for climate action
71 **6.3.** Domestic support for climate change related activities

73 **Capítulo 1:**

CIRCUNSTANCIAS NACIONALES

74 **1. PERFIL GEOGRÁFICO Y SOCIAL**
74 **1.1.** Territorio y división administrativa
76 **1.2.** Aspectos naturales
80 **1.3** Usos de la tierra
80 **1.4** Erosión en Chile
81 **1.5.** Protección de áreas silvestres
83 **1.6.** Población, etnias indígenas e inmigrantes
86 **1.7.** Desarrollo social
88 **1.8.** Educación
92 **1.9.** Salud
93 **1.10.** Enroque de Género
95 **2. PERFIL ECONÓMICO**
95 **2.1.** Visión general
97 **2.2.** Visión sectorial
106 **2.3.** Resumen
109 **3. INSTITUCIONALIDAD NACIONAL RELATIVA AL CAMBIO CLIMÁTICO**
110 **3.1.** Descripción de la institucionalidad y los organismos
118 **4. COMPROMISOS INTERNACIONALES**
119 **5. POLÍTICAS NACIONALES DE CAMBIO CLIMÁTICO**
119 **5.1.** Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático
120 **5.2.** Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022 (PANCC II)
121 **6. COP25 CHILE-MADRID**
125 **7. CONTRIBUCIÓN DETERMINADA A NIVEL NACIONAL (NDC) Y EL ACUERDO DE PARÍS**
125 **8. ESTRATEGIA CLIMÁTICA DE LARGO PLAZO (ECLP)**
128 **BILBLIOGRAFÍA**

133 **Capítulo 2:**

INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE CHILE, SERIE 1990-2018

134 **1. INTRODUCCIÓN**
134 **1.1.** Antecedentes generales
135 **1.2.** Arreglos institucionales para la elaboración de los INGEI de Chile
137 **1.3.** Proceso de actualización del INGEI de Chile
138 **1.4.** Metodología y principales fuentes de información
140 **1.5.** Categorías principales
142 **1.6.** Evaluación general de la incertidumbre
142 **1.7.** Evaluación general de la exhaustividad
143 **2. TENDENCIA NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO**
146 **2.1.** Tendencias de las emisiones y absorciones de GEI agregadas
149 **2.2.** Tendencias de las emisiones por GEI
151 **2.3.** Indicadores de intensidad de GEI
153 **3. SECTOR ENERGÍA**
153 **3.1** Panorama general
161 **4. SECTOR PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS**
161 **4.1** Panorama general
162 **5. SECTOR AGRICULTURA**
162 **5.1** Panorama general
164 **6. SECTOR USO DE LA TIERRA, CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA**
164 **6.1** Panorama general
167 **7. SECTOR RESIDUOS**
167 **7.1** Panorama general
169 **8. RECÁLCULOS**
169 **8.1** Recálculos en el INGEI de Chile
171 **9. CARBONO NEGRO**
171 **9.1** Contexto nacional
171 **9.2** Carbono negro
171 **9.3** Tendencia de las emisiones de carbono negro
174 **BILBLIOGRAFÍA**

181 **Capítulo 3**

VULNERABILIDAD DEL PAÍS Y SU ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

182 **1. INTRODUCCIÓN**
184 **2. TENDENCIAS Y PROYECCIONES NACIONALES DE CAMBIO CLIMÁTICO**
184 **2.1.** Introducción
185 **2.2.** Tendencias y proyecciones a nivel terrestre
193 **2.3.** Tendencias y proyecciones en océanos
197 **3. VULNERABILIDAD DE CHILE AL CAMBIO CLIMÁTICO**
200 **4. VULNERABILIDAD EN SECTORES ESPECÍFICOS**
200 **4.1.** Introducción
200 **4.2.** Biodiversidad
204 **4.3.** Sector silvoagropecuario
208 **4.4.** Recurso Hídrico
214 **4.5.** Infraestructura
219 **4.6.** Energía
222 **4.7.** Minería
224 **4.8.** Ciudades
229 **4.9.** Salud
229 **4.10.** Zonas costeras
232 **4.11.** Pesca y acuicultura
240 **4.12.** Turismo
244 **5. ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO**
244 **5.1.** Introducción
244 **5.2.** Políticas, estrategias y planes
248 **5.3.** Implementación de acciones de adaptación
263 **6. BRECHAS, OBSTÁCULOS Y NECESIDADES**
263 **6.1.** Introducción
263 **6.2.** Brechas
263 **6.3.** Obstaculizadores
266 **6.4.** Necesidades
270 **BILBLIOGRAFÍA**

283 **Capítulo 4**

POLÍTICAS Y ACCIONES DE MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

286 **1. INTRODUCCIÓN**
286 **2. CONTEXTO INTERNACIONAL: EL ACUERDO DE PARÍS Y LAS NEGOCIACIONES CLIMÁTICAS**
288 **3. CHILE FRENTE A LA MITIGACIÓN**
289 **3.1.** Compromiso voluntario 20/20 de Chile para la mitigación de sus emisiones de GEI
291 **3.2.** Actualización de la Contribución Determinada a nivel Nacional de Chile (NDC)
293 **3.3.** Evaluación prospectiva para la evaluación de la Neutralidad de GEI
299 **3.4.** Proyectos internacionales de apoyo a la mitigación en Chile
302 **3.5.** Proyectos Transversales de Apoyo a la Acción Climátic
304 **4. ACCIONES Y POLÍTICAS ASOCIADAS A LA MITIGACIÓN EN CHILE**
306 **4.1.** Acciones sectoriales de mitigación
337 **4.2.** Esfuerzos Locales de Mitigación de GEI
341 **4.3.** Iniciativas de mitigación en el sector privado
350 **5. ACCIONES DE MITIGACIÓN NACIONALMENTE APROPIADAS (NAMA)**
350 **5.1.** Las NAMA de Chile
350 **5.2.** Resumen de NAMA Chilenas
356 **6. APLICACIÓN DE PRECIO AL CARBONO PARA ABORDAR LAS EXTERNALIDADES AMBIENTALES**
356 **6.1.** Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto
358 **6.2.** Partnership for Market Readiness (PMR)
360 **6.3.** Impuestos verdes
360 6.3.1. Modernización Tributaria:
361 **6.4.** Precio Social del Carbono
362 **7. MEDICIÓN, REPORTE Y VERIFICACIÓN DE LAS ACCIONES DE MITIGACIÓN**
362 **7.1.** MRV en Chile
363 **7.2.** Iniciativas de MRV en desarrollo
363 7.2.1. MRV impuesto al CO2
364 7.2.2. MRV de acciones de mitigación del sector energía
365 7.2.3. MRV para proyectos de Energías Renovables
366 7.2.4. MRV Comuna Energética
366 7.2.5. Certificado de Ahorro de Proyectos Energéticos (CAPE)
367 7.2.6. MRV Alianza del Pacífico
368 **7.3.** Próximos pasos
368 **7.3.1.** Plataforma de registro e información
370 **BILBLIOGRAFÍA**

377 **Capítulo 5**

OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE LA CONVENCIÓN

378 1. INTROUDCCIÓN
378 2. DESARROLLO Y TRANSFERENCIA TECNÓGICA
379 **2.1.** Institucionalidad para el Desarrollo y Transferencia Tecnologica en Chile
382 **2.2.** Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación
382 **2.3.** Estrategia de Desarrollo y Transferencia Tecnológica para el cambio climático
383 **2.4.** Desarrollo y Transferencia Tecnológica para el cambio climático en Chile
383 **2.5.** Análisis de necesidades tecnológicas
385 **2.6.** Experiencias de desarrollo tecnológico para enfrentar el cambio climático en el sector privado
389 3. OBSERVACION SISTEMÁTICA DE LA VARIABILIDAD DEL CLIMA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO
398 **3.1.** Monitoreo de variables climáticas y del Cambio Climático
401 **3.2.** Centro de Información de Recursos Nturales (CIREN)
401 **3.3.** Sistema Alerta de Marejadas (SAM)
401 **3.4.** Red Agroclimática nacional (RAN) - Portal Agromet
401 **3.5.** Observatorio Agroclimático Nacional del Ministerio de Agricultura
402 **3.6.** Ingraestructura de Datos Geoespaciales - IDE Chile
402 **3.7.** Explorador Climático
402 **3.8.** Sistema nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile (SNICHILE)
402 **3.9.** Exploradores de Energía
403 **3.10.** Simulaciones y proyecciones del Clima
404 4. INFORMACIÓN SOBRE PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN
404 **4.1.** Comité Cinetífico de Cambio Climático
405 **4.2.** Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) y la Investigación nacional en cambio climático
407 **4.3.** Centro de Investigación apoyados por la ANID
410 **4.4.** Centros Nacionales de Investigación en áreas ligadas al Cambio Climático
415 **4.5.** Universidades Chileas e Investigación Cambio Climático
417 **4.6.** Centros Internacionales de Investigación en áreas ligadas al Cambio Climático
418 5. DESARROLLO DE CAPACIDADES, EDUCACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO
419 **5.1.** Procesos de participación ciudadana asociados al cambio climático
422 **5.2.** Disposición pública de la información
423 **5.3.** Género y Cambio Climático
424 **5.4.** Sistema educativo
428 **5.5.** Iniciativas y programas complementarios para la educacion y de sensibilización sobre cambio climático
430 **5.6.** Agenda ciudadana COP25
433 **5.7.** Percepción socioambiental del cambio climático
438 **5.8.** Desarrollo de capacidades en gobiernos subnacionales y comunidades locales.
448 **5.9.** Inclusión de cambijo climático en otros instrumentos o políticas públicas
452 6. ESTRATEGIA FINANCIERA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO
452 **6.1.** Bonos Verdes Soberanos
454 **6.2.** Mea Público-Privada de Finanzas Verdes
456 **BILBLIOGRAFÍA**

463 **Capítulo 6**

NECESIDADES Y APOYO RECIBIDO Y ENTREGADO EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO

464 1. INTRODUCCIÓN
465 2. NECESIDADES, BRECHAS Y BARRERAS
466 **2.1.** Necesidades, brechas y barreras identificadas por el sector público
487 **2.2.** Necesidades, brechas y barreras identificadas por el sector privado
489 3. APOYO A LA ACCIÓN CLIMÁTICA
489 **3.1.** Apoyo recibido en el periodo 2016-2020
496 **3.2.** Apoyo recibido en el marco de Chile como Presidencia COP25
500 **3.3.** Apoyo nacional entregado a actividades relacionadas con cambio climático
529 **BILBLIOGRAFÍA**

502 **Anexos**

530 **Abreviaturas y símbolos empleados**

Fotografía: Bryan Contreras.

PRÓLOGO

Chile ha enfrentado el cambio climático como una Política de Estado. Han pasado cuatro años desde la Comunicación Nacional anterior emitida en 2016, y hemos seguido avanzando de manera progresiva y acelerada para enfrentar este fenómeno, y a pesar de la crisis que vive el mundo por el Covid-19, no hemos cejado.

En abril de 2020, en plena crisis del Covid-19, presentamos nuestra Contribución Determinada a nivel Nacional (NDC), actualizada y reconocida a nivel nacional e internacional por su aumento de ambición. Su elaboración se realizó a través de un proceso participativo, y consideró como base la ciencia y transparencia. Esta nueva NDC incluye un inédito un pilar social que relaciona todos los compromisos de la NDC con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), y que contempla un proceso transición justa para la descarbonización de la matriz energética. Esta nueva NDC establece nuestros compromisos en mitigación, adaptación y un componente de integración que contempla compromisos concretos en océanos, turberas, bosques, economía circular.

Respecto a la mitigación, Chile se compromete a alcanzar su *peak* de emisiones a más tardar al 2025, un presupuesto de emisiones entre el 2020 y 2030, tal como pide la ciencia, en el camino a la carbono neutralidad al 2050. Esta ruta ya se ha iniciado con una serie de iniciativas, destacándose el cierre y reconversión de centrales a carbón. En esta senda de descarbonización, también la Estrategia de Hidrogeno verde jugará un rol clave, pues busca producir el hidrógeno verde más barato del planeta para 2030, estar entre los 3 principales exportadores para 2040; y contar con 5 GW de capacidad de electrólisis en desarrollo al 2025.

Respecto a adaptación, nuestro país también se ha comprometido a aportar a la meta global de adaptación y avanzar a la resiliencia al cambio climático al 2050. En los últimos años se ha avanzado en forma progresiva y decidida en la adaptación como un eje central de la acción climática, preparándonos paulatinamente para reducir la alta vulnerabilidad de nuestro país frente al cambio climático. Se han diseñado y se encuentran en implementación ocho planes de adaptación, estos son: Biodiversidad, Silvoagropecuario, Energía, Turismo, Infraestructura, Ciudades, Salud y Ciudades. Además, existen otros tres planes que están en etapa de diseño: Recursos Hídricos, Minería y Borde Costero.

A través de estos planes se ha logrado desarrollar e instalar capacidades en las instituciones gubernamentales

Fotografía: PxHere.

a nivel nacional y subnacional, incorporando el cambio climático en sus programas, políticas, visiones y en su estructura. Además, se ha fomentado el desarrollo de instancias de coordinación intersectorial a distintas escales, como es el Equipo Técnico Interministerial (ETICC) y los Comités regionales de Cambio Climático (CORECC), a través del Plan Nacional de Adaptación. E iniciamos también durante el 2020 el desarrollo de Planes de acción regional de Cambio Climático (PARCC), con pilotos para cuatro regiones en el norte, centro y sur del país.

La adaptación es un proceso de aprendizaje continuo, que requiere de información clara, basada en la ciencia y actualizable. Es por ello hemos desarrollado en conjunto con la ciencia el Atlas de Riesgo Climático en Chile a Nivel Comunal, lo que nos permite tener claridad respecto al diagnóstico del país ante los impactos del cambio climático, y poder realizar seguimiento de las acciones y políticas que buscan poder disminuir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia a los efectos del cambio climático. Todo esto a través de una herramienta viva que se dispone en una plataforma web pública y dinámica que permite acceder a información respecto a las amenazas, exposición y vulnerabilidad de las 346 comunas del país considerando el impacto histórico del cambio climático entre 1990 a 2010 y proyectado entre 2035 a 2065.

Hoy nos encontramos elaborando de manera participativa, la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), que fue también definida en el Acuerdo de París, que esperamos presentar en la COP26.

Como país, en los últimos años, hemos impulsado con fuerza la acción climática como política de Estado, de manera que trascienda a los gobiernos de turno y que

sea la base de la política de crecimiento y desarrollo sustentable de Chile, estableciendo metas climáticas claras y ambiciosas, basadas en la ciencia, y con una participación del sector privado cada vez más relevante.

Por ello, hemos establecido el compromiso de Chile con la carbono-neutralidad y resiliencia al 2050, impulsando el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, siendo Chile el primer país de América Latina que lo comprometerá por Ley esta meta. Este Proyecto de Ley, que se encuentra en tramitación, fue presentado al Congreso en enero de 2020, y agosto del 2020 fue aprobado en general por unanimidad por la Sala del Senado.

Enfrentar con decisión el cambio climático es imprescindible para garantizar un desarrollo sostenible. Para esto, debemos derribar el mito de que la acción climática se opone al crecimiento económico y al desarrollo social. El estudio realizado en Chile con el Banco Mundial demostró que alcanzar la Carbono Neutralidad de Chile al 2050, permitiría aumentar el PIB de nuestro país en 4,4% y trae beneficios netos para Chile que superan los 30 mil millones de USD, y estos beneficios se multiplican al considerar su impacto social y ambiental.

Para lograr las metas que nos hemos establecido, es clave movilizar financiamiento para potenciar y ampliar la acción climática, es por ello que hemos trabajado con decisión en finanzas climáticas incluyendo acciones como la formación de la Mesa público-privada de Finanzas Verdes, la Estrategia Financiera frente al Cambio Climático, y la emisión de más de US$7.700 millones en Bonos Verdes Soberanos.

El fuerte compromiso de Chile por impulsar la acción climática tanto en el país como a nivel internacional, se reforzó con la presidencia de la COP25. Lo que nos permitió reforzar la política climática con compromisos ambiciosos y avanzar en la sensibilización de nuestra sociedad, convocando a la ciencia, el sector privado y la sociedad civil.

El trabajo conjunto nos permitirá transitar a un desarrollo limpio, sustentable e inclusivo, para enfrentar con decisión el cambio climático y mejorar de manera significativa la calidad de vida de las personas de nuestro país.

Fotografía: PxHere.

Fotografía: Tomás Gómez.

Resumen Ejecutivo

La Cuarta Comunicación de Chile reporta los avances de Chile en la implementación de los objetivos y principios de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) registrados en el período 2017-2020, siguiendo los requerimientos y guías de la Convención para la preparación de este tipo de documentos. De acuerdo a estas recomendaciones, se presenta en esta Comunicación, las circunstancias nacionales (Capítulo 1), los resultados del inventario nacional de emisiones y absorción de gases de efecto invernadero (Capítulo 2), los principales avances en los ámbitos de la vulnerabilidad del país y su adaptación al cambio climático (Capítulo 3), la mitigación de gases de efecto invernadero (capítulo 4), otra información relevante para el logro del objetivo de la Convención (Capítulo 5) y, por último, e detalla el apoyo recibido en materia de acción climática y los obstáculos, brechas y necesidades identificadas para el país durante el proceso de preparación de esta comunicación (Capítulo 6). Para realizar esta comunicación se contó con el apoyo financiero principal del Fondo Mundial para el Medio Ambiente, el que fue implementado a través de la oficina del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Gobierno de Chile.

1. CIRCUNSTANCIAS NACIONALES

1.1 Perfil geográfico y social

Chile es un país tricontinental cuyo territorio se asienta en la parte occidental y meridional de América del Sur. Incluye la Isla de Pascua, en Oceanía, y se prolonga hacia el sur en la Antártica. También forman parte del territorio nacional, el archipiélago Juan Fernández y las islas Salas y Gómez, San Félix y San Ambrosio. Además, comprende la zona económica exclusiva de 200 millas náuticas y la plataforma continental correspondiente. Posee una superficie total de 2.006.096 km^2, sin considerar el territorio marítimo (mar territorial, ZEE y plataforma continental), la cual se distribuye en 755.932 km^2 que corresponden a América del Sur, 1.250.000 km^2 a la Antártica y 163,6 km^2 a Oceanía.

Chile es una República unitaria cuyo marco político-administrativo se estructura en tres niveles territoriales de gobierno: regiones administrativas (16), provincias (54) y comunas[1] (346). Con una población total según el CENSO 2017 de 17.574.003 personas, la cual no se distribuye homogéneamente, sino que está fuertemente concentrada en la Región Metropolitana 40,5%, luego la sigue Biobío con un 11,6% y por último Valparaíso 11,6%. Las tres juntas concentran el 62,4% de la población.

En el país se reconocen 9 etnias indígenas, donde la mayor población corresponde a las etnias mapuche (84,8% del total indígena) y aimara (6,6% del total indígena). A su vez, el país ha experimentado una corriente inmigratoria importante. Entre los años 2015 y 2017 se incrementó en más del doble el número de inmigrantes, los cuales provienen mayoritariamente de Venezuela, Perú y Colombia.

1.2. Perfil económico

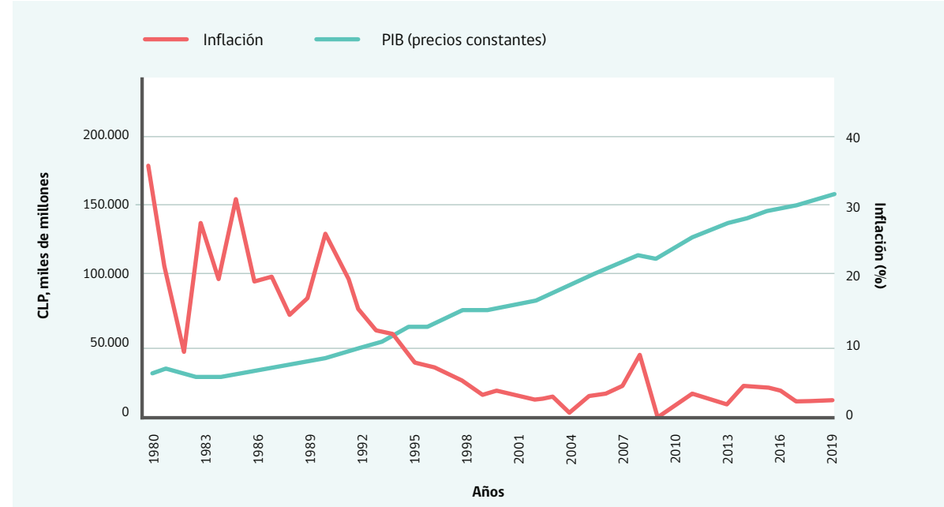
Chile posee un modelo económico abierto y estable, que favorece el comercio y la inversión, y que se apoya en una creíble institucionalidad fiscal y monetaria, además de un sistema financiero robusto y bien monitoreado. Si bien la economía se ha diversificado en años recientes la actividad minera concentra parte importante de las exportaciones, que al año 2019 correspondieron al 52,2% del total exportado por el país (Banco Central, 2020). En los últimos veinte años Chile ha experimentado un crecimiento económico constante producto de años de responsabilidad fiscal, lo cual permitió fortalecer su posición crediticia, como puede apreciarse en la figura RE-1 . Por otra parte, la deuda bruta pública del país ha aumentado sostenidamente en los últimos 5 años, la cual a diciembre del 2019 representa un 27,9% del PIB (DIPRES, 2020).

Si bien la economía de Chile destaca en la extracción de recursos naturales y bienes primarios, la mayor proporción del PIB corresponde al aporte de los servicios financieros y personales (en suma, el 27,24%), seguida del comercio, restaurantes y hoteles e industria manufacturera (en suma, el 21,34%).

Fotografía: Tomás Gómez.

1. El artículo 110 de la Constitución Política de la República de Chile señala: "Para el gobierno y administración interior del Estado, el territorio de la República se divide en regiones y estas en provincias. Para los efectos de la administración local, las provincias se dividirán en comunas. La creación, supresión y denominación de regiones, provincias y comunas; la modificación de sus límites, así como la fijación de las capitales de las regiones y provincias, serán materia de Ley Orgánica Constitucional" y de iniciativa exclusiva del Presidente de la República.

Figura RE-1. PIB nacional a precios constantes e inflación, como índice de precios al consumidor (IPC) promedio anual.



Fuente: Banco Mundial (2020).

Fotografía: Bryan Contreras.

En la siguiente tabla se resumen los principales Indicadores geográficos y socioeconómicos

Tabla RE-X: Principales indicadores geográficos y socioeconómicos nacionales

Información		Fuente
Geografía y población		
Superficie:		
Superficie total	2.006.096 km²	Instituto Geográfico Militar (IGM)
Superficie sudamericana	755.915 km²	
Superficie oceánica (Isla de Pascua)	181 km²	
Usos de la tierra:		
Áreas de uso agrícola	4,21%[2]	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Bosques nativos	19,37%	
Plantaciones forestales y bosques mixtos	4,36%	
Praderas y matorrales	30,39%	
Áreas urbanas e industriales	0,67%	
Áreas desprovistas de vegetación	28,70%	
Áreas marinas protegidas	147.186 mil ha	Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Registro Nacional de áreas Protegidas
Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SNASPE)	18.090 mil ha	
Población:		
Población año 2002 (personas)	15.116.435	Instituto Nacional de estadísticas (INE) CENSO 2017
Población año 2017 (personas)	17.574.003	
Hombres año 2017 (%)	48,9	
Mujeres año 2017 (%)	51,1	
Población año 2020 (estimada)	18.896.684 personas	
Población año 2050 (estimada)	20.204.779 personas	
Hombres año 2050 (estimada)	9.904.861 personas	
Mujeres año 2050 (estimada)	10.299.918 personas	
Población rural año 2017 (%)	12,5	
Población indígena año 2017 (personas)	2.185.792	Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (Casen 2017)
Población mapuche año 2017	143.7308 personas	
Población aimara año 2017	112.253 personas	
Población migrante año 2017 (personas)	354.581 personas	
Inmigrantes peruanos año 2017	172.584 personas	
Inmigrantes venezolanos año 2017	188.132 personas	
Inmigrantes colombianos año 2017	115.834 personas	
Desarrollo social		
Esperanza de vida año 2017	79,3 años	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Mortalidad infantil año 2015 (por cada mil nacidos vivos)	6,9	
Tasa de alfabetización año 2017	96,4%	UNICEF
Población urbana conectada a alcantarillado año 2018	97,17%	Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)
Población urbana con suministro de agua potable año 2018	99,93%	
Aguas servidas tratadas en plantas de tratamiento año 2018	99,98%	
Índice de desarrollo humano año 2018	0,842	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
Población en pobreza extrema año 2017	2,3%	Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (Casen)
Población en pobreza año 2017	6,3%	
Delta entre 10% más rico y 10% más pobre año 2017	30,8	
Coeficiente de Gini año 2017	0,502	Banco Mundial

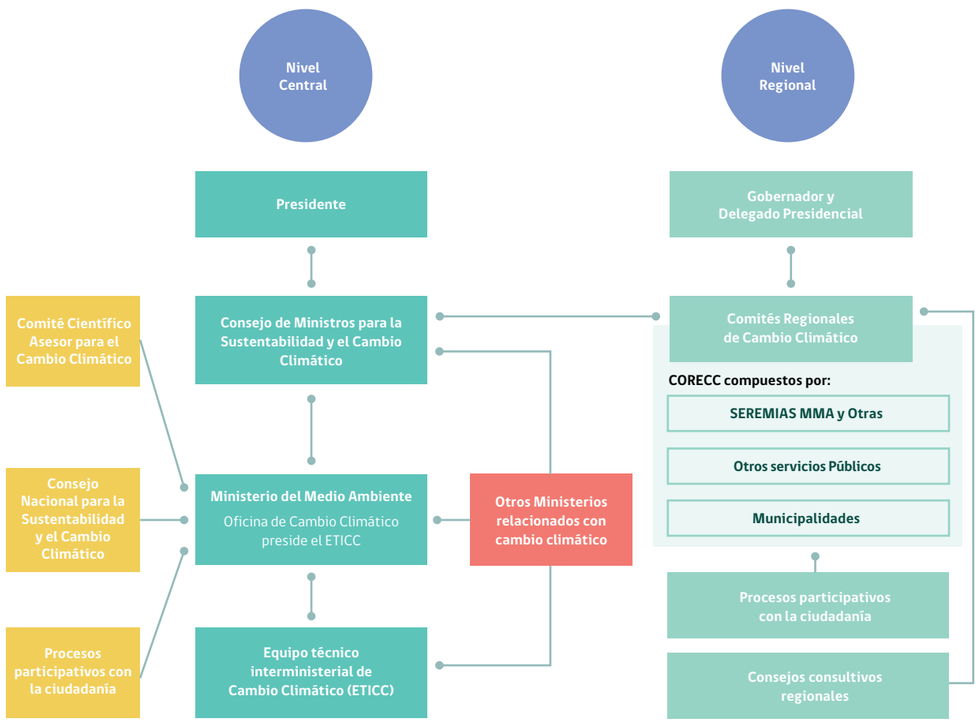
2. Respecto de la superficie sudamericana y oceánica.
3. Purchasing power parity (USD)
4. En este caso, fuentes no renovables se refiere a termoelectricidad.

Información		Fuente
Actividad económica		
PIB 209	282.254 millones USD	Fondo Monetario Internacional (FMI)
PIB per cápita, en 2019	24.225 USD[3]	
Crecimiento estimado del PIB para el 2020 estimado	-4,3 / - 6,0 % (rango)	Banco Mundial
Crecimiento estimado del PIB para el 2021	3,0 / 4,0 % (rango)	
Exportación de materias primas año 2019 (% de exportaciones totales)	28,2%	
Exportación de bienes y servicios % del PIB año 2019	28,21% PIB	Banco Mundial
Balanza comercial año 2019	89 millones USD	Banco Central
Exportaciones mineras año 2019(millones de USD)	36.461	
Exportaciones silvoagropecuarias año 2019 (millones de USD)	6.704	
Exportaciones industriales año 2019(millones de USD)	26.723	
Energía		
Capacidad instalada de fuentes no renovables[4] en matriz eléctrica marzo 2020	52,2%	Comisión Nacional de Energía (CNE)
Capacidad instalada neta de generación eléctrica marzo 2020	24.128 MW	
Hidroelectricidad en la matriz eléctrica marzo 2020	25,5%	
ERNC marzo 2020	22,3%	
ERNC proyectada año 2050	60%	Ministerio de Energía (Minenergía)
Cobertura eléctrica nacional enero 2019	99,6%	
Cobertura eléctrica rural enero 2019	96,5%	
Agricultura y silvicultura		
Exportaciones silvoagropecuarias año 2017	15.730 millones USD	Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA)
Exportaciones silvoagropecuarias año 2018	17.746 millones USD	
Exportaciones silvoagropecuarias año 2019	16.725 millones USD	
Superficie agrícola año 2018	3,19 millones ha	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Superficie bajo riego año 2015	1,1 millones ha	
Superficie forestal año 2018	17,9 millones ha	
Superficie bosque nativo año 2018	14,6 millones ha	
Superficie plantaciones forestales año 2018	3,3 millones ha	
Superficie forestada año 2018	1.457 ha	
Superficie reforestada año 2018	99.40794.000 ha	
Número de trabajadores año 2014	703, mil personas	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Número de trabajadores año 2017	794,7 mil personas	
Acuicultura y pesca		
Cosecha de centros de acuicultura año 2019	1,3 millones t	Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca)
Desembarque total 2019	3.460.081	
Producción de pescados año 2019 como % del desembarque total	78,37%	
Producción de moluscos año 2019 como % del desembarque total	12,83%	
Producción de algas año 2019 como % del desembarque total	6,46%	
Minería		
Extracción de hierro año 2018	8.942,6 mil t métricas finas	Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin)
Extracción de cobre año 2018	5.872 mil t métricas finas	
Producción de cloruro de sodio año 2018	10.012,1 t	
Producción de carbonato de calcio 2018	6.619,3 t	
Producción de compuestos de azufre 2018	4.515,2 t	
Transporte		
Parque del transporte particular y otros año 2019	5.186.521 unidades	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Parque del transporte colectivo año 2019	216.440 unidades	
Parque del transporte de carga año 2019	1.448 unidades	

1.3 Institucionalidad relativa al cambio climático

La institucionalidad nacional que se hace cargo del cambio climático en Chile convoca prácticamente a todo el aparato del Estado, a través de instancias y organismos con roles diferenciados en la definición de políticas, estrategias y acciones, y también en su ejecución. En la Figura RE-2 se muestra el esquema de la estructura institucional nacional relativa al cambio climático.

Figura RE-2. Esquema de la estructura institucional para la implementación de políticas de cambio climático.



Fuente: Elaboración propia.

Dentro de la institucionalidad nacional, el Ministerio del Medio Ambiente juega un papel fundamental en materia de cambio climático, pues le corresponde proponer políticas y formular planes, programas y planes de acción en colaboración con los distintos niveles del aparato administrativo del Estado. Esta tarea recae en la Oficina de Cambio Climático (OCC). También le corresponde al MMA velar por el cumplimiento de las convenciones internacionales en que Chile es parte en materias ambientales, en que la OCC cumple el punto focal en varias de ellas. En coordinación con la OCC, otras divisiones y oficinas del MMA han asumido acciones específicas en el tema del cambio climático.

Por su parte, otros ministerios – y unidades al interior de estos – han asumido roles y acciones directas relacionadas al cambio climático de diversa índole, tales como elaboración de planes, programas y proyectos, como también compromisos internacionales en la materia.

Forman parte integral de la institucionalidad las instancias de coordinación sobre cambio climático, que permiten la colaboración entre los sectores y unidades administrativas del Estado a distintos niveles. Las cuatro principales instancias son 1) el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad (CMS), que es la máxima instancia rectora en la materia; 2) el Equipo Técnico Interministerial en Cambio Climático (ETICC), instancia de coordinación interministerial; 3) los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC), instancia de coordinación regional; y 4) el Consejo Nacional para la Sustentabilidad y el Cambio Climático, instancia representativa de los distintos sectores de la sociedad.

1.4 Compromisos Internacionales

Desde que el cambio climático entró en la agenda pública internacional, Chile ha mantenido permanentemente una posición proactiva, con un incremento sostenido de su importancia en la política pública y también en los compromisos internacionales que ha adquirido. El más reciente y uno de los más relevantes es la NDC actualizada y presentada en 2020, cuyos elementos principales se señalan en la sección 7 de Capítulo 1. Otros de los principales compromisos son los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), las Comunicaciones Nacionales (CN) e Informes Bienales de Actualización (IBA), y el Compromiso voluntario como parte del Acuerdo de Copenhague.

1.5 Políticas Nacionales de Cambio Climático

En la actualidad, Chile cuenta con diversos instrumentos de política pública que buscan abordar al cambio climático, algunos de carácter nacional, otros de tipo sectorial, y otros de nivel subnacional. En los últimos años se han estado desarrollando instrumentos de gran relevancia como es el caso del Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático entre otros, algunos en fase de tramitación o de diseño.

1.5.1. Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático

Este Proyecto de Ley responde, entre otras cosas, a la necesidad de establecer un marco jurídico que permita asignar responsabilidades de reducción de emisiones y exigir la implementación y reporte de medidas de mitigación de emisiones y adaptación a los impactos del cambio climático. Entre junio y julio de 2019 se llevó a cabo la consulta ciudadana del Anteproyecto de Ley Marco de Cambio Climático, además de talleres participativos en todas las regiones del país. El 13 de enero de 2020 fue ingresado al Senado para su primer trámite constitucional, el 25 de octubre el Proyecto de Ley fue aprobado en general y en la actualidad se encuentra con en el Senado con Suma Urgencia.

El Proyecto de Ley considera el establecimiento de los componentes esenciales para la gestión del Cambio Climático en Chile, de manera de alcanzar la carbono neutralidad y aumentar la resiliencia al año 2050. Para ello considera la formalización y complementación de la institucionalidad existente, estableciendo los instrumentos de gestión necesarios para abordar este fenómeno y las responsabilidades sectoriales, así como también la incorporación del cambio climático en otras políticas públicas, el financiamiento, los Instrumentos económicos y sistemas de información para el cambio climático.

1.5.2. Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022 (PANCC II)

El Plan, que en junio de 2017 fue aprobado por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, tiene por objetivo principal hacer frente a los desafíos del cambio climático en el territorio nacional a la vez que apoya la implementación de los acuerdos adoptados ante la CMNUCC, mediante la articulación de una política climática transversal a los sectores, en el corto y mediano plazo.

1.5.3. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y Planes sectoriales de adaptación

En diciembre de 2014 fue aprobado por Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y se constituye como un instrumento articulador de la política pública de adaptación al cambio climático. El plan estableció nueve sectores que debían elaborar planes de adaptación, de los cuales actualmente se cuenta con siguientes Planes: Silvoagropecuario, Biodiversidad, Pesca y Acuicultura, Salud, Servicios de Infraestructura, Energía, Ciudades y Turismo. Está en desarrollo el Plan de Recursos Hídricos.

1.5.4. Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP)

Este instrumento, define los lineamientos de largo plazo del país en materia de cambio climático en un horizonte de 30 años. Dentro de los desafíos que enfrenta la elaboración de este documento está la transición a un desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero, hasta alcanzar y mantener la neutralidad, reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de los efectos adversos del cambio climático y dar cumplimiento a los compromisos internacionales asumidos por el Estado de Chile.

Entre los contenidos más relevantes de este instrumento está un presupuesto nacional de emisiones de gases de efecto invernadero al año 2030 y 2050, y los presupuestos de emisión sectoriales, los que deben cumplirse en un plazo de 10 años. Adicionalmente, define lineamientos en materia de adaptación al cambio climático, así como de evaluación de riesgos considerando la vulnerabilidad de cada sector específico (MMA, 2020).

Los pilares en los que se basa la construcción de la ECLP, se alinean con los principios del Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático y son los siguientes:

a) **Ciencia:** las medidas apropiadas y eficaces de mitigación y/o adaptación para enfrentar los efectos adversos del cambio climático, se adoptarán sobre la base de la mejor evidencia científica disponible.

b) **Costo-efectividad:** la gestión del cambio climático priorizará aquellas medidas que, siendo eficaces para la mitigación y adaptación, sean las que representan menores costos económicos, ambientales y sociales.

c) **Integración:** El diseño de metas y medidas considerará la gobernanza e instrumentos existentes a nivel sectorial (horizontal) y regional (vertical).

d) **Social:** Las metas, indicadores y compromisos que se definan en la ECLP tendrán como centro a las personas en sus territorios, estableciendo con claridad como aportan al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

1.6 COP 25 Chile-Madrid

Sin duda, uno de los grandes titulares del año 2018 fue la decisión del secretariado de la Convención Marco de las Naciones Unidas frente al Cambio Climático (UNFCCC) de otorgar a Chile la presidencia de la COP25, después de el ofrecimiento hecho por el país ante la renuncia de Brasil. El lugar que se seleccionó para llevar a cabo la COP fue el Parque Cerrillos en Santiago, sin embargo, debido a manifestaciones sociales que comenzaron en octubre de 2019, no fue posible realizar la COP en Chile. No obstante, la secretaría de la CMNUCC solicitó a Chile que mantuviera la Presidencia, transfiriendo la COP25 de Santiago a Madrid, España. El evento se llevó a cabo entre el 2 y 13 de diciembre de 2019 en la Institución Ferial de Madrid (IFEMA) con el apoyo logístico del Gobierno de España, manteniendo la mayor parte de su estructura original.

La Presidencia COP25 organizó un pabellón chileno en la llamada "zona azul" de la COP25, un espacio de reunión donde se celebraron más de 60 eventos paralelos a las negociaciones. Estos eventos tuvieron varios formatos (presentaciones, talleres y charlas) y se centraron en estimular el debate, promover cambios, acelerar transformaciones e implementar acciones climáticas en diferentes áreas y sectores. Estos eventos fueron organizados en alianza con actores nacionales e internacionales del sector público y privado, sociedad civil, academia, organizaciones internacionales y otros. La presidencia chilena de la COP25, previo al evento, participó en las reuniones pre-sesionales de Bonn 2019, la Cumbre Climática 2019 de Nueva York y la reunión Pre-COP de Costa Rica 2019.

Chile, en su papel de Presidencia de la COP25, estableció como prioridad generar participación y compromisos de diferentes sectores y partes interesadas, tanto actores estatales como no estatales, chilenos e internacionales, en el marco de la COP y posterior a la ejecución del evento. El equipo de negociación en la COP25 fue dirigido por el Ministerio de Relaciones Exteriores, y logró promover las prioridades de negociación de la Presidencia. El equipo tuvo una alta calidad técnica y profesional, y estuvo constituido por personas de diferentes orígenes y pensamientos políticos.

1.7 Contribución Nacional Determinada de Chile

Chile comenzó la actualización de la NDC a partir del año 2017, con el trabajo del sector público que se reunió a definir cuáles serían los principales elementos para actualizar. Los años posteriores - 2018 y 2019 - se continuo con el proceso incluyendo a representantes de la sociedad civil, del sector privado, de la academia, del mundo científico y de las ONGs. Producto de lo anterior, se elaboró un documento de propuesta de actualización de la NDC que fue sometido a consulta pública a contar del 15 de octubre del 2019 hasta el 2 de diciembre del mismo año. Finalizado este proceso, la versión actualizada de la NDC, fue entregada el 8 de abril del 2020 a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Esta actualización se estructura en 5 pilares, en los cuales se aprecia el aumento de ambición en cada uno de sus componentes: Mitigación, Adaptación, Integración, Medios de Implementación y el pilar de Transición justa y Desarrollo Sostenible.

2. INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO, 1990-2018

2.1 Introducción

El presente es el sexto Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) presentado por Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en cumplimientos del artículo 4, párrafo 1(a), y el artículo 12, párrafo 1(a), de dicha Convención, y la decisión 1 de la Conferencia de las Partes número 16 de Cancún.

El INGEI de Chile fue elaborado siguiendo las *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, abarca todo el territorio nacional e incluye las emisiones y absorciones de dióxido de carbono (CO_2) y las emisiones de metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6) en una serie de tiempo que va desde 1990 a 2018.

Puntos clave del INGEI de Chile serie 1990-2018

- En el 2018, las emisiones de gases de efecto invernadero totales del país (excluyendo UTCUTS) fueron de 112.313 kt CO_2 eq, incrementándose en un 128 % desde 1990 y en un 2 % desde 2016. El principal GEI emitido fue el CO_2 (78 %), seguido del CH_4 (13 %), N_2O (6 %), y los Gases fluorados (3 %).
- El sector Energía es el principal emisor de GEI representando el 77 % de las emisiones totales en 2018, mayoritariamente por las emisiones producto de la quema de carbón mineral y gas natural para la generación eléctrica; y de combustibles líquidos para el transporte terrestre.
- El sector Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) es el único que absorbe GEI en el país, y se mantiene como sumidero durante toda la serie temporal. En el 2018, el balance de GEI contabilizó -63.992 kt CO_2 eq debido principalmente al incremento de la biomasa en renovales de bosque nativo y en plantaciones forestales. Se destaca un máximo de emisiones del sector en 2017 cuando fueron afectadas 570.000 ha por incendios en Tierras forestales, Tierras de cultivo y Pastizales.
- El balance entre emisiones y absorciones de GEI de Chile (incluyendo UTCUTS) alcanzó los 48.321 kt CO_2 eq.

2.2 Arreglos institucionales y elaboración del INGEI de Chile

Desde 2012, el Área de Inventarios de GEI del Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente (OCC del MMA) diseña, implementa y mantiene el Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Chile (SNICHILE). Este sistema contiene las medidas institucionales, jurídicas y de procedimientos establecidas para la actualización bienal del INGEI de Chile, garantizando de esta forma la sostenibilidad de la preparación de los inventarios de GEI en el país, la coherencia de los flujos de GEI notificados y la calidad de los resultados. El SNICHILE lo componen equipos del Ministerio de Energía, Ministerio de Agricultura y MMA. La elaboración del INGEI actual comenzó durante el primer semestre de 2019, y concluyó a mediados de 2020.

2.3 Tendencias de las emisiones de gases de efecto invernadero de Chile

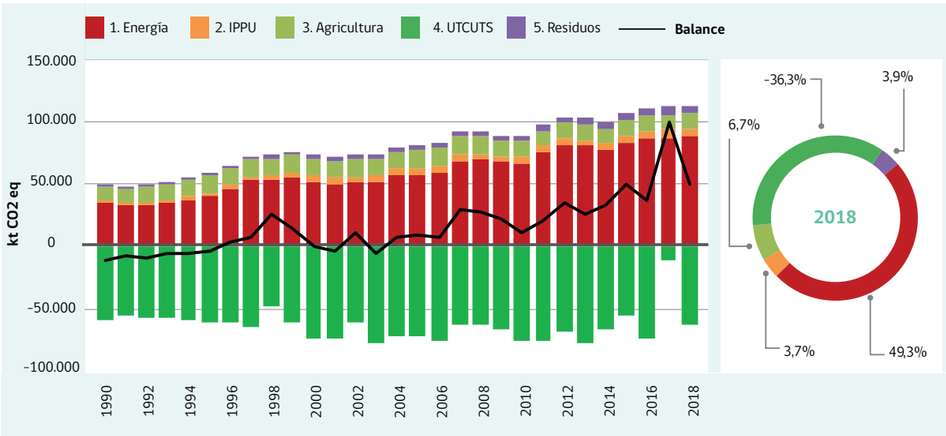
En 2018 las emisiones de GEI totales del país se incrementaron en 129 % desde 1990 y en un 2 % desde 2016 (Tabla RE1). Los principales causantes de esta tendencia son la quema de combustibles fósiles y las Tierras forestales. Los valores que escapan de la tendencia en el balance (Figura RE-1) son consecuencia, principalmente, de los incendios forestales contabilizados en el sector UTCUTS.

Tabla RE-1. INGEI de Chile: balance y emisiones totales de GEI (kt CO_2 eq) por sector, serie 1990-2018.

Sector	1990	2000	2010	2013	2016	2017	2018
1. Energía	33.631,4	51.746,4	66.607,7	79.901,3	86.191,0	86.896,1	86.954,3
2. IPPU	2.224,2	4.803,6	4.279,6	5.084,5	5.977,1	6.079,8	6.611,3
3. Agricultura	11.834,8	13.708,9	12.921,1	12.597,4	11.881,3	11.724,0	11.789,4
4. UTCUTS	-60.152,6	-73.364,3	-76.966,4	-77.561,5	-74.697,9	-11.710,3	-63.991,9
5. Residuos	1.519,0	2.742,6	4.133,6	5.095,1	6.106,6	6.515,7	6.957,6
Balance[5]	**- 10.943,1**	**- 362,9**	**10.975,6**	**25.116,9**	**35.458,2**	**99.505,3**	**48.320,7**
Total[6]	**49.209,5**	**73.001,4**	**87.942,1**	**102.678,4**	**110.156,0**	**111.215,6**	**112.312,6**

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

Figura RE-3. INGEI de Chile: balance de GEI (kt CO_2 eq) por sector, serie 1990-2018.



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

Las emisiones de GEI totales estuvieron dominadas por el CO_2, que representó el 78 %, seguido del CH_4 con el 13 % y del N_2O con el 6 %. Los gases fluorados contabilizan colectivamente el 3 % de las emisiones de GEI totales del país al 2018.

El sector Energía es el principal emisor nacional de GEI alcanzando un 77 % del total nacional, e incrementándose en 159 % desde 1990 y de 1 % desde 2016. El principal causante de la tendencia es el aumento sostenido de consumo energético del país, incluyendo el consumo de carbón mineral y gas natural para la generación eléctrica y el consumo de combustibles líquidos para transporte terrestre mayormente diésel y gasolina. Las principales subcategorías son *Industrias de la energía* con el 39 % de participación, seguida de un 33 % de *Transporte*, 18 % de *Industrias manufactureras y de la construcción* y 9 % de *Otros sectores*.

El sector IPPU, con un 6 % del total de emisiones en 2018, incrementó en un 197 % desde 1990 y en un 11 % desde 2016. Esto se explica debido principalmente al aumento del uso de los HFC en la refrigeración, sumado al crecimiento sostenido, aunque irregular, de las emisiones de las industrias del cemento, cal y el vidrio. En 2018 el 58 % de las emisiones de GEI corresponden a la categoría *Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono*, seguido de un 23 % de *Industria de los minerales*.

El sector Agricultura representó el 11 % de las emisiones de GEI totales en 2018, disminuyendo en un 0,4 % desde 1990 y en un 0,8 % desde 2016, debido mayormente a la baja de la población del ganado bovino y ovino que se ha registrado durante la última década. Respecto a las categorías, el 42 % de las emisiones de GEI corresponden a *Fermentación Entérica*, le siguen con 40 % de *Suelos Agrícolas* y 13 % por *Gestión del Estiércol*.

El sector UTCUTS es el único que consistentemente absorbe CO_2 en el país, lo que lo convierte en uno de los más relevantes por su potencial de mitigación.

5. El término «balance de GEI» se refiere a la sumatoria de las emisiones y absorciones de GEI, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO_2eq). Este término incluye al sector UTCUTS en su totalidad.

6. En el presente informe, el término «emisiones de GEI totales» refiere solo a la sumatoria de las emisiones de GEI nacionales, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO_2 eq). Este término excluye las fuentes de emisiones y sumideros de absorción del sector UTCUTS.

Entre 1990 y 2018 aumentó su condición de sumidero en un 6 %, a pesar de que entre 2016 y 2018 la disminuyó en un 14 %. Las categorías de *Tierras forestales* y los *Productos de madera recolectada* son las más importantes del sector en términos absolutos entre emisiones y absorciones del sector con un 83 % y un 10 % respectivamente. Los incendios forestales tienen un efecto importante en la tendencia de las emisiones y absorciones de GEI debido a que son capaces de alterar las tendencias, generando máximas de emisiones en 1998, 1999, 2002, 2015 y 2017.

El sector Residuos representó el 6 % de las emisiones de GEI totales en 2018, incrementándose en un 358 % desde 1990 y en un 14 % desde 2016, debido al aumento de la población y sus residuos generados y al aumento de residuos industriales. El 65 % de sus emisiones corresponden a la categoría *Disposición de residuos sólidos* y el 30 % a *Tratamiento y descarga de aguas residuales.*

3. VULNERABILIDAD DEL PAÍS Y SU ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

En los últimos años se han realizado importantes avances en la generación de evidencia científica sobre el fenómeno del cambio climático. Se ha mejorado el conocimiento respecto de impactos de extrema severidad para Chile, tales como la mega-sequía, los mega-incendios y las inundaciones, y en general respecto de la vulnerabilidad y riesgos del país.

Las soluciones de adaptación en Chile, han ocurrido en el ámbito de la política pública nacional, las empresas, la academia y la sociedad civil; abarcando también la escala sub-nacional. Se ha avanzado en la toma de conciencia de la magnitud de los impactos del cambio climático y de la necesidad de contar con respuestas adaptativas, en un contexto nacional de demandas sociales, donde algunas aristas tienen relación directa con la crisis climática.

3.1 Tendencias y Proyecciones de Cambio Climático

Uno de los principales avances registrados en el período, en la evaluación de la vulnerabilidad y los riesgos, es la elaboración del Atlas de Riesgos Climáticos ARCLIM, impulsado por el Ministerio del Medio Ambiente y financiado por la Corporación Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ), que reúne información cartográfica sobre riesgos climáticos en Chile. El Atlas fue desarrollado por el Centro de Ciencia del Clima y Resiliencia (CR2) y el Centro de Cambio Global de la Pontificia Universidad Católica de Chile (CCG), con la colaboración de numerosas universidades y centros de investigación del país. Se analizaron los riesgos climáticos de forma integral y multidisciplinaria a través de indicadores de amenazas, exposición y vulnerabilidad, considerando la diferencia entre el periodo actual (línea base (1980-2010) y futuro (2035-2065) bajo el escenario RCP8.5 del IPCC, utilizándose el promedio de entre 20 y 30 simulaciones en base a Modelos de Clima Global (GCM).

Otros estudios y datos que han permitido evaluar las tendencias y proyecciones que se presentan en este capítulo, son: los reportes de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC); la actualización del Balance Hídrico Nacional (DGA, 2017a); y el estudio Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile (MMA, 2019h).

3.1.1. Tendencias históricas

Respecto de la temperatura media, en un 13% de las estaciones de un total de 101 analizadas, se presenta un incremento mayor a 1°C, un 82% tiene un incremento positivo menor a 1°C y el 5% de las estaciones registra una disminución en la temperatura promedio, para la década 2009-2019, respecto del periodo 1961-1990. La precipitación anual presenta una tendencia de disminución de un 7% por década, con una importante variación dependiendo de la ubicación, siendo la zona central del país, la que presenta la mayor tendencia al secamiento, con un 14% por década.

Otras variables que se han medido son el Índice de Precipitación-Evapotranspiración Estandarizado, que muestra una situación de sequía preponderante, entre las regiones de Valparaíso y el Biobío y en zonas costeras entre las regiones de Arica y Parinacota y Antofagasta (déficit hídrico). En el altiplano del Norte Grande y en zonas más australes del país, un porcentaje alto de meses muestra superávit hídrico relativo, para el periodo considerado entre 2010 y 2018.

La altura de la isoterma 0°C, para la zona norte (Antofagasta), presenta la mayor tendencia al alza de 36 m/década. La zona central (Santo Domingo) y sur (Puerto Montt) presentan aumentos de 17 y 12 m/década respectivamente. En la zona austral se observa un descenso que alcanza -18 m/década en Punta Arenas. En el período posterior al año 2000, se observa un aumento, con un mayor incremento en la zona sur de 75 m/década, mientras que en Punta Arenas, se revierte la tendencia negativa.

Respecto a los eventos extremos, cambios en temperatura máxima y mínima, noches cálidas, noches frías,

amplitud térmica y el máximo de temperatura mínima afectan, a una mayor parte del territorio de forma significativa. Con respecto a la precipitación, los días y el total de precipitación intensa se están incrementando en la zona norte del país, siendo Arica y Antofagasta las que muestran los principales cambios.

El nivel medio del mar se encuentra altamente afectado por las variaciones corticales asociadas al ciclo sísmico, presentando una distribución espacial no homogénea, con aumentos de hasta 0,38 [mm/año] en San Antonio y disminuciones de hasta -0,40 [mm/año] en Puerto Montt.

Respecto del clima de oleaje medio, MMA (2019h) efectuó un análisis histórico frente a la costa chilena, mostrando alturas significativas con un aumento en el rango de 0,003 y 0,011 [m/año], siendo las tendencias mayores hacia el sur. Este rango equivale a un aumento de 0,1 a 0,4 [m], lo que implica que la altura significativa aumentó entre 10% y 20%, en 36 años analizados. Los períodos del oleaje (tiempo en segundos que transcurre entre las crestas de dos olas) muestran aumentos poco significativos. Adicionalmente, existe un aumento generalizado en la frecuencia de marejadas en todo el país, de 0,1 a 0,3 [eventos/año], que equivalen a 4 a 12 eventos más en un año en la actualidad, en comparación con los años ochenta.

3.1.2. Proyecciones futuras.

Con respecto a la temperatura, las proyecciones muestran un aumento en todo el país para el periodo 2030-2060, mayor en la zona norte, especialmente en altura con incrementos que llegan a ser superiores a 2°C. En la zona sur, especialmente en las provincias costeras, se presentan los menores incrementos, del orden de 1°C. Con respecto a la precipitación en el extremo norte (Arica y Parinacota y Tarapacá) se observa un aumento en las precipitaciones anuales que puede ser mayor a un 20%. A partir de la Región de Atacama al sur, se presenta un patrón de disminución de precipitaciones anuales, que persiste con valores importantes cercanos al -20% en algunas provincias, hasta la Región de Los Lagos. Posteriormente la señal de disminución se debilita llegando nuevamente a tener aumentos en precipitación en la Región de Magallanes (ver Figura RE-4).

En el caso de los eventos extremos, se aprecia un aumento de los días con precipitaciones intensas hacia el norte y en el extremo austral del país. La frecuencia de las sequías, aumenta prácticamente en todo el territorio nacional, excepto en Arica y Tarapacá. Entre la Región de Atacama y la Región de Los Lagos el aumento llega a ser del orden de un 20%, en los casos más extremos. El número de días calurosos y la duración de días cálidos, muestra aumentos en todo el país, especialmente en el Norte Grande y en algunas provincias de la zona central. Finalmente, se proyecta una disminución en la duración de días fríos, pero en magnitudes muy inferiores a los cambios en duración de días calurosos.

En lo relativo a proyecciones del nivel absoluto del mar (descontado el efecto tectónico cuya proyección no es factible con los modelos actuales), para el periodo 2026-2045 se observa un gradiente latitudinal, con aumentos que van de 0,14 [m] en la zona norte a 0,10 [m] al sur de los 36°S y una incertidumbre entre modelos de ±0,10 [m]. Se muestra una tendencia lineal en la primera mitad del siglo, que se incrementa hacia fines de siglo.

Figura RE-4. Cambios proyectados en precipitación acumulada media anual a) Condición actual (en mm/año); b) Diferencia al 2030-2060 (en %).

Fuente: Proyecto ARCLIM.

Respecto del clima de oleaje, MMA (2019h) analiza los cambios del oleaje entre un período histórico (1985-2004) y la proyección a medio siglo (2026-2045). La altura significativa para el clima medio experimenta cambios menores en todo el territorio, salvo en el extremo austral. El período medio aumenta en todas las costas y la dirección del oleaje presenta un giro moderado al sur, atribuible a la migración proyectada al sur del Anticiclón Permanente del Pacífico Sur (Schneider et al., 2017), que se asocia a un desplazamiento también al sur de la zona de generación del oleaje. Los eventos extremos (marejadas) asociados a periodos de retorno altos, se incrementarán notoriamente a mediados de siglo, especialmente en la costa central de Chile.

3.2. Vulnerabilidad del País al Cambio Climático

Se presenta a continuación un análisis de vulnerabilidad y riesgos para cada uno de los sectores y sistemas prioritarios para la adaptación en el país, los que se reconocen en el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático. Se destaca aquí principalmente la información generada por ARCLIM.

Biodiversidad

Se evidencia una disminución en las áreas climáticas potenciales adecuadas para la persistencia de la mayoría de las especies, independientemente del grupo taxonómico y de la zona del país analizada. Se identifica a la zona centro sur y al altiplano como las zonas de mayor riesgo. Los cambios en temperatura y disponibilidad de agua ya han generado impactos directos en el funcionamiento de ecosistemas del país, como la disminución del vigor de los bosques mediterráneos y la pérdida de follaje en especies del bosque esclerófilo de Chile central. Los bosques de Araucaria, especie endémica chilena, son afectados por condiciones más secas y mayores temperaturas, lo que se refleja en daño foliar y disminución del crecimiento por la menor actividad fotosintética, haciendo a las poblaciones más vulnerables a los patógenos.

Adicionalmente a los impactos del clima, las especies invasoras, los incendios, y el impacto de las actividades humanas, con la expansión de los centros urbanos y de la frontera agrícola y forestal, afectan la biodiversidad. La mantención de la biodiversidad de los ecosistemas mediterráneos debe entenderse como la primera prioridad para la protección ante el cambio climático.

Sector silvoagropecuario

La sequía es la principal amenaza para el sector silvoagropecuario. En la zona donde se desarrolla la mayor producción, las proyecciones climáticas muestran un marcado incremento de temperatura y una reducción de las precipitaciones, que podría aumentar la aridización, agudizar la escasez hídrica, y generar deterioros productivos por estrés térmico en algunas especies subtropicales y templadas. Se proyecta una reconfiguración del mapa productivo, con un desplazamiento de ciertos cultivos hacia el sur del país. Los efectos combinados de cambios en temperatura y precipitación reducirían los rendimientos de algunos cultivos específicos. La fruticultura de clima templado puede verse afectada por la reducción del frío invernal para su floración y fructificación. La aptitud vitivinícola de los valles también se verá afectada, estimándose que para el año 2050, el área apta para el crecimiento de la vid disminuiría su actual extensión en un 47%, concentrándose en los valles del Maipo, Colchagua y Cachapoal. Adicionalmente, las plagas y enfermedades aumentarían su extensión y nivel de daño.

Respecto de la ganadería, la mayor frecuencia de olas de calor y de estrés térmico asociado a alta humedad, afectará la producción de ganado de carne, leche y lana. En las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos, hacia el año 2050, disminuyen las productividades en la producción de forraje y praderas (RCP8.5) en escenarios sin aumento de CO_2 y aumentan entre un 3 a un 8% respecto a lo histórico, con altos niveles de CO_2 de 540 ppm.

La productividad de las plantaciones forestales podría verse favorecida en algunas zonas del país, donde existen limitaciones por bajas temperaturas y heladas, como por ejemplo en la pre-cordillera andina. En escenarios futuros la productividad disminuiría en la zona norte como consecuencia del aumento del déficit hídrico. Las mayores productividades estarían en las regiones de La Araucanía y Los Lagos, debido al incremento del periodo de crecimiento. Sin perjuicio de ello, los incendios forestales son la principal amenaza para las plantaciones, ya que gran parte de la superficie quemada anualmente corresponde a este cultivo.

Recurso Hídrico

La disponibilidad de recursos hídricos ha disminuido sostenida y crecientemente, en un 20% en la macrozona del sur y en un 50% en las zonas norte-centro. La población rural es la más afectada, dado su limitado acceso al agua y su bajo capital adquisitivo para optar a mejoras tecnológicas.

En las cuencas del extremo norte del país (hasta 30°S) existe una alta incertidumbre asociada a los cambios en precipitación, por lo que no es posible proyectar los cambios en la escorrentía futura. En las cuencas de Chile central (30 a 36°S) se reduciría la acumulación de nieve y modificaría la altura de la línea de nieve, anticipando la escorrentía de deshielo. Se proyectan reducciones de la escorrentía media anual hasta en un 40%, y una disminución de la evapotranspiración. En las regiones de más al sur (36°S a 45°S) se proyecta un aumento de la evapotranspiración y reducción de la escorrentía por disminución de precipitaciones. En las cuencas del extremo sur (45° a 55°S) se proyecta aceleración del derretimiento de cuerpos de hielo, con el consiguiente aumento de la escorrentía media anual. Stehr et al. (2019) muestran que producto del cambio climático existiría una ampliación de la zona híper árida, tanto latitudinal como longitudinalmente, en promedio de 13.000 km^2 y aproximadamente 70.000 km^2 (equivalente a un 10% de la superficie continental) aumentarían su categoría de aridez.

Infraestructura

La ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos para el periodo 2006-2018 - remociones en masa (aluviones) 46%; inundaciones fluviales 29% y marejadas 25%, del total - ha amenazado la operación de obras de infraestructura hidráulicas y costeras (MOP, 2018). Las inundaciones son caracterizadas como el segundo impacto de mayor importancia en contexto de cambio climático para nuestro país, concentrándose en las regiones de la macrozona sur, con presencia también en el norte, particularmente en las regiones de Arica y Parinacota y Atacama.

Un análisis del impacto del cambio climático en la magnitud de eventos de inundación urbana, para ciudades del país, para el periodo 2030 a 2060, (respecto de1985 a 2015), proyecta un aumento de la magnitud de las lluvias diarias máximas para el 75% de las 44 ciudades analizadas, lo que se traduciría en una mayor extensión de la inundación, debido a la falla de los colectores. Para periodo de retorno 100 años, asociado a la construcción de obras mayores, como son los puentes, se aprecia un aumento en la magnitud de los caudales de diseño, y una mayor vulnerabilidad de la infraestructura hidráulica existente.

Respecto de infraestructura costera, se ha proyectado el impacto del cambio climático en puertos estatales expuestos al Océano, evaluando el tiempo en que el puerto no puede operar debido a marejadas (*downtime)*, para el período 2026-2045 (RCP 8.5; período histórico 1985-2004), encontrándose que algunos puertos mejorarán y otros empeorarán su operatividad y el clima extremo será más severo a mediados de siglo. En términos económicos, el análisis a nivel agregado para los puertos estatales se traduce en pérdidas US$ 4,12 millones anuales y ganancias por US$ 6,34 millones anuales.

Energía

Respecto a la generación de energía eléctrica, la reducción en la disponibilidad de recursos hídricos derivaría en una menor producción de las hidroeléctricas. En el recurso solar y eólico, se esperan cambios en los perfiles de distribución espacial. Respecto del recurso biomasa se esperan impactos por menores rendimientos y cambios en la distribución geográfica de los cultivos. Adicionalmente, las inundaciones y sequías tendrán repercusiones en los costos de mantención y operación, y posible demanda eléctrica insatisfecha. La generación termoeléctrica se verá afectada, con mayores costos de operación y mantenimiento.

Los aumentos de temperatura aumentarán la demanda por refrigeración, la disminución de los caudales de los ríos disminuirían las capacidades de refrigeración en algunas industrias, y eventos extremos como olas de calor podrían cambiar los perfiles anuales de demanda eléctrica máxima, así como las inversiones en equipos de refrigeración, industriales y residenciales.

Según los resultados del proyecto ARCLIM, existe una tendencia al aumento de los costos en la electricidad, con efectos negativos en asentamientos humanos de menor tamaño (y con altos niveles de pobreza energética) a lo largo del Sistema Eléctrico Nacional. Actualmente, la cantidad de hogares que gastan excesivamente en sus servicios energéticos es de un 22,6% del total nacional (RedPE, 2019a), cifra que aumentará en un escenario futuro de cambio climático.

Minería

El cambio climático afectará la hidrología local, la calidad de las aguas y las condiciones de riesgo de las operaciones mineras por eventos extremos. Eventos extremos podrían impactar la infraestructura de faenas extractivas y de procesamiento. Cambios en la demanda, y precio de la energía debido al cambio climático, también afectarían el costo de producción. La vulnerabilidad y la exposición dependen de las especificidades de cada operación: tamaño, organización y ubicación geográfica.

ARCLIM proyecta aumentos moderados en el riesgo de las operaciones mineras, debido eventos de lluvias extremas. Las fallas afectarían la propia operación, y podrían tener potenciales efectos en las comunidades y el medioambiente. La desalación es una opción para disminuir la presión sobre las reservas de agua superficial y subterránea, sin embargo, los aspectos de calidad e impacto en el ambiente costero deben ser estudiados en mayor detalle.

Ciudades

Una ciudad es un sistema, con altos niveles de complejidad y auto-organización, que requiere planificarse considerando la sobreposición de múltiples amenazas simultáneas y los impactos de cascada.

Las proyecciones futuras, presentan cambios significativos en islas de calor urbanas (ICU), destacando el caso de Santiago, donde aumentaría su ICU de 9,2°C en el presente a 10,8°C en el futuro. Algunos impactos positivos son la disminución en el número de días con heladas. En ciudades costeras, se suman los riesgos de sobrepaso de obras costeras, inundación de sectores bajos y afectaciones por erosión costera en estos emplazamientos, debido a eventos hidrometeorológicos extremos.

Salud

En 2018, 9,7 millones de personas estuvieron expuestas a concentraciones de material particulado fino sobre el valor de la norma anual (MMA, 2019k). En los últimos años eventos de intensas lluvias en el norte del país, han provocado un aumento de consultas por enfermedades respiratorias, enfermedades por el consumo de agua y alimentos contaminados, y pérdidas económicas para la población afectada, además de la pérdida de vidas. A esto se le suma la sequía y su impacto, especialmente en familias que dependen de la agricultura, en zonas rurales o que no tienen acceso al agua potable; y un aumento en la frecuencia y la extensión del área geográfica afectada por floraciones de algas precursoras de la marea roja.

Proyecciones futuras para el escenario RCP 8.5, indican que en la estación cálida, el aumento de la temperatura aumentaría la mortalidad diaria, y en la estación fría, disminuiría. La suma de estos dos efectos en el año determina el riesgo neto de mortalidad, el que aumenta en la zona norte y centro del país, con máximos en comunas de las regiones de Antofagasta, Tarapacá, Coquimbo, Valparaíso y en toda la Región Metropolitana. Al sur de Santiago, el riesgo neto disminuye a medida que se avanza hacia regiones meridionales.

Zonas costeras

En el estudio MMA (2019e) se generó un inventario de los sistemas humanos y naturales ubicados bajo los 10 metros sobre el nivel del mar (msnm), potencialmente expuestos a aumentos del nivel del mar y marejadas, identificándose en estas zonas un total de 972.623 personas (5,53% de la población nacional); 546 caletas de pescadores; 1.692 humedales; 256 campos dunares; 1172 playas; 156 lugares de interés para la biodiversidad; 1.198 equipamientos (colegios, jardines infantiles, carabineros, entre otros); 171 terminales marítimos, 475 elementos de infraestructura costera y 477 asentamientos, con un total de 482.122 viviendas (7,42% del total nacional). Según los elementos expuestos identificados, se definieron 12 comunas críticas en las cuales se debieran priorizar las acciones de adaptación al cambio climático: Antofagasta, Coquimbo, Viña del Mar, Valparaíso, Pichilemu, Talcahuano, Coronel, Arauco, Puerto Saavedra, Valdivia, Rapa Nui y el Archipiélago Juan Fernández.

El citado estudio proyecta un aumento de la cota de inundación para 2026-2045 a valores entre 2,8 m y 3,8 m (cota del período histórico 1985-2004: entre 2,5 m en el extremo norte y ~3,5 m, en el Canal Chacao), que se debe principalmente al aumento del nivel del mar. La marea meteorológica y el oleaje no experimentan cambios sustantivos, pero pueden ser significativamente mayores para eventos más extremos. Respecto del impacto del alza del nivel medio del mar, el estudio concluye que 589 manzanas censales, 46.357 personas, 18.338 viviendas, 17 puentes y 4245 puntos de la red vial, entre otros, pasarían a ubicarse en zonas de posible inundación, de acuerdo a las proyecciones hacia mediados de siglo.

Se estudió la evolución de la línea de costa en el escenario RCP 8.5 para el período 2026-2045, indicando que las playas ubicadas entre Arica y el Canal Chacao experimentarán retrocesos medios de entre 3 y 25 m. Playas con sedimentos finos experimentarán mayores retrocesos que las de arena gruesa, en tanto que playas con menor altura de la berma serán más erosionadas, que aquellas con mayor altura. Las playas tenderán a girar en sentido antihorario, enfrentando direcciones más hacia el suroeste y experimentando erosión en sus extremos sur y acreción en sus extremos norte.

Pesca y acuicultura

Se ha estudiado que a lo menos un cuarto de la producción actual de ovas, alevines y juveniles-smolts se desarrolla en áreas donde los niveles de provisión de agua dulce decrecerán, aumentando los riesgos de pérdida de biomasa/producción para salmones; pérdida de biomasa por incremento de enfermedades y parasitismo y por incremento de eventos FAN en engorda.

Figura RE-5. Cambios en la línea litoral para playas de la Región de Valparaíso.

Fuente: MMA, 2019c.

La reducción de precipitaciones en la Patagonia Norte, entre Cochamó y Chaitén, presenta riesgo para la fase de engorda de salmones, especialmente barrios en áreas con influencia de agua dulce, en las comunas de Cochamó, Puerto Montt y Hualaihué, y daría lugar a una mayor disponibilidad de luz para el fitoplancton, incrementando la frecuencia e intensidad de FANs. El riesgo de incremento FAN debido al cambio climático tiende a ser mayor en la Región de los Lagos y se minimizan hacia el sur.

El cambio climático puede afectar la distribución de los recursos para la pesca artesanal, por la tropicalización de los océanos (Winckler et al., 2019) y por cambios específicos en el ecosistema marino a nivel local (Yáñez et al., 2018). Cambios en la temperatura del mar afectarían directamente los límites fisiológicos de las especies, sus alimentos o sus hábitats; y la reducción de precipitaciones, los ingresos de agua dulce hacia las zonas costeras y estuarinas. El riesgo de pérdida de biomasa capturada muestra valores mayores en caletas entre las regiones de Tarapacá a Coquimbo, debido a su dependencia relativa mayor del recurso macroalgas. En las regiones del Maule hacia el sur el riesgo de pérdida es mayor respecto de la abundancia relativa de peces e invertebrados (moluscos y crustáceos) en los desembarques totales.

La pesca artesanal también se verá afectada por de los impactos de eventos hidrometeorológicos extremos en las costas, los que se traducen en pérdidas, por tiempo muerto de operación.

Turismo

En Chile se han delimitado 89 destinos turísticos prioritarios, que abarcan alrededor de 200 comunas del país, y representan cerca del 84% de las ventas, de empresas relacionadas con actividades turísticas. Un análisis de riesgo del sector, considerando al destino turístico como unidad de exposición, identificando geográficamente los destinos y atractivos turísticos, las zonas protegidas pertenecientes al SNASPE, así como de las zonas de interés turístico (ZOIT), indica que una de las amenazas de mayor preocupación son los incendios forestales sobre bosques nativos.

Adicionalmente, la diminución de los atractivos turísticos, producto de los impactos del cambio climático, se reflejará en una disminución de la demanda turística en el país y de competitividad y sostenibilidad del sector, por lo que el riesgo del sector se asocia al riesgo de otros sectores que son habilitantes para la oferta turística, como las playas, la biodiversidad, el bosque nativo, los recursos hídricos, entre otros.

3.3. Adaptación al Cambio Climático

En el período de este reporte, se actualizó el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC 2017-2022), que en su eje de adaptación, incluye los aprendizajes y avances del Plan nacional de adaptación al cambio climático (NAP 2014) y plantea como objetivos específicos, 1) la evaluación periódica de la vulnerabilidad y riesgos, 2) medidas de adaptación en sectores prioritarios, y 3) el monitoreo y reporte para adaptación.

En el período también se elaboraron los siguientes planes sectoriales: Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Salud (2016); Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático (2017-2022); Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades Chilenas (2018); Plan de Adaptación al Cambio Climático en el sector Energía (2018) y Plan de Adaptación al Cambio Climático del sector Turismo (2020-2024).

Respecto a la implementación del NAP, a fines de 2019, se registra un avance promedio de sus medidas transversales del 80%. El plan del sector Silvoagropecuario muestra un nivel de implementación promedio del 84%; Biodiversidad 74%; Pesca y Acuicultura 71%; Salud 43%; Infraestructura 51%; Energía 9% y Ciudades 43%.

De acuerdo a los compromisos presentados en la NDC (2020), se contará con un NAP actualizado en el año 2022.

En los municipios, las ONGs y el sector privado se han identificado importantes avances en la implementación de acciones de adaptación. En diversas actividades realizadas en el marco de la preparación del presente reporte, se logró identificar un total de 146 acciones de adaptación de estas entidades. En ese análisis se vio que, si bien un bajo número de acciones considera explícitamente el enfoque de género en su definición, más del 70% de ellas están lideradas por mujeres.

En el caso del sector privado, se logró identificar un total de 48 iniciativas, que incluyen empresas de los sectores silvoagropecuario, energía, producción industrial, minería y servicios sanitarios, y en menor medida empresas de servicios, retail, transporte, salud y servicios financieros. Existe una importante diversidad en los niveles de afectación y preparación declarados por las empresas de distintos sectores. Gran parte de las medidas de adaptación implementadas poseen un alcance territorial local y algunas son iniciativas de alcance regional. Destaca el rol de las agrupaciones de empresas con foco en la temática de cambio climático, como lo son Acción Empresas y Líderes Empresariales por la Acción Climática (CLG-Chile), como articuladores y promotores de la temática de cambio climático y adaptación en el contexto nacional.

Respecto de los gobiernos locales, se identificaron un total de 35 iniciativas desde 14 Municipios y 3 Gobiernos Regionales, donde destacan los ámbitos de conservación del medio ambiente, difusión, educación y comunicación ambiental, conocimiento del clima, y protección y/o generación de nuevas fuentes de agua. Un alto número de las iniciativas cuenta con financiamiento propio de los municipios, así como también participación de fondos públicos de origen regional o nacional. Una alta proporción de iniciativas responde a algún instrumento de planificación regional o comunal. Por otra parte, existe un importante avance desarrollado en el marco de la Red de Municipios ante el Cambio Climático, que ha permitido que en el periodo 2015 a 2020, 32 municipios a lo largo del país cuenten con Planes Locales de Cambio Climático.

De las organizaciones de la sociedad civil, se identificaron 15 iniciativas de adaptación al cambio climático, de las cuales el 85% se encuentran vinculadas de manera importante al ámbito de conservación y biodiversidad, lo que se explica en gran medida por el foco temático de estas organizaciones. La mayoría de las medidas se concentraron en comunas específicas a lo largo de Chile o enfocadas en sistemas naturales característicos como la Cordillera de Nahuelbuta, el bosque esclerófilo de la zona central del país, o asociadas a áreas naturales protegidas. Se hace evidente la necesidad de fortalecer los mecanismos y la oportunidad de acceso a financiamiento local a estas organizaciones, por su valioso nivel de vinculación e integración con organizaciones comunitarias y del territorio.

3.4. Brechas, Obstáculos y Necesidades

En el sector público, se identifica la necesidad de mejorar la coordinación y fortalecer el vínculo entre los distintos niveles de la administración del Estado; aumentar la independencia y otorgar mayor flexibilidad a los organismos regionales y fortalecer la comunicación interinstitucional para el monitoreo de las acciones climáticas, su sistematización y comunicación, entre otros. También se identifican algunas necesidades específicas referidas a mejorar los ambientes habilitantes para la adaptación.

El financiamiento para la adaptación es una necesidad transversal y permanente, tanto en los organismos públicos, como para la sociedad civil. Se carece de estrategias financieras que acompañen la elaboración de políticas. Se identifica como necesaria la existencia de mecanismos e instrumentos financieros diversos, que consideren la participación del sector privado.

En el caso de las empresas, surge la necesidad de avanzar en el involucramiento de los niveles gerenciales en la temática de cambio climático, para desarrollar liderazgos internos. Existe aún una visión reactiva ante los impactos del cambio climático por parte del sector privado y se hace necesario considerar una visión de más largo plazo, que permita anticiparse a los cambios y aprovechar las posibles oportunidades. Se ha detectado la necesidad de fortalecer la relación con el sector público. Para las empresas es necesario entender con mayor precisión, cuál es el marco regulatorio, cuáles son los grandes lineamientos, y cómo se espera que ellas respondan.

Respecto de los Gobiernos locales y las ONG, se identifica la necesidad de fortalecer las atribuciones municipales, para implementar acciones de adaptación. Se identifica una alta competencia por recursos, los que no son suficientes para atender los desafíos de adaptación en el territorio. En el caso de las ONG, esto genera impedimentos en la mantención de equipos profesionales capacitados en el tiempo, y la presentación de propuestas a fondos disponibles.

Existen grandes desigualdades en las capacidades de municipios y ONG, y en el nivel de conocimiento técnico sobre cambio climático, lo que limita su participación en espacios de debate y diálogo técnico y en las ONG, se reconoce la necesidad de fortalecer los mecanismos de comunicación e intercambio, para generar de sinergias entre distintas iniciativas.

4. POLÍTICAS Y ACCIONES DE MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

El desafío que enfrentó Chile al ser presidencia de la COP25, llevó a que la discusión sobre ambición en la acción climática incluida la mitigación de GEI fuera abordada transversalmente y considerada en las discusiones de política pública futura considerando además las demandas sociales que se hicieron visibles y prioritarias desde octubre de 2019. El escenario económico y social post pandemia supondrá un gran desafío, pero también una gran oportunidad para considerar una nueva forma de planificación que incluya la mitigación de emisiones de GEI y la acción climática en general como un elemento central para el desarrollo sostenible del país, entendiendo además los beneficios económicos de invertir en acción climática.

Chile frente a la mitigación

Compromiso Voluntario 2020

El compromiso voluntario, comunicado oficialmente a la Secretaría de la CMNUCC en 2010, plantea que "Chile realizará acciones nacionalmente apropiadas de mitigación de modo de lograr una desviación de 20% por debajo de su trayectoria creciente de emisiones *business as usual* en el 2020, proyectadas desde 2007". El compromiso voluntario 2020 ha dado pie al desarrollo de diversas actividades de mitigación en el país, como las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropiadas (NAMA), cuyo principal objetivo es reducir emisiones de GEI. Además, ha servido para identificar acciones sectoriales que, pese a no tener como foco la reducción de las emisiones de GEI, también han significado un aporte a la descarbonización de las políticas públicas

Considerando los ejercicios de proyección de emisiones realizados en el país, la evaluación de este compromiso es positiva dado que si se compara el balance de emisiones (INGEI) con la curve Business as usual (BAU2007) este balance siempre está por debajo y en el rango de cumplimiento.

Contribución Nacionalmente Determinada

Chile presentó la actualización de su NDC en abril de 2020 mostrando un significativo avance respecto de la NDC de 2015, en línea con lo solicitado por el acuerdo de París, considerando un aumento de ambición en el compromiso en línea además con una trayectoria hacia la neutralidad de GEI al 2050. Este aumento de ambición es coherente con lo promovido y resaltado por el país durante la COP25, lo que se ve reflejado por las Partes a través de la decisión 1/CP.25. (MMA, 2020).

Considerando los requerimientos sobre transparencia en la presentación de las metas incorporadas en las NDC, a partir del Marco Reforzado de Transparencia y las directrices emanadas de la COP24 de Polonia, junto con el análisis del indicador actual de la NDC, y la revisión sobre diferentes tipos de NDC a nivel internacional, se presentó la siguiente meta de mitigación de niveles de emisión, sin incluir al sector UTCUTS. (MMA, 2020).

Tabla RE-2. Contribución en Mitigación de GEI.

Contribución	ODS
M1) Chile se compromete a un presupuesto de emisiones de GEI[7] que no superará las 1.100 $MtCO_2eq$, entre el 2020 y 2030, con un máximo de emisiones (peak) de GEI al 2025, y a alcanzar un nivel de emisiones de GEI de 95 $MtCO_2eq$ en 2030.	

Fuente: Actualización NDC 2020. MMA, 2020.

Otro ámbito relevante en actualización de la NDC se refiere a la integración de políticas públicas entre clima y aire limpio, con el fin de mitigar los contaminantes climáticos de vida corta[8], específicamente el carbono negro (BC), para lo cual se incluyó el siguiente compromiso:

Tabla RE-3. Contribución en materia de carbono negro.

Contribución	ODS
M2) Una reducción de al menos un 25% de las emisiones totales de carbono negro a 2030, con respecto a 2016. Este compromiso se implementará principalmente a través de las políticas nacionales asociadas a calidad del aire. Además, será monitoreado a través de un trabajo permanente y periódico en la mejora de la información del inventario de carbono negro.	

Fuente: Actualización NDC 2020 MMA, 2020.

La metodología de construcción de la componente de mitigación de la NDC se basó en un proceso y gobernanza participativa donde se evaluaron escenarios prospectivos para alcanzar la neutralidad al 2050 y visualizar la NDC como un hito o meta intermedia en esa trayectoria.

7. El presupuesto de emisiones se entenderá como la sumatoria de las emisiones anuales, de en un periodo de años determinado, excluyendo el sector UTCUTS.

8. Ver definición de contaminantes de vida corta o de forzadores climáticos de vida corta del IPCC en: https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WGI_AR5_glossary_ES.pdf

Acciones sectoriales de mitigación

En este informe se reportan los progresos de las acciones y políticas de mitigación en diversos sectores. Con respecto al sector Energía, regulado y normado por el Ministerio de Energía, se pueden destacar el aumento de la participación de fuentes renovables en la matriz energética del país; las políticas impulsadas por este sector, que han contribuido a la reducción de emisiones gracias a la inclusión de energías limpias, y el uso eficiente de la energía. La Política Energética 2050 (en actualización), el retiro y/o reconversión de las centrales generadoras de electricidad en base a carbón, y la Estrategia Nacional de hidrógeno verde entre otras, permitirán avanzar al país hacia la meta de neutralidad de emisiones anunciada para 2050.

En lo que respecta al sector Transporte, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones aporta a través de su Subsecretaría de Transportes, la institución pública encargada de generar políticas, normas y condiciones para el desarrollo de sistemas de transportes. La "Estrategia Nacional de Electromovilidad" 2017) establece los lineamientos que Chile debe tomar para lograr que el 40% de los vehículos particulares sean eléctricos a 2050, y según los nuevos objetivos planteados durante 2019, el 100% del transporte público urbano logre ser eléctrico el año 2040. Hasta septiembre del año 2020 ya operan 701 buses eléctricos y 1.133 buses Euro VI, en parte financiados por la emisión del bono verde soberano de 2019 por Chile (Ministerio de Hacienda, 2019) que financiará 212 buses eléctricos adicionales el último trimestre del año 2020.

El sector agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU, por sus siglas en inglés) es el único sector que presenta emisiones de GEI y absorciones de CO_2, razón por la cual es relevante su potencial de mitigación. Las fuentes de absorción son principalmente producto de renovales de bosque nativo, regeneración del bosque nativo manejado y plantaciones forestales, mayoritariamente exóticas. A fines de 2019, por medio de la gestión institucional se materializó el trabajo continuo que CONAF lidera desde el 2013 por medio de importantes avances en el financiamiento[9], los que permiten avanzar a la tercera Fase de Implementación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV), que está asociada al "pago por resultados[10]". Específicamente con respecto a mitigación en el sector agricultura, en 2019 fue lanzada la Plataforma de Acción Climática para la Agricultura de América Latina y el Caribe (PLACA). Esta nueva plataforma es un mecanismo regional de colaboración voluntaria en agricultura y cambio climático, con el objetivo de intercambiar prácticas y establecer una colaboración entre los países para la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático.

En este sector se contabilizan las emisiones de GEI, principalmente metano (CH_4), generado en procesos microbiológicos producto de la degradación anaeróbica de materia orgánica. El Ministerio de Salud, en su Código Sanitario de 1968 pauta el origen normativo chileno asociado a residuos. Actualmente tiene las principales competencias regulatorias en todas las etapas del manejo de residuos, estableciendo normas de carácter sanitario y ambiental a través de reglamentos. Por su parte, le ha correspondido al Ministerio del Medio Ambiente, desarrollar las políticas y la reglamentación sobre valorización y mejoramiento ambiental del manejo de los residuos. El año 2017, entró en vigor el reglamento del fondo para el reciclaje, D.S. N° 7 del MMA, el cual permite contar con un fondo cuyo objeto es financiar total o parcialmente proyectos, programas y acciones para prevenir la generación de residuos, fomentar su separación en origen, recolección selectiva, reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización, ejecutados por municipalidades o asociaciones de éstas.

Además de estas acciones sectoriales, en Chile otras iniciativas aportan a la mitigación de GEI, incluyendo medidas transversales como los Acuerdos de Producción Limpia; las acciones en el sector Vivienda y urbanismo; avances en el control de los gases fluorados; iniciativas locales desarrolladas en regiones y municipios; y acciones que están siendo desarrolladas por el sector privado.

Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropiadas

Chile fue el primer país del mundo en registrar una NAMA ante la CMNUCC, en octubre de 2012. En el país se identifican seis NAMA sectoriales, con distintos niveles de madurez y de información disponible. De ellas, cinco se encuentran registradas en el NAMA Registry de la CMNUCC y algunas han sufrido cambios importantes de diseño desde la publicación del Primer IBA. Las NAMA son complementarias a las acciones sectoriales de mitigación descritas en la sección anterior.

9. Con un total de mas de 89 $USD.

10. El pago por resultados Es una retribución económica que se le entrega a los países que demuestren reducciones de emisiones o aumentos de capturas netas comparadas con su nivel de referencia (periodo de referencia).

Tabla RE-4. NAMA de Chile.

Nombre	Sector y gases	Periodo	Reducción de GEI estimada	Estado
Energías Renovables para Autoconsumo (SSRE) en Chile	Energía CO_2	2015-2022	1,5 $MtCO_2eq$	En implementación
Zona Verde para el Transporte en Santiago	Transporte e infraestructura CO_2	2014-2022	1,43 $MtCO_2eq$	En implementación y desarrollando su sistema de MRV
Diseño e implementación de la Estrategia de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales	UTCUTS CO_2	2013-2025	No estimado	En implementación
Acuerdos de Producción Limpia (APL) en Chile	Transversal	2012-2020	18,4 $MtCO_2eq$	En implementación
Valorización Energética de Residuos Industriales (ex-Programa Nacional para la Catalización Industrial y Comercial en la Gestión de Residuos Orgánicos en Chile)	Energía, Residuos CO_2, CH_4	Por definir	No estimado	Sin avance
Secuestro de carbono a través del manejo sustentable de los suelos	Agricultura, Forestal/AFOLU CO_2	Por definir	65 a 80 $MtCO_2eq$	En diseño, buscando apoyo para su implementación

Medición, reporte y verificación de las acciones de mitigación.

El desafío que plantea la mitigación de GEI en Chile y en el mundo no solo tiene que ver con la reducción misma de emisiones o el incremento de las absorciones, sino también con la transparencia y coherencia con que se reporten estos compromisos. Por esto, cobran relevancia las reglas de contabilidad que se usarán en el marco de los acuerdos internacionales pre y post 2020, además del correcto uso y aplicación de sistemas de MRV de las acciones de mitigación de cada país.

Los avances en las negociaciones internacionales, especialmente en lo referido al Marco reforzado de transparencia (articulo 13 del acuerdo de París), han delineado los nuevos requerimientos comunes que tendrán los países para reportar sus avances en materia de acción climática a través de un Informe Bienal de Transparencia (IBT) que reemplazará a los actuales IBA y deberá ser presentado a partir de 2024. Este nuevo informe incluirá una sección específica con el reporte del progreso de las NDC.

Con el apoyo del proyecto Capacity Building initiative for transparency (CBIT), está en proceso de diseño e implementación, el Sistema Nacional de Prospectiva (SNP), que sentará las bases para el análisis permanente de las emisiones pasadas y proyectadas con fines de seguimiento, pero también de planificación. El SNP tendrá los lineamientos y herramientas generales para asegurar coherencia y comparabilidad de proyecciones de emisiones de GEI entre los diferentes sectores.

5. OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE PARA EL LOGRO DEL OBJETIVO DE LA CONVENCIÓN

El diseño y ejecución de medidas para hacer frente al cambio climático requiere de una amplia base de conocimientos generada a través de la investigación científica integrada y la observación sistemática del clima. También, requiere del fortalecimiento de capacidades, tanto de personas como de instituciones, a fin de que exista una mayor comprensión del tema, facilitando tanto el proceso de transferencia de tecnología como el de acceso a recursos financieros. Asimismo, es fundamental contar con la participación activa de la ciudadanía en el desarrollo de las acciones, siendo menester la educación, formación y sensibilización ciudadana en el ámbito del cambio climático (MMA, 2017).

En este sentido, en el capítulo Otra Información Relevante se presentan para el período 2016 - 2020 los avances del país respecto a los medios de implementación, definidos a nivel nacional en cinco ámbitos: i) Desarrollo y Transferencia Tecnológica; ii) Creación y desarrollo de capacidades, iii(Observación sistemática de la variabilidad del clima, iv) Investigación sobre cambio climático, y v) Financiamiento.

5.1 Desarrollo y Transferencia Tecnológica en cambio climático

Durante el periodo que se reporta, se avanzó en la implementación del compromiso específico de la Contribución Determinada a Nivel Nacional del año 2015, de diseñar e implementar una estrategia para el desarrollo y la transferencia tecnológica, que incluyó un análisis de línea de base sobre gasto e inversiones en tecnología, un mapeo de necesidades y el establecimiento de prioridades tecnológicas para el Cambio Climático.

Como marco institucional en el desarrollo de la estrategia, en 2018 se crea el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, nueva Secretaría de Estado mandatada a asesorar en el diseño, formulación, coordinación, implementación y evaluación de las políticas, planes y programas destinados a fomentar y fortalecer el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación, orientándolo a contribuir al desarrollo sostenible del país. Antes de esto, las iniciativas de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI), eran desarrolladas por los ministerios de Economía y de Educación, además, existen otras instituciones que impulsan la implementación de acciones en transferencia tecnológica entregando financiamiento a instituciones ejecutoras, como son la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID, ex CONICYT), la CORFO y la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), entre otras.

También en 2018, se realizó, por encargo del Ministerio del Medio Ambiente y en conjunto con el Centro de Cambio Global y el Centro de Energía de la Pontificia Universidad Católica de Chile, un estudio titulado: "Diagnóstico de las capacidades de transferencia tecnológica del país y desarrollo de la primera etapa del análisis de necesidades tecnológicas en cambio climático", que realizó un análisis histórico de la transferencia tecnológica en Chile. Dicho estudio concluye que el nivel de implementación de tecnologías en cambio climático es acotado y presenta claras asimetrías entre sectores en el nivel de avance en la implementación de tecnologías y transferencia de capacidades. Este estudio generó los insumos básicos de la Estrategia de Desarrollo y Transferencia Tecnológica para el Cambio Climático (EDTTCC), desarrollada durante 2019 y 2020, y comprometida en la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de 2015 y luego en la NDC de 2020.

La EDTTCC tiene el objetivo de fomentar y fortalecer el desarrollo y transferencia tecnológica apoyando e impulsando las transformaciones culturales, sociales, ambientales y económicas necesarias para lograr un desarrollo sostenible, resiliente y carbono neutral (Gobierno de Chile, 2020). Como apoyo a la estrategia se diseñó una "Guía para los Planes de Acción Tecnológica: Accionando la EDTTCC", que entrega indicaciones para elaborar los Planes de Acción Tecnológica (PAT) específicos, estableciendo procedimientos y acciones tempranas de activación de la EDTTCC.

Para fortalecer el desarrollo y la transferencia tecnológica, en el año 2020 se lanza la Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, con el fin de fortalecer la apropiación social de la CTCI y aportar al fortalecimiento de los ecosistemas de innovación y desarrollo tecnológico del país. La Política se estructura en dos sub-ejes Tecnología, Innovación, Desarrollo de Talentos; Infraestructura y Equipamiento; y Regiones.

En el capítulo de otra información relevante se presentan también las iniciativas públicas chilenas lideradas por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), la Agencia de Sostenibilidad Energética y el Ministerio de Energía.

5.2. Observación sistemática de la variabilidad climática y el cambio climático

El país ha mejorado su capacidad de monitoreo y seguimiento de los parámetros que caracterizan el clima a través de la ampliación y mejora de los sistemas que colectan y sistematizan información meteorológica, atmosférica y oceanográfica. Esta sección presenta los avances en esta materia, como también los avances en simulaciones y proyecciones climáticas.

Entre los programas y sistemas de observación del clima y del cambio climático que existen en el país, destacan aquellos bajo la responsabilidad de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), Servicio Meteorológico de la Armada (Servimet), la Dirección General de Aguas, el Centro de Información de recursos Naturales, y algunos sistemas específicos como la Red Agroclimática Nacional (RAN), el Sistema de Alerta de Marejadas, el Observatorio Agroclimático Nacional del Ministerio de Agricultura, la Infraestructura de Datos Geoespaciales - IDE Chile, , el Sistema Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile, el Explorado Climático y los Exploradores de Energía.

En el marco del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022 (PANCC) de Chile, la DMC desde 2017 prepara anualmente un Reporte de Evolución del Clima que da cuenta de la evolución histórica de las variables climáticas, y que permite evidenciar los cambios y tendencias en variables como la precipitación, temperatura y los eventos extremos climáticos.

Respecto a los sistemas de simulación y proyecciones del clima, la Plataforma de Simulaciones Climáticas, desarrollada por Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2 en 2018, a petición del MMA, considera 50 modelos globales, 10 modelos regionales, 2 modelos para Chile continental y un producto grillado para el territorio continental del país basado en observaciones. La plataforma

es de libre acceso y genera mapas, tablas, gráficos y series de tiempos, y otros ajustes avanzados, para Sudamérica, Chile y macrozonas de Chile predefinidas, así como para polígonos o puntos específicos. Ella permite el análisis de los escenarios climáticos (RCP 2.6 y RCP 8.5), exportar mapas y descargar la data de interés, así como los datos originales presentados en la plataforma, por parte de las instituciones que diseñan política pública, de la academia o de cualquier usuario interesado.

Por otra parte, el proyecto Atlas de Riesgos Climáticos (ARClim) del Ministerio del Medio Ambiente de Chile, que fue apoyado por el Gobierno Federal de Alemania a través de la agencia de cooperación GIZ y ejecutado entre los años 2019 y 2020, por el Centro de Investigación del Clima y la Resiliencia (CR2) de la Universidad de Chile, junto al Centro de Cambio Global de la Universidad Católica de Chile (CCG-UC) con apoyo de otras 15 instituciones, tiene como objetivo generar mapas de riesgos climáticos, a nivel de comunas para Chile continental e insular, incorporando proyecciones climáticas actuales y futuras bajo un escenario de altas emisiones de Gases de Efecto Invernadero (RCP 8.5). Los mapas resultantes muestran información sobre los impactos y peligros climáticos a escala comunal y también puntual para algunos sistemas, evaluándose el riesgo a través de la amenaza, exposición y vulnerabilidad.

5.3. Programas de investigación sobre cambio climático

La Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación de 2020 busca promover y fortalecer la identificación y construcción de posibilidades de futuro comprometidas con un desarrollo sostenible e integral en los ejes de Anticipación, Opciones estratégicas e Iniciativas transformadoras que buscan fortalecer la capacidad de generación de soluciones data-céntricas y generar más y mejor conocimiento a través de la investigación de excelencia en diferentes áreas del saber.

El Comité Científico de Cambio Climático, organizado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en abril de 2019, convocó a científicos de todo el país para integrarlos al proceso de la COP25, con la finalidad de aportar evidencia científica y participar en diversas actividades como actores relevantes en el marco de la presidencia de Chile en la COP25. En la siguiente tabla se listan los reportes preparados por los distintos grupos temáticos del comité científico.

Tabla RE-5. Lista de reportes preparados por los grupos temáticos del comité científico

Mesa	Informe
Adaptación	Adaptación al cambio climático en Chile: Brechas y recomendaciones.
	Lineamientos para el desarrollo de planes de adaptación al cambio climático: Aplicación a los recursos hídricos
	Resumen de política: Transformación desde la ciencia a la toma de decisiones
	Transformación: Un tema emergente en la adaptación al cambio climático en Chile.
Aguas	Recursos hídricos en Chile: Impactos y adaptación al cambio climático
Biodiversidad	Biodiversidad y cambio climático en Chile: Evidencia científica para la toma de decisiones
	Impactos del cambio climático en la biodiversidad y las funciones ecosistémicas en Chile; Biodiversidad de ecosistemas de agua dulce
	Acuicultura, pesca y biodiversidad en ecosistemas costeros de Chile
	Áreas protegidas y restauración en el contexto del cambio climático en Chile
	Cambio de uso del suelo en Chile: Oportunidades de mitigación ante la emergencia climática
	Datos en biodiversidad: Un informe para COP 25.
Ciudades	Ciudades y cambio climático en Chile: Recomendaciones desde la evidencia científica
Criósfera y Antártica	Criósfera y cambio climático. 50 preguntas y respuestas
	Criósfera Chilena y Antártica: Recomendaciones desde la evidencia científica.
Mitigación y energía	Chilean NDC mitigation proposal: Methodological approach and supporting ambition
Océanos	Océano y cambio climático; 50 preguntas y respuestas
	Nueve medidas basadas en el océano para las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional de Chile
	Propuestas para la actualización del Plan de Adaptación en Pesca y Acuicultura
	Propuesta de un Sistema Integrado de Observación del Océano

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

En el proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, se establece que el comité científico forma parte de la institucionalidad de cambio climático y tiene la función de proporcionar la mejor evidencia científica disponible para apoyar los procesos de toma de decisión, entre ellos el diseño y la implementación de políticas públicas para enfrentar el cambio climático en Chile.

La Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, ANID, es la institución a cargo de administrar y ejecutar programas e instrumentos para la investigación en todas las áreas de conocimiento, el desarrollo tecnológico y la innovación, y es parte del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación y sucesora de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT). ANID ha apoyado el funcionamiento de diversos Centros de Investigación, relacionados con cambio climático, durante el período 2016 y 2020, como el Fondo de Financiamiento de Centros de Investigación en Áreas Prioritarias (Fondap), el Programa Regional de Investigación Científica y Tecnológica, el Programa de Investigación Asociativa (PIA) y la Iniciativa Científica Milenio.

Existen diversos centros de investigación que tienen relación con cambio climático, que se presentan en esta Comunicación con un extracto de sus publicaciones, entre ellos el Instituto Antártico Chileno (INACH), el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, el Centro Cambio Global UC (CCG-UC), el Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería (CRHIAM), el Centro de Investigación e Innovación para el Cambio Climático de la Universidad Santo Tomás, el Centro de Estudios Científicos (CECS), el Centro de Investigación de Energía Solar (SERC-CHILE), el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) y HÉMERA, Centro de Observación de la Tierra. A nivel internacional se incluyen las investigaciones relacionadas con Chile del Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI). Asimismo, se presenta una evolución de las investigaciones en Chile, desarrolladas por diversos centros de investigación y universidades a nivel nacional, entre 2016 y 2020. Como resultado de lo anterior se evidencia que las investigaciones sobre cambio climático en Chile han ido en aumento desde el año 1982, año en que comienzan los registros.

5.4. Desarrollo de capacidades, educación y sensibilización sobre cambio climático

Chile ha impulsado de manera progresiva acciones sobre educación, desarrollo de capacidades y sensibilización a través de distintos instrumentos de política pública tales como el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (2008), el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (2014), la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Chile (2015), y el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022, entre otros.

En 2018 el país comenzó el proceso de elaboración del Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, que define los instrumentos de gestión a utilizar, entre ellos la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) que debe considerar la "Creación y Fortalecimiento de Capacidades" de los individuos, organizaciones e instituciones, tanto públicas como privadas, como un medio de implementación de dicha Estrategia.

En abril de 2020 Chile presentó su Contribución Determinada a Nivel Nacional actualizada, y su compromiso específico en materia de creación y fortalecimiento de capacidades, consiste en desarrollar e implementar una "Estrategia de Desarrollo de Capacidades y Empoderamiento Climático" con el objetivo de "*fortalecer las capacidades sectoriales, nacionales y subnacionales, de las personas y organizaciones tanto públicas como privadas, de la academia y la sociedad civil, que permitan alcanzar las metas de mitigación y adaptación del país*" (Gobierno de Chile, 2020).

En el período de la presente comunicación, se registraron importantes avances en procesos de participación ciudadana asociados al cambio climático, disposición publica de la información, inclusión de género y cambio climático, avances en el sistema educativo, iniciativas y programas complementarios para la educación y de sensibilización sobre cambio climático. Además, se desarrolló una extensa agenda ciudadana para la COP25 que amplió la percepción socioambiental del cambio climático. Se desarrollaron significativamente capacidades en gobiernos subnacionales y comunidades locales y se avanzó en la inclusión de criterios de cambio climático en otros instrumentos o políticas públicas, como el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, la Evaluación Ambiental Estratégica, las Estrategias de desarrollo regional y el manual de planificación de áreas silvestres protegidas.

5.5. Estrategia Financiera frente al Cambio Climático

El Ministerio de Hacienda, presentó en diciembre de 2019 su primera Estrategia Financiera Nacional frente al Cambio Climático (EFCC) que define los lineamientos y acciones que contribuirán a acelerar el flujo de capitales hacia sectores bajos en emisiones y resilientes al clima, cuidando asimismo la estabilidad y competitividad de la economía. La Estrategia se enmarca en las metas de

la NDC y visión de carbono neutralidad al año 2050.

Durante el periodo, se emitió una serie de bonos verdes, vinculados al segundo eje de la EFCC, con foco en obtener financiamiento para iniciativas de transporte limpio, energía renovable, edificios verdes y gestión del agua. Estos bonos concuerdan con los estándares de Climate Bonds Initiative (CBI), quienes, además, certificaron que los proyectos cumplen con sus estándares. La primera de las emisiones fue realizada el 25 de junio de 2019 por un total de USD1.418 millones. La segunda emisión, en Euros, fue realizada el 2 de julio del mismo año por un total de €861 millones.

En 2019, el Ministerio de Hacienda convocó la llamada Mesa Público-Privada de Finanzas Verdes como parte del tercer eje de la EFCC. La Mesa está conformada por representantes de la Comisión para el Mercado Financiero, Banco Central de Chile, Superintendencia de Pensiones, Ministerio del Medio Ambiente, Bolsa de Santiago, Banco Estado y asociaciones y entidades del sector financiero. Su objetivo es definir una agenda de diálogo y trabajo conjunto de largo plazo entre el Gobierno, reguladores e instituciones del mercado financiero, para incorporar los riesgos y oportunidades del cambio climático en la toma de decisiones y estrategias de negocio, promoviendo el desarrollo de las finanzas verdes.

6. NECESIDADES Y APOYO RECIBIDO EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO

En este capítulo se entrega información relevante sobre las necesidades específicas en materia de cambio climático en Chile, incluyendo las barreras y brechas detectadas y el apoyo internacional recibido para fines de políticas, programas y proyectos[11]; creación de capacidades y asistencia técnica; y la transferencia de tecnología. De igual forma, se entrega información respecto del apoyo entregado por Chile a otros países en materia de cambio climático.

6.1. Necesidades, brechas y barreras

Las necesidades se manifiestan en los distintos ámbitos del cambio climático (mitigación, adaptación, reportes, inventario, negociación internacional y transversal), aumentando la vulnerabilidad del país y dificultando el cumplimiento de la las contribuciones establecidas en la actualización de la NDC y meta de carbono neutralidad al 2050 pues constantemente se deben superar brechas y barreras en la elaboración e implementación de políticas de cambio climático, las que, en un país en desarrollo como Chile, compiten con otras prioridades nacionales, como la demandas sociales relacionadas a salud, educación, pensiones y trabajo.

A continuación, se presentan las principales necesidades, brechas y barreras para dos ámbitos centrales para avanzar hacia la carbono-neutralidad y el aumento de la resiliencia al 2050: adaptación y mitigación del cambio climático.

6.1.1. Mitigación

La reciente actualización de la NDC, en línea con la visión de largo plazo declarada por el país, ha aumentado la ambición de la acción climática nacional. Esto significa que el país deberá desarrollarse de forma de alcanzar sus objetivos ambientales y climáticos, lo que implica grandes desafíos y nuevas necesidades asociadas a acelerar el proceso de descarbonización de los sectores productivos y la concientización de la población para conseguir un cambio conductual profundo.

Bajo la premisa de desarrollar un sistema robusto de seguimiento y actualización permanente de la NDC para cumplir los objetivos del Acuerdo de Paris, se han identificado urgentes necesidades que deben ser abordadas para así cumplir con los plazos establecidos bajo la negociación internacional en el marco de la CMNUCC.

El proceso de descarbonización de los sectores evidencia la necesidad de una gobernanza que permita la articulación de los esfuerzos sectoriales en torno a los sistemas MRV para robustecer la calidad de la información, homologar metodologías, mejorar la transparencia y evitar la doble contabilidad. También, existe la necesidad de analizar potenciales fugas de carbono y los mecanismos para abordarla, como también el uso de instrumentos de precios al carbono e instrumentos complementarios, para promover la acción climática. Por otra parte, es necesario fortalecer las capacidades sectoriales para la elaboración de proyecciones de emisiones y datos de actividad en el marco del Sistema Nacional de Prospectiva, ante lo cual existe una carencia de recursos permanentes para el desarrollo y perfeccionamiento de roles prospectivos específicos en materia de cambio climático en las instituciones correspondientes. Además, para poder dar continuidad en las condiciones adecuadas al Programa HuellaChile, se requieren recursos financieros de modo de poder seguir con las actividades de capacitación y para administrar el sistema de reporte voluntario. Finalmente, es necesario avanzar hacia la implementación de la electromovilidad en Chile, habiendo una necesidad latente con respecto al transporte público en regiones y al diseño de modelos de negocios que lo sustenten.

6.1.2. Adaptación

11. En el presente Informe Bienal de Actualización, se ha modificado una de las áreas de clasificación de las necesidades, y del apoyo recibido y entregado, reemplazando el área de recursos financieros por la de políticas, programas, y proyectos. Esto obedece a un cambio en el criterio de clasificación, el que se basa en la finalidad de la necesidad o apoyo, enfocándose en el propósito del aporte o necesidad, y no en la administración de los recursos, como tampoco en su naturaleza pecuniaria o no pecuniaria.

Fotografía: Daniel Pineda.

Durante los últimos años, la adaptación en Chile ha estado marcada por la elaboración y actualización de planes de adaptación a nivel nacional y sectorial, así como también por las contribuciones comprometidas en la reciente actualización de la NDC, el proceso de elaboración de la ECLP y el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, que buscan el aumento de la resiliencia y la disminución de la vulnerabilidad.

Para lograr cumplir las metas propuestas existen distintas necesidades que deben ser abordadas. Por una parte, existen necesidades financieras para implementar medidas contenidas en los planes de adaptación sectoriales, ya que el financiamiento no está asegurado. También, una de las necesidades más urgentes es contar con un sistema mejorado de monitoreo y reporte del Plan Nacional de Adaptación y los planes sectoriales de adaptación, que facilite el trabajo de los puntos focales ministeriales y del MMA y que permita disponer información al público de forma transparente. A la vez se requiere que los ministerios sectoriales cuenten con profesionales que sean contrapartes de tiempo completo para adaptación, especialmente en aquellos que tienen a cargo planes sectoriales de adaptación. Asimismo, es necesaria una mayor vinculación con los instrumentos de ordenamiento territorial para abordar el desafío de la adaptación.

Por otra parte, se hace presente la necesidad de gestionar el riesgo climático, con una mejor preparación y capacidad de monitoreo de las variables del clima, para predecir con anticipación y precisión tanto el comportamiento estacional como eventos meteorológicos extremos, como insumo a los sistemas de alerta temprana. Asimismo, el país necesita mejorar sus evaluaciones de riesgo climático, sistematizar y evaluar las pérdidas y daños producto de los desastres de eventos pasados, para proyectar a futuro los costos que implicaría la inacción, de manera de tomar medidas de adaptación y gestión de riesgos de forma temprana y con información adecuada.

6.2. Apoyo internacional para la acción climática

En esta sección se resumen las iniciativas de cambio climático para las que Chile ha recibido apoyo internacional. La información se clasifica según el tipo de apoyo recibido en financiamiento de políticas, programas y proyectos, creación de capacidad y asistencia técnica, y transferencia de tecnologías. Es importante mencionar que, dado el nivel actual de Producto Interno Bruto per cápita del país, durante el periodo 2016-2020, Chile dejó de ser país beneficiario de recursos de Ayuda Oficial al Desarrollo (ODA, siglas en inglés), no obstante, de forma extraordinaria y en el marco de su posición como presidencia de la COP25, el país recibió importantes recursos para implementar acciones climáticas.

En total, el apoyo recibido por Chile durante el periodo 2016 a 2020, asciende a **USD$75.570.249**, cuyo detalle se puede apreciar en la **Tabla RE-6,** presentada a continuación.

Tabla RE-5. Resumen Apoyo recibido por Chile en el periodo 2016-2020.

Categoría	Monto USD
Apoyo a la preparación y publicación de las comunicaciones nacionales (A)	**$ 1.204.000**
Proyecto Cuarta CN y Tercer IBA	$ 852.000
Contribución al proyecto Cuarto IBA	$ 352.000
Apoyo internacional recibido para actividades relacionadas con el cambio climático (B)	**$73.745.545**
Apoyo recibido en materia de financiamiento de políticas, programas y proyectos (FPPP)	$27.034.724
Apoyo recibido para la creación de capacidades y asistencia técnica	$36.473.325
Apoyo recibido para la Transferencia de tecnología	$10.858.200
Total (A+B)	**$75.570.249**

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

6.2.1. Financiamiento de políticas, programas y proyectos (FPPP)

Durante el periodo de reporte, los países e instituciones donantes han aprobado a Chile recursos para la realización de actividades de la agenda climática nacional. Entre los proyectos realizados con apoyo financiero internacional para el fortalecimiento de la acción y política climática destacan la Estrategia Nacional de Movilidad Sostenible y el Programa Nacional de Movilidad Urbana para la Mitigación y Adaptación al Cambio Climático en Chile, NUMP Chile, con aportes de Euroclima+, el Fondo de Preparación del Fondo Cooperativo del Carbono Forestal, como apoyo de la estrategia REDD+ en el marco de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales, con apoyo del Banco Mundial, y Desarrollo de planes de mitigación y adaptación regionales, con apoyo del GEF.

Fotografía: Daniel Pineda.

Tabla RE-7. Detalle del financiamiento de políticas, programas y proyectos adjudicados, por tipo de donante, 2016-2020.

Tipo de donante	Recursos (USD)	Ámbito R	M	I	A	N	Sector
Cooperación Bilateral	**$5.223.000**						
Alemania	$5.048.000		•				Energía
Varios (**)	$175.000		•				Transversal
Fondos e instituciones multilaterales	**$10.348.650**						
Euroclima +	$1.086.376		•				Ciudades (Construcción, transporte e Infraestructura
Fondo de Adaptación al Cambio Climático de las Naciones Unidas	$8.062.274				•		Ciudades (Construcción, transporte e Infraestructura; Agricultura, ganadería y otro uso de suelos
GCF	$1.200.000				•		Ciudades (Construcción, transporte e Infraestructura; Agricultura, ganadería y otro uso de suelos
Instituciones financieras internacionales	**$11.463.074**						
Banco Mundial	$10.680.000		•				Transversal; Forestal y Biodiversidad; Ciudades (Construcción, transporte e Infraestructura
BID	$783.074	•				•	Transversal; Ciudades (Construcción, transporte e Infraestructura;
Otros aportes	**Sin Información (*)**						
CTCN	Sin Información (*)				•		Economía Circular
Sistema de Cooperación entre las Fuerzas Aéreas Americanas (SICOFAA)	Sin Información (*)				•		Ciudades (Construcción, transporte e Infraestructura);
Total	**$27.034.724**						

R: Reporte; M: Mitigación; I: INGEI; A: Adaptación; N: Negociación internacional.

(*) Donde se indica "Sin Información" quiere decir que existen iniciativas apoyadas por esa contraparte, pero no se indica el monto aportado.

(**) Iniciativas lideradas por más de un apoyo bilateral

6.2.2. Creación de capacidades y asistencia técnica

Dentro de los proyectos, programas y alianzas anteriormente señalados, Chile ha recibido apoyo en el área de creación de capacidad y asistencia técnica a través de iniciativas que han abarcado proyectos y el desarrollo de estudios específicos, los cuales fueron financiados por diversos apoyos según las temáticas de cambio climático que se quería abordar. La mayor parte de estos apoyos van dirigidos a los sectores que, o son emisores, o son los más afectados por los impactos del cambio climático, pero también parte del apoyo se ha centrado en el desarrollo de estrategias que son de carácter transversal, como la actualización de la NDC, la elaboración de una Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) o la incorporación de herramientas de gestión sectorial, como la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV). La Tabla RE-8 grafica los aportes por tipo de donante.

Tabla RE-8. Apoyos recibidos en el área de creación de capacidades y asistencia técnica

Tipo de donante	Recursos (USD)
Cooperación Bilateral	$19.236.372
Fondos e instituciones multilaterales	$12.073.163
Instituciones financieras internacionales	$3.886.095
Otros aportes	$1.277.695
Total	**$36.473.325**

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

6.2.3. Transferencia de tecnología

En esta sección se describen los apoyos recibidos por el país en el área de transferencia de tecnologías, es decir, el traspaso directo de una tecnología determinada o el apoyo técnico y la creación de capacidades específicas para desarrollarla. Las principales actividades realizadas gracias a los apoyos recibidos por el país en el área de transferencia de tecnologías entre 2016-2020 son el Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales Nativos (SIMEF), con apoyo de la FAO y el GEF, el desarrollo de mapas de vulnerabilidad y el proyecto para fomentar las capacidades técnicas en Chile, a través de la aplicación de las tecnologías de cogeneración en la industria y el comercio, ambos con apoyo del gobierno de Alemania.

Fotografía: Daniel Pineda.

La Tabla RE-9 grafica los aportes por tipo de donante.

Tabla RE-9. Apoyos recibidos en el área de creación de Transferencia de Tecnología.

Tipo de donante	Recursos (USD)
Cooperación Bilateral	$4.300.000
Fondos e instituciones multilaterales	$6.300.000
Instituciones financieras internacionales	$105.000
Otros aportes	$153.200
Total	**$ 10.858.200**

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

6.2.4. Apoyo recibido en el marco de Chile como Presidencia COP25

En el año 2019, correspondió a Chile asumir la presidencia y la organización de la COP25, proceso que contó con apoyo de diversas entidades para financiar actividades relacionadas con la operatividad del evento y su logística, como también para financiar acciones climáticas en las que Chile fuera participante o beneficiario. Las contribuciones multilaterales representaron el 87% de los fondos internacionales aprobados en el periodo de análisis, mientras que los recursos canalizados como bilaterales representaron el 13% restante. En lo que respecta a las donaciones bilaterales, los principales aportes provinieron desde Alemania, seguido por China y, más atrás, por Luxemburgo. Alemania destaca por su aporte financiero en los sectores de Forestal y Biodiversidad, Creación de Capacidades y Adaptación. El Fondo Verde del Clima, y el Fondo Corporativo para el Carbono de los Bosques, administrado por el Banco Mundial, son las fuentes de financiamiento con la mayor participación en la categoría de "Apoyo Multilateral", con aproximadamente el 74% y el 15% de los recursos, respectivamente, dado principalmente por su aporte a iniciativas de conservación forestal lideradas por el Ministerio de Agricultura a través de CONAF.

Durante el periodo de reporte, las instituciones donantes aprobaron para Chile un total de **USD $178.178.777.** La **Tabla RE-10** muestra un resumen de los aportes recibidos en este marco:

Tabla RE-10. Resumen fondos recibidos por Chile como presidencia COP25.

Aportes en el marco COP25	Recursos financieros (USD)
Bilateral/países	$21.802.387
Instituciones financieras internacionales	$26.866.500
Fondos e instituciones multilaterales	$129.509.890
Total general	**$178.178.777**

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

6.3. Apoyo nacional para la acción climática

En los últimos años Chile ha entregado apoyo a otros países, destinado a acciones para enfrentar el cambio climático. En este sentido, Chile es participe de una iniciativa de cooperación sur-sur a través de la Red Latinoamericana de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Esta Red facilita el apoyo y el desarrollo sostenible de capacidades técnicas e institucionales por medio del intercambio de experiencias y la adopción de las mejores prácticas.

El país también entrega apoyo a través de los proyectos gestionados por la Agencia de Cooperación Internacional Chilena (AGCI), que lidera y coordina el trabajo de Chile en materia de cooperación internacional. Durante el 2019 ha cofinanciado actividades bilaterales con el Gobierno de Panamá, específicamente para el proyecto "Cooperación bilateral Chile-Panamá para el fortalecimiento de la transparencia del Acuerdo de Paris".

Fotografía: Tomás Gómez.

Photography: Tomás Gómez.

Executive Summary

Chile's Fourth National Communication reports on the country's progress in implementing the objectives and principles of the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) during the period 2017-2020, following the requirements and guidelines of the Convention. In accordance with these recommendations, this Communication presents the national circumstances (chapter 1); the results of the national greenhouse gas inventory emissions and removals (chapter 2); the main advances in the country's vulnerability and adaptation to climate change (chapter 3); greenhouse gas mitigation (chapter 4); other information relevant to the achievement of the Convention's objective (chapter 5); and lastly, it details some obstacles, gaps, and financial, technical and capacity building needs identified in the country (chapter 6). The main financial support to prepare this Communication comes from the Global Environment Facility, and the office of the United Nations Development Programme and the Government in Chile is the implementing agency.

1. NATIONAL CIRCUMSTANCES

1.1 Social and geographical profile

Chile is a tri-continental country located at the western and southernmost extreme of South America. It includes Easter Island in Oceania and extends to Antarctica in the South. Additionally, the Juan Fernández archipelago, as well as the islands of Salas y Gómez, San Félix and San Ambrosio make up its national territory. It also includes the 200-nautical-mile exclusive economic zone, and the corresponding continental shelf. It has a total surface area of 2,006,096 km2, without considering the maritime territory (territorial sea, EEZ and continental platform), which is distributed over 755,915 km2 corresponding to South America, 1,250,000 km2 to Antarctica, and 181 km2 to Oceania.

Photography: Bryan Contreras.

Chile is a republic whose political and administrative system encompasses three territorial levels of government: administrative regions (16), provinces (54) y communes[1] (346). According to the 2017 census, the country has a total population of 17,574,003, distributed heterogeneously with 40.5% located in the Metropolitan Region of the capital city, followed by 11.6% in the region of Biobío and another 11.6% in the region of Valparaíso. Collectively, these three regions account for 62,4% of the population.

There are 9 indigenous ethnic groups in the country, with the largest populations being Mapuche (84.8% of the indigenous total), and Aymara (6.6% of the indigenous total). In turn, the country has experienced a significant migratory flow. Between 2015 and 2017, the number of immigrants more than doubled, most of whom came from Venezuela, Peru and Colombia.

1.2 Economic profile

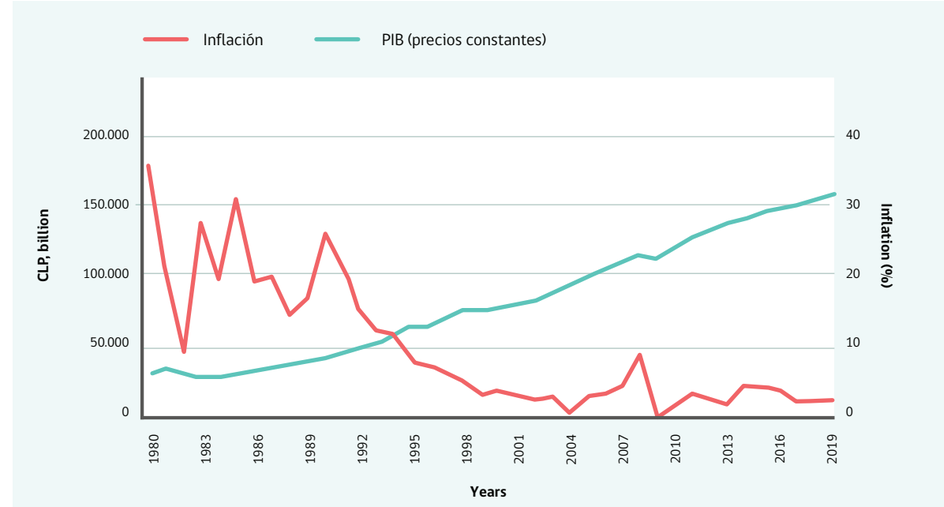
Chile has an open and stable economy, which actively promotes trade and investment. This is based on a reliable monetary and fiscal governance as well as a robust and well-regulated financial system. Even though the economy has diversified, the mining industry accounts for a significant portion of exports. For example, in 2019 it made up 52.2% of the total national exports (Banco Central, 2020).

In the last twenty years, Chile has experienced constant economic growth, as a result of years of fiscal responsibility, which allowed it to strengthen its credit position, as can be seen in Figure ES-1. Moreover, the country's gross public debt has increased steadily over the last five years, and by December 2019 represented 27.9% of GDP (DIPRES, 2020)

Although the Chilean economy excels in the extraction of natural resources and primary goods, the largest proportion of GDP is accounted for by financial and personal services (in total, 27.24%), followed by trade, restaurants and hotels, and manufacturing industry (in total, 21.34%).

1. Article 110 of the Political Constitution of the Republic of Chile states: "For the government and internal administration of the State, the territory of the Republic is divided into regions and these into provinces. For the purposes of local administration, the provinces shall be divided into communes. The creation, suppression and denomination of regions, provinces and communes; the modification of their boundaries, as well as the establishment of the capitals of the regions and provinces, shall be the subject of a Constitutional Organic Law, and the exclusive initiative of the President of the Republic"

Figure ES-1. National GDP at constant prices and inflation as an annual average consumer price index (IPC).



Source: Prepared with data from the World Bank (Banco Mundial, 2020).

Photography: Bryan Contreras.

The following table presents a summary of the country's key socioeconomic and geographical indicators.

Table of Chile's key socioeconomic and geographical indicators

Information		Source
Geography and population		
Surface:		
Overall surface	2.006.096 km²	The Military Geographic Institute (IGM)
South American surface	755.915 km²	
Oceania surface (Easter Island)	181 km²	
Use of land:		
Areas of agricultural use	4,21%[2]	National Forestry Corporation (CONAF), 2018
Native forests	19,37%	
Forest plantations and mixed forests	4,36%	
Grasslands and bushes	30,39%	
Urban and industrial areas	0,67%	
Areas devoid of vegetation	28,70%	
Marine Protected Areas	147.186 mil ha	Ministry of Environment (MMA). 2020
The National System of Protected Wild Areas (SNASPE)	18.090 mil ha	National Register of Protected Wild Areas
Población:		
Population year 2002 (individuals)	15.116.435	National Institute of Statistics (INE), 2017
Population year 2017 (individuals)	17.574.003	Census
Male year 2017 (%)	48,9	
Female year 2017 (%)	51,1	
Population year 2020 (estimate)	18.896.684 individuals	
Population year 2050 (estimate)	20.204.779 individuals	
Male year 2050 (estimate)	9.904.861 individuals	
Female year 2050 (estimate)	10.299.918 individuals	
Rural population year 2017 (%)	12,5	
Indigenous population year 2017 (individuals)	2.185.792	National Socio-Economic Characterization Survey (2017 Casen)
Mapuche population year 2017	143.7308 individuals	
Aymara population year 2017	112.253 individuals	
Migrant population year 2017 (individuals)	354.581 individuals	
Peruvian immigrants year 2017	172.584 individuals	
Venezuelan immigrants year 2017	188.132 individuals	
Colombian immigrants year 2017	115.834 individuals	
Social development		
Life expectancy year 2017	79,3 years	National Institute of Statistics (INE),
Infant mortality year 2015 (per thousand of births)	6,9	
Literacy rate year 2017	96,4%	UNICEF
Urban population connected to a sewage system year 2018	97,17%	Superintendency of Sanitary Services (SISS)
Urban population with potable water supply year 2018	99,93%	
Wastewater treated on treatment plants year 2018	99,98%	
Human development rate year 2018 mano año 2018	0,842	The United Nations Development Program (PNUD)
Population living in extreme poverty year 2017	2,3%	National Socio-Economic Characterization Survey (Casen)
Population living in poverty year 2017	6,3%	
Rate between the richest 10% and the poorest 10%-year 2017	30,8	
Gini autonomous coefficient year 2017	0,502	World Bank
Economic activity		

2. Regarding the South American and oceanic surface.

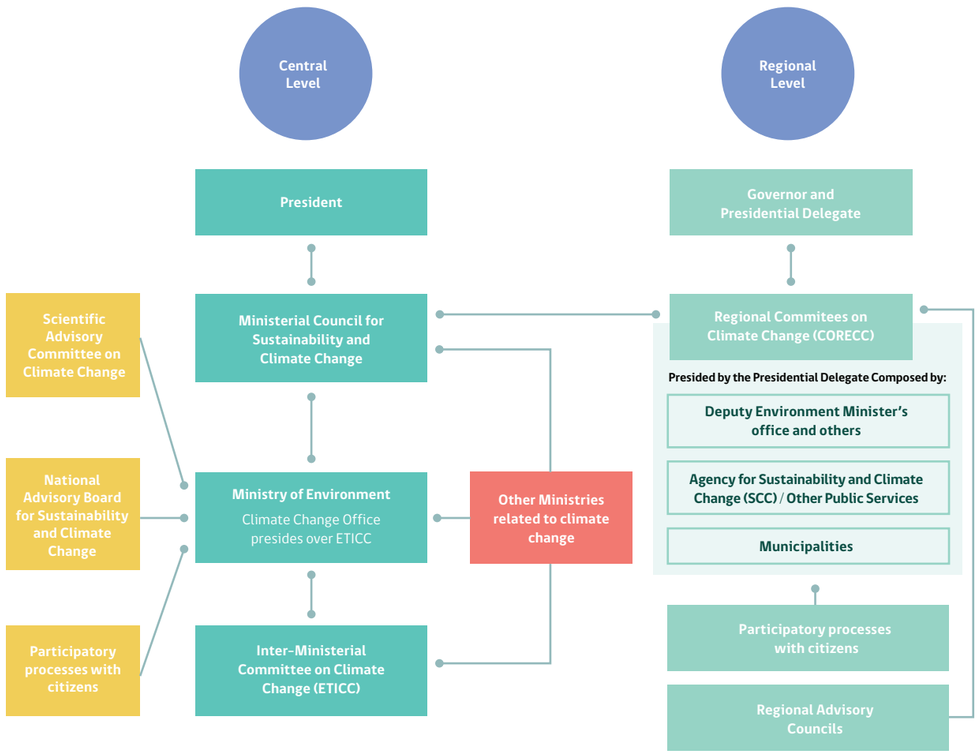
Information		Source
GDP year 2019	282.254 millon USD	International Monetary Fund (IMF)
GDP per capita, year 2019	24.225 USD[3]	
Estimated GDP growth as of 2020	-4,3 / - 6,0 % (range)	World Bank (WB)
Estimated GDP growth as of 2021	3,0 / 4,0 % (range)	
Exports of raw materials 2019 (% of total exports)	28,2%	
Exports of goods and services year 2019 (% GDP)	28,21% PIB	World Bank
Trade balance year 2019	89 millon USD	Central Bank of Chile
Mining exports year 2019 (million USD)	36.461	
Agriculture and forestry exports year 2019 (million USD)	6.704	
Industrial exports year 2019 (million USD)	26.723	
Energy		
Installed capacity from non-renewable sources[4] in electrical grid March 2020	52,2%	National Energy Commission (CNE)
Net installed electricity generation capacity March 2020	24.128 MW	
Hydroelectricity in the electrical grid March 2020	25,5%	
NCRE March 2020	22,3%	
NCRE projected to 2050	60%	Ministry of Energy (Minenergía)
National electricity coverage January 2019	99,6%	
Rural electricity coverage January 2019	96,5%	
Agriculture and forestry		
Agriculture and Forestry exports year 2017	15.730 millon USD	Agricultural Policy and Studies Office (ODEPA)
Agriculture and Forestry exports year 2018	17.746 millon USD	
Agriculture and Forestry exports year 2019	16.725 millon USD	
Agricultural area year 2018	3,19 millon ha	National Forestry Corporation (CONAF)
Area under irrigation year 2015	1.1 millon ha	
Woodland area year 2018	17.9 millon ha	
Native forest area year 2018	14.6 millon ha	
Area of forest plantations year 2018	3.3 millon ha	
Forested area year 2018	1.457 ha	
Reforested area year 2018	99.40794.000 ha	
Workforce year 2014	703.000 people	National Institute of Statistics (INE)
Workforce year 2017	794.700 people	
Aquaculture and fisheries		
Harvesting of aquaculture centres year 2019	1,3 millones t	National Fisheries and Aquaculture Service (Sernapesca)
Total landings 2019	3.460.081	
Fish production year 2019 as ac% of total landings	78,37%	
Shellfish production year 2019 as a % of total landings	12,83%	
Seaweed production year 2019 as a % of total landings	6,46%	
Mining		
Iron extraction year 2018	8,942.6 thousand metric tons	National Service of Geology and Mining (Sernageomin)
Copper extraction year 2018	5,872 thousand metric tons	
Sodium chloride production year 2018	10.012,1 t	
Calcium carbonate production 2018	6.619,3 t	
Production of sulphur compounds 2018	4.515,2 t	
Transport		
Private transport sector and others 2019	5.186.521 units	National Institute of Statistics (INE)
Public transport sector in 2019	216.440 units	
Freight transport sector in 2019	1.448 units	

3. Purchasing power parity (USD).
4. In this case, non-renewable sources refer to thermoelectricity.

1.3 Institutional arrangements

The national institutions in charge of climate change in Chile bring together practically the entire State apparatus, through institutions and organizations with differentiated roles in the definition of policies, strategies and actions, and also in their execution. Figure RE-2 shows the outline of the national institutional structure for climate change.

Figure ES-2. Outline of the institutional structure for the implementation of climate change policies.



Source: Elaboración propia.

Within the national institutional framework, the Ministry of Environment plays a fundamental role in the area of climate change, since it is responsible for proposing policies and formulating strategies, programmes and action plans, in collaboration with the different levels of the State's administrative apparatus. This task corresponds to the Climate Change Office (OCC). The MMA is also responsible for ensuring compliance with international conventions on environmental matters to which Chile is a party, and the OCC has appointed focal points in several of them. In coordination with the OCC, other divisions and offices of the MMA have taken on specific actions on the climate change issue.

On the other hand, other ministries -and divisions within them- have assumed roles and direct actions related to climate change of diverse nature, such as elaboration of plans, programmes and projects, as well as international commitments in the matter.

The process of consolidating Chile's environmental institutions and governance has been marked by the creation of the Ministry of Environment (MMA), the Environmental Assessment Service (SEA) and the Superintendency for the Environment (SMA) in 2010, together with the Council of Ministers for Sustainability (CMS).

Coordination bodies on climate change are an integral part of the institutional framework, enabling collaboration between sectors and administrative units of the State at different levels. The four main bodies are 1) Ministerial Council for Sustainability (CMS), which is the highest governing body in the field; 2) Inter-Ministerial Committee on Climate Change (ETICC), inter-ministerial coordination body; 3) Regional Committees on Climate Change (CORECC), regional coordination bodies; 4) Environmental Advisory Board, representative body of the various sectors of society.

1.4 International commitment

Since climate change entered the international public agenda, Chile has permanently maintained a proactive position, with a sustained increase of its importance in public policies, and also in the fulfilment of the international commitments the country has made. The most recent and one of the most relevant is the updated NDC presented in April 2020, the main elements of which are outlined in Chapter 1, section 7. Other major commitments are the National Greenhouse Gas Inventories (NGHGI), the National Communications (NC) and Biennial Update Reports (BUR), and the Voluntary Commitment as part of the Copenhagen Agreement.

1.5 National Policies on Climate Change

Presently, Chile has various public policy instruments that seek to address climate change, some national, some sectoral, and others at the sub-national level. In recent years, highly relevant instruments have been developed, such as the Draft Framework Law on Climate Change, among others that are currently being processed or designed.

1.5.1. Draft Framework Law on Climate Change

This Bill responds, among other things, to the need to establish a legal framework to assign responsibilities for reducing emissions, and to demand the implementation and reporting of measures to mitigate emissions and adapt to the impacts of climate change. Between June and July 2019, citizen consultation on the Draft Framework Law on Climate Change was carried out, in addition to participatory workshops, in all regions of the country. On January 13, 2020, it was admitted to the Senate for its first constitutional procedure. On October 25 the Bill was generally approved and is currently in the Senate, as an urgent project.

The Bill considers the establishment of the essential components for the management of Climate Change in Chile, in order to achieve carbon neutrality and increase resilience by 2050. For this purpose, it considers formalizing and complementing existing institutions, establishing the necessary management instruments to address this phenomenon and sectoral responsibilities, as well as incorporating climate change into other public policies, financing, economic instruments and information systems for climate change.

1.5.2. National Climate Change Action Plan 2017-2022 (PANCC II)

The main objective of the Plan, which was approved by the Ministerial Council for Sustainability in June 2017, is to address the challenges of climate change in the national territory while supporting the implementation of the agreements adopted at the UNFCCC, by articulating a climate policy that is cross-sectoral in the short and medium term.

1.5.3. National Climate Change Adaptation Plan and sectoral adaptation plans

The National Climate Change Adaptation Plan was approved by the Ministerial Council for Sustainability in December 2014, and it is the instrument to articulate the public policy on adaptation to climate change. The plan established nine sectors that should develop adaptation plans. The following plans are currently in place: Forestry and Agriculture, Biodiversity, Fisheries and Aquaculture, Health, Infrastructure Services, Energy, Cities and Tourism. The Water Resources Plan is under development.

1.5.4. Long Term Climate Strategy

This instrument defines the country's long-term guidelines on climate change over a 30-year timeframe. Among the challenges involved in the preparation of this document are the transition to a low greenhouse emissions development, up to the point of attaining and sustaining neutrality of GHG emissions; reducing vulnerability and increasing resilience to the negative effects of climate change; and compliance with international agreements undertaken by the Chilean State.

Among the most relevant contents of this instrument is a national greenhouse gas emissions budget for 2030 and 2050, and sectoral emissions budgets, which must be met within 10 years. In addition, it defines guidelines on adaptation to climate change, as well as risk assessment, taking into account the vulnerability of each specific sector. (MMA, 2020)

The pillars on which the construction of the ECLP is based, are aligned with the principles of the Draft Framework Law on Climate Change, and are as follows:

a) **Science:** appropriate and effective mitigation and/or adaptation measures to address the adverse effects of climate change will be taken on the basis of the best available scientific evidence.

b) **Cost-effectiveness:** the management of climate change will prioritize those measures that, while effective for mitigation and adaptation, represent the lowest economic, environmental and social costs.

c) **Integration:** The design of goals and measures will consider existing governance and instruments at the sectoral (horizontal) and regional (vertical) levels.

d) **Social:** The focus of the goals, indicators and commitments that are defined in the ECLP will be the people in their territories, establishing with clarity how they contribute to the success of the Sustainable Development Goals.

1.6 COP 25 Chile-Madrid

A critical development in 2018 was the decision of the UNFCCC secretariat to grant Chile the presidency of COP 25, accepting the country's offer to host this meeting after Brazil[5] retracted commitment to do so.

The site selected to host the COP was Parque Cerrillos in Santiago. However, as a result of the social unrest that began in October 2019, it was not possible to hold the COP in Chile. Still, the UNFCCC Secretariat requested Chile to maintain the Presidency, transferring COP25 from Santiago to Madrid, Spain. The event was held between the 2 and 13 December 2019 at the Madrid Exhibition Centre (IFEMA) with the logistical support of the Government of Spain, keeping most of its original structure.

The COP 25 Presidency arranged a meeting space in the Chilean pavilion in the COP 25 'Blue Zone', where more than 60 different events were held parallel to the negotiations. The events had various formats (presentations, workshops and talks) and focused on stimulating debate, promoting changes, accelerating transformations, and implementing climate actions in different areas and sectors. These events were organised in collaboration with national and international stakeholders from the public and private sectors, civil society, academia, international organisations and others. The Chilean Presidency of COP25, prior to the event, participated in the pre-sessional meetings of Bonn 2019, the Climate Summit 2019 in New York and the Pre-COP meeting in Costa Rica 2019.

Chile established as a priority for COP 25, securing participation and commitment to proceedings from diverse sectors and stakeholders - national and international, state and non-state participants - within the context of the COP and following the event's completion. The COP 25 negotiation team, led by the Ministry of Foreign Affairs, managed to promote the priorities of the presidency and demonstrated a great standard of technical knowledge and professionalism. The team was comprised of experts of diverse professional backgrounds and ideologies.

1.7 Nationally Determined Contribution

Chile began the preparation of its NDC in 2017, whereupon the public sector met to define which core elements would be updated. In 2018 and 2019 numerous workshops and stakeholder engagement sessions were held with representatives of civil society, the private sector, academia, the scientific community and NGOs. This resulted in the preparation of a proposed NDC update document, which was open for public consultation from 15 October to 2 December 2019. Once this process was completed, the revised version of the NDC was presented on 8 April 2020 to the United Nations Framework Convention on Climate Change.

The updated NDC has five central pillars, all characterized by a significant increase in ambition in terms of Chile's commitments, comprising mitigation, adaptation, integrative measures (encompassing both adaptation and mitigation), means of implementation and, finally, a social pillar that focuses on sustainable socioeconomic development and just transition.

2. NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORY, 1990-2018

2.1 Introduction

This is the sixth National Greenhouse Gas Inventory (NGHGI) submitted by Chile to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) in compliance with article 4, paragraph 1(a), and article 12, paragraph 1(a) of the Convention, and decision 1 of the Conference of the Parties N°16 of Cancun.

Chile's NGHGI was prepared in accordance with the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, and it encompasses the entire national territory. It includes emissions and removals of carbon dioxide (CO_2) and methane (CH_4), nitrous oxide (N_2O), hydrofluorocarbons (HFC, perfluorocarbons (PFC) and sulphur hexafluoride (SF6) over the period from 1990 to 2018.

Key points of Chile's NGHGI 1990-2018 series

- In 2018, the country's total GHGs emissions (excluding LULUCF) were 112,313 kt CO_2 eq., increasing by 128% since 1990 and by 2% since 2016. The main GHG emitted was CO_2 (78%), followed by CH_4 (13%), N_2O (6%), and fluorinated gases (3%).
- The Energy sector is the largest GHG emitter in the country, accounting for 77 % of total emissions in 2018, mainly due to the use of coal and natural gas for power generation and use of liquid fuels in road transport.
- Land use, land-use change, and forestry (LULUCF) is the only sector that consistently absorbs GHG in the country, and remains as a GHG sink throughout the period under examination. In 2018, the balance of GHGs emissions recorded in the sector was -63,992 kt CO_2 eq., mainly due to the increase of biomass in second-growth native forest and forest plantations. The maximum emissions of the sector occurred in 2017, when 570,000 ha of forest lands, crop lands and grasslands were devastated by wildfires.
- The balance between GHG emissions and removals for Chile (including LULUCF) reached 48,321 kt CO_2 eq.

2.2 Institutional arrangements and preparation of Chile's NGHGI

Since 2012, the GHG inventories unit, located within the Climate Change Office (OCC) of the Ministry of Environment (MMA) has designed, implemented and maintained the National System of Greenhouse Gas Inventories of Chile (SNICHILE). This system contains the institutional, legal and procedural arrangements established for the biennial update of Chile's NGHGI, thus ensuring sustainability in the preparation of GHG inventories in the country, the consistency of the GHG notified flows and the quality of the results. The SNICHILE is composed of teams from the Ministry of Energy, Ministry of Agriculture and MMA. The preparation of the current NGHGI began during the first semester of 2019 and ended halfway through 2020.

2.3 Trends in greenhouse emissions of Chile

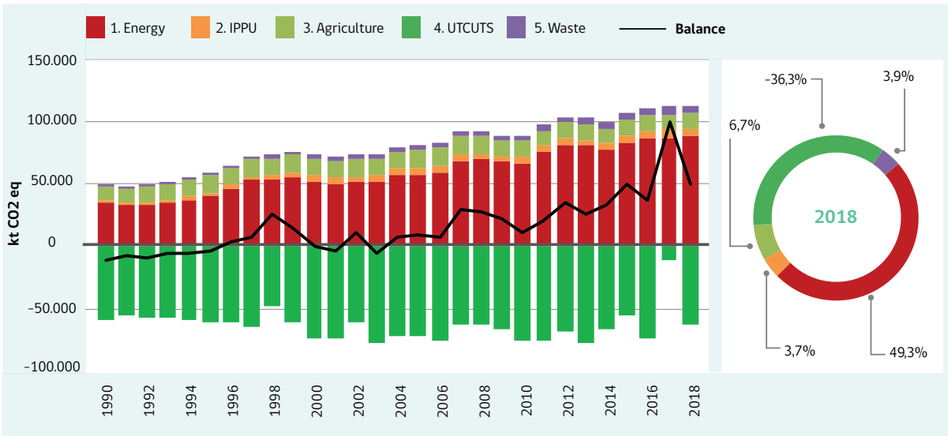
In 2018, the country's total GHG emissions increased by 129% from 1990 and by 2% since 2016 (Table RE1). The main causes of this trend are the burning of fossil fuels and forest lands. The values that are outside the trend in the balance (Figure RE1) are mainly a result of forest fires accounted for in the LULUCF sector.

Table ES-1. Chile's NGHGI: balance and total GHG emissions (kt CO_2 eq) by sector, 1990-2018 series.

Sector	1990	2000	2010	2013	2016	2017	2018
1. Energy	33,631.4	51,746.4	66,607.7	79,901.3	86,191.0	86,896.1	86,954.3
2. IPPU	2,224.2	4,803.6	4,279.6	5,084.5	5,977.1	6,079.8	6,611.3
3. Agriculture	11,834.8	13,708.9	12,921.1	12,597.4	11,881.3	11,724.0	11,789.4
4. LULUCF	-60,152.6	-73,364.3	-76,966.4	-77,561.5	-74,697.9	-11,710.3	-63,991.9
5. Waste	1,519.0	2,742.6	4,133.6	5,095.1	6,106.6	6,515.7	6,957.6
Balance[6]	**-10,943.1**	**-362.9**	**10,975.6**	**25,116.9**	**35,458.2**	**99,505.3**	**48,320.7**
Total[7]	**49,209.5**	**73,001.4**	**87,942.1**	**102,678.4**	**110,156.0**	**111,215.6**	**112,312.6**

Source: MMA Coordinating Technical Team.

Figure ES-3. Chile's NGHGI: balance of GHG (kt CO_2 eq.) by sector, 1990-2018.



Source: MMA Coordinating Technical Team.

Total GHG emissions were dominated by CO_2, which accounted for 78%, followed by CH4 with 13%, and N_2O with 6%. Fluorinated gases collectively accounted for 3% of GHG total emissions for the country as of 2018.

The energy sector is the main source of GHG emissions, with 77% of the overall national total and increasing by 159% since 1990 and by 1% since 2016. In general, the main cause for this growth is the increase in the country's energy consumption, including the use of coal and natural gas for power generation, as well as liquid fuels (predominantly diesel and gasoline) for road transportation. The most significant subcategories in this sector are *energy industries,* which account for 39% of the sector's emissions, followed by *transport* with 33%, *manufacturing* and *construction* with 18% and other sectors with 9 %.

The industrial processes and product use sector (IPPU) accounted for 6% of the total GHG emissions in 2018, increasing by 197 % since 1990 and 11% from 2016. This can be explained mainly due to the increase in the use of HFCs for refrigeration, added to the sustained yet irregular rise of emissions from cement, lime and glass industries. By 2018, 58% of GHG emissions correspond to the category of *Product Uses as Substitutes for Ozone Depleting Substances,* followed by 23% from the minerals Industry.

The agriculture sector accounted for the 11% of the total GHG emissions in 2018, decreasing by 0.4% since 1990 and by 0.8 % since 2016, largely due to a decline in the population of cattle and sheep over the last decade. With regards to the specific subcategories, 42% of GHG emissions are associated with enteric *fermentation,* followed by 40% from agricultural *soils* and 13% from *manure management.*

The LULUCF sector is the only one that consistently absorbs CO_2 in the country, which makes it one of the most relevant due to its mitigation potential. By 2018 its role as a GHG sink had increased by 6% relative to 1990 but decreased by 14% since 2016. The subcategories of *forest lands* and *harvested wood products (HWP)* are the most important in the sector in absolute terms, accounting for 83% of emissions and a 10% of removals. Forest fires have an important effect on GHGs emissions and removals, because they are capable of substantially altering the overriding trend, for example generating maximum emissions in 1998, 1999, 2002, 2015 and 2017.

The waste sector accounted for 6% of the total GHG emissions in 2018, increasing by 358% since 1990 and by 14% since 2016, due to a growth in population, the waste generated by the population and also industrial waste. In fact, 65% of emissions in this sector correspond to the subcategory *solid waste disposal*, while 30% are related to *wastewater treatment* and *discharge.*

5. The term «balance of GHG» refers to the addition of GHG emissions and removals, expressed in carbon dioxide equivalent (CO_2 eq). This term includes the LULUCF sector as a whole.

6. In the present report, the term «total GHG emissions» refers only to the addition in the national GHG emissions expressed in carbon dioxide equivalent (CO_2 eq). This term excludes the emission sources and absorption sumps of the LULUCF sector

3. VULNERABILITY OF THE COUNTRY AND ITS ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE

Important advances have been made in recent years in the generation of scientific evidence on the climate change phenomenon. Knowledge has been improved regarding extremely severe impacts in Chile, such as mega-droughts, mega-fires and floods, and in general, with respects to the country's vulnerability and risks.

Adaptation solutions in Chile have taken place at the level of national public policy, business, academia and civil society, and at the sub-national level as well. Progress has been made in raising awareness of the magnitude of the impacts of climate change, and the need for adaptation solutions, in a national context of social demands, where some aspects are directly related to the climate crisis.

3.1 Climate Change Trends and Projections

One of the main advances over this period, in terms of assessing vulnerability and risks, is the development of the Climate Risk Atlas ARCLIM, promoted by the Ministry of Environment and financed by the German Corporation for International Cooperation (GIZ), which gathers cartographic information on climate risks in Chile. The Atlas was developed by the Center for Climate and Resilience Research (CR2) and the Global Change Centre of Pontificia Universidad Católica de Chile (CCG), with the collaboration of numerous universities and research centres in the country. Climate risks were analysed in a comprehensive and multidisciplinary manner through indicators of hazards, exposure and vulnerability, considering the changes between the current period (1980-2010) and the future period (2035-2065) under the IPCC's RCP8.5 scenario, using the average of between 20 and 30 simulations based on Global Climate Models (GCMs).

Other studies and data, which have made it possible to evaluate the trends and projections presented in this chapter, are the reports of the Meteorological Service of Chile (DMC); the update of the National Water Balance (DGA, 2017a); and the study: Determining the risk of Climate Change Impacts on Chile's Coasts (MMA, 2019h).

3.1.1. Historical Trends

With regard to the average temperature, a total of 101 stations were analysed, in 13% of them there was an increase of more than 1°C; 82% had a positive increase of less than 1°C; and 5% of the stations recorded a decrease in the average temperature for the decade 2009-2019, with respect to the period 1961-1990. Annual rainfall shows a decreasing trend of 7% per decade, with a significant variation depending on the location, being the central area of the country the one with the highest tendency to dry out, with 14% per decade.

Other variables that have been measured are the Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index, which shows a predominant drought situation, between the regions of Valparaíso and the Biobío, and in coastal areas between the regions of Arica and Parinacota and Antofagasta (water shortage). In the highlands of Norte Grande and in more southern areas of the country, a high percentage of months show a relative water surplus, for the period considered between 2010 and 2018.

The height of the 0°C isotherm, for the northern zone (Antofagasta), shows the greatest upward trend of 36 m/decade. The central zone (Santo Domingo) and the south (Puerto Montt) show increases of 17 and 12 m/decade respectively. In the southern zone a decrease is observed, reaching -18 m/decade in Punta Arenas. In the period after the year 2000, an increase is observed, with a greater intensification in the southern zone of 75 m/decade, while in Punta Arenas the negative trend is reversed.

With regard to extreme events, changes in maximum and minimum temperatures, warm nights, cold nights, thermal amplitude and the maximum of minimum, affect a greater part of the territory significantly. With regard to rainfall, days and total intense rainfall are increasing in the north of the country, with Arica and Antofagasta showing the main changes.

The average sea level is highly affected by the cortical variations associated with the seismic cycle, presenting non-homogeneous spatial distribution, with increases of up to 0.38 [mm/year] in San Antonio, and decreases of up to -0.40 [mm/year] in Puerto Montt.

With respect to the climate of average waves, MMA (2019h) carried out a historical analysis off the Chilean coast, showing significant heights with an increase in the range of 0.003 and 0.011 [m/year], being the major tendencies towards the south. This range is equivalent to an increase of 0.1 to 0.4 [m], which implies that the significant height increased between 10% and 20% in 36 years analysed. Wave periods (time in seconds between the peaks of two waves) show insignificant increases. In addition, there is a general increase in the frequency of tidal waves throughout the country, from 0.1 to 0.3 [events/year], which is equivalent to between 4 and 12 more events a year compared to the 1980s.

3.1.2. Projections of Future Climate Change

With regard to temperature, projections show an increase throughout the country for the period 2030-2060, which is greater in the northern zone, especially in altitude, with increases that can exceed 2°C. The lowest increases are estimated in the southern zone, especially in the coastal provinces, with around 1°C. An increase in annual rainfall of over 20% is projected for the northernmost zone (Arica and Parinacota and Tarapacá). From the Atacama Region to the south, there is a decreasing pattern of annual rainfall, which persists with significant declining values close to -20% in some provinces, up to the Los Lagos Region. Subsequently, the decrease weakens, and precipitation increases again in the Magallanes Region (see Figure ES-4).

In the case of extreme events, there is an increase in days with heavy rainfall towards the north and in the far south of the country. The frequency of droughts rises throughout the country, except in Arica and Tarapacá. Between the Atacama Region and the Los Lagos Region, the increase is around 20% in the most extreme cases. The number of hot days and their length show increases throughout the country, particularly in the Norte Grande and some central provinces. Finally, a decrease in the duration of cold days is projected, but to much lower extents than the changes in the duration of hot days.

Figure ES-4. Projected changes in annual mean accumulated precipitation a) Current condition (mm / year); b) Difference to 2030-2060 (%).

Source: ARCLIM Project.

In terms of absolute sea level projections (excluding the tectonic effect which cannot be estimated using current models), a latitudinal gradient is observed for the period 2026-2045, with increases ranging from 0.14 [m] in the northern zone to 0.10 [m] south of 36°S, and a model uncertainty of ±0.10 [m]. A linear trend is shown for the first half of the century, increasing towards the end of the century.

With regard to the wave climate, MMA (2019h) analyses the changes in the waves between a historical period (1985-2004) and the projection to half a century (2026-2045). The significant height for the average climate undergoes minor changes throughout the territory, except in the southernmost zone. The average period increases on all coasts, and the direction of the waves shows a slightly shift to the south, which is attributed to the projected migration south of the Permanent South Pacific Anticyclone (Schneider et al., 2017), which is associated with a shift also to the south of the area of wave generation. Extreme events (tidal waves) associated with high return periods will increase noticeably by mid-century, especially on the central coast of Chile.

3.2 Chile's Vulnerability to Climate Change

The following is an analysis of vulnerability and risks for each of the priority sectors and systems for adaptation in the country, which are recognised in the Draft Framework Law on Climate Change. The information generated by ARCLIM is highlighted here.

Biodiversity

There is evidence of a decline in the potential climate areas suitable for the persistence of most species, regardless of the taxonomic group and the area of the country being analysed. The central-southern zone and the highlands are identified as the areas at greatest risk. Changes in temperature and water availability have already generated direct impacts on the functioning of the country's ecosystems, such as decrease in the strength of Mediterranean forests and the loss of foliage in species of the sclerophyllous forest of central Chile. The araucaria forests, a Chilean endemic species, are affected by drier conditions and higher temperatures, which is reflected in leaf damage and reduced growth due to reduced photosynthetic activity, making populations more vulnerable to pathogens.

In addition to the impacts of climate, biodiversity is also affected by invasive species, fires and human activities due to the expansion of urban centres as well as the agricultural and forestry frontier. Maintaining the biodiversity of Mediterranean ecosystems must be a first priority for protection against climate change.

Agriculture and forestry sector

Drought is the main threat to the agriculture and forestry sector. In the area where the highest production takes place, climate projections show a marked increase in temperature and a reduction in rainfall, which could increase aridization, worsen water shortages, and generate productive deterioration due to thermal stress in some subtropical and temperate species. A reconfiguration of the productive map is projected, with a displacement of certain crops towards the south of the country. The combined effects of changes in temperature and precipitation would reduce the revenues of some specific crops. Fruit growing in temperate climates may be affected by the reduction of winter cold for flowering and fruiting. The viticultural aptitude of the valleys will also be affected. It is estimated that by 2050, the area suitable for vine growth will decrease its current extension by 47%, concentrated on the Maipo, Colchagua and Cachapoal valleys. Additionally, pests and diseases would increase their extension and level of damage.

With regard to livestock, the increased frequency of heat waves and heat stress associated with high humidity will affect the production of meat, milk and wool. Projecting 2050 in the regions of La Araucanía, Los Ríos and Los Lagos, the production of forage and pasture (RCP8.5) decreases in scenarios without an increase in CO_2 and increases by 3 to 8% with respect to historical levels, with high CO_2 levels of 540 ppm.

The productivity of forest plantations could be favoured in some areas of the country, where there are limitations due to low temperatures and frost, such as in the pre-Andean mountain range. In future scenarios, productivity would decrease in the northern zone as a result of the increase in the water shortage. The highest productivity would be in the regions of La Araucanía and Los Lagos, due to the increase in the growth period. However, forest fires are the main threat to plantations, since a large part of the area burned annually corresponds to this crop.

Water Resources

The availability of water resources has decreased steadily by 20% in the southern macro-zone and by 50% in the north-central areas. The rural population is the most affected, given its limited access to water and its low purchasing capital for technological improvements.

In the basins of the northernmost part of the country (up to 30°S), there is a great degree of uncertainty associated with changes in precipitation, so it is not possible to project the changes in future runoff. In the basins of central Chile (30 to 36°S), the accumulation of snow would be reduced, and the height of the snow line would be modified, anticipating meltwater runoff. Average annual runoff is projected to be reduced by up to 40%, and evapotranspiration is projected to decrease. In the most southernmost regions (36°S to 45°S), an increase in evapotranspiration and a reduction in runoff due to decreased precipitation are projected. In the basins of the extreme south (45° to 55°S), an acceleration in the melting of ice bodies is projected, with a consequent increase in average annual runoff. Stehr et al. (2019), show that as a result of climate change, the hyper-arid zone will expand, both latitudinally and longitudinally, by an average of 13,000 km2 and approximately 70,000 km2 will become more arid (this is equivalent to 10% of the continental surface).

Infrastructure

The occurrence of extreme hydrometeorological events for the period 2006-2018 -mass removals (alluviums) 46%; river flooding 29% and tidal waves 25%, of the total- has threatened the operation of hydraulic and coastal infrastructure (MOP, 2018). Floods are characterized as the second most important impact in the context of climate change for our country, being

primarily concentrated in the regions of the southern macro-zone, but also with an occurrence in the north, particularly in the regions of Arica and Parinacota and Atacama.

An analysis of the impact of climate change on the magnitude of urban flooding events, for the country's cities for the period 2030 to 2060 (compared to 1985 to 2015) projects an increase in the magnitude of the maximum daily rainfall for 75% of the 44 cities analysed, which would result in a greater extension of the flooding due to the failure of collectors. For the 100-year return period, associated with the construction of major works such as bridges, there is an increase in the magnitude of design flows and a greater vulnerability of existing hydraulic infrastructure.

With respect to coastal infrastructure, the impact of climate change on state ports exposed to the Ocean has been projected, evaluating the time when the port cannot operate due to tidal waves (downtime) for the period 2026-2045 (RCP 8.5; historical period 1985-2004), finding that some ports will improve, and others will worsen their operation, and the e*xtreme climate will be more severe by the middle of the century. In economic terms, the analysis at the aggregate level for the state ports results in losses of US$ 4.12 million per year and gains of US$ 6.34 million per year.*

Energy

With regard to electricity generation, the reduction in the availability of water resources would lead to lower production from hydroelectric plants. In solar and wind resources, changes in spatial distribution profiles are expected. With respect to biomass resources, impacts are expected due to lower returns and changes in the geographical distribution of crops. In addition, floods and droughts will have repercussions on maintenance and operating costs, and possible unsatisfied electricity demand. Thermoelectric generation will be affected, with higher operation and maintenance costs.

Temperature rises will cause the demand for cooling, lower river flow and would decrease cooling capacities in some industries, and extreme events such as heat waves could change annual peak electricity demand profiles, as well as investments in cooling equipment, both industrial and residential.

According to the results of the ARCLIM project, there is a tendency for electricity costs to rise, with negative effects on smaller human settlements (and with high levels of energy shortages) throughout the National Electricity System. Currently, the number of households that spend excessively on their energy services is 22.6% of the national total (RedPE, 2019a), a percentage that will increase in a future climate change scenario.

Mining

Climate change will affect local hydrology, water quality and the risk conditions of mining operations due to extreme events. These extreme events could impact the infrastructure of mining and processing operations. Also, changes in energy demand and price due to climate change, will affect the cost of production. Vulnerability and exposure depend on the specificities of each operation: size, organization and geographical location.

ARCLIM projects moderate increases in the risk of mining operations due to extreme rainfall events. Failures would affect the operation itself and would have potential effects on communities and the environment. Desalination is an option to reduce pressure on surface and groundwater supplies. However, quality aspects and impact on the coastal environment must be studied in more detail.

Cities

A city is a system with high levels of complexity and self-organisation, which requires to be planned considering the overlapping of multiple simultaneous threats and cascade effects.

Future projections show significant changes in urban heat islands (UHI). The case of Santiago stands out, where the ICU would increase from 9.2°C in the present to 10.8°C in the future. Some positive effects are the decrease in the number of days with frost. In coastal cities, there is also the risk of coastal works being exceeded, of flooding in low lying areas and of coastal erosion in these locations due to extreme hydrometeorological events.

Health

In 2018, 9.7 million people were exposed to concentrations of fine particulate material above the value of the annual standard (MMA, 2019k). In recent years, intense rainfall events in the north of the country have led to an increase in consultations for respiratory diseases, diseases caused by the consumption of contaminated water and food, as well as economic losses for the affected population, along with the consequent loss of life. In addition, there is drought and its impact, especially on families that depend on agriculture, in rural areas or who do not have access to drinking water; and an increase in the frequency and extent of the geographical area affected by algae blooms that are precursors to the red tide.

Future projections for CPR 8.5 scenario indicate that in the hot season, rising temperatures would increase daily mortality, and in the cold season, they would decrease. The sum of these two effects in the year determines the net mortality risk, which increases in the north and centre of the country, with maximums in communes of the regions of Antofagasta, Tarapacá, Coquimbo, Valparaíso and in the whole Metropolitan Region. South of Santiago, the net risk decreases towards southern regions.

Coastal zones

The MMA study (2019e) generated an inventory of human and natural systems located below 10 meters above sea level (masl), which could be potentially exposed to sea level rise and tidal waves, In these areas, a total of 972,623 people (5.53% of the national population) were identified; 546 fishing coves; 1,692 wetlands; 256 dune fields; 1,172 beaches; 156 places of interest for biodiversity; 1,198 facilities (schools, kindergartens, police stations, among others); 171 maritime terminals, 475 elements of coastal infrastructure and 477 settlements, with a total of 482,122 houses (7.42% of the national total). According to the exposed elements that were identified, 12 critical communes were defined where adaptation actions should be prioritized. These are Antofagasta, Coquimbo, Viña del Mar, Valparaíso, Pichilemu, Talcahuano, Coronel, Arauco, Puerto Saavedra, Valdivia, Rapa Nui and the Juan Fernández Archipelago.

The above-mentioned study projects an increase in the flood level for 2026-2045 to values between 2.8 m and 3.8 m (level of the historical period 1985-2004: between 2.5 m in the northernmost zone and ~3.5 m in the Chacao Channel), which is mainly due to the increase in sea level. The weather tide and swell do not undergo substantial changes but can be significantly higher for more extreme events. With respect to the impact of the rise in average sea level, the study concludes that 589 census blocks, 46,357 people, 18,338 homes, 17 bridges, and 4,245 spots on the public road network, among others, would become areas of possible flooding, according to projections towards the middle of the century.

The evolution of the coastline was studied for the RCP 8.5 scenario and the period 2026-2045 and indicates that the beaches located between Arica and the Chacao Channel will experience average retreats of between 3 and 25 m. Beaches with fine sediments will experience greater retreats than those with coarse sand, while beaches with lower berm heights will be more eroded than those with greater heights. Beaches will tend to turn counter-clockwise, facing more south-westerly directions and experiencing erosion at their southern ends and accretion at their northern ends.

Fishery and aquaculture

At least a quarter of the current production of salmon eggs, fry, alevins, juvenile and smolts, takes place in areas where the levels of fresh water supply will drop, increasing the risks of loss of biomass/production for salmon; loss of biomass due to a rise in diseases and parasitism, and an increase in FAN events in the fattening phase.

The reduction in rainfall in Northern Patagonia, between Cochamó and Chaitén, presents a risk for the salmon-fattening phase, especially in areas with fresh water presence, in the communes of Cochamó, Puerto Montt and Hualaihué, and would lead to greater availability of light for phytoplankton, increasing the frequency and intensity of FANs. The risk of increased HAN due to climate change tends to be greater in Los Lagos and is minimized towards the south.

Climate change can affect the distribution of resources for small-scale fisheries, by the tropicalization of the oceans (Winckler et al., 2019) and by specific changes in the marine ecosystem at the local level (Yáñez et al., 2018). Changes in sea temperature would directly

Figure ES-5. Changes in the coastline for beaches in the Region of Valparaiso.

Source: MMA, 2019c.

affect the physiological limits of species, their food or their habitats; and reduced precipitation, would affect freshwater inputs to coastal and estuarine areas. The risk of loss of captured biomass shows higher values in coves between the regions of Tarapacá to Coquimbo, due to their greater dependence on the macro-algae resource. In the regions from Maule to the south the risk of loss is higher in relation to the relative abundance of fish and invertebrates (molluscs and crustaceans) in the total landings.

Small-scale fisheries will also be affected by the impacts of extreme hydrometeorological events on the coasts, which result in losses due to operations downtime.

Tourism

In Chile, 89 priority tourist destinations have been defined, covering around 200 communes of the country that represent about 84% of the sales of companies related to tourist activities. A risk analysis of the sector that considered the tourist destination as an exposure unit, geographically identified the tourist destinations and attractions, the protected areas belonging to the SNASPE, as well as the areas of tourist interest (ZOIT), indicates that one of the threats of greatest concern is forest fires on native forests. In addition, the decline in tourist attractions, due to the effects of climate change, will be reflected in a decrease in tourism demand, competitiveness and sustainability of the sector. Therefore, the risk of the sector is associated with the risk of other sectors that enable tourism provision, such as beaches, biodiversity, native forests, and water resources, among others.

3.3. Adaptation to climate change

During the period of this report, the National Climate Change Action Plan (PANCC 2017-2022) was updated, which includes the lessons learned and progress made in the National Adaptation Plan on climate change (NAP 2014) and proposes as specific objectives: the periodic evaluation of vulnerability and risks, adaptation measures in priority sectors, and monitoring and reporting for adaptation.

The following sectoral plans were also developed during the period: Adaptation Plan to Climate Change in the Health Sector (2016); Adaptation and Mitigation Plan of Infrastructure Services to Climate Change (2017-2022); Adaptation Plan to Climate Change for Chilean Cities (2018); Adaptation Plan to Climate Change in the Energy Sector (2018) and Adaptation Plan to Climate Change in the Tourism Sector (2020-2024).

With regard to the implementation of the NAP, by the end of 2019, an average progress of 80% of its cross-sectional measures has been registered. The plan for the forestry and agricultural sector shows an average implementation level of 84%; biodiversity 74%; fishing and aquaculture 71%; health 43%; infrastructure 51%; energy 9% and cities 43%.

In accordance with the commitments presented in the NDC (2020), an updated NAP will be available in 2022.

In municipalities, NGOs and the private sector, important progress has been identified in the implementation of adaptation actions. In various activities carried out as part of the preparation of this report, a total of 146 adaptation actions by these entities were identified. This analysis showed that, although a low number of actions explicitly consider the gender perspective in their definition, more than 70% of them are led by women.

In the case of the private sector, it was possible to identify a total of 48 initiatives, which include companies in the forestry, agriculture, energy, industrial production, mining and sanitary services sectors, and to a lesser extent, service, retail, transport, health and financial services companies.

There is significant variation in the levels of affectation and preparation declared by companies in different sectors. Most of the adaptation measures implemented are local in scope and some are regional in scope. An important role has been played by business groups focused on climate change, such as Acción Empresas and The Corporate Leaders Group for Climate Change (CLG-Chile), as articulators and promoters of the issue of climate change and adaptation in the national context.

With regard to local governments, a total of 35 initiatives were identified from 14 Municipalities and 3 Regional Governments. Some of these initiatives stand out in the areas of environmental conservation, outreach, environmental education and communication, climate knowledge, and protection and/or generation of new water sources. A large number of the initiatives are financed by the municipalities themselves, as well as by public funds from regional or national sources. A high proportion of the initiatives are based on regional or community planning instruments. On the other hand, there is an important advance developed within the framework of the Red de Municipios frente al Cambio Climático, which has allowed 32 municipalities throughout the country to have Local Climate Change Plans in the period 2015 to 2020.

Of the civil society organisations, 15 climate change adaptation initiatives were identified. An 85% of these initiatives are linked significantly to the field of conservation and biodiversity, which is largely explained by the thematic focus of these organisations. Most of the measures were concentrated in specific communes throughout Chile or focused on characteristic natural systems such as the Nahuelbuta Mountain Range, the sclerophyllous forest in the central zone of the country, or associated with protected natural areas. The need to strengthen the mechanisms and opportunities for access to local funding for these organisations is evident, due to their valuable level of involvement and integration with community and territorial organisations.

3.4. Gaps, Obstacles and Needs

Some of the needs identified in the public sector are to improve coordination and strengthen the link between the different levels of State administration; to increase the independence and give greater flexibility to regional bodies; and to strengthen inter-institutional communication to monitor, systematize and communicate climate actions, among others. Some specific needs are also identified with regard to improving enabling environments for adaptation.

Financing for adaptation is a permanent and transversal need, both for public sector and civil society. There is a lack of financial strategies to accompany policy development. The existence of financial mechanisms and instruments that consider the participation of the private sector is identified as necessary.

In the case of companies, it is necessary to advance in the involvement of management levels in the issue of climate change, in order to develop internal leadership. The private sector is still reactive to the impacts of climate change, making it necessary to consider a longer-term vision that allows anticipating changes and taking advantage of possible opportunities. The need to strengthen the relationship with the public sector has been identified. For companies, there is a need to understand more precisely the regulatory framework, the main guidelines, and how they are expected to respond to them.

With regard to local governments and NGOs, the need to strengthen municipal powers to implement adaptation actions has been identified. There is a high level of competition for resources, which are not sufficient to meet the challenges of adaptation in the territory. In the case of NGOs, this creates impediments to maintaining trained professional teams over time, and to submitting proposals for available funds.

There are great inequalities in the capacities of municipalities and NGOs, and in the level of technical knowledge on climate change, which limits their participation in spaces of debate and technical dialogue. In the NGOs, the need to strengthen communication and exchange mechanisms is recognised, in order to generate synergies between different initiatives.

4. GREENHOUSE GAS MITIGATION POLICIES AND ACTIONS

The challenges that Chile faced as presidency of COP25 meant that the discussion surrounding climate change ambitions, including GHG mitigation, was addressed in a cross-sectional manner and was also considered in the debate around future public policies, bearing in mind the social demands that became visible since widespread protests in October 2019. The post-pandemic social and economic context also presents a great challenge, but at the same time a great opportunity to consider a new way of planning that includes GHGs mitigation, and climate action at large, as a core element for the sustainable development of the country, noting the important economic benefits of investing in climate action.

Chile and mitigation

Voluntary pledge 2020

This voluntary commitment, officially communicated to the UNFCCC secretariat in 2010, proposes that 'Chile shall conduct nationally appropriate mitigation actions to achieve a 20% deviation below its business as usual (BAU) trajectory of rising emissions in 2020, projected since 2007.' The 2020 voluntary pledge has led to the development of various mitigation activities in the country, such as the Nationally Appropriate Mitigation Actions (NAMA), whose main objective is to reduce GHG emissions. In addition, it has helped to identify sectoral actions that, in spite of not having a focus on the reduction of GHG emissions, have also contributed to decarbonizing public policies.

Taking into consideration the projection of emissions in the country, the evaluation of this commitment is positive because if the balance of emissions (NGHGI) is compared with the business-as-usual curve (BAU2007) such balance is always below and in compliance range.

Nationally determined contribution

Chile submitted its NDC on April 2020 showing significant progress in relation to its 2015 NDC, in accordance with the Paris agreement, and also showing further ambition in the commitment made, aligning itself in a trajectory towards GHGs neutrality by 2050. This increase in climate ambition is consistent with what Chile promoted at COP 25, which is reflected by the Parties through the decision 1/CP.25. (MMA, 2020)

Considering the requirements on transparency in the presentation of the goals incorporated in the NDC, as in the Enhanced Transparency Framework, and the guidelines from COP24 in Poland, together with the analysis of the current NDC indicator and the revision about different types of NDC at an international level, the table below presents the emission levels mitigation goal in Chile, not including the LULUCF sector (MMA, 2020).

Table ES-2. Contribution to GHG mitigation.

Contribution	SDG
M1) Chile commits to a GHG emission budget not exceeding 1,100 $MtCO_2eq$ between 2020 and 2030, with a GHG emissions maximum (peak) by 2025, and a GHG emissions level of 95 $MtCO_2eq$ by 2030.	

Source: NDC Update 2020. MMA, 2020.

Another relevant subject in the NDC update relates the integration of policies linked to climate and clean air, in order to mitigate the short-lived climate pollutants[7] (SLCOs), more specifically black carbon (BC). The following commitment is included in this regard:

Table ES-3. Contribution in the matter of black carbon.

Contribution	SDG
M2) Reduce total black carbon emissions by at least 25% by 2030, with respect to 2016 levels. This commitment will be implemented primarily through national policies focused on air quality. In addition, it will be monitored through permanent and periodic work to improve information available in the black carbon inventory.	

Source: NDC Update 2020. MMA, 2020.

The methodology for the creation of the NDC mitigation component was based on a participatory process and governance where both prospective scenarios to reach neutrality by 2050 and the visualization of the NDC as an important mid-point milestone in that trajectory were evaluated.

Sectoral mitigation actions

In this report, the progress of actions and policies from various sectors is presented. With respect to the energy sector, governed and regulated by the Ministry of Energy, actions that stand out are the increase of the participation of renewable sources in the country's energy matrix; policies promoted by this sector that have contributed to the reduction of emissions due to the incorporation of clean energies and the efficient use of energy; the Energy Policy 2050 strategy (currently in revision); the withdrawal and/or reconversion of coal-fired power plants; and the National Green Hydrogen Strategy, among others. All of these efforts will contribute towards achieving neutrality of emissions by 2050.

In regard to the Transport sector, the Ministry of Transport and Communications makes its contribution through its Deputy Transport Minister's office, which is the public institution in charge of the generation of policies, standards, and conditions for the development of transport systems. The National Electromobility Strategy (2017) seeks to outline the actions that Chile must take in order to achieve a target of 40% of private vehicles being electric by 2050, and in accordance with new objectives established in 2019, making 100% of urban public transport electric by 2040. As of September 2020, 701 electric buses and 1,133 high-efficiency Euro VI buses are operating in Chile, financed in part by the issue of a sovereign green bond by Chile in 2019 (Ministry of Finance, 2019). This bond will finance the procurement of 212 additional electric buses in the last trimester of 2020

7. See definition of short-lived climate pollutants or short-lived climate forcers of the IPCC at: https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WGI_AR5_glossary_ES.pdf

Land use, land-use change, and forestry (LULUCF) is the only sector that offers significant GHG emissions and removals, making its mitigation potential relevant. Carbon sinks are mainly from second-growth natural forest, from regeneration of managed native forest, and from mostly exotic forest plantations. At the end of 2019, by means of the institutional management, the continuous work that the National Forestry Corporation (CONAF) has been leading since 2013 was materialized through important progress on financing[8], allowing advancement to the third phase of implementation of the National Strategy on Climate Change and Vegetational Resources (ENCCRV), which is associated with the 'result-based payment[9]." Specifically, in regard to mitigation in the agriculture sector, in 2019 the Platform for Climate Action in Agriculture (PLACA) for Latin American and Caribbean was released. This is a regional mechanism of voluntary collaboration in agriculture and climate change, with the purpose of exchanging practices and establishing a collaboration among the countries for the adaptation and mitigation of the climate change effects.

In the waste sector, GHG emissions correspond to methane (CH_4), generated in the microbiological processes of the anaerobic degradation of organic matter. The Ministry of Health, in its Sanitary Code of 1968, established the standard for regulation of waste. Currently, it has supervisory competence in all the stages of waste handling, establishing norms of sanitary and environmental nature throughout these regulations. Likewise, the Ministry of Environment has been in charge of developing policies and regulations on the estimation and environmental improvement of waste handling. In 2017, a regulation on funding for recycling, Supreme Decree Nº 7 of the MMA, came into effect, enabling the creation of a fund wholly or partially dedicated to financing projects, programs and actions delivered by municipalities or municipal associations to prevent the generation of waste, as well as promote waste sorting, selective collection, reuse, recycling, and other types of recovery.

In addition to sectoral action, there are other initiatives in Chile that contribute to the GHG mitigation, including cross-sectoral efforts such as the Clean Production Agreements; the actions taken in the Housing and Urban planning sector; the progress in the control of fluorinated gases; the local initiatives held in the provinces, regions or municipalities; and initiatives conducted in the private sector.

Nationally Appropriate Mitigation Actions (NAMA)

Chile was the first country to submit a NAMA to the UNFCCC, in October 2012. There are six sectoral NAMA in the country, some more long standing than others and all with different information availability. Of the six NAMA sectors, five are registered in the NAMA Registry of the UNFCCC and some have undergone important design changes since the publication of the first BUR. NAMAs are complementary to the sectoral actions of mitigation described in the previous section.

Table ES-4. Chile's NAMA

Name	Sector and gas	Period	Estimated GHG reduction	Status
Self-supply renewable energies in Chile (SSREs)	Energy CO_2	2015-2022	1.5 $MtCO_2eq$	Implementation phase
Green Zone for Transport in Santiago	Transport and infrastructure CO_2	2014-2022	1.43 $MtCO_2eq$	Implementation phase and development of MRV system
Design and Implementation of Strategy on Climate Change and Vegetational Resources	UTCUTS CO_2	2013-2025	Not estimated	Implementation phase
Clean Production Agreements (APL) in Chile	Cross-sectional	2012-2020	18.4 $MtCO_2eq$	Implementation phase
Energy recovery from industrial waste program (former National Program for Industrial and Commercial Catalysation and Organic Waste Management in Chile)	Energy, Waste CO_2, CH_4	To be defined	Not estimated	No progress
Carbon sequestration through sustainable land management	Agriculture, Forestry/AFOLU CO_2	To be defined	65 a 80 $MtCO_2eq$	Design phase, seeking support for implementation

8. With a total of more than 89 $USD

9. The result-based payment is an economic retribution given to the countries that demonstrate reduction of emissions or increase of net capture compared to their level of reference (reference period).

Measurement, report and verification of mitigation actions

The challenge that the mitigation of GHG raises in Chile as well as the rest of the world is not only the reduction of emissions or the increase of removals, but also the transparency and coherence on how these commitments are reported. As such, there is an important role for accountability rules that will be used in the international framework agreements pre- and post-2020, as well as the correct use and application of MRV systems for the mitigation actions of each country.

Progress in the international negotiations, especially regarding the Enhanced Transparency Framework (article 13 of the Paris agreement), has outlined the new common needs on countries for reporting climate action through a Biennial Transparency Report (BTR), which will replace the existing BUR and will have to be presented starting in 2024. This new report will include a specific section with a progress report on NDCs.

With the support of the Capacity Building initiative for Transparency Project (CBIT), Chile's National Prospective System (SNP) is in the design and implementation phase. This will lay the foundations for ongoing analysis of past and projected emissions with the purpose of tracking as well as planning. The SNP will have guidelines and the broad tools to ensure coherence and comparability of GHG emission projections among the different sectors.

5. OTHER RELEVANT INFORMATION FOR THE ACHIEVEMENT OF THE CONVENTION'S OBJECTIVE

The design and implementation of measures to address climate change requires a broad knowledge basis generated through integrated scientific research and systematic climate observation. It also requires the strengthening of capacities, both of individuals and institutions, in order to increase understanding of the issue, facilitating both the process of technology transfer and access to financial resources. Likewise, it is essential to have the active participation of citizens in the development of actions, and education, training and public awareness in the field of climate change are necessary (MMA, 2017)

In this regard, the chapter Other Relevant Information presents the country's progress for the period 2016 - 2020 with respect to means of implementation, defined at the national level in five areas: i) Development and Technology Transfer; ii) Capacity Building and Development; iii) Systematic Observation of Climate Variability; iv) Research on Climate Change; and v) Financing.

5.1. Development and Technology Transfer on climate change

During the reporting period, progress was made in implementing the specific commitment of the Nationally Determined Contribution of 2015 to design and implement a strategy for technology development and transfer, which included a baseline analysis of technology spending and investment, a mapping of needs and the establishment of technological priorities for Climate Change.

In 2018 the Ministry of Science, Technology, Knowledge and Innovation is created. This new Ministry of State is mandated to advise on the design, formulation, coordination, implementation and evaluation of policies, plans and programmes aimed at promoting and strengthening the national science, technology and innovation system, and to guide it in contributing to the country's sustainable development. Prior to this, the initiatives on Science, Technology, Knowledge and Innovation (CTCI) were developed by the Ministries of Economy and Education.

Also, in 2018 at the request of the Ministry of the Environment and in conjunction with the Global Change Centre and the Energy Centre of Pontificia Universidad Católica de Chile, a study was carried out entitled: "Diagnosis of the country's technology transfer capacities and development of the first stage of the analysis of technological needs in climate change", which made a historical analysis of technology transfer in Chile. This study concludes that the level of implementation of climate change technologies is limited and presents clear asymmetries in the level of progress in the implementation of technologies and capacity transfer between sectors. The study generated the basic inputs for the Development and Technology Transfer Strategy for Climate Change (EDTTCC), developed during 2019 and 2020, and committed to the Nationally Determined Contribution (NDC) of 2015 and then to the NDC of 2020.

The EDTTCC aims to promote and strengthen the development and technology transfer by supporting and encouraging the cultural, social, environmental and economic transformations needed to achieve sustainable, resilient and carbon-neutral development (Government of Chile, 2020). To support the strategy, a "Guide for Technology Action Plans: Activating EDTTCC" was designed, which provides indications for the elaboration of specific Technology Action Plans (TAP), establishing procedures and early actions for the activation of EDTTCC.

In 2020, the National Policy on Science, Technology, Knowledge and Innovation was launched with the aim of consolidating the social appropriation of the CTCI and contributing to the strengthening of the country's innovation and technological development ecosystems. The Policy is structured in sub-areas: Technology, Innovation and Talent Development; Infrastructure and Equipment; and Regions.

This chapter also presents the Chilean public initiatives led by the Corporation for the Promotion of Production (CORFO), the Energy Sustainability Agency and the Ministry of Energy.

5.2. Systematic observation of climate variability and change

The country has improved its capacity to monitor and follow-up on the parameters that characterise the climate through the expansion and improvement of the systems that collect and systematise meteorological, atmospheric and oceanographic information. This section presents progress in this area, as well as advances in climate simulations and projections.

The programmes and systems for observing climate and climate change that stand out in the country, are those under the responsibility of the Chilean Meteorological Department (DMC), the Hydrographic and Oceanographic Service of the Navy (SHOA), Navy Meteorological Service (Servimet), and the General Water Department, the Natural Resources Information Centre, and some specific systems such as the National Agroclimatic Network (RAN), the Surge Alert System, the National Agroclimatic Observatory of the Ministry of Agriculture, the Geospatial Data Infrastructure - IDE Chile, the National Greenhouse Gas System, and the Explored Climate and Energy Explorers

In the framework of Chile's National Action Plan for Climate Change 2017-2022 (PANCC), the DMC has been preparing an annual Climate Evolution Report since 2017, which gives an account of the historical evolution of climate variables and allows for evidence of changes and trends in variables such as precipitation, temperature and extreme weather events.

With regard to climate simulation and projection systems, the Climate Simulation Platform, developed by the Climate and Resilience Science Centre (CR2) in 2018 at the request of the MMA, considers 50 global models, 10 regional models, 2 models for continental Chile and a gridded model for the country's continental territory based on observations. The platform is freely accessible, and it generates maps, tables, graphs, time series and other advanced settings for South America, Chile and predefined macro-areas of Chile, as well as for specific polygons or points. It allows the analysis of climate scenarios (RCP 2.6 and RCP 8.5), exporting maps and downloading the data of interest, as well as the original data presented on the platform, by the institutions that design public policy, academia or any interested user.

On the other hand, the Climate Risk Atlas project (ARClim) of the Ministry of Environment was supported by the German Federal Government through the GIZ cooperation agency and implemented between 2019 and 2020 by the Climate and Resilience Research Centre (CR2) of Universidad de Chile together with the Centre for Global Change of Universidad Católica de Chile (CCG-UC) with the support of 15 other institutions. Its objective was to generate climate risk maps at the commune level for continental and insular Chile, incorporating current and future climate projections under a scenario of high greenhouse gas emissions (CPR 8.5). The resulting maps show information on climate impacts and hazards on a communal scale, and also on a specific scale for some systems, assessing risk through threat, exposure and vulnerability.

5.3. Research programmes on climate change

The 2020 National Policy on Science, Technology, Knowledge and Innovation seeks to promote and strengthen the identification and construction of future possibilities committed to sustainable and comprehensive development in the areas of Anticipation, Strategic Options and Transformative Initiatives that seek to strengthen the capacity to generate data-centric solutions and generate more and better knowledge through research excellence in different areas of knowledge.

In April 2019, the Scientific Committee on Climate Change, organized by the Ministry of Science, Technology, Knowledge and Innovation, summoned scientists from all over the country to join the COP25 process by providing scientific evidence and participating in various activities, as relevant actors in the context of Chile's COP25 presidency. The following table lists the reports prepared by the different thematic groups of the Scientific Committee.

Table ES-5. List of reports prepared by thematic groups of the scientific committee.

Board	Report
Adaptation	Adaptation to climate change in Chile: Gaps and recommendations
	Guidelines for the development of climate change adaptation plans: Application to water resources
	Policy Brief: Transforming from science to decision making
	Transformation: An emerging issue in climate change adaptation in Chile
Water	Water Resources in Chile: Impacts and Adaptation to Climate Change
Biodiversity	Impacts of climate change on biodiversity and ecosystem functions in Chile; Biodiversity of freshwater ecosystems.
	Impacts of climate change on biodiversity and ecosystem functions in Chile; Biodiversity of freshwater ecosystems.
	Aquaculture, fisheries and biodiversity in coastal ecosystems in Chile.
	Protected areas and restoration in the context of climate change in Chile
	Land use change in Chile: Mitigation opportunities in the face of climate emergency.
	Biodiversity data: A report for COP 25.
Cities	Cities and climate change in Chile: Recommendations from the scientific evidence.
Cryosphere and Antarctica	Cryosphere and climate change. 50 questions and answers.
	Chilean and Antarctic Cryosphere: Recommendations from the scientific evidence.
Mitigation and energy	Chilean NDC mitigation proposal: Methodological approach and supporting ambition.
Oceans	Ocean and climate change; 50 questions and answers.
	Nine ocean-based measures for Chile's Nationally Determined Contributions.
	Proposals for updating the Adaptation Plan for Fisheries and Aquaculture.
	Proposal for an Integrated Ocean Observing System.

The draft Framework Law on Climate Change establishes that the Scientific Committee is part of the Climate Change institutional framework and has the function of providing the best available scientific evidence to support decision-making processes, including the design and implementation of public policies to address climate change in Chile.

The National Agency for Research and Development, ANID, is the institution in charge of managing and executing programs and instruments for research in all areas of knowledge, technological development and innovation, and is part of the Ministry of Science, Technology, Knowledge and Innovation and successor to the National Commission for Scientific and Technological Research (CONICYT).

Some Research Centres related to climate change supported by ANID during the period 2016 and 2020 are: the Fund for Financing Research Centres in Priority Areas (Fondap), the Regional Programme for Scientific and Technological Research, the Associative Research Programme (PIA) and the Millennium Science Initiative.

There are various research centres that are related to climate change, which are presented in this Communication with an extract of their publications, among them the Chilean Antarctic Institute (INACH), the Climate and Resilience Science Centre (CR2) , the Global Change Centre UC (CCG-UC), the Water Resources Centre for Agriculture and Mining (CRHIAM), the Research and Innovation Centre for Climate Change at Universidad Santo Tomás, the Centre for Scientific Studies (CECS), the Solar Energy Research Centre (SERC-CHILE), the Centre for Advanced Studies in Arid Zones (CEAZA) and HĒMERA, the Earth Observation Centre. At the international level, research related to Chile by the Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) is included. Likewise, an evolution of research in Chile, developed by various research centres and universities at a national level, between 2016 and 2020, is presented. As a result of the above, it is evident that research on climate change in Chile has been increasing since 1982, when records began.

5.4. Capacity building, education and awareness raising on climate change

Chile has progressively promoted actions on education, capacity building and awareness raising through different public policy instruments such as the National Climate Change Action Plan (2008), the National Climate Change Adaptation Plan (2014), Chile's Nationally Determined Contribution (2015), and the National Climate Change Action Plan 2017-2022, among others.

In 2018 the country began the process of preparing the Draft Framework Law on Climate Change, which defines the management instruments to be used, including the Long-Term Climate Strategy (LTCS), which should consider the "Creation and Strengthening of Capacities" of individuals, organisations and institutions, both public and private, as a means of implementing this Strategy.

In April 2020, Chile presented its updated Nationally Determined Contribution, and its specific commitment, in terms of capacity building and strengthening, consists of developing and implementing a "Strategy for Capacity Building and Climate Empowerment" with the objective of *"strengthening the sectoral, national and sub-national capacities of individuals and organisations, both public and private, of academia and civil society, which will enable the country to achieve its mitigation and adaptation goals"* (Government of Chile, 2020).

In the period of this communication, important advances were made in citizen participation processes associated with climate change, public availability of information, inclusion of gender and climate change, advances in the educational system, initiatives and complementary programmes for education and awareness raising on climate change. In addition, an extensive citizen agenda was developed for COP25 which broadened the socio-environmental perception of climate change. Significant capacity building took place in sub-national governments and local communities, and progress was made in including climate change criteria in other instruments or public policies, such as the Environmental Impact Assessment System, the Strategic Environmental Assessment, the Regional Development Strategies and the Wildlife Protected Areas Planning Manual.

5.5. Financial Strategy for Climate Change

In December 2019, the Ministry of Finance presented its first National Financial Strategy for Climate Change (EFCC), which defines the guidelines and actions that will contribute to accelerating the flow of capital to low-emission and climate-resilient sectors, while safeguarding the stability and competitiveness of the economy. The Strategy is in line with the NDC's goals and vision of carbon neutrality by 2050.

During the period, a series of green bonds were issued, linked to the second pillar of the EFCC, with a focus on obtaining financing for clean transport, renewable energy, green buildings and water management initiatives. These bonds are in line with the standards of the Climate Bonds Initiative (CBI), which also certified that the projects comply with its standards. The first issue was made on 25 June 2019 for a total of USD 1,418 billion. The second issue, in Euros, was made on 2 July the same year for a total of USD861 million.

In 2019, the Ministry of Finance convened the Green Public-Private Finance Table as part of the third pillar of the EFCC. The Table is composed of representatives from the Financial Market Commission, Central Bank of Chile, Superintendence of Pensions, Ministry of Environment, Santiago Stock Exchange, Banco Estado and associations and entities of the financial sector. Its objective is to define a long-term agenda for dialogue and joint work between the Government, regulators and financial market institutions, in order to incorporate the risks and opportunities of climate change into decision-making and business strategies, promoting the development of green finance.

6. NEEDS AND SUPPORT RECEIVED REGARDING CLIMATE CHANGE

This chapter provides relevant information on the specific climate change needs in Chile, including the barriers and gaps detected, and the international support received for policies, programmes and projects[7]; capacity building and technical assistance; and technology transfer. Information is also provided on the support provided by Chile to other countries in the area of climate change.

6.1. Needs, gaps and barriers

Needs are expressed in the different areas of climate change (mitigation, adaptation, reporting, inventory, international and cross-sectoral negotiations), increasing the country's vulnerability and making it difficult to comply with the contributions established in the update of the NDC, and the carbon neutrality goal for 2050, since gaps and barriers must constantly be overcome in the elaboration and implementation of climate change policies, which, in a developing country like Chile, compete with other national priorities, such as social demands related to health, education, pensions and work.

Below are the main needs, gaps and barriers for two central areas for moving towards carbon neutrality and increasing resilience by 2050: climate change adaptation and mitigation.

6.1.1. Mitigation

The recent NDC update, aligned with a long-term vision set out by the country, has increased the ambition of climate action nationally. This not only means that the country will have to evolve in order to reach its environmental and climate objectives, but it also poses great challenges and new requirements associated with the acceleration of decarbonization of the productive sectors, and the environmental awareness of the population to achieve profound behavioural change.

Under the premise of developing a robust system of monitoring and permanent updating of the NDC to meet the objectives of the Paris Agreement, urgent needs have been identified that must be addressed in order to meet the deadlines set under the international negotiation, within the framework of the UNFCCC.

The decarbonization process of different sectors reveals the need for governance that allows articulating sectoral efforts around MRV systems, in order to strengthen the quality of the information provided, standardize the methodology, improve transparency and avoid double counting. The key to achieving this is to improve sectoral capacities. At the same time, it is important to support initiatives such as Huella Chile, platforms to register mitigation action, and the National Prospective System currently in development, as well as exploring mechanisms that foster voluntary climate action and allow progress on issues and key sectors to reach GHG neutrality by 2050.

There is also a need to analyse potential carbon leakage and the mechanisms to address it, as well as the use of carbon pricing and complementary instruments to promote climate action. On the other hand, it is necessary to strengthen sectoral capacities, for the preparation of emissions projections and activity data within the framework of the National Foresight System, which lacks permanent resources for the development and improvement of specific prospective roles in climate change, within the corresponding institutions. In addition, in order to give continuity for the Huella Chile Programme, under adequate conditions financial resources are required to continue with the training activities, and to administer the voluntary reporting system. Finally, it is necessary to advance towards the implementation of electromobility in Chile, as there is a latent need with respect to public transport in regions and the design of business models to support it.

6.1.2. Adaptation

Over recent years, adaptation in Chile has been addressed through the development and update of national and sectoral adaptation plans, as well as through a range of commitments set out in the recent update of the NDC, the development of the country's Long-Term Climate Strategy (ECLP), and the Draft Climate Change Framework Law, all of which seek to build resilience and reduce vulnerability.

In order to achieve these goals, several requirements must be tackled. On the one hand, financial needs to implement the measures contained in the sectoral adaptation plans are identified, and financing may not be guaranteed. Likewise, an enhanced monitoring and reporting system for the National Adaptation Plan and sectoral adaptation plans is required, to facilitate the work of the ministerial focal points and the MMA, and to make information available to the public in a transparent manner. At the same time, sectoral ministries are required to have full-time adaptation professionals, especially those in charge of sectoral adaptation plans. Also, greater engagement with land-use planning instruments is needed to address the adaptation challenge.

Lastly, it is necessary to manage climate risk with better preparation and capacity to monitor climate variables, to predict accurately seasonal behaviour and extreme weather events, as an input to early warning systems. Likewise, the country needs to improve its climate risk assessments, systematise and evaluate losses and damages, in order to project the costs of inaction for the future, so that adaptation and risk management measures are taken early and with adequate information.

6.2. International support for climate action

This section summarizes the international support received by Chile, for climate change initiatives. The information is classified according to the type of support received: policy, programme and project funding; capacity building and technical assistance; and technology transfer. It is important to mention that, given the current country's per capita Gross Domestic Product, during the 2016-2020 period, Chile ceased to be a beneficiary of Official Development Assistance (ODA) resources. However, as its role as COP25 Presidency, the country exceptionally received significant resources to implement climate actions.

The support received by Chile during the period 2016-2020 amounts to US**$75.570.249**, as shown in Table ES-6 below.

Table ES-6. Summary of Support received by Chile in the period 2016-2020.

Category	Amount USD
Support for the preparation and publication of national communications (A)	**$ 1.204,000**
Fourth NC and Third BUR Project	$ 852,000
Contribution to the Fourth BUR project	$ 352,000
International support received for climate change activities (B)	**$74.366.249**
Support received in the area of policy, programme and project funding (FPPP)	$27.034.724
Support received for capacity building and technical assistance	$36,473,325
Support received for technology transfer	$10,858,200
Total (A+B)	**$75.570.249**

Source: Climate Change Office, MMA

6.2.1. Financing of policies, programmes and projects (FPPP)

During the reporting period, donor countries and institutions have approved resources for Chile to carry out activities of the national climate agenda. Among the projects to strengthen climate action and policy are: the National Strategy for Sustainable Mobility and the National Urban Mobility Program for Climate Change Mitigation and Adaptation in Chile, NUMP Chile, with contributions from Euroclima+; the REDD+ strategy in the framework of the National Strategy for Climate Change and Vegetational Resources, with support from the World Bank and the Forest Carbon Partnership Facility Preparation Fund; and the development of regional mitigation and adaptation plans, with support from the GEF.

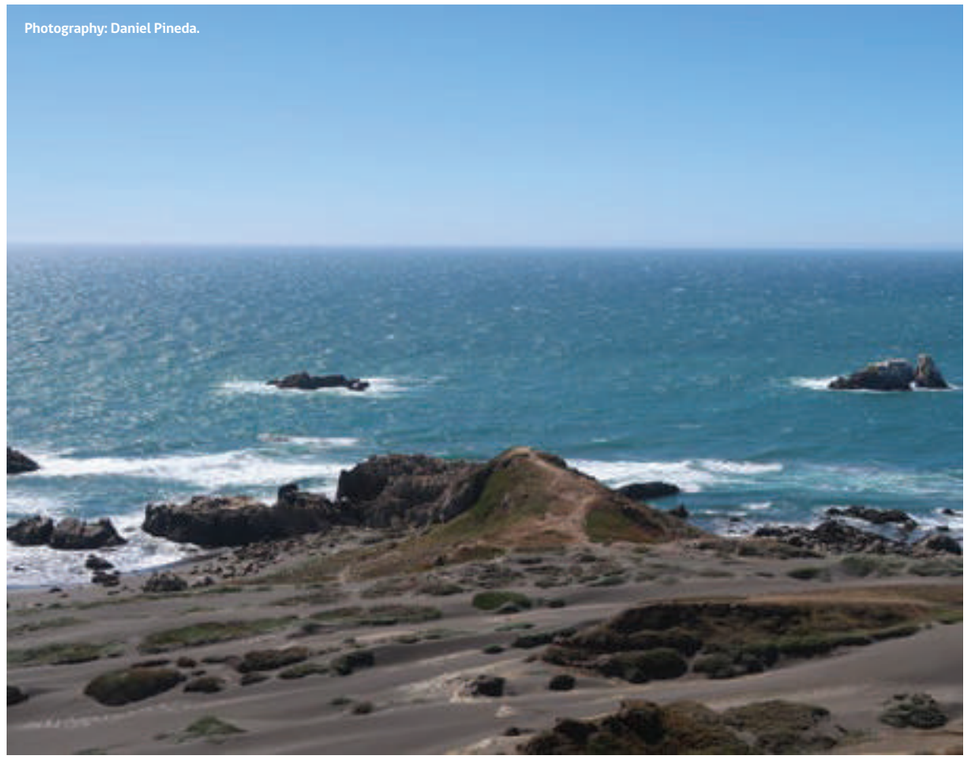

Photography: Daniel Pineda.

Table ES-7. Details of policies, programmes and projects funding grants, by type of donor, 2016-2020

Type of donor	Resources (USD)	Area R	Area M	Area N	Area A	Area I	Sector
Bilateral Cooperation	**$5.223.000**						
Germany	$5.048.000		•				Energy
Various (**)	$175,000		•				Cross sectoral
Multilateral funds and institutions	**$10,348,650**						
Euroclima +	$1,086,376		•				Cities (Construction, transport and infrastructure)
United Nations Climate Change Adaptation Fund	$8,062,274				•		Cities (Construction, transport and infrastructure; Agriculture ,livestock and other land use)
GCF	$1,200,000				•		Cities (Construction, transport and infrastructure; Agriculture, livestock and other land use)
International financial institutions	**$11.463.074**						
World Bank	$10,680,000		•				Transversal; Forestry and Biodiversity; Cities (Construction, transport and infrastructure)
BID	$783.074	•				•	Transversal; Cities (Construction, transport and infrastructure)
Other contributions	**No information (*)**						
CTCN	No information (*)				•		Circular Economy
System of Cooperation Among the American Air Forces (SICOFAA)	No information (*)				•		Cities (Construction, transport and infrastructure).
Total	**$27.034.724**						

R: Report; M: Mitigation; N: NGHGI; A: Adaptation; I: International negotiation.

(*) No Information: initiatives supported by the mentioned donor, where the specific amount is not indicated .

(**) Initiatives supported by more than one donor.

6.2.2. Capacity building and technical assistance

Within the projects, programmes and alliances mentioned above, Chile has received support in the area of capacity building and technical assistance through initiatives that include projects and specific studies, which were financed by various supports according to the climate change issues to be addressed. Most of this support is directed to sectors with high emissions, or those most affected by the impacts of climate change, but part of it has also been spent on the development of cross-cutting strategies and policies, such as the NDC update, the Long-Term Climate Strategy and the National Strategy for Climate Change and Vegetational Resources (ENCCRV).

Table ES-8 illustrates the contribution by type of donor.

Table ES-8. Support received in the area of capacity building and technical assistance.

Type of donor	Resources (USD)
Bilateral Cooperation	$19,236,372
Multilateral funds and institutions	$12,073,163
International financial institutions	$3,886,095
Other contributions	$1,277,695
Total	**$36,473,325**

Source: Climate Change Office, MMA.

6.2.3. Technology transfer

This section describes the support received by the country in the area of technology transfer, i.e. direct transfer of a given technology or specific technical support and capacity building to develop it. The main activities carried out thanks to the support received by the country in the area of technology transfer between 2016-2020 are the Integrated Monitoring System of Native Forest Ecosystems (SIMEF), with support from FAO and GEF, the development of vulnerability maps and the project to promote technical capacities in Chile, through the application of cogeneration technologies in industry and commerce, both with support from the German government.

Table ES-9 illustrates the contributions by type of donor.

Table ES-9. Support received in the area of Technology Development and Transfer.

Type of donor	Resources (USD)
Bilateral Cooperation	$4,300,000
Multilateral funds and institutions	$6,300,000
International financial institutions	$105,000
Other contributions	$153,200
Total	**$ 10,858,200**

Source: Climate Change Office, MMA.

6.2.4. COP25 Support received in the context of Chile's COP25 Presidency

One of the most relevant activities on climate change conducted by Chile in the 2018-2020 period, corresponds to that of holding the presidency and organization of COP 25 in 2019, which had the support of various entities to finance activities related to operations and logistics, as well as to finance climate actions where Chile could be a participant or beneficiary. Multilateral contributions accounted for 87% of the international funds endorsed in the analysis period, while resources that were channelled as bilateral accounted for the remaining 13%. With respect to bilateral donations, the main contributions came from Germany, followed by China, and further back, Luxemburg. Germany stood out regarding its financial contribution to the sectors of forestry and biodiversity, capacity building and adaptation. The Green Climate Fund and the Forest Carbon Partnership Facility (FCPF), administered by the World Bank, are the sources for financing with the greatest participation in the category of "Multilateral Support", accounting for approximately 74% and 15% of the resources, respectively, granted mainly for its contribution to initiatives of forest conservation led by the Ministry of Agriculture through CONAF.

During the reporting period, donor institutions granted a total of USD $178.178.777 to Chile. Table ES-10 shows a summary of the funds received in the context:

Table ES-10. Summary of funds received by Chile as presidency of COP25.

Contributions in the COP25 context	Resources (USD)
Bilateral/countries	$21,802,779
International financial institutions	$26,866,500
Multilateral funds and institutions	$130,549,333
General Total	**$178.178.777**

Source: Climate Change Office, MMA

6.3. Domestic support for climate change related activities

In recent years, Chile has provided support to other countries on action to tackle climate change. Chile is part of a South-South cooperation initiative through the Latin American Network on GHG Inventory. This network facilitates the support and sustainable development of technical and institutional capacities through the exchange of experiences and the adoption of better methods.

Chile also provides help through the projects managed by the Chilean Agency for International Cooperation (AGCI), which leads and coordinates the country's work in terms of international cooperation. During 2019, the agency (co)financed bilateral activities with the Government of Panama, specifically for the project "Bilateral Cooperation Chile-Panama for the reinforcement of transparency from the Paris Agreement".

Photography: Valeria Pizarro.

Fotografía: Tomás Gómez.

1 Circunstancias Nacionales

1. PERFIL GEOGRÁFICO Y SOCIAL

1.1. Territorio y división administrativa

1.1.1 Territorio terrestre

Chile es un país tricontinental cuyo territorio se asienta en la parte occidental y meridional de América del Sur. Incluye la Isla de Pascua, en Oceanía, y se prolonga hacia el sur en la Antártica. También forman parte del territorio nacional, el archipiélago Juan Fernández y las islas Salas y Gómez, San Félix y San Ambrosio. Además, comprende la zona económica exclusiva de 200 millas náuticas y la plataforma continental correspondiente.

El territorio sudamericano de Chile se sitúa entre los 17°30′ y 56°30′ LS (latitud sur); el territorio antártico comprende el área entre los meridianos 53° y 90° LO (longitud oeste) hasta el polo sur, y el insular occidental las islas y archipiélagos mencionados arriba. La superficie total del país es de 2.006.096 km2, sin considerar el territorio marítimo (mar territorial, zona económica exclusiva y plataforma continental) y se distribuye en 755.932 km^2 correspondientes a América del Sur, 1.250.000 km2 a la Antártica y 163,6 km^2 a Oceanía. Como se muestra en la Figura 1-1, Chile limita al norte con Perú, al este con Bolivia y Argentina, al sur con el polo Sur y al oeste con el océano Pacífico, que baña sus costas en una extensión latitudinal de 8.000 km. aproximadamente.

1.1.2 Territorio marítimo

El territorio marítimo de Chile se extiende por el norte, desde el límite marítimo con Perú hasta las riberas del continente antártico por el sur, exceptuando la porción de alta mar que se conforma en el paso de Drake, entre el Cabo de Hornos y la Península Antártica o Tierra de O'Higgins (MINDEFENSA, 2010).

El territorio marítimo también incluye el mar perteneciente a las islas oceánicas, que poseen mar territorial, zona contigua, ZEE y una plataforma continental, según los criterios de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. En la zona austral, el territorio marítimo abarca los espacios marítimos pertenecientes al territorio antártico chileno, a partir de las riberas antárticas, entre los meridianos 53° O y 90° O, donde Chile ejerce sus derechos de conformidad con el régimen propio del Tratado Antártico y de las normas del sistema antártico; en el mar de la zona austral (mar de la Paz), acorde al Tratado de Paz y Amistad entre Chile y Argentina de 1984, al este y sur de las líneas de base rectas, los efectos del mar territorial en relación con Argentina se limitan a 3 MN, mientras que para el resto de la comunidad internacional es de 12 MN.

El territorio marítimo de Chile consta de las siguientes unidades:

- Mar territorial: 12 millas náuticas[1] (MN) de extensión medidas desde las líneas de base, donde se ejerce soberanía plena y se reconoce el derecho de paso inocente de naves extranjeras, ejercido en conformidad con la Convención sobre el Derecho del Mar de las Naciones Unidas.

- Zona contigua: 12 MN de extensión que abarcan desde el límite exterior del mar territorial hasta 24 MN contadas desde las líneas de base, donde se ejerce fiscalización tanto para prevenir como para sancionar infracciones a las leyes y los reglamentos aduaneros, fiscales, de inmigración o sanitarios que se cometan en el territorio o en el mar territorial.

- Zona económica exclusiva (ZEE): se extiende hasta las 200 MN, medidas desde las líneas de base; en ella, el Estado ejerce derechos de soberanía referidos a la explotación, exploración, conservación y administración de los recursos naturales vivos y no vivos, de las aguas suprayacentes al lecho y del lecho y subsuelo del mar, y respecto de otras actividades, con miras a la exploración y explotación económica de la zona. Asimismo, el Estado posee jurisdicción respecto del establecimiento y utilización de islas artificiales, instalaciones y estructuras, de la investigación científica marina, y de la protección y preservación del medio ambiente, junto con otros derechos previstos en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar.

Fotografía: Bryan Contreras.

1. 1 MN = 1,852 km2.

El territorio marítimo también incluye el mar perteneciente a las islas oceánicas, que poseen mar territorial, zona contigua, ZEE y una plataforma continental, según los criterios de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. En la zona austral, el territorio marítimo abarca los espacios marítimos pertenecientes al territorio antártico chileno, a partir de las riberas antárticas, entre los meridianos 53° O y 90° O, donde Chile ejerce sus derechos de conformidad con el régimen propio del Tratado Antártico y de las normas del sistema antártico; en el mar de la zona austral (mar de la Paz), acorde al Tratado de Paz y Amistad entre Chile y Argentina de 1984, al este y sur de las líneas de base rectas, los efectos del mar territorial en relación con Argentina se limitan a 3 MN, mientras que para el resto de la comunidad internacional es de 12 MN.

1.1.3 División política-administrativa

Chile es una República unitaria cuyo marco político-administrativo se estructura en tres niveles territoriales de gobierno: regiones administrativas (16), provincias (54) y comunas[2] (346). La región administrativa corresponde a una unidad territorial con características geográficas propias y con condiciones sociales, económicas y culturales en rangos afines Tabla 1-1.

Tabla 1-1: Superficie de las regiones administrativas de Chile.

Región administrativa	Superficie (km^2)
Región de Arica y Parinacota	16.873,3
Región de Tarapacá	42.225,8
Región de Antofagasta	126.049,1
Región de Atacama	75.176,2
Región de Coquimbo	40.579,9
Región de Valparaíso	16.396,1
Región Metropolitana de Santiago	15.403,2
Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	16.387,0
Región del Maule	30.296,1
Región del Ñuble[3]	13.178,0
Región del Biobío	24.021,0
Región de La Araucanía	31.842,3
Región de Los Ríos	18.429,5
Región de Los Lagos	48.583,6
Región de Aisén del General Carlos Ibáñez del Campo	108.494,4
Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	132.291,1
País	756.226,60

Fuente: Elaboración propia en base a Datos del IGM, tomados de INE, Compendio estadístico 2018 (INE, 2018).

2. El artículo 110 de la Constitución Política de la República de Chile señala: "Para el gobierno y administración interior del Estado, el territorio de la República se divide en regiones y estas en provincias. Para los efectos de la administración local, las provincias se dividirán en comunas. La creación, supresión y denominación de regiones, provincias y comunas; la modificación de sus límites, así como la fijación de las capitales de las regiones y provincias, serán materia de Ley Orgánica Constitucional" y de iniciativa exclusiva del Presidente de la República.

3. Crea la región del Ñuble ley 21.033

Figura 1-1: Mapa Chile Tricontinental

Fuente: elaborado por Dirección Meteorológica de Chile con datos de SUBDERE (límites internos) y DIFROL (límites internacionales).

1.2. Aspectos naturales

1.2.1. Geografía y morfología

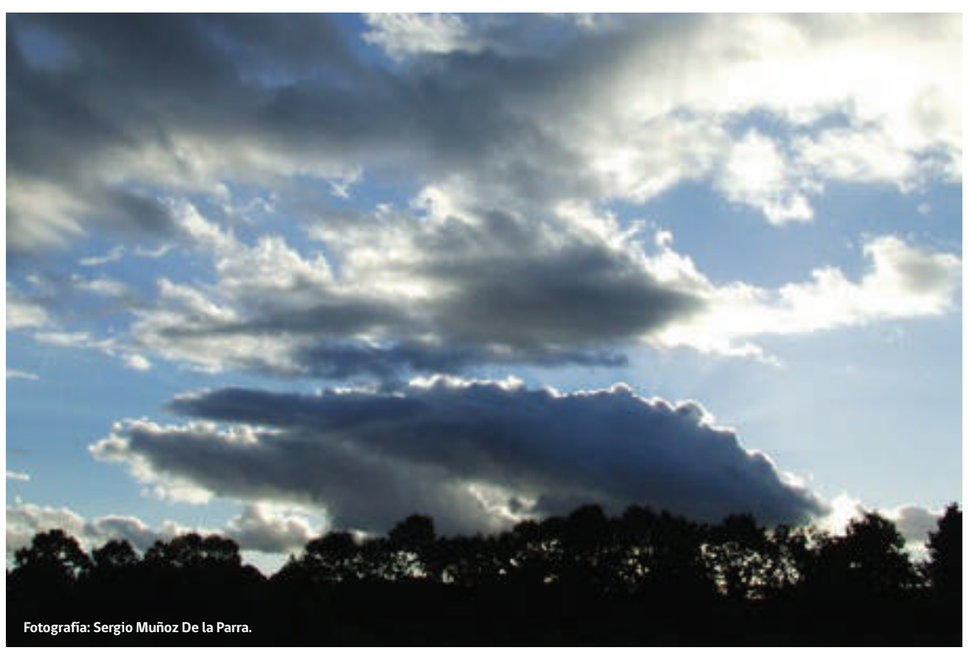
La geografía y morfología del territorio chileno obedece principalmente a su actividad tectónica, pero también a la erosión de la corteza terrestre, a la acumulación, a la sedimentación y a la actividad volcánica, esta última de gran importancia en todo el territorio nacional.

En su territorio sudamericano, el relieve del país está determinado principalmente por tres unidades morfológicas: la cordillera de los Andes, por el este; la cordillera de la Costa, por el oeste; y la depresión intermedia, ubicada entre ambos sistemas montañosos longitudinales. Otras unidades de relieve, como las planicies litorales, el altiplano, el piedemonte y la precordillera, los archipiélagos, la estepa magallánica, y valles transversales no tienen la misma expresión territorial, aunque pueden ser local o regionalmente relevantes.

El relieve es accidentado y montañoso, con solo el 20% de superficies planas, como se deduce a partir del mapa geomorfológico de Chile (Figura 1-2). Los rasgos más relevantes del relieve nacional son los siguientes:

- Cordillera de los Andes: localizada al este del país, su altura promedio es de 5.000 msnm desde el límite norte hasta Santiago. Al sur de la capital, su altitud empieza a bajar hasta la zona austral del continente para reaparecer en la Antártica. Las cumbres más altas son el nevado Ojos del Salado (6.879 msnm), el cerro Tres Cruces (6.749 msnm), el cerro Llullaillaco (6.739 msnm), y los cerros Incahuasi (6.635 msnm) y Tupungato (6.635 msnm). Hacia el sur, las alturas máximas decrecen y las cumbres de mayor altura coinciden con la aparición de volcanes como el Llaima (3.050 msnm), Villarrica (2.840 msnm), Lonquimay (2.822 msnm) y Tolhuaca (2.780 msnm). En las cercanías de Puerto Montt y más al sur, la morfología cordillerana se alteró debido a la acción erosiva del hielo, lo que produjo un complejo paisaje en el que predominan los fiordos y los canales.

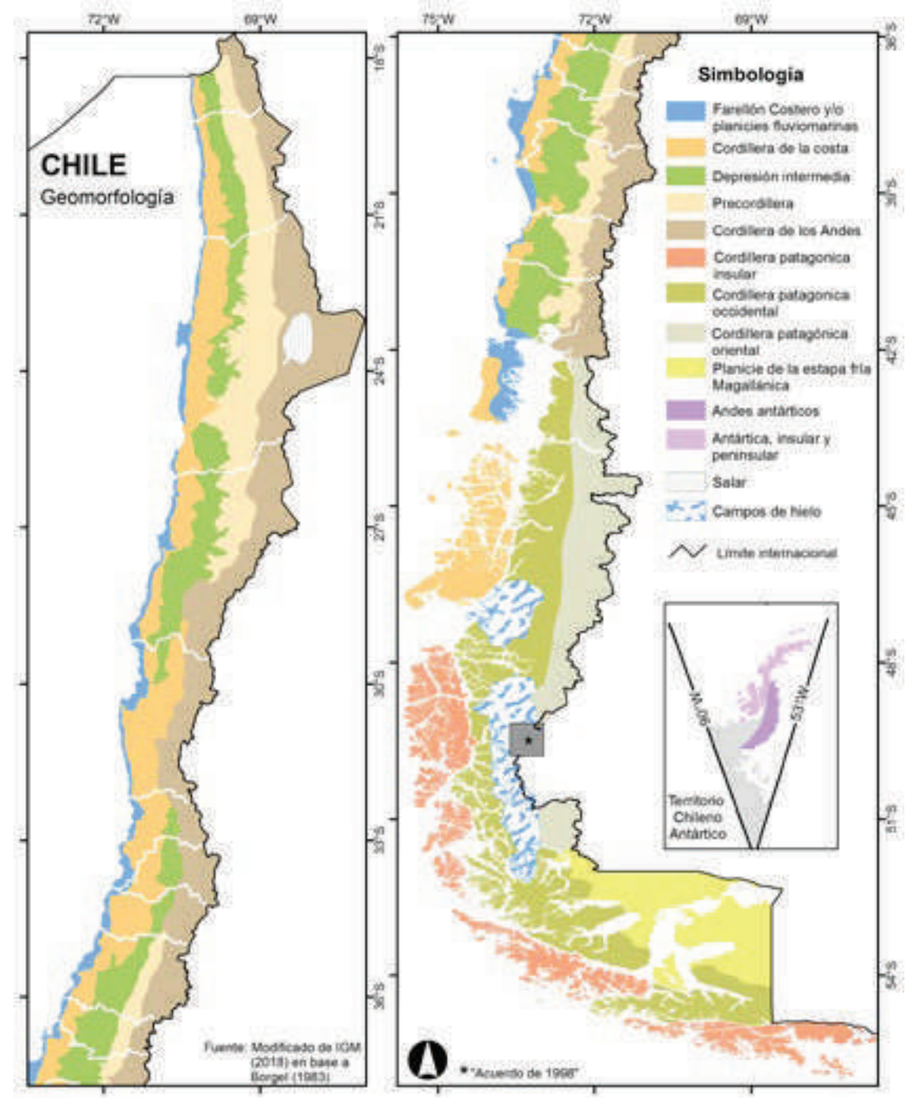
- Cordillera de la Costa: comienza al sur de Arica y se extiende hasta la península de Taitao, en la Región de Aisén. Es interrumpida por numerosos ríos que nacen en la cordillera de los Andes y desembocan en el mar. Su máxima altura (3.000 msnm) se localiza al sur de Antofagasta, en la sierra Vicuña Mackenna; desaparece en el norte chico para luego adoptar la forma de un cordón cordillerano continuo hacia el sur, donde adquiere nombres regionales como cordillera de Nahuelbuta, cordillera de Piuché y cordillera Pirulil. A pesar de que es un cordón de menor altitud que el de los Andes, presenta cerros de gran altura entre Valparaíso y Santiago, como el Cantillana (2.318 msnm), El Roble (2.222 msnm), Las Vizcachas (2.108 msnm) y La Campana (1.910 msnm).



Fotografía: Sergio Muñoz De la Parra.

- Depresión intermedia: ubicada entre ambos cordones cordilleranos, originada por el depósito de sedimentos líticos provenientes de los sectores altos y que fueron transportados por diversos mecanismos, como el hielo, el agua y el viento, entre otros. En el norte, se encuentra a 1.400 msnm y va disminuyendo su altitud progresivamente hacia el sur hasta hundirse en el mar, en el seno de Reloncaví (Región de Los Lagos). Luego continúa bajo el mar hacia el sur y desaparece definitivamente a la altura del golfo de Penas. Las planicies desérticas del norte —las pampas— que comienzan en el límite con el Perú y llegan hasta el valle de Copiapó, son interceptadas por quebradas como las de Lluta, Azapa, Camarones y Tana.

Figura 1-2: Mapa Geomorfológico de Chile.



Fuente: Elaborado por Dirección Meteorológica de Chile, modificado de IGM (2018) en base a Börgel (1983). Límites internacionales según DIFROL.

1.2.2. Clima

El territorio terrestre sudamericano y oceánico es generalmente dividido en regiones naturales, las que nunca han sido usadas como unidades administrativas pero que ilustran cómo es el país desde una perspectiva natural y social, como por ejemplo el modelo de poblamiento humano. Estas regiones corresponden a zonas geográficas que, como resultado del clima incidente y del relieve, presentan condiciones biogeográficas, hidrológicas y vegetacionales similares. De acuerdo con la Corporación de Fomento de la Producción (1962), estas regiones naturales son:

- Norte grande: comprende las regiones administrativas de Arica y Parinacota, de Tarapacá y de Antofagasta, con predominio de condiciones de desierto.
- Norte chico: de clima subhúmedo en la costa y semiárido hacia el interior, comprende las regiones administrativas de Atacama, Coquimbo y Valparaíso (en su área norte hasta el río Aconcagua).
- Zona central: caracterizada por climas templados cálidos y una precipitación estacional de invierno que aumenta hacia el sur, comprende las regiones administrativas de Valparaíso (en su área sur desde el río Aconcagua), Metropolitana, Libertador Bernardo O'Higgins, Maule y Biobío (en su área norte hasta el río del mismo nombre).
- Zona sur: dominada por una frecuente nubosidad y abundantes precipitaciones, comprende las regiones del Biobío (en su área sur desde el río Biobío), La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.
- Zona austral: con predominio de climas fríos y lluviosos, comprende las regiones administrativas de Aisén y de Magallanes.

El territorio sudamericano de Chile posee una multiplicidad de climas, los que son alterados por numerosos factores ambientales, todo lo cual le imprime características muy peculiares. La configuración del paisaje es poco común en el mundo, como por ejemplo tiene una gran extensión en términos de latitud, la presencia de las cadenas montañosas de la Costa y de los Andes, la existencia de la corriente fría de Humboldt, la presencia del Anticiclón del Pacífico y del Frente Polar. Todo ello le confiere marcadas diferencias en las características climáticas, las que varían de norte a sur, y según la altitud. (Biblioteca del Congreso Nacional, 2020)

La atmósfera se enfría gradualmente de norte a sur. La influencia oceánica es un poderoso agente moderador de la amplitud térmica en la zona costera debido a la presencia del anticiclón del Pacífico sur oriental (APSO) y de la corriente marina fría de Humboldt; este efecto del océano se traduce en un litoral extraordinariamente nuboso, con un ciclo diario de nubosidad baja. Debido al contraste de temperaturas entre el mar frío y el continente calentado por la radiación solar en verano, se producen vientos locales de mar a continente, en respuesta a esta convección continental, que crea una succión de aire marino que hace penetrar la brisa al continente; ello crea gradientes térmicos amplios hacia el interior del continente.

La temperatura presenta una leve oscilación a medida que la latitud va variando, con valores promedios anuales entre 6 °C en el extremo austral, 15 °C en la costa central y 17 °C en el norte grande. En cambio, en las zonas con menor influencia costera, la variabilidad y oscilación térmica son mayores, con un ciclo anual que sigue el patrón estacional de la declinación solar.

El modelo de las precipitaciones cambia desde una condición desértica en el norte hasta una condición muy húmeda en las zonas sur y austral. Se distinguen los siguientes patrones de distribución anual de lluvias:

- Zona norte árida: prácticamente no llueve en todo el año, pero puede haber escurrimientos torrenciales de agua desde quebradas altoandinas.
- Zona altiplánica: presenta precipitaciones moderadas en verano, aunque en ocasiones pueden ser intensas particularmente bajo los efectos de La Niña.
- Zona centro: posee un ciclo anual bien definido que aumenta hacia el sur, característico de un régimen mediterráneo con un máximo invernal y un período estival con precipitación significativamente menor.
- Zona austral: al oeste de la cordillera de los Andes, la precipitación es abundante todo el año.

El principal determinante climático del país es el APSO que, con sus variaciones anuales, da paso a períodos de aridez y altas temperaturas al avanzar hacia el sur en el verano y, cuando se retira hacia el norte, a períodos de lluvias asociadas principalmente a situaciones frontales y temperaturas más bajas. Además, los episodios de ENOS[4], que se manifiestan por cambios anómalos en el sistema océano-atmósfera en el Pacífico tropical, influyen en modificaciones en el clima sudamericano a escala interanual, principalmente en la temperatura del océano, en el régimen de precipitaciones y en la temperatura del aire.

En general, los eventos de El Niño están asociados a aumento de precipitaciones en las zonas centro y sur del país y concuerdan con la ocurrencia de los principales desastres hidrometeorológicos (BID, 2007); a su vez, la temperatura del aire aumenta en casi todo el país pero, principalmente en la costa norte centro, aumentando de manera significativa los días y noches cálidos (Villarroel C., Rosenbluth, B., y Aceituno, P. , 2003). Inversamente, los eventos de La Niña se caracterizan por una menor temperatura en el océano tropical, lo que trae las consecuencias climáticas contrarias a los episodios de El Niño, es decir, menor precipitación en la zona centro sur de Chile, mientras que en el altiplano y la zona austral hay una mayor probabilidad de lluvias; también se caracteriza por inviernos fríos, con una mayor frecuencia de días con heladas en el centro del país. Los efectos oceánicos en la costa norte y centro conllevan surgencias marinas ricas en minerales, lo que promueve el aumento de la fauna marina.

4. ENOS (El Niño-La Niña Oscilación del Sur) es uno de los agentes más importantes de la variabilidad interanual del clima de la región y de las condiciones oceanográficas de los ecosistemas marinos. La fase cálida de ENOS, conocida como El Niño, se manifiesta principalmente por un aumento de la temperatura superficial del mar (TSM) y una disminución de los vientos alisios en el lado este del océano Pacífico; la fase inversa o fría de ENOS, conocida como La Niña, se caracteriza por presentar TSM más frías que lo normal, lo que trae consigo surgencias marinas ricas en minerales, fomenta el aumento de la fauna marina e intensifica los vientos alisios en el este del océano Pacífico, pero trae consigo menos lluvias al continente.

1.2.3. Macrobioclimas del país

El macrobioclima es una unidad climatológica de gran extensión territorial que condiciona las formaciones vegetacionales y la biomasa del sector, otorgando así características comunes a cada zona. De acuerdo con Luebert y Pliscoff (2018), Chile posee cuatro zonas macrobioclimáticas Figura 1-3 que se describen a continuación.

1.2.3.1. Macrobioclima tropical

Se caracteriza por un régimen térmico cálido y precipitaciones concentradas en verano. Se extiende desde el límite norte hasta los 31° LS por los Andes y desciende en forma diagonal hacia el norte, hasta los 23° LS en la costa. Reúne los bioclimas tropicales pluviestacional, xérico, desértico e hiperdesértico, y la variante bioclimática antitropical.

La vegetación y vida animal predominantes son particularmente sensibles a la disponibilidad de agua y se desarrollan solo en aquellas áreas donde aflora agua subterránea o en valles surcados por pequeñas corrientes que descienden desde los Andes hacia las tierras bajas del desierto cálido y las que descargan a cuencas endorreicas altoandinas. La zona tropical pluviestacional comprende todo el altiplano chileno y se caracteriza por precipitaciones regulares en el período estival, que aumentan en intensidad hacia el noreste y se vuelven progresivamente menores e irregulares hacia el sur, por lo que la máxima actividad vegetativa ocurre en los meses de enero y febrero.

1.2.3.2. Macrobioclima mediterráneo

Se caracteriza por una marcada estacionalidad de las precipitaciones y las temperaturas, con precipitaciones invernales y sequía estival, con un período de aridez de al menos dos meses consecutivos. Se presenta principalmente en la zona central, desde la franja costera en los 23° LS, penetrando hacia el interior en los 25° LS, hasta llegar por la depresión intermedia a los 39° LS. Esta zona posee diferencias longitudinales, de modo que presenta un clima mediterráneo marino en la costa y uno interior seco. Además, muestra diferencias latitudinales que afectan el régimen pluvial, lo que genera áreas con escasa precipitación en el año (Región de Atacama) y otras, al sur de los 37° LS, con solo un mes sin lluvias. Esta gradiente se ve localmente alterada por factores como la humedad relativa elevada y nieblas persistentes en el sector costero norte, por el aumento de las precipitaciones en el sector preandino o por la penetración de masas de aire de origen marino por los valles hacia el interior.

En este macrobioclima, existe una amplia gama de tipos vegetacionales. Por el norte dominan las formaciones xerófitas aunque es posible encontrar formaciones de arbustos y matorrales en localidades que reciben una mayor precipitación. Hacia el sur, el incremento de las lluvias favorece la proliferación de tipos vegetacionales mesófitos e higrófitos, la aparición del bosque esclerófilo, típico del Chile central, y del bosque húmedo hacia la zona centro-sur.

1.2.3.3. Macrobioclima templado

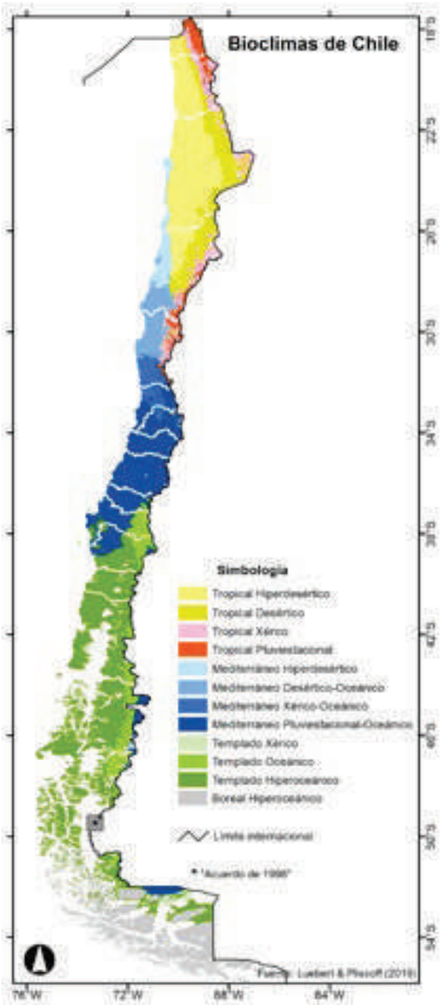
Se caracteriza por la ausencia de un período estival con un déficit hídrico de, al menos, dos meses consecutivos. Este macrobioclima, que es el que cubre una mayor superficie en el país, se extiende desde el límite sur de la zona mediterránea (39° LS) hasta el extremo meridional del país (56° LS), excluyendo el sector sudoccidental de Tierra del Fuego y parte de los archipiélagos magallánicos. Este macrobioclima incluye tres bioclimas: hiperoceánico, oceánico y xérico. En las zonas que limitan con el macrobioclima mediterráneo, se identifica la variante submediterránea.

El macrobioclima templado sostiene una abundante vegetación boscosa, con tipos caducifolios, laurifolios, de coníferas y siempreverdes, todos asociados a un alto nivel de humedad. Por otro lado, la existencia de turberas, estepas y pastizales, se asocia al bioclima templado xérico, que posee menos precipitaciones que los otros bioclimas templados.

1.2.3.4. Macrobioclima antiboreal

Se caracteriza por un régimen térmico frío, lo que lo diferencia del macrobioclima templado. Se distribuye a lo largo de la zona sudoeste de los archipiélagos magallánicos e incluye solamente al bioclima antiboreal hiperoceánico, con altos niveles de humedad. La vegetación característica corresponde a turberas, bosque y matorral caducifolio, matorral bajo y herbazal de altitud, además de estepas y pastizales.

Figura 1-3: Mapa Macrobioclimas de Chile.



Fuente: Elaborado por Dirección Meteorológica de Chile con datos de Luebert y Pliscoff (2019). Límites marítimos e internacionales según DIFROL.

1.3 Usos de la tierra

Debido a las condiciones bioclimáticas y geomorfológicas de Chile, gran parte de la población nacional se encuentra establecida en la depresión intermedia de la zona central, lo que ha determinado los patrones de uso de la tierra observados en el país. Como se muestra en Tabla 1-2, la mayor parte del territorio corresponde a praderas y matorrales (30,39%), áreas desprovistas de vegetación(28,70) y bosques nativos (19,37%); si bien las áreas urbanas e industriales ocupan solo el 0,67% de la superficie total, manifiestan una sostenida tendencia al alza.

Tabla 1-2: Usos de la tierra en Chile del territorio sudamericano y oceánico, al año 2019.

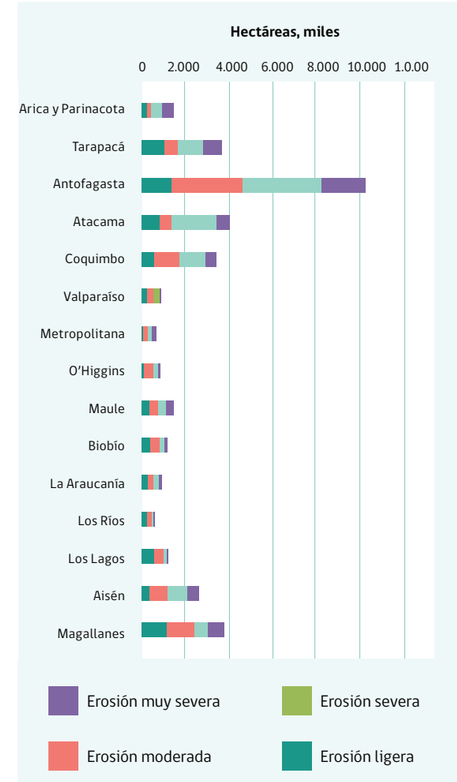
Usos de la Tierra	Superficie (km²)	Porcentaje
Áreas Urbanas e Industriales	5.097	0,67%
Terrenos Agrícolas	31.842	4,21%
Praderas y Matorrales	229.653	30,39%
Bosques Nativos	146.370	19,37%
Plantaciones forestales y bosques mixtos	32.933	4,36%
Humedales	35.817	4,74%
Áreas desprovistas de vegetación	216.906	28,70%
Nieves y Glaciares	40.778	5,40%
Cuerpos de agua	13.504	1,79%
Áreas no reconocidas	2.738	0,36%

Fuente: elaboración propia en base a (CONAF, 2020).

1.4 Erosión en Chile

El año 2010, el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) publicó un estudio sobre la erosión potencial y actual de los suelos en Chile. Clasificando la erosión actual en cuatro categorías (ligera, moderada, severa y muy severa) más las categorías "sin erosión" y "no aparente", se concluyó que 36,8 millones de hectáreas -esto es, el 49,1% del territorio nacional sudamericano y oceánico- presentaron algún grado de erosión y que el 49,2% de esa superficie presentó una erosión severa a muy severa (CIREN, 2010). En la Figura 1-4 se entrega información de la magnitud del proceso erosivo por cada región administrativa, donde la región de Antofagasta es ampliamente la región con mayor cantidad de hectáreas con algún grado de erosión, seguida de Atacama, Tarapacá y Magallanes. Según este estudio, los principales factores contribuyentes del proceso son la acción humana, los procesos geológicos intrínsecos del paisaje, la relación vegetación-suelo y la geomorfología de las cuencas, que afecta significativamente las características de escorrentía. Para mayor información consultar (CIREN, 2010).

Figura 1-4: Extensión (miles ha) del proceso erosivo en Chile, a nivel de región administrativa.



Fuente: Elaborado con datos de CIREN (2010).

1.5. Protección de áreas silvestres

1.5.1. Áreas Protegidas

La creación y manejo de Áreas Protegidas en Chile (protección *in situ*) son una parte importante de la biodiversidad, por lo tanto, hay consenso en que es el mecanismo adecuado para la protección de todos los elementos que la componen (MMA, 2020). Chile ha experimentado un aumento progresivo de las áreas protegidas, llegando a ser el principal instrumento para conservar el patrimonio natural del país.

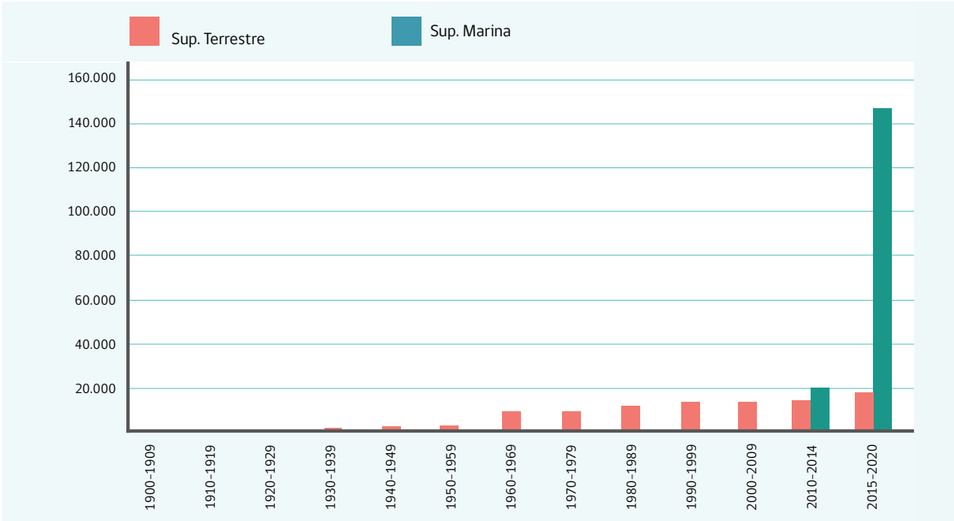
Como se muestra en la Tabla 1-3, las áreas protegidas en Chile abarcan 165.796 millones de hectáreas, de las cuales el 89% corresponde a áreas marinas y el 11% a áreas terrestres, con un total de 191 unidades agrupadas en distintas categorías de protección. Estas unidades contienen muestras significativas de la diversidad biológica, geológica, paisajística y social del país y además cobijan y protegen a un número importante de especies nacionales en peligro.

Tabla 1-3: Superficie de Áreas Protegidas.

Categoría de área protegida	N° de unidades	Superficie (ha)
Áreas Marinas Costeras Protegidas de Múltiples Usos (AMCP-MU)	13	61.181.740,80
Parques Marinos (PM)	10	85.996.491,00
Reservas Marinas (RM)	5	8340,03
Subtotal Áreas Marinas	**28**	**147.186.571,83**
Monumentos Naturales (MNt)	18	34.466,14
Parques Nacionales (PN)	41	12.676.294,91
Reservas Forestales (RF)	20	2.161.210,00
Reservas Nacionales (RN)	26	3.218.977,97
Subtotal SNASPE	**105**	**18.090.949,02**
Santuarios de la Naturaleza	58	518.579,02
Subtotal Áreas Terrestres	163	18.609.528,04
Totales	**191**	**165.796.099,87**

Fuente: Elaboración propia en base a Registro Nacional de Áreas Protegidas (MMA, 2020).

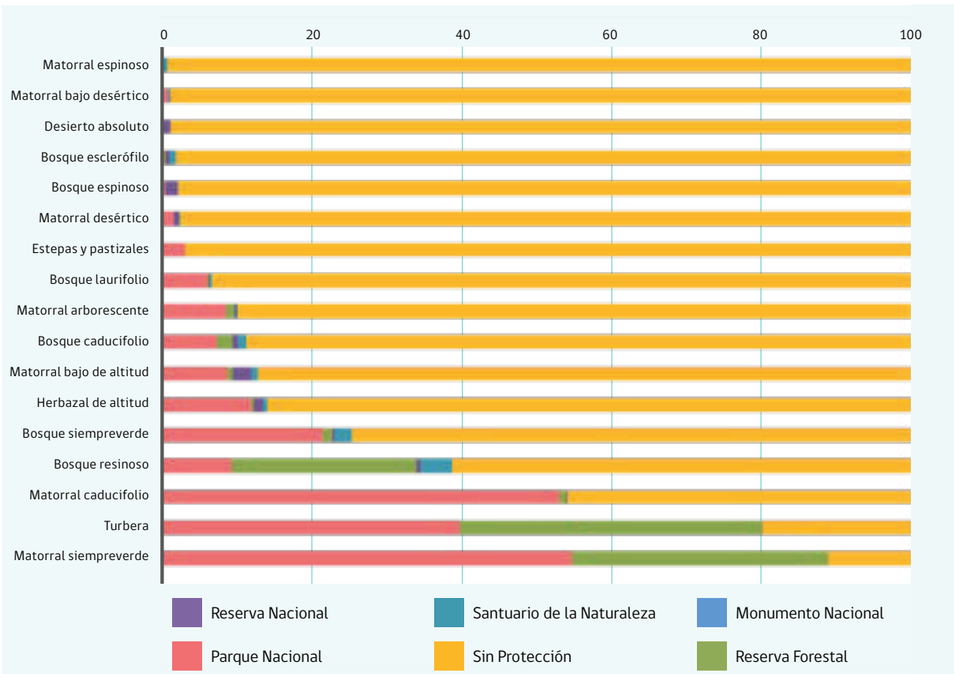
Figura 1-5: Evolución histórica de las Áreas Protegidas de Chile.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Registro Nacional de Áreas Protegidas, MMA (2020).

En la Figura 1-5 se observa la evolución de las áreas protegidas de superficie terrestre y marina en Chile. Mostrando que a partir desde el año 2010 al 2020 hay un aumento considerable de superficie marinas protegidas. Esto se debe a que el 2018 se oficializó la creación de una nueva área marina costera protegida en Isla de Pascua, Rapa Nui (MMA, 2019).

Figura 1-6: Representatividad de ecosistemas terrestres en los sistemas de protección de áreas silvestres en Chile, al año 2018.



Fuente: Elaboración propia en base a MMA (2018).

Aún quedan importantes vacíos de representatividad para muchos ecosistemas terrestres. Se observa en la Figura 1-6 que el 88% de matorral siempre verde existente en el país se encuentra protegido por Parques Nacionales y Reservas Forestales. En el caso de las turberas, aproximadamente el 80% se encuentra protegido, en contraposición al matorral espinoso que es la formación vegetal con menor protección.

La mayor parte de los ecosistemas terrestres sin protección corresponden a matorrales costeros e interiores de la zona norte, matorrales espinosos, bosques esclerófilos y bosques costeros caducifolios de la zona central y estepas de la zona austral.

En cuanto a los ambientes marinos y costeros, destacan las áreas marinas costeras protegidas junto con los Parques Marinos que en conjunto alcanzan más de 147 millones de hectáreas tal como se evidencia en la Tabla 1-3, parte importante de aquellas AP fueron incorporadas en el periodo 2014-2019, siendo las de mayor extensión la AMCP Rapa Nui (58 millones de ha), junto a los Parques Marinos Nazca-Desventuradas (30 millones de ha) y Mar de Juan Fernández (26 millones de ha) (MMA, 2019), lo que se refleja en los inéditos incrementos en cuanto a superficie.

Se suma a los esfuerzos anteriores el Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022 (PNPH). Este plan, lanzado por el MMA en 2018, tiene por objetivo contribuir a detener la pérdida y degradación de los humedales del país, mediante la protección de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en áreas prioritarias de humedales, asignándoles una categoría de área protegida que garantice su conservación y gestión a largo plazo. Asimismo, el Plan busca identificar y consensuar las áreas prioritarias de humedales a proteger por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), en el mediano y largo plazo, a escala regional y nacional) (MMA, 2020a).

Para que la gestión sea efectiva en estas áreas es necesario contar con Planes de Manejo, que permitan la conservación de la biodiversidad a nivel nacional. En este sentido, es que el país durante el año 2000 a 2018 pasó de tener un 30% de áreas protegidas con planes de manejo vigente a un 21% y en lo referido a superficie protegida con plan de manejo pasó de un 8% a un 1,8% en el año 2018. Esta disminución se debe a la creación de áreas marinas protegidas de gran extensión durante el 2018 (MMA, 2019). Por último, Chile como un importante centro de biodiversidad biológica en el mundo cuenta con conservación fuera de las áreas naturales (protección *ex situ*). Entre ellas destaca la Red de Banco de Germoplasma de INIA, creado el año 2013. Está conformada por 4 bancos activos y un banco de base de semillas donde conserva alrededor de 60.000 accesiones de especies vegetales cultivadas y nativas, además de 2.000 accesiones de microorganismos. De los recursos fitogenéticos, aproximadamente un 97% de las accesiones corresponde a especies cultivadas (69% cereales, 14% leguminosas, 6% hortalizas, 5% forrajeras y 3% a otras especies, entre las que se incluye papas) y un 3% a especies nativas (INIA, 2020).

5. "Síntesis de Resultados Censo 2017"

1.6. Población, etnias indígenas e inmigrantes

La población chilena experimentó un importante crecimiento durante el siglo XX, pero la tasa de crecimiento se redujo en la primera década del siglo XXI. De hecho, la tasa de crecimiento entre el periodo intercensal más reciente (2002 - 2017) es de un 1,0%, lo que confirma la tendencia histórica a la baja de este indicador (INE, 2017)[5] y se proyecta que disminuirá aún más hacia el 2050. En 2017, el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) realizó el Censo de Población abreviado producto de que los resultados del Censo realizado en el año 2012 no fueron validados por problemas metodológicos. Por lo tanto, los datos presentados a continuación corresponden a estimaciones que el INE hace en base al Censo de Población y Vivienda del año 2017 (Tabla 1-4).

Tabla 1-4: Población de Chile según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE 2017).

Año	Tipo de dato	Nº de habitantes	% de cambio (respecto de 2002)
2002	Censo	15.116.435	
2017	Censo	17.574.003	16,25%
2020	Estimaciones	19.458.310	28,72%
2025	Estimaciones	20.206.953	33,68%
2030	Estimaciones	20.735.289	37,17%
2035	Estimaciones	21.137.769	39,83%

Fuente: Elaboración propia en base a INE (2017).

En concreto, según los resultados del último Censo, para el año 2017 la población no se distribuye homogéneamente, sino que está fuertemente concentrada en la Región Metropolitana 40,5%, luego la sigue Valparaíso 10,33% y por último la sigue Biobío con un 8,86%. Las tres juntas concentran 59,69% de la población.

La Tabla 1-5 muestra que, entre las regiones de Valparaíso y de La Araucanía, se concentra el 79% de la población. Además, se aprecia que la población del país, está compuesta por mayoritariamente mujeres.

Tabla 1-5: Población por región y sexo año 2017

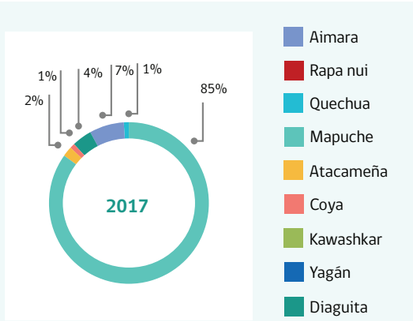
Región administrativa	Población (hab)	Hombre	Mujeres
Región de Arica y Parinacota	226.068	112.581	113.487
Región de Tarapacá	330.558	167.793	162.765
Región de Antofagasta	607.534	315.014	292.520
Región de Atacama	286.168	144.420	141.748
Región de Coquimbo	757.586	368.774	388.812
Región de Valparaíso	1.815.902	880.215	935.687
Metropolitana de Santiago	7.112.808	3.462.267	3.650.541
Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	914.555	453.710	460.845
Región del Maule	1.044.950	511.624	533.326
Región del Ñuble	480.609	232.587	248.022
Región de Biobio	1.556.805	750.730	806.075
Región de La Araucanía	957.224	465.131	492.093
Región de Los Ríos	384.837	188.847	195.990
Los Lagos	828.708	409.400	419.308
Región de Aisén del General Carlos Ibáñez del Campo	103.158	53.647	49.511
Región de Magallanes y de la Antártica Chilena*	166.533	85.249	81.284
País	**17.574.003**	**8.601.989**	**8.972.014**

Nota: El 6 de septiembre de 2018- y a un año de la publicación de la Ley N°21.033- entró en vigencia la nueva región de Ñuble, conformada por las provincias Diguillín, Punilla y Quirihue, y un total de 21 comunas. Por lo tanto, los tabulados fueron actualizados el 12 de septiembre de 2018 a la nueva división política administrativa.

Fuente: Elaboración propia en base a datos del CENSO 2017 (INE, 2017).

De acuerdo con la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional, la encuesta Casen[6] (MIDESO, 2017), en Chile se reconocen nueve etnias indígenas (ver Figura 1-7), las que sumaron 1.694.870 personas (como residentes en casas particulares) al 2017. Las mayores poblaciones corresponden a las etnias mapuche (84,8% del total indígena) y aimara (6,6% del total indígena). Algunas otras etnias tienen una escasa representación poblacional, como la Rapa Nui[7], la Kawashkar o Alacalufe, y la Yagán, las que sumadas no superan un 0,5% del total de la población indígena. La Tabla 1-6 muestra que la distribución de esta población no es homogénea en el país, sino que se concentra en las regiones Metropolitana y de La Araucanía; en esta última, se encuentra la mayor cantidad de población mapuche.

Figura 1-7: Población de las etnias existentes en Chile.



Fuente: Elaboración propia en base a MIDESO (2017).

Tabla 1-6: Distribución de la población indígena en Chile, por región administrativa

Región administrativa	Población indígena (habitantes)	Porcentaje de la población regional
Arica y Parinacota	44.067	2,6
Tarapacá	64.405	3,8
Antofagasta	49.151	2,9
Atacama	45.761	2,7
Coquimbo	42.372	2,5
Valparaíso	67.795	4
Metropolitana de Santiago	488.123	28,8
O'Higgins	27.118	1,6
Maule	28.813	1,7
Ñuble	11.864	0,7
Biobío	113.556	6,7
La Araucanía	330.500	19,5
Los Ríos	79.659	4,7
Los Lagos	237.282	14
Aisén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo	28.813	1,7
Magallanes y la Antártica Chilena	35.592	2,1
Total país	**1.694.870**	**100**

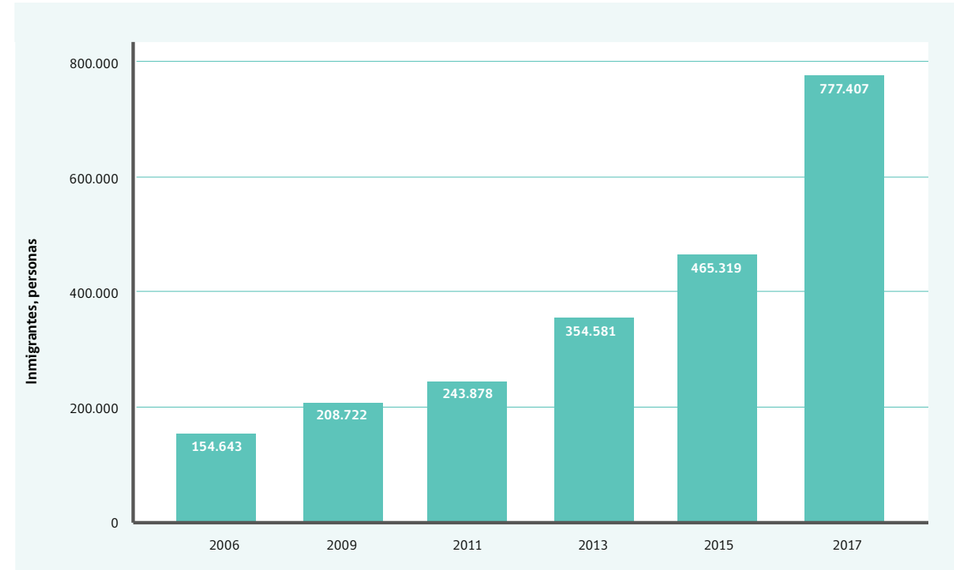
Fuente: Elaboración propia en base a MIDESO (2017).

6. La Encuesta Casen es la principal encuesta a hogares levantada en Chile; este instrumento ha permitido desde 1987 la caracterización de los hogares y a las personas residentes en viviendas particulares, tanto a nivel nacional como por regiones. A diferencia del Censo de Población, la encuesta Casen es una encuesta que se aplica a los hogares residentes en una muestra de viviendas particulares, localizadas en 324 de 345 comunas del país, y se dejan fuera excluyéndose áreas de difícil acceso excluidas de marcos muestrales de manzanas y secciones del Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Mientras las proyecciones de población del INE se basan en datos y/o registros administrativos proyectados al 30 de junio de cada año, las proyecciones de población utilizadas en la Casen son calculadas por el INE en noviembre del año correspondiente y consideran la población residente en hogares particulares solamente (es decir, excluyendo a quienes residen en viviendas colectivas).

7. La encuesta Casen no se aplica en áreas de difícil acceso, como es el caso de Isla de Pascua, por lo que no fue diseñada para ser representativa del pueblo Rapa Nui.

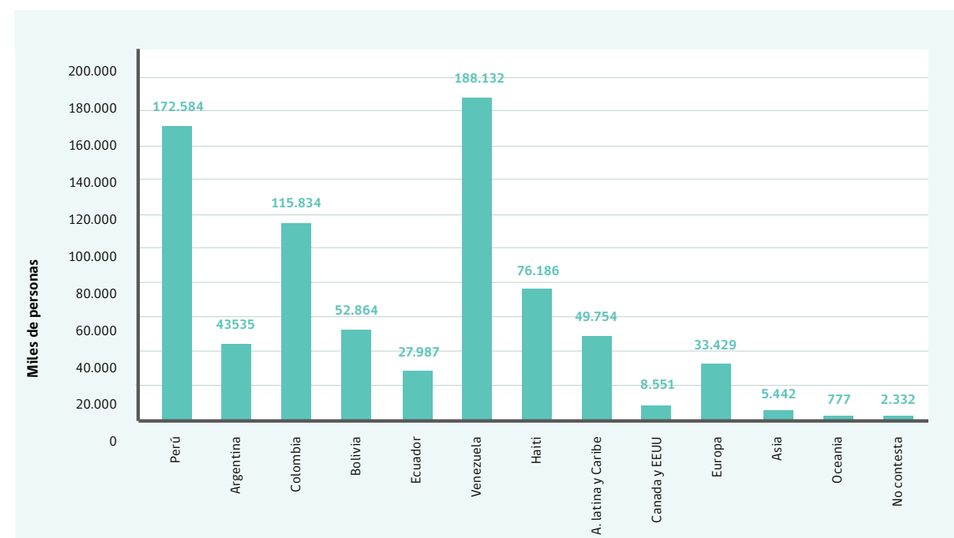
En las últimas décadas, el país ha experimentado una corriente inmigratoria importante. Entre los años 2006 y 2017, la población inmigrante[8] aumentó significativamente llegando a 777.407 personas, lo que equivale al 4,4% de la población nacional (Figura 1-8). Entre los años 2015 y 2017 se incrementó en más del doble el número de inmigrantes, los cuales provinieron principalmente de Venezuela, Perú y Colombia (Figura 1-9).

Figura 1-8: Crecimiento de la población inmigrante en Chile, entre los años 2006 y 2017.



Fuente: Elaboración propia en base a MIDESO (2017).

Figura 1-9: País de origen de inmigrantes en Chile.



Fuente: Elaboración propia en base a MIDESO (2017).

8. Según la encuesta CASEN, la condición de inmigrante internacional se determina por la residencia de la madre de cada integrante del hogar al momento de su nacimiento (migración de toda la vida).

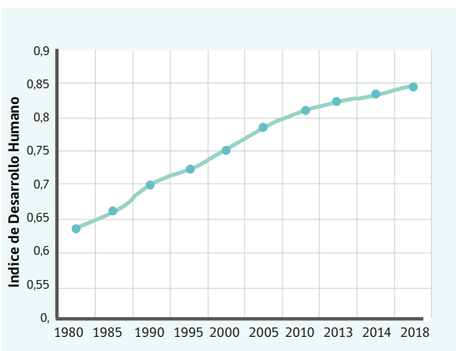
1.7 Desarrollo social

1.7.1. Indicadores sociales

Según el INE (INE, 2020), y los datos obtenidos por el último CENSO 2017, la esperanza de vida al nacer estimada para los mujeres es de 82,1 y para los hombres de 77,3 años, mientras que la mortalidad infantil llegó al 7,1 por cada mil nacidos vivos (INE, 2020) y la tasa de alfabetización fue de 96,4% en 2017 (Banco Mundial, 2020). La Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) informó que, a 2018 y con referencia a la población urbana, el 97,17% contó con red de alcantarillado, el 99,93% con suministro de potable y que el 99,98% de las aguas servidas generadas fue depurado en plantas de tratamiento (SISS, 2018).

La evolución positiva del índice de desarrollo humano[9] (IDH, 2018) es prueba fehaciente de las transformaciones y de la evolución económica de Chile entre 1980 y 2017, años entre los cuales el IDH creció en 32% (de 0,64 a 0,84) (Figura 1-10).

Figura 1-10. Evolución del índice de desarrollo humano (IDH) entre 1980 y 2018.



Fuente: Elaboración propia en base a PNUD (2019).

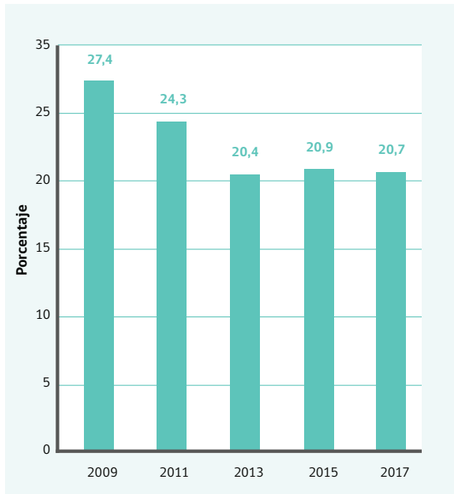
La nueva metodología de medición de la pobreza, establecida por el Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO) a contar del año 2015, considera dos mediciones complementarias, ambas basadas en datos de la Encuesta Casen: la pobreza por ingresos y la pobreza multidimensional [xx]. Estas dos medidas no solo enriquecen y profundizan el diagnóstico, sino que también permiten evaluar los resultados de las políticas públicas en coherencia con una visión integral del desarrollo y del bienestar de las personas.

De acuerdo con la medición de la pobreza por ingresos entre los años 2006-2017 se registró una reducción significativa de la pobreza: mientras en el año 2006, el 29,1% de la población del país se encontraba en situación de pobreza, al año 2017 disminuyó al 8,6%. De igual modo, la población en situación de pobreza extrema se redujo desde 12,6% en 2006 a 2,3% en 2017 (MIDESO, 2018).

Complementariamente, hasta el año 2013, se usaba la metodología de medición de la pobreza multidimensional que consideraba 4 dimensiones, que afectan a los hogares en educación, salud, trabajo y seguridad social y vivienda. No obstante, para el año 2015 se incorpora una nueva dimensión "Redes y Cohesión Social" quedando con 5 dimensiones. Los resultados de la última encuesta CASEN 2015, considerando la metodología anterior de sólo 4 dimensiones, muestran que 19,1% de la población es pobre multidimensionalmente. Ahora, considerando la nueva metodología de cinco dimensiones se tiene que un 20,9% de las personas es considerada pobre multidimensional.

La Figura 1-11 muestra una tendencia a la disminución significativa de la pobreza entre los años 2009 y 2017, donde la mayor diferencia la encontramos entre el 2009 y el 2013. En 2013, la pobreza multidimensional afectaba al 20,4% de las personas, cifra significativamente menor a la registrada para el año 2009[11], en que el porcentaje de población en situación de pobreza alcanzaba el 27,4%. Mientras que la diferencia de pobreza multidimensional entre el año 2015 y 2017 es sólo de un 0,2%.

Figura 1-11. Porcentaje de personas en situación de pobreza multidimensional, período 2009-2017, usando la nueva metodología de medición.



Fuente: Elaboración propia en base a Encuesta Casen 2009-2017 (MIDESO, 2018).

9. El índice de desarrollo humano evalúa el progreso de los países considerando la salud (esperanza de vida), la educación (media de años de escolaridad y los previstos) y los ingresos (ingreso nacional bruto per cápita).

10. La pobreza multidimensional incluye 5 dimensiones: Educación, Salud, Trabajo y Seguridad Social, Vivienda y Entornos, Redes y Cohesión Social.

11. La serie de datos sobre pobreza multidimensional (estimada a través de la nueva metodología de medición) se encuentra disponible para los años 2009, 2011 y 2013.

El análisis de la distribución del ingreso entre los hogares en el período comprendido entre los años 2006 y 2017 muestra que el país mantiene una elevada concentración del ingreso autónomo[12], seguido del ingreso monetario[13], que incluye las transferencias monetarias que realiza el sector público a los hogares de menores ingresos, como parte de los programas sociales.

Como se observa en la Tabla 1-7, donde se presenta la estimación de los índices 20/20, 10/40 y 10/10 y del coeficiente de Gini[14], entre 2006 y 2017, los valores del coeficiente de Gini, estimados a partir del ingreso autónomo, han fluctuado entre 0,295 y 0,512 durante los años considerados. Por su parte:

- El índice 20/20 muestra que el ingreso autónomo promedio de un hogar perteneciente al 20% de los hogares de mayores ingresos ha sido entre 10,7 y 12,7 veces el ingreso de un hogar perteneciente al 20% más pobre de los hogares. En el año 2017 este valor fue igual a 11,9.
- El índice 10/40 muestra que el ingreso autónomo promedio de los hogares pertenecientes al 10% de los hogares de mayores ingresos más que ha duplicado el ingreso de los hogares pertenecientes al 40% más pobre de los hogares.
- El índice 10/10, muestra que el ingreso autónomo promedio de un hogar perteneciente al 10% de los hogares de mayores ingresos ha sido entre 27,2 y 38,8 veces el ingreso de un hogar perteneciente al 10% más pobre de los hogares. En el año 2017 este valor fue igual a 30,8.

Tabla 1-7: Indicadores de la distribución del ingreso de los hogares, según tipo de ingreso, para el período 2006-2017.

Período						
Tipo de ingreso	**2006**	**2009**	**2011**	**2013**	**2015**	**2017**
Ingreso autónomo						
Índice 20/20	11,7	12,7	11,7	11,5	10,7	11,9
Índice 10/40	2,6	2,8	2,5	2,5	2,4	2,5
Índice 10/10	27,6	38,8	29,8	29,1	27,2	30,8
Coeficiente de Gini	0,505	0,512	0,504	0,504	0,495	0,502
Ingreso monetario						
Índice 20/20	10	9,3	9	8,8	8,2	8,9
Índice 10/40	2,4	2,4	2,2	2,2	2	2,1
Índice 10/10	20,1	19,8	17,7	17,1	16	17
Coeficiente de Gini	0,499	0,499	0,492	0,491	0,482	0,488

Nota: Ingresos corregidos por no respuesta.

Fuente: Elaboración propia en base a MIDESO (2018).

12. Corresponde a la suma de todos los pagos que reciben todos los miembros del hogar, excluido el servicio doméstico puertas adentro, provenientes tanto del trabajo como de la propiedad de los activos. Estos incluyen sueldos y salarios, monetarios y en especies, ganancias provenientes del trabajo independiente, la autoprovisión de bienes producidos por el hogar, rentas, intereses, dividendos y retiro de utilidades, jubilaciones, pensiones o montepíos, y transferencias corrientes.

13. Corresponde a la suma de los ingresos autónomos y los subsidios monetarios percibidos por todos los miembros del hogar, excluido el servicio doméstico puertas adentro.

14. El coeficiente de Gini mide la desigualdad de ingresos dentro de un país, y compara la distribución de los ingresos reales con la distribución perfecta y equitativa.

15. Información disponible en https://prensa.presidencia.cl/comunicado.aspx?id=123766

1.7.2 Agenda Social

Chile ha registrado importantes avances hacia el desarrollo, por ejemplo, ocupa el primer lugar a nivel regional y el puesto número 42 a nivel mundial del ranking del Índice de Desarrollo Humano (IDH) de las Naciones Unidas (PNUD, 2019), además como se describió en el apartado anterior, la población en situación de pobreza es menor a un 10%, no obstante, el indicador de pobreza multidimensional está en un 20,7%, según las últimas cifras publicadas por la encuesta CASEN 2017, implicando importantes desafíos en materia de desarrollo y bienestar social. En este sentido, el "Informe Nacional Voluntario" de junio 2019, presentado por el Consejo Nacional para la Implementación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, reconoce los desafíos en materia de desigualdad, vivienda, género, educación y salud, entre otros.

No obstante, a partir de octubre 2019, la ciudadanía se manifestó de manera inusitada frente a estos desafíos sociales. Ante esto, el gobierno de Chile comprometió y ejecutó las siguientes medidas:

- En primer lugar, las vinculadas con la denominada Agenda Social[15]. Con el propósito de atender las necesidades de la ciudadanía, el Gobierno definió un paquete de medidas sobre pensiones, salud y medicamentos, ingreso mínimo, disminución de tarifas eléctricas, impuestos para los sectores de mayores ingresos, reducción de la dieta parlamentaria y plan de reconstrucción, entre otras. El propósito de la Agenda Social es impulsar el país hacia una sociedad más justa, haciendo frente a los principales problemas que enfrenta la población.

- Por otro lado, el gobierno, atendió las demandas sociales que pedían una nueva Constitución. Para esto, legisladores de gobierno y oposición, junto a presidentes de partidos políticos, lograron consensuar el mecanismo por el cual los chilenos y chilenas decidirán si se redactará la nueva Carta Fundamental del país. A partir de esto, se realizó un plebiscito el 25 de octubre del 2020, en el cual se sometió a votación popular el "apruebo" o "rechazo" de una nueva Constitución y el mecanismo para su elaboración, es decir: "Convención Constitucional" o "Convención Mixta". Finalmente, se aprobó la elaboración de una nueva Constitución, a través de una Convención Constitucional.

Fotografía: Verónica Maldonado.

1.8. Educación

La educación escolar formal, conformada por los niveles parvularios, básicos y medios, es implementada a través de establecimientos de dependencia municipal, particulares subvencionados, particulares pagados y corporaciones de administración delegada. En la Tabla 1-8 se informa el número de alumnos matriculados el año 2019 en la educación escolar formal.

Tabla 1-8: Número de alumnos cursando la educación escolar formal, año 2019.

Educación parvularia						
Total alumnos	**JUNJI***	**Fundación Integra**	**Municipales**	**Particulares subvencionados**	**Particulares pagados**	**Servicios locales****
816.462	193.789	88.939	127.074	345.697	54.427	6.536
Educación básica						
Total alumnos	**Municipales**	**Particulares subvencionados**	**Particulares pagados**	**Corporaciones de Administración Delegada**		**Servicios locales**
2.071.247	754.302	1.089.234	190.148	472		37.091
Educación media***						
Total alumnos	**Municipales**	**Particulares subvencionados**	**Particulares pagados**	**Corporaciones de Administración Delegada**		**Servicios locales**
1.018.902	355.612	516.832	88.100	43.809		14.549

Nota: *JUNJI: Junta Nacional de Jardines Infantiles; **En noviembre del 2017 se promulga la Ley 21.040 la que crea el Sistema de Educación Pública, donde mandata el traspaso de los establecimientos educacionales, jardines infantiles, escuelas y liceos municipales a 70 Servicios Locales de Educación Pública (SLEP). Los SLEP son nueva institucionalidad estatal, especializada, descentralizada y con identidad territorial, que tiene como foco principal el fortalecimiento de la educación pública, y que cumplen el rol que antes tenían los municipios.[16]*** El 68,6% de los alumnos se orientó a la formación científico-humanista y el 31,4% restante a la técnico-profesional.

Fuente: Elaboración propia en base a MINEDUC (2019).

16. Más información disponible en https://educacionpublica.cl/.

La educación superior en Chile está representada por entidades estatales y privadas en diferentes niveles, a saber, 46 centros de formación técnica (CFT), 38 institutos profesionales (IP) y 57 universidades (Mineduc, 2019). La Tabla 1-9 muestra los estudiantes matriculados por tipo de entidad y nivel de educación.

Tabla 1-9: Estudiantes matriculados en los diferentes niveles de la educación superior en Chile, al año 2019.

Nivel de enseñanza	Técnico	Profesional	Postítulo	Magíster	Doctorado	Total alumnos
CFT	137.940	-	9	-	-	**137.949**
IP	179.754	199.702	1.956	-	-	**381.412**
Ues	26.537	650.378	23.838	42.348	6.048	**749.149**
Total	344.231	850.080	25.803	42.348	6.048	**1.268.510**

Fuente: Elaboración propia en base a MINEDUC (2019).

En el año 2018 se promulgó la Ley 21.091 sobre Educación Superior. La Ley establece un nuevo sistema de educación superior que busca fortalecer con la creación de una Subsecretaría y Superintendencia específica para este ámbito.

1.8.1 Ciencia, tecnología e innovación

En materia de ciencia, tecnología e innovación (CIT), son principalmente tres los componentes que interactúan coordinadamente: la red del Gobierno, las universidades y centros de investigación, y los organismos privados.

El Gobierno formula las políticas del sistema CIT y apoya la investigación nacional a través de instituciones dependientes de Ministerios y entidades autónomas descentralizadas que financian gran parte de las actividades de las empresas, universidades, institutos públicos e instituciones privadas sin fines de lucro (IPSFL). Las universidades, junto con los centros de investigación, efectúan la mayor parte de la investigación básica, además de parte importante de la aplicada y del desarrollo tecnológico. El sector empresarial, compuesto por empresas públicas y privadas, en tanto, financia un porcentaje importante del gasto nacional en investigación y desarrollo (I+D), alcanzando un 31,4% en 2017. En este sentido, la Ley I+D incentiva la inversión privada por medio de beneficios tributarios para gastos internos de I+D y/o la contratación de cualquier entidad que ejecute el proyecto I+D[17].

El Estado otorga financiamiento para la investigación y desarrollo (I+D) fundamentalmente por medio de las siguientes instancias:

- Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID): fue creada en enero de 2020 y es la sucesora de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnología (CONICYT), y es dependiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

- Corporación de Fomento de la Producción (CORFO): dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (MINECON), busca mejorar la competitividad y la diversificación productiva del país, además de los instrumentos de financiamiento e inversiones. Tiene diferentes líneas de financiamiento para cambio climático, tales como, Emprendedores por la Acción Climática y Bienes Públicos con Adaptación al Cambio Climático. Asimismo, CORFO se encuentra en el proceso de analizar las propuestas que recibieron en el contexto del llamado a desarrollar el Instituto Chileno de Tecnologías Limpias en Antofagasta. Por su parte, existe un llamado, aún abierto, para desarrollar el Centro para el Desarrollo de la Electromovilidad en Chile.

- Fundación para la Innovación Agraria (FIA), dependiente del Ministerio de Agricultura (MINAGRI) se enfoca en financiar proyectos conducentes a la innovación productiva en el ámbito silvoagropecuario.

- Iniciativa Científica Milenio (ICM), del MINECON: programa gubernamental que tiene como principal objetivo, fomentar el desarrollo de investigación científica y tecnológica de excelencia en Chile.

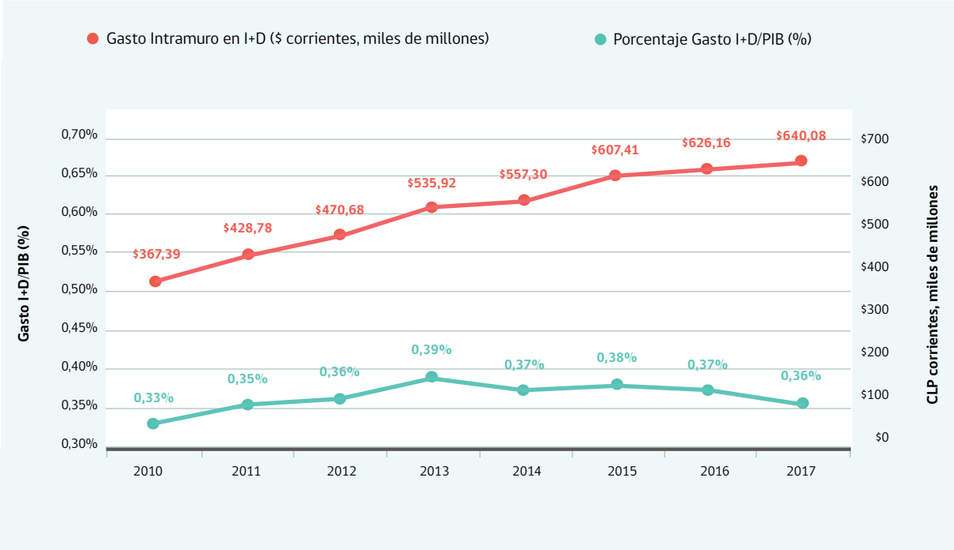
- El Ministerio del Medio Ambiente (MMA) destina fondos a través del Fondo de Protección Ambiental y del Fondo para el Reciclaje.

En la Figura 1-12, se ilustra la tendencia del gasto público en I+D (valores nominales) en Chile entre los años 2010 y 2017. De acuerdo con estas cifras, el gasto intramuro en I+D muestra una tendencia sostenida al alza durante el periodo. Por su parte, ese mismo gasto como proporción del Producto Interno Bruto (PIB) nacional ha presentado un leve aumento durante el período (pasando de 0,33% en 2010 a 0,36% en 2017), alcanzando un máximo de 0,39% en 2013, no obstante, se evidenció una baja entre el 2014 y 2017, tendencia que se debe a que en 2014, 2016 y 2017 el crecimiento porcentual del PIB fue mayor que el crecimiento porcentual de gasto intramuro en I+D[18].

17. Para mayor información consultar https://www.corfo.cl/sites/cpp/incentivo_tributario.

18. Nota de la fuente de datos: La caída entre el año 2015 y 2016 se explica por un cambio metodológico. Este consistió en contabilizar únicamente el 10% del gasto en I+D realizado por los observatorios astronómicos e imputarlo como parte del gasto de las universidades. Para el año 2017 las cifras son preliminares.

Figura 1-12: Gasto en I+D y su relación con el PIB nacional entre 2010 y 2017.



Nota: el gasto intramuro es el gasto derivado de la ejecución de actividades de investigación básica, aplicada o desarrollo experimental al interior de la organización que realiza el gasto; la investigación puede ser realizada con personal interno o externo, con recursos propios o externos, y para uso y/o beneficio propio o de terceros.

Fuente: Elaboración propia en base a MINECON (2019).

En lo que respecta al financiamiento de I+D, la Tabla 1-10 muestra las fuentes disponibles entre los años 2010 y 2017. Se observa que el rol de Estado ha ido en progresivo aumento, convirtiéndose en la principal fuente de financiamiento en la actualidad. Al año 2017 el gasto del Estado representaba el 47% del total, mientras que el de las empresas un 31,4% y en tercer lugar el de educación superior representaba un 15,4%.

Tabla 1-10: Gasto en I+D en Chile en el período 2010-2017 (moneda real del año 2014), según sector de financiamiento.

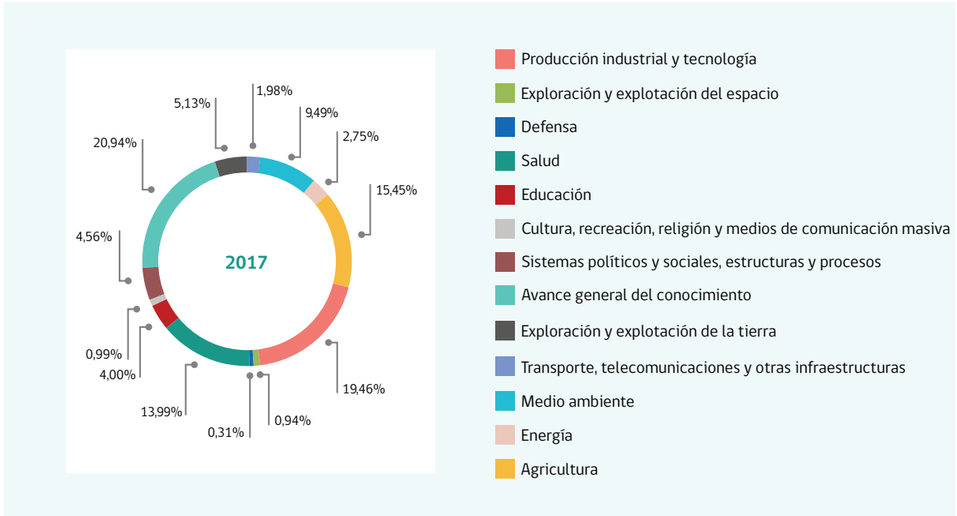
Gasto en I+D según fuente de financiamiento (CLP corrientes, miles de millones de 2017)								
	2010	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**
Estado	$184,52	$174,73	$198,17	$237,40	$279,10	$280,21	$295,59	$300,88
Educación Superior	$59,48	$53,10	$55,84	$72,34	$59,90	$73,13	$91,56	$98,82
IPSFL	$7,79	$8,44	$11,94	$4,85	$4,55	$4,16	$9,41	$10,69
Empresas	$117,06	$178,58	$195,59	$211,38	$201,32	$215,61	$227,94	$201,19
Internacional	$8,56	$7,58	$7,77	$11,65	$12,50	$15,27	$25,38	$28,50
Total	$377,41	$422,44	$469,31	$537,62	$557,37	$588,37	$649,89	$640,08

Nota: El financiamiento internacional tuvo cambios metodológicos desde el año 2016 en la forma de considerar los observatorios astronómicos. Por lo tanto, se corrigen los años 2010 a 2015 utilizando la misma metodología que 2016 y 2017.

Fuente: Elaboración propia en base a MINECON (2019).

En la Figura 1-13 se indica la distribución del gasto según objetivo socioeconómico del I+D.

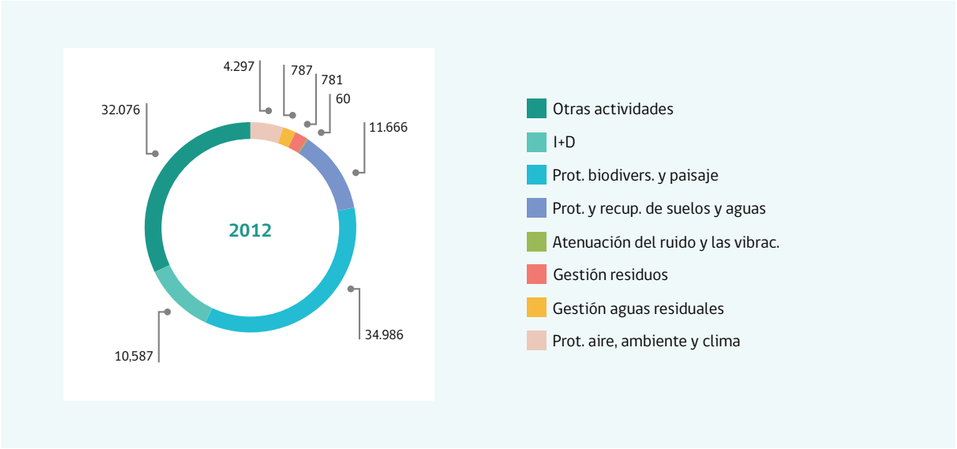
Figura 1-13: Gasto en ciencia, tecnología e innovación al año 2017 (cifras preliminares), según área del conocimiento.



Fuente: Elaboración propia en base a MINECON (2019).

En cuanto al gasto público anual corriente en temas medioambientales, en la Figura 1-14 se muestran los montos estimados —en pesos chilenos— para el año 2012, los cuales son los datos más recientes disponibles a la fecha. El principal ítem para el Estado de Chile es la "protección de la biodiversidad y paisajes" (prácticamente 35 mil millones de pesos chilenos), en tanto que el gasto en I+D llegó a los 10,6 mil millones de pesos chilenos.

Figura 1-14. Gasto público anual corriente del Estado de Chile (en millones de pesos chilenos) al año 2012, en temas ambientales..



Fuente: Elaboración propia en base a datos de INE (2015).

1.9 Salud

Uno de los aspectos importantes en relación a la salud de población en un contexto de cambio climático es la calidad del aire que respiramos. La calidad del aire es el resultado de la interacción de varios factores, entre los cuales se encuentra las emisiones vinculadas al área de la industria y transporte, el uso de determinadas tecnologias, la metereologia, ventilación y el uso de tipos de combustibles, entre otros. La combinación de estos factores determina el nivel de contaminación del aire, que es uno de los principales problemas ambientales que afectan a nuestro planeta y especialmente a nuestro país, ya que incide directamente en la salud de las personas, animales, vegetación, suelo y además contribuye significativamente al cambio climático (MMA, 2019). En nuestro país, el año 2018, alrededor de 9,7 millones de personas estuvieron expuestas a concentraciones de material particulado fino[19] (MP2,5), que superan la norma vigente (MMA, 2019). Las principales fuentes de emisiones de MP2,5, se deben al uso extensivo de leña para la calefacción de los hogares, principalmente en la zona sur de Chile (MMA, 2020).

La exposición al MP2.5 tiene asociado efectos sobre la población, tales como casos de mortalidad por enfermedades cardiorespiratorias, bronquitis agudas, restricciones de actividad que incluyen perdidas de trabajo y días de actividad restringida. Según estimaciones de la OMS, la contaminación atmosférica en las ciudades y zonas rurales de todo el mundo provoca cada año 4,2 millones de defunciones prematuras (OMS, 2020). En Chile para el año 2018, se produjeron 3.640 casos de muertes prematuras asociadas a la exposición del M.P2,5 y 2.900 admisiones hospitalarias (MMA, 2019).

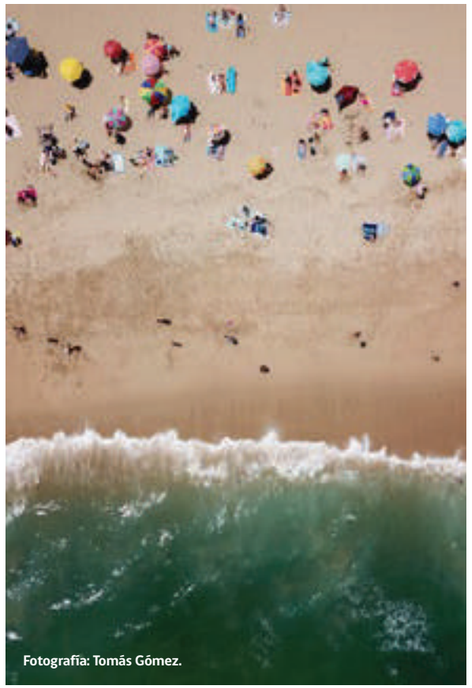
1.9.1 COVID 19

La llegada del COVID 19, ha tenido un fuerte impacto en la actividad económica mundial, por lo tanto, la emisión de Gases de Efecto Invernadero ha disminuido. Se ha presenciado una baja en el uso transporte aéreo y terrestre y a nivel local la demanda energética ha bajado y la contaminación atmosférica también (PUCV, 2020). No obstante, se debe considerar que una vez comience la reactivación económica, los niveles de contaminación se verán aumentados, si mantenemos nuestras prácticas habituales. Es por esta razón que algunos países han comenzado a pensar en iniciativas verdes que ayuden a reactivar la economía de la mano del medio ambiente.

Estudios recientes demuestran que las personas expuestas a contaminación atmosférica son más propensas a los efectos del SARS-CoV-2, ya que los contaminantes del aire menoscaban la capacidad del organismo de defenderse de infecciones respiratorias. De hecho, se han encontrado coincidencias entre la causa de la muerte en pacientes con COVID-19 y las enfermedades asociadas a una exposición prolongada a partículas finas (MP2,5). La OCDE registra que, en dos de cada tres países miembros, la exposición media de la población a las partículas finas MP2,5 supera el límite de 10 g/m^3, donde Chile ocupa el segundo lugar después de Corea (OCDE, 2020).

Según el reporte del 22 de septiembre del 2020 entregado por el Ministerio de Salud, la cifra de contagios en Chile asciende a 448.423, de ese total, 13.026 pacientes se encuentran en etapa activa. Los casos recuperados son 423.176 y el número total de fallecidos en el país es de 12.321 (Ministerio de Salud, 2020).

En este sentido es que el país a través de un acuerdo entre en el Ministerio de Hacienda y la Comisión de Hacienda ampliada, integrada por parlamentarios de oposición y oficialismo han puesto en marcha el plan "Paso a Paso, Chile se recupera", que tiene como objetivo levantar de manera segura y gradual al país y ponerlo nuevamente en marcha a través de 4 ejes: incentivos al empleo, inversión, apoyo a las pymes y agilización y simplificación de permisos.



Fotografía: Tomás Gómez.

19. Indicador representativo común de la contaminación del aire, compuesto por sulfatos, los nitratos, el amoníaco, el cloruro de sodio, el hollín, los polvos minerales y el agua. En Chile se utilizan dos métricas partículas de diámetros menores a 10 micrones conocidas como MP10 y de diámetros menores a 2,5 micrones conocidas como MP2,5.

En el marco de la reactivación económica impulsada en Chile tras la crisis generada por el COVID 19, se ha anunciado un plan de inversión pública de US$4.500 adicional, por sobre el presupuesto regular de los ministerios, que se materializaría en los próximos 24 meses. De esta forma, para el período 2020-2022 se estima un total de US$ 34.000 millones en inversión pública, la cual tiene una capacidad de generar un total de 250.000 empleos.

De esta inversión, el 30% de los proyectos contribuirán a acelerar la transición hacia un desarrollo sustentable y mitigar y adaptar nuestro país al cambio climático (Gobierno de Chile, 2020). Para esto la cartera de proyectos, en términos generales, está centrada en entregar soluciones a: demandas sociales y productivas; crisis hídrica; apoyo a municipios; movilidad e integración en ciudades; mejoramiento de caminos y construcción de carreteras y puentes.

Más específicamente, los proyectos, a nivel ministerial, que permiten acelerar una transición al desarrollo sustentable, inclusivo y limpio son[20]:

1) Ministerios de Obras Públicas: El monto total de inversión de esta cartera para los años 2020-2022 es de US$ 9.360 millones, de los cuales US$ 2.895 millones corresponden a presupuesto adicional dispuesto especialmente para este plan (Fondo Covid). En total se contemplan 2.130 proyectos de inversión pública entre 2020-2022.
   - Obras hidráulicas: Obras de riego que beneficiarán a 140 mil hectáreas, conservación de obras de aguas lluvias en ciudades y obras de control aluvional.
   - Obras de agua potable rural: 42 sistemas nuevos para 4.200 familias, 65 mejoramientos y ampliaciones de sistemas que beneficiarán a 28.200 familias, y conservaciones menores de otros 100 sistemas al año.
   - Viabilidad: Construcción, reposición y mejoramiento de 150 puentes.
   - Obras Portuarias: Mejoramiento de más de 10 bordes costeros.
   - Gestión del Agua: Desarrollo de 50 planes estratégicos de recursos hídricos, de los cuales 30 estarán listos entre 2020-2022, y fortalecimiento de la red hidrométrica y glaciológica nacional.
   - Edificación Pública: Proyectos de edificación pública como comisarías, escuelas, centros de salud, museos, teatros, edificios consistoriales, entre otros.

2) Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones: El presupuesto para esta cartera involucra más de US$ 3.000 millones entre los años 2020 y 2022.
   - Extensión del metro, ferrocarriles, buses eléctricos, vías de transporte público, y ciclovías.

3) Ministerio de Vivienda y Urbanismo: los recursos adicionales del Fondo Covid para 2020 y 2021, ascienden a un total de US$ 3.132 millones de dólares.
   - Acondicionamiento térmico y eficiencia energética en viviendas

4) Ministerio de Agricultura: se inyectará presupuesto adicional por US$ 152 millones para los años 2021 y 2022, y se espera apalancar un total de US$ 89 millones en inversión privada, lo que sumaría un total de US$ 241 millones en reactivación del sector.
   - La forestación sustentable de 24.100 ha y el control de incendios

5) Ministerio del Interior y Subsecretaria de Desarrollo Regional (SUBDERE): Estos proyectos serán financiados por US$ 125 millones adicionales al presupuesto regular
   - A través de programa mejoramiento de barrios se implementarán soluciones sanitarias a las familias que habitan en condiciones de marginalidad

20. Para mayores antecedentes https://www.gob.cl/chileserecupera/inversion/

1.10 Enfoque de Género

Durante las últimas décadas el enfoque de género progresivamente ha sido asociado al cambio climático debido a que ha surgido amplia evidencia empírica señalando que los efectos del cambio climático no son iguales para hombres y mujeres. Ellas, *"debido a las normas y roles de género construidos socialmente y a las brechas estructurales asociadas, sufren con mayor severidad las consecuencias del calentamiento global".* (Casas, 2017, pág. 12).

Respecto al contexto internacional, el IPCC en el año 2001 reconoce estos impactos diferenciados y los ha abordado en algunas de sus publicaciones (IPCC, 2014). Uno de los hitos en la materia se produce en la COP20, donde se establece el Plan de Trabajo de Lima sobre Género, permitiendo abordar la materia desde la CMNUCC (Casas, 2017). En cuanto a los compromisos internacionales asumidos por Chile, en la reciente actualización de la NDC, a raíz de la incorporación del pilar de transición justa y objetivos de desarrollo sostenible, las medidas consideradas deberán tener en cuenta la variable de equidad e igualdad de género (MMA, 2020b).

Para entender la relación entre género y cambio climático en Chile es importante conocer el estado de los avances en cuanto a la situación de las mujeres y la igualdad de género en el país. De este modo, el Estado cuenta con una institucionalidad en el poder ejecutivo para estas materias desde 1991 con la creación del Servicio Nacional de la Mujer (SERNAM) que se fortalece con la Ley Nº 20.820 del año 2016 que crea al Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género, articulando todo el quehacer del estado en cuanto a equidad de género.

Los avances de la situación de las mujeres se pueden observar desde los grados de autonomía que se van adquiriendo en el tiempo. Desde esta perspectiva se muestran a continuación avances en autonomía económica; autonomía física; y en la toma de decisiones.

Autonomía Económica

La autonomía económica se identifica con los avances en la disminución de la pobreza y una mayor incorporación de mujeres al mercado laboral. De acuerdo con cifras de la encuesta CASEN 2017 (INE, 2018), la pobreza es más elevada en el caso de mujeres que de hombres (9% y 8,2% respectivamente) y la extrema pobreza también es mayor en el caso de las mujeres (2,2% para hombres y 2,4% para las mujeres).

La incorporación de las mujeres al mercado laboral ha ido en aumento considerablemente en los últimos diez años. En el año 2010 la participación laboral de las mujeres se ubicaba en 45% y actualmente está sobre el 50%[21]. Pese a ello, la brecha salarial entre hombres y mujeres persiste, aun cuando ha ido disminuyendo. Según mediciones del INE esta se expresaba en -38,2% en el año 2010, y hoy se encuentra en -27,2%. Una de las razones que generalmente declaran las mujeres que opera como barrera para su incorporación al mercado laboral son las razones de cuidados y quehaceres domésticos. Según la Encuesta Nacional sobre Uso del Tiempo (INE, 2015) del INE, las mujeres destinan 3 horas más que los hombres al trabajo no remunerado, el cual implica quehaceres domésticos y cuidado de personas, derivando en una carga de trabajo total mayor. En los días de semana ellas destinan 11,46 horas promedio al trabajo mientras que los hombres destinan 9,78 horas.

La autonomía económica está altamente relacionada con el aumento en los niveles educativos de las mujeres. En ese sentido, la escolarización de mujeres y hombres hoy se encuentra equilibrada en Chile. Según datos de CASEN 2017, el promedio de años de escolaridad de las personas de 15 años y más es de 11 años para ambos sexos.

Junto a esto, la tasa de asistencia neta de jóvenes a la educación superior es mayor por parte de las mujeres (39,5%) que los hombres (35,4%). En general las mujeres tienden a ingresar más a estudios superiores, pero lo hacen a carreras con una rentabilidad a futuro menor, tales como carreras de corte social, humanidades y de servicios. Según datos de la CASEN 2017, el área de estudio predominante de estudiantes mujeres en educación superior es "salud y bienestar" (25%), mientras que la de los hombres es "Ingeniería, Industria y Construcción" (34%); existe el desafío de la incorporación de las mujeres a carreras científicas y de tecnología.

Autonomía Física

La autonomía física juega un rol crucial en el desarrollo pleno de la vida de las niñas y mujeres, donde una vida libre de violencias se relaciona con mayor acceso a oportunidades y un desarrollo de la autonomía global a mayor escala. Según la Encuesta Nacional de Violencia Intrafamiliar Contra la Mujer y Delitos Sexuales del Ministerio del Interior y Seguridad Pública del 2017, 21% de las mujeres declaró haber sufrido algún tipo de violencia en los últimos 12 meses. Específicamente, en el último año un 20,2% declaró haber sufrido violencia psicológica, 4,3% violencia física, y 2,1% violencia sexual.

En cuanto a los femicidios[22], la Tabla 1-11 muestra aquellos ocurridos en Chile durante los últimos años. A su vez, la cantidad de femicidios frustrados en el 2019 fue de 109. Las penas para quienes cometen femicidio en Chile van desde los quince años y un día de cárcel hasta la cadena perpetua (Ley Nº 20.480).

Tabla 1-11: Número de femicidios en Chile entre 2016 y 2019.

Año	Nº de Femicidios en Chile
2016	34
2017	43
2018	42
2019	46

Fuente: Elaboración propia en base a Ministerio del Interior y Seguridad Pública (2017).

Por su parte, la mortalidad materna ha descendido significativamente y la tasa de nacidos de jóvenes de entre 15 y 19 años fue de 46,3 por cada mil mujeres en 2013, siendo la tasa más alta en los sectores vulnerables de la sociedad chilena. Por otro lado, el porcentaje de mujeres adolescentes entre 12 y 17 años que han sido madres ha ido disminuyendo en el tiempo. De acuerdo con la encuesta CASEN en 2011 se registraba en 2,2%, cifra que disminuyó a 1,2% en 2017.

Autonomía en la toma de decisiones

La autonomía en la toma de decisiones es una dimensión en la que las mujeres en la actualidad tienen mayor presencia, ya que la participación de las mujeres en todos los ámbitos de toma de decisión ha ido en aumento en los últimos años.

21. Cabe señalar, que las cifras del INE para la medición del empleo con la Encuesta Nacional del Empleo, ha actualizado su serie de tiempo desde el año 2010, con los ajustes demográficos del Censo 2017, actualizando sus factores de expansión. Con ello, la tasa de participación laboral de las mujeres ha pasado de 49,8% a 52,9% (considerando el trimestre móvil diciembre-febrero 2019/2020).

22. Delito que corresponde al asesinato de una mujer realizado por quien es o ha sido su esposo o conviviente. Este delito es la forma más extrema de violencia contra las mujeres y es una muestra de que en nuestras sociedades todavía se cree que los hombres tienen derecho a controlar la libertad y la vida de las mujeres.

Así lo evidencia, por ejemplo, la participación de mujeres en el parlamento. De acuerdo con los registros del Servicio Electoral, las senadoras electas aumentaron en desde 5,26% en 1989 a 16,67% en 2009, 20% en 2013 y 26,1% en 2017. En el caso de las diputadas, aumentó de 5,83% en 1989 a 14,7% en 2009, 15,83% en 2013 y 22,6% en 2017. Este aumento se explica por la ley de cuotas (parte de la Ley 20.840) que busca que, al momento de la declaración de candidaturas al Congreso Nacional que realizan los partidos ante el Servicio Electoral, ni hombres ni mujeres superen el 60%[23]. Por otro lado, las mujeres alcaldesas alcanzan el 11,1% y las mujeres concejalas 24,7% en 2018, cifras que se ha mantenido estables desde el 2012 (CEPAL, 2019).

Respecto a la participación de la mujer en el máximo tribunal de justicia, la Corte Suprema, esta ha ido en aumento de 25% en 2012 a 30% en 2018 (CEPAL, 2019) . Así también se destaca la creación de la Secretaria Técnica de la Igualdad de Género y No Discriminación del Poder Judicial en el año 2016. En el caso del sector privado, las mujeres también han aumentado su participación. Las mujeres en cargos directivos de empresas que cotizan en la bolsa (IPSA) participaban sólo en 1% de los directorios en el 2011, y hoy lo hacen en 8,2% (CMF, 2019). En cuanto a las empresas públicas (SEP) la participación de mujeres en cargos directivos prácticamente se ha duplicado, de 27,4% en 2014 a 41% en 2019.

23. Información recuperada de https://www.servel.cl/historico-23-de-mujeres-candidatas-fueron-electas-en-las-parlamentarias-2017/

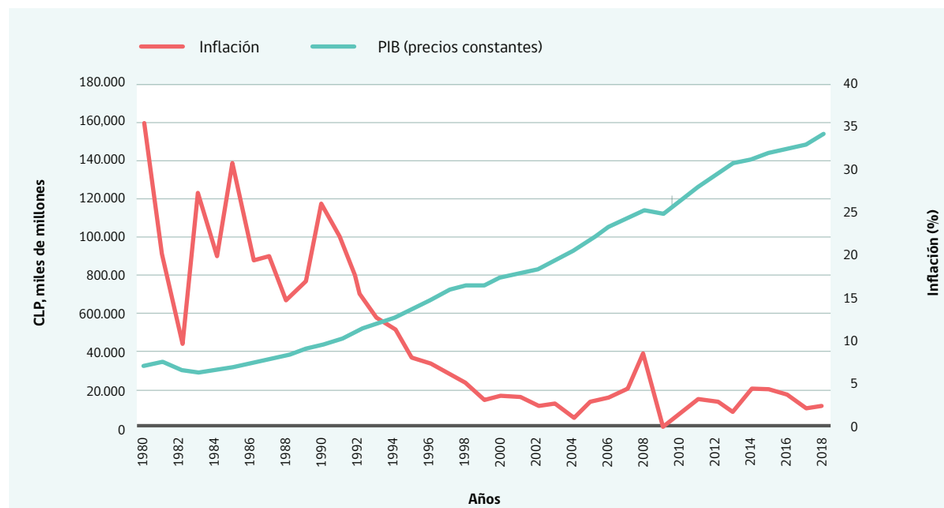
2. PERFIL ECONÓMICO

2.1. Visión general

Chile posee un modelo económico abierto y estable, que favorece el comercio y la inversión, que se apoya en una creíble institucionalidad fiscal y monetaria, además de un sistema financiero robusto y bien monitoreado. Si bien la economía se ha diversificado en años recientes, la actividad minera concentra parte importante de las exportaciones; al año 2019 correspondieron al 52,2% del total exportado por el país (Banco Central, 2020).

Como se aprecia en la Figura 1-15, Figura 1-16 y Figura 1-17, en los últimos veinte años Chile ha experimentado un crecimiento económico constante. Producto de años de responsabilidad fiscal, el Fisco fortaleció su posición crediticia. Sin embargo, en años recientes, derivado de crecientes presiones de gasto en un contexto de menor crecimiento, se ha recurrido al financiamiento del déficit fiscal a través de una combinación de mayor deuda y uso de activos. La deuda bruta pública del país ha aumentado sostenidamente en los últimos 5 años, la cual a diciembre del 2019 representa un 27,9% del PIB (DIPRES, 2020). En la Tabla 1-12, se muestran los principales indicadores económicos que orientan sobre el desempeño reciente de la economía chilena. Cabe destacar que producto de la pandemia COVID 19, algunos indicadores sufrirán cambios significativos durante el año 2020.

Figura 1-15: PIB nacional a precios constantes e inflación, como índice de precios al consumidor (IPC) promedio anual.



Fuente: Elaboración propia en base a Banco Mundial (2020).

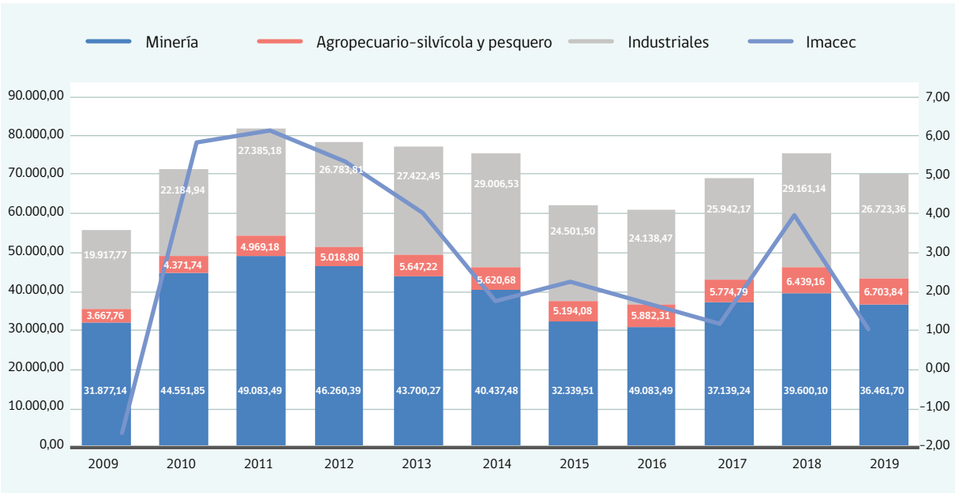
Tabla 1-12: Indicadores económicos relevantes.

Indicador	Valor	Unidad	Fuente
PIB en 2019	282.254	USD Billions	Fondo Monetario Internacional (FMI)
PIB per cápita en 2019	24.225	USD (PPP)	Fondo Monetario Internacional (FMI)
Crecimiento estimado del PIB para 2020 (% anual)	-4,3 /-6,0	%	Banco Mundial / Fondo Monetario Internacional (FMI)
Crecimiento estimado del PIB para 2021 (% anual)	3,0 / 4,0	%	Banco Mundial / Fondo Monetario Internacional (FMI)
Exportación de materias primas (% de las exportaciones totales, 2019)	28,2	%	World Integrated Trate Solution (Banco Mundial)
Exportaciones de bienes y servicios (% del PIB 2019)	28,2	%	Banco Mundial
Valor agregado en "Agricultura" (% PIB 2019)	3,53,6	%	Banco Mundial
Valor agregado en "Industrias" (% PIB 2019)	29,3	%	Banco Mundial
Valor agregado en "Servicios " (% PIB 2019)	58,7	%	Banco Mundial

Fuente: Elaboración propia en base a Banco Mundial (2020) y Fondo Monetario Internacional (2020).

La minería es el sector con mayor impacto en las exportaciones del país (Figura 1-16). Siendo el cobre por lejos el principal producto de exportación. En el caso de las importaciones, la mayor proporción la representan los bienes intermedios, correspondiendo el 2019 al 49,6% del total de importaciones de bienes (CIF) (Banco Central, 2020).

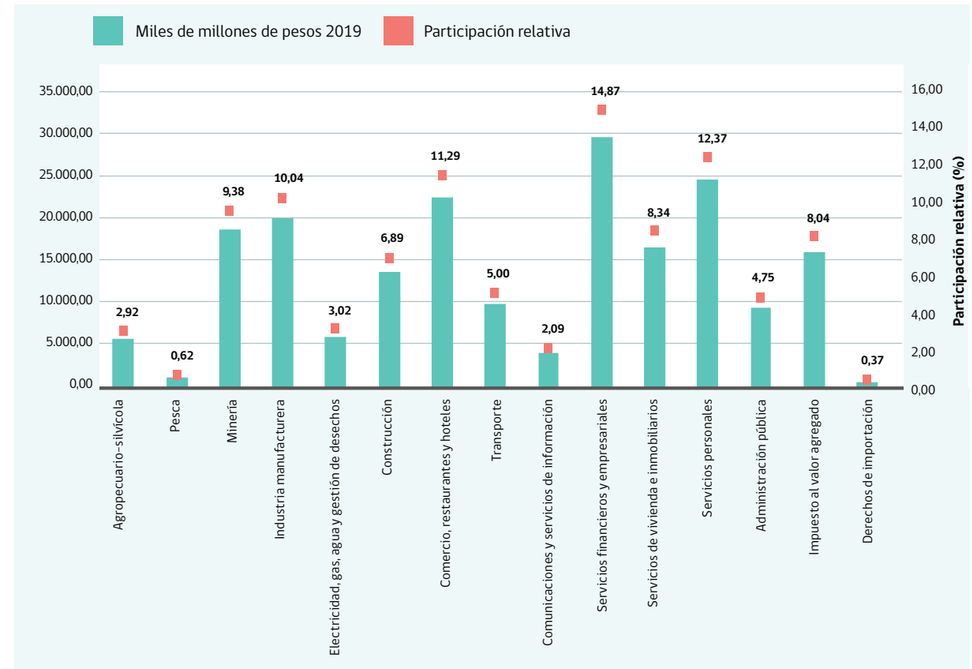
Figura 1-16: Exportaciones por sector, 2009-2019.



Fuente: Elaboración propia en base a Banco Central (2020).

Si bien la economía de Chile destaca en la extracción de recursos naturales y bienes primarios, la mayor proporción del PIB corresponde al aporte de los servicios financieros y personales (en suma, el 27,24%), seguida del comercio, restaurantes y hoteles e industria manufacturera (en suma, el 21,34%), tal como se muestra en la Figura 1-17.

Figura 1-17: PIB 2019, según por clase de actividad económica, a precios corrientes, series empalmadas, referencia 2013 (miles de millones de pesos).



Fuente: Elaboración propia en base a Banco Central (2020).

2.2. Visión sectorial

2.2.1. Energía

En Chile, las actividades de generación, transmisión y distribución de suministro eléctrico están a cargo de empresas privadas, reguladas y fiscalizadas por el Estado, que además contribuye con estudios que permiten dimensionar la demanda futura y, por lo tanto, estimar la necesidad de inversiones en generación y transmisión.

2.2.1.1. Generación eléctrica

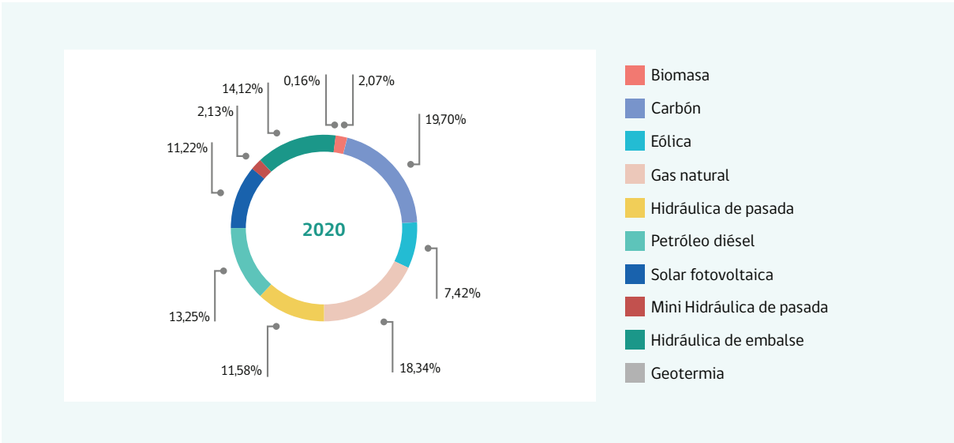
Durante los últimos años la matriz energética chilena ha ido cambiado considerablemente, especialmente en lo que se refiere al crecimiento sostenido en la generación de ERNC. El año 2016, la generación de electricidad proveniente de ERNC fue de 323 GWh-año (CNE, 2020e), mientras que en 2019 se generaron 2.937 GWh-año, es decir se aumentó en más de 9 veces[24]. Por su parte, la capacidad instalada de ERNC a septiembre del 2020 correspondió a un 24,8% de la capacidad eléctrica total en los sistemas eléctricos nacionales, situando a Chile cercano a alcanzar la meta de 25% de ERNC al 2025, establecida en la Ley 20.698 del año 2013. Pese a esto, la generación de energía eléctrica en el país continúa dependiendo de dos fuentes principales: la hidráulica y la térmica, que es similar a la situación mundial, con la excepción de que hay una mayor componente hidroeléctrica y una menor de gas natural. Cabe destacar que el gobierno ha iniciado un proceso de descarbonización de la matriz energética, en línea con la meta de carbono neutralidad al 2050, que establece el retiro del parque total de centrales a carbón antes del 2040[25].

24. Se consideran ERNC energía solar fotovoltaica, mini hidro de pasada, eólica y biomasa.

25. Para mayor información consultar https://energia.gob.cl/noticias/aysen-del-general-carlos-ibanez-del-campo/plan-de-descarbonizacion-proceso-historico-para-chile

Las condiciones geográficas han determinado un sistema de transmisión de energía eléctrica que contempla tres sistemas independientes (Sistema Eléctrico Nacional, Aisén y Magallanes), cuya suma de capacidades, a marzo de 2020, alcanzó los 24.235 MW (CNE, 2020a). La capacidad instalada se distribuye en diferentes fuentes de generación de electricidad Figura 1-18.

Figura 1- 18: Participación porcentual de fuentes en la generación eléctrica.



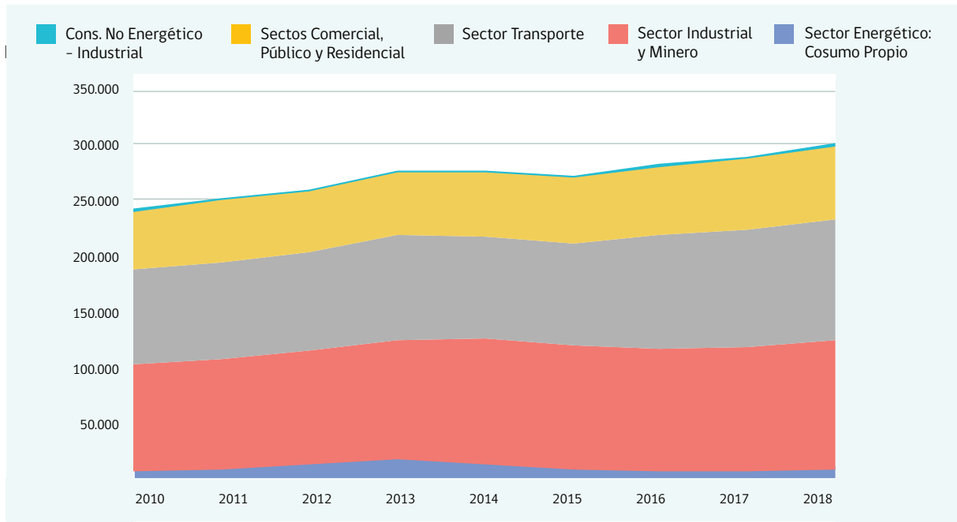
Fuente: Elaboración propia en base a CNE (2020a).

2.2.1.2. Cobertura eléctrica y demanda energética

La cobertura eléctrica a nivel nacional fue del 99,6% en 2019. El déficit es equivalente a 24.556 viviendas, es decir, 75.000 personas sin estar conectadas a la red eléctrica.

Como se puede observar en la Figura 1-19, la demanda energética está determinada por el consumo final de tres grandes sectores: i) transporte, ii) industrial y minero, y iii) comercial, público y residencial (CPR). Durante el período, el consumo total ha aumentado de manera gradual a una tasa promedio de 2,66%. En el año 2018, la industria y la minería consumieron el 38,25% del total, el sector transporte un 35,91%, el sector CPR un 22,01%, el sector energético (consumo propio) un 3,02% y los consumos no energéticos industriales un 0,81% (Minenergía, 2018).

Figura 1-19: Consumo sectorial de electricidad en el período 2010-2018 (Teracalorías).

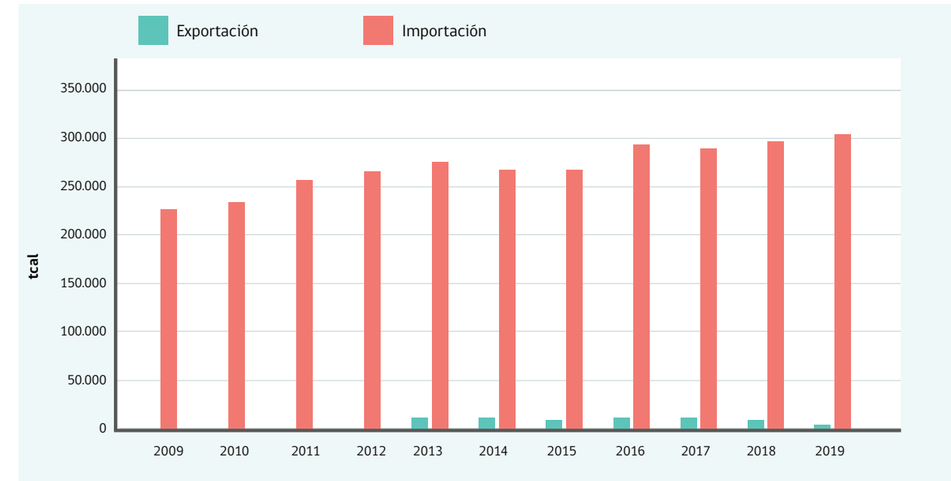


Fuente: Elaboración propia en base a Minenergía (2018).

Al año 2018, el consumo de energía primaria por habitante alcanzó a 2,2 (Toe/habitante)[26], valor bajo si se compara con el promedio de los países OCDE (4,37 Toe/habitante) pero superior al promedio mundial (1,82 Toe/habitante) (CNE, 2020c).

Por su parte, los hidrocarburos son una importante fuente de energía primaria en Chile, cuya importación ha tendido al alza desde el año 2009 al 2019 (Figura 1-20). Las exportaciones son muy bajas respecto a las importaciones.

Figura 1- 20: Importación y exportación de hidrocarburos, período 2002 a 2019.



Fuente: Elaboración propia en base a CNE (2020d).

2.2.2. Agricultura y silvicultura

El sector silvoagropecuario ha experimentado profundas transformaciones en las últimas décadas. En los años ochenta, se consolidó internacionalmente gracias a una estrategia de desarrollo fundada en la plena apertura de la economía al exterior y en el ordenamiento de la actividad productiva sobre la base a sus ventajas comparativas y al desarrollo de sus ventajas competitivas (ODEPA, 2006). En la Figura 1-21, se presenta la evolución de las exportaciones silvoagropecuarias entre los años 2005 y 2019.

Figura 1-21: Evolución de las exportaciones silvoagropecuarias chilenas, en millones de USD FOB entre el año 2005 y 2019.

Fuente: Elaboración propia en base a lo que sigue. Años 2005 a 2015: ODEPA,(2015); Años 2016 a 2019: ODEPA (2017), ODEPA (2018), ODEPA (2019) y ODEPA (2020).

26. Toe: Ton of oil-equivalent en inglés, toneladas de equivalente a petróleo en español.

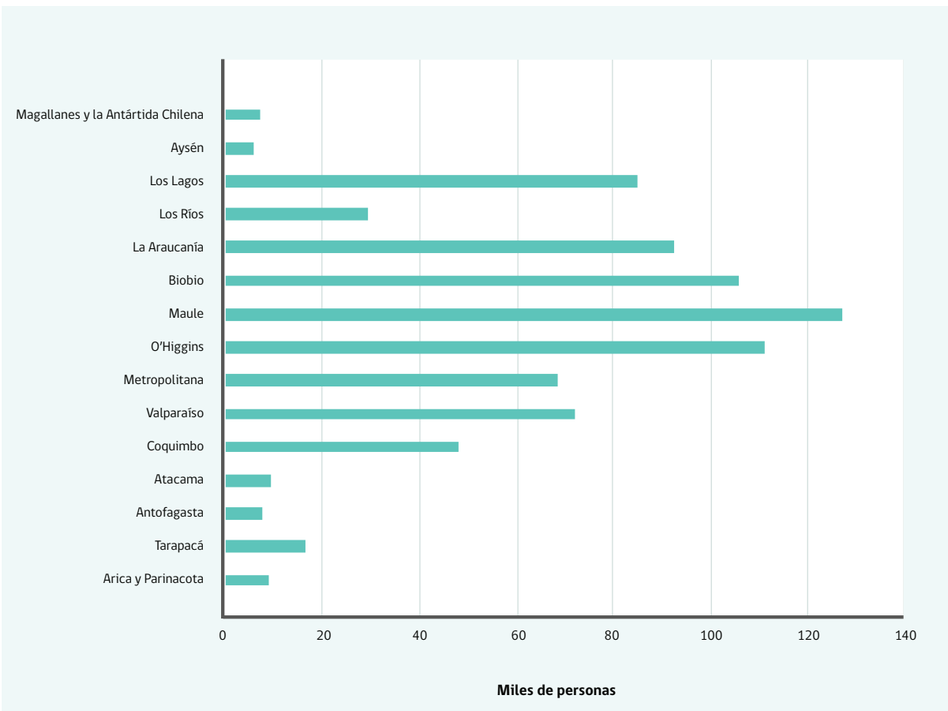
El sector agroalimentario se ha constituido en uno de los pilares del desarrollo económico y en muchos rubros tiene hoy relevancia internacional. En 2019, los tres rubros con mayor participación en las exportaciones totales (en base a valor FOB) fueron Fruta fresca y frutos secos (36,71%), Celulosa (16,79%) y Vinos y alcoholes (12,12 %), representando en conjunto más del 65% del total de las exportaciones del sector. Desde la perspectiva regional, las tres que mayores exportaciones alcanzaron ese mismo año fueron Región del Libertador Gral. Bernardo O'Higgins (12,32%), Región del Bíobío (10,76%) y Región del Maule (7,08%) (ODEPA, 2020).

La superficie agrícola al año 2019 representaba el 4,21% del territorio nacional que corresponde a 3,18 millones de hectáreas aproximadamente, y está concentrada en la zona central (CONAF, 2020). En las dos últimas décadas esta superficie ha cambiado su estructura productiva para tender a un aumento de la proporción de tierras orientadas a la producción de cultivos permanente —frutícolas y vitivinícolas—, en desmedro de los cultivos anuales. Igualmente, se observa un incremento en el uso de sistemas de riego tecnificado, en reemplazo de los gravitacionales, en el área destinada a los cultivos permanentes.

Según CONAF (2020) en el año 2019 el sector forestal registra una superficie de 17,9 millones de hectáreas, de las cuales 14,6 millones correspondieron a bosque nativo, 3,1 millones a plantaciones forestales y 0,18 millones a bosques mixtos. La industria forestal chilena basa su actividad en plantaciones de las especies exóticas *Pinus radiata, Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens.*

La distribución de la población trabajadora del sector silvoagropecuario para el año 2017[27] se presenta en la Figura 1-22. Se ve claramente que está concentrada en las regiones del Maule (15,98%), Biobío (13,28%), La Araucanía (11,63%), O'Higgins (13,97%) y Los lagos (10,66%), que en conjunto representan más del 65% del total.

Figura 1-22: Población trabajadora en el sector silvoagropecuario, por región, para el trimestre octubre-diciembre del año 2017.



Fuente: Elaboración propia en base a INE (2018a).

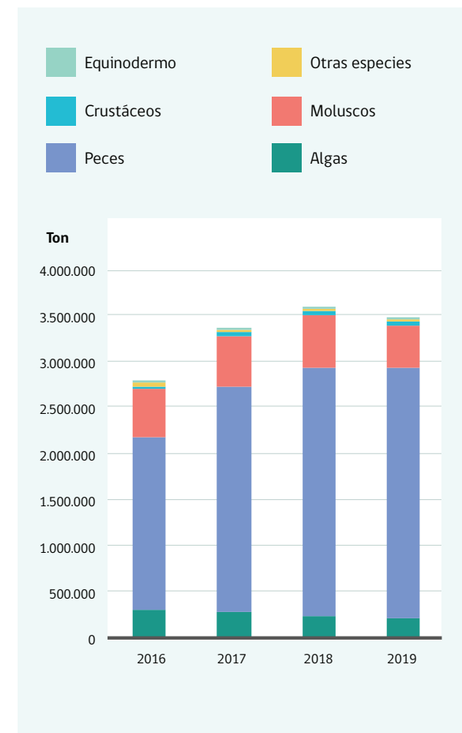
27. La información que se presenta corresponde al trimestre octubre-diciembre 2017 y representa al sector compuesto por agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. Para mayor información consultar INE (2018).

2.2.3 Pesca y acuicultura

La costa le otorga a Chile una condición privilegiada desde el punto de vista pesquero. Dependiendo del origen de la materia prima, el sector se subdivide en extractivo (industrial y artesanal) y acuicultor. En la Zona Económica Exclusiva (ZEE) y en el mar territorial los ecosistemas son altamente productivos, prácticamente únicos en el mundo, de modo que se ve favorecida la extracción de recursos pesqueros altamente valorados y demandados en los mercados mundiales.

Como se aprecia en la Figura 1-23, los desembarques totales en Chile han aumentaron entre 2016 y 2018, y presentaron una leve baja en el año 2019, finalizando con un total de 3.461.853 toneladas. Se puede observar claramente que la mayor parte de los desembarques para cada año son peces, seguidos de moluscos.

Figura 1-23: Desembarque total por tipo de recurso.



Fuente: Elaboración propia en base a Subpesca (2019).

Fotografía: Verónica Maldonado.

En la Figura 1-24 se aprecia que el subsector industrial en el año 2019 se concentró principalmente en la pesca de peces (94,5%), mientras que el subsector artesanal se concentró en peces (61,7%) y en menor medida en algas (29,7%). Por su parte, el subsector acuicultura ha focalizado su operación en peces (70,3%) y en segundo lugar en moluscos (28,1%). En el agregado de especies, el subsector con mayor desembarque o cultivo es acuicultura (37,9%), seguido del artesanal (36,7%) y después el industrial (25,4%).

Figura 1-24: Desembarque o cultivo por especie y subsector, año 2019.

Nota: subsector industrial no considera operaciones en aguas internacionales ni flota de buques fábrica.

Fuente: Elaboración propia en base a Sernapesca (2019).

En cuanto a las exportaciones de productos pesqueros, entre enero y diciembre de 2019 se generaron USD $6.799.848.000 de valor FOB, cifra 3,4% menor que para el mismo periodo del año 2018. Los principales productos exportados para el 2019 en base al valor FOB son las líneas de elaboración de 1) Congelados (54,4%); 2) Frescos Refrigerados (33%); 3) Harina (4,4%); 4) Aceite (2,3%); y 5) Conservas (1,4%) (IFOP, 2019).

En los últimos años, un motivo de especial preocupación para el sector ha sido la ocurrencia de eventos "extremos": por un lado, las intensas marejadas que se produjeron en la zona norte y centro del país entre los años 2015 y 2016, y por el otro, el fenómeno de la marea roja[28], cuyo último episodio, -que afectó severamente a vastos sectores de la Región de Los Lagos y que fue definido como el mayor evento de este tipo registrado en la historia- ocurrió el primer semestre del año 2016 (Subpesca, 2016). En efecto, el estudio de amenazas climáticas en la zona costera realizado en 2019 (MMA, 2019) muestra que en todo Chile se ha registrado un aumento en la cantidad de marejadas de 0,1 a 0,3 eventos más por año, durante el periodo histórico (1980-2015).

La preocupación nace del hecho de que cada episodio de marejadas genera graves daños en el borde costero y cada episodio de marea roja causa graves daños ambientales, económicos y sociales que afectan gravemente a la población dedicada a la extracción de mariscos, especialmente de bivalvos, y supone un grave riesgo para la salud de los consumidores. Como es un fenómeno complejo que depende de las corrientes oceanográficas, de la temperatura del mar y/o de la luminosidad, aún no es posible prever su comportamiento; sin embargo, se ha observado que este fenómeno está aumentando su intensidad y ampliando su cobertura geográfica (MMA, 2019).

28. Las floraciones de algas nocivas ("mareas rojas") corresponden a una proliferación, en ambientes acuáticos, de algas microscópicas que pueden causar la muerte masiva de peces y una gran variedad de otros organismos, contaminar los mariscos con toxinas y alterar los ecosistemas, de manera que los seres humanos las perciben como dañinas o nocivas (Geohab, 2001). Los impactos que ocasionan sobre las personas y sus actividades incluyen intoxicaciones por consumo de mariscos, que pueden ser fatales; mortandades masivas de organismos marinos en el ambiente natural y en sistemas de crianza o engorda; alteraciones de los hábitats costeros y, por ende, perturbaciones en los sistemas sociales y económicos.

2.2.4. Minería

Chile cuenta con grandes reservas de minerales, a tal punto que es el primer productor mundial de cobre. En los últimos años han existido esfuerzos para avanzar hacia una "minería verde", entre los que se encuentra la Mesa de Minería Verde lanzada en julio de 2019 donde participan distintos actores de la minería nacional. Por su parte, CORFO ha brindado apoyo a proyectos de hidrógeno para vehículos de la minería[29], como también, ha estado impulsado la industria del litio[30].

En la minería metálica existe producción de cobre, molibdeno, oro, plata, hierro, plomo y cinc (Tabla 1-13); de estos, los de mayor interés económico son el cobre y molibdeno (este último es un subproducto de la obtención de cobre). Gracias a esta abundancia, la minería ha sido por varias décadas la principal actividad económica del país.

Tabla 1-13: Producción de minerales metálicos años 2017 y 2018.

Mineral	2017	2018
Cobre (tmf)*	5.557.964	5.872.027
Molibdeno (tmf)*	62.454	60.248
Oro (kg)	37.911	37.066
Plata (kg)	1.318.582	1.370.237
Hierro (tmf)*	9.549.327	8.942.638
Plomo (tmf)*	1.562	712
Zinc (tmf)*	29.008	26.810

Nota: (*) Toneladas Métricas Finas.

Fuente: Elaboración propia en base a Sernageomin (2018)

Por otro lado, en la producción de productos no metálicos se encuentra el carbonato de calcio, cloruro de sodio, compuestos de azufre, compuestos de potasio y recursos silíceos (Tabla 1-14).

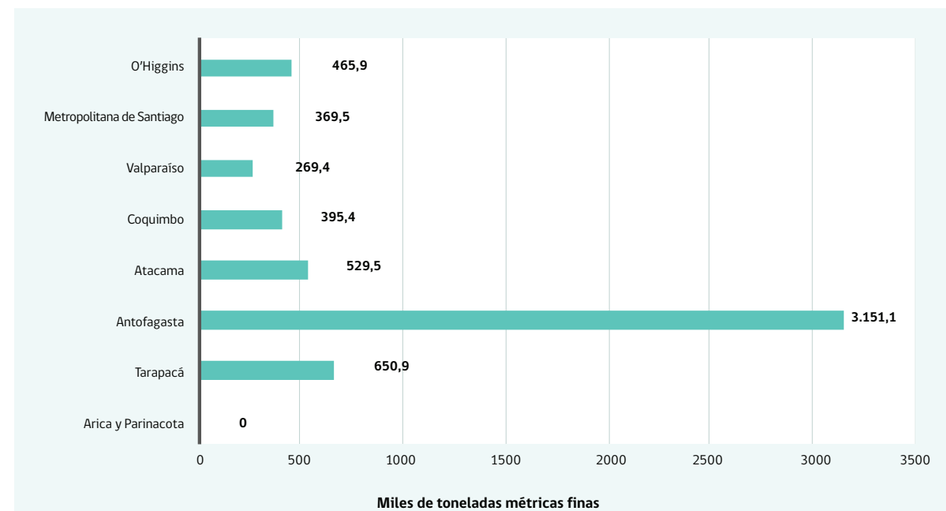
Tabla 1-14: Producción de minerales no metálicos años 2017 y 2018.

Mineral	2017	2018
Carbonato de Calcio (t)	7.023.205	6.619.275
Cloruro de Sodio (t)	7.440.741	10.012.105
Compuestos de Azufre (t)	4.661.886	4.515.156
Compuestos de Potasio (t)	1.975.251	1.569.067
Recursos Silíceos (t)	1.439.616	1.376.389

Fuente: Elaboración propia en base a Sernageomin (2018).

La propiedad de la minería del cobre se encuentra compartida entre empresas privadas y empresas del Estado. Destaca la empresa estatal autónoma CODELCO (Corporación Nacional del Cobre), equivalente a la principal empresa productora de cobre en el mundo. El cobre se extrae principalmente en las regiones del norte de Chile, sobre todo en la Región de Antofagasta (Figura 1-25).

Figura 1-25: Producción de cobre por región administrativa, en miles de toneladas métricas finas, año 2018.



Fuente: Elaboración en base a COCHILCO (2019).

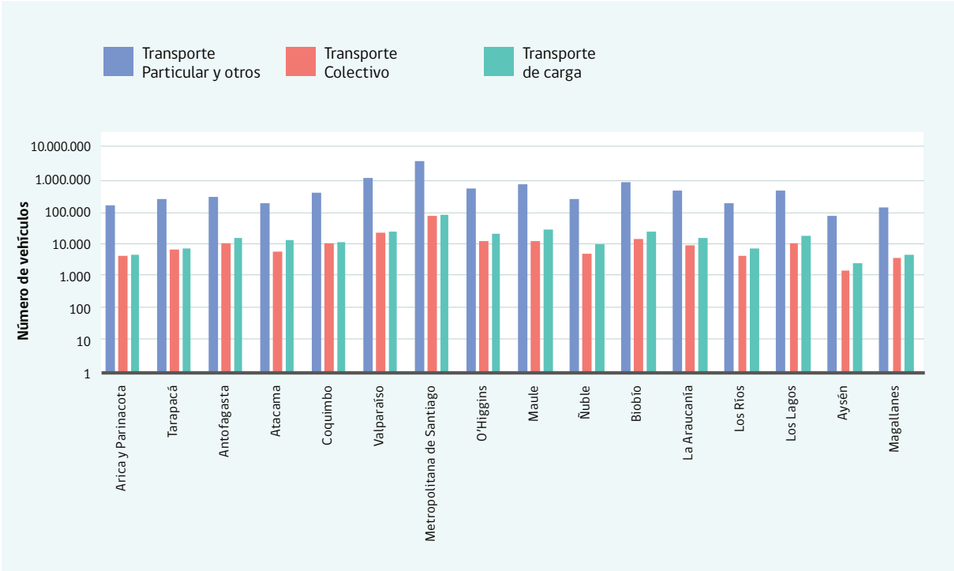
29. Para mayor información consultar https://www.corfo.cl/sites/Satellite?c=C_NoticiaNacional&cid=1476726420760&d=Touch&pagename=CorfoPortalPublico%2FC_NoticiaNacional%2FcorfoDetalleNoticiaNacionalWeb

30. Para mayor información consultar https://www.corfo.cl/sites/cpp/corfolitio

2.2.5. Transporte

El parque automotor en Chile se caracteriza por su alta proporción de vehículos particulares y, en general, los vehículos de carga superan el parque de los vehículos colectivos. La Región Metropolitana es la región con más vehículos en todas las categorías (Figura 1-26).

Figura 1- 26: Parque automotor según región administrativa de Chile.



Fuente: Elaboración propia en base a INE (2018b).

El transporte anual de carga ferroviaria demuestra cierta estabilidad, aunque se observan diferencias entre los montos movilizados cada año, observándose cifras más elevadas en los años 2008, 2011 y 2012. (Figura 1-27).

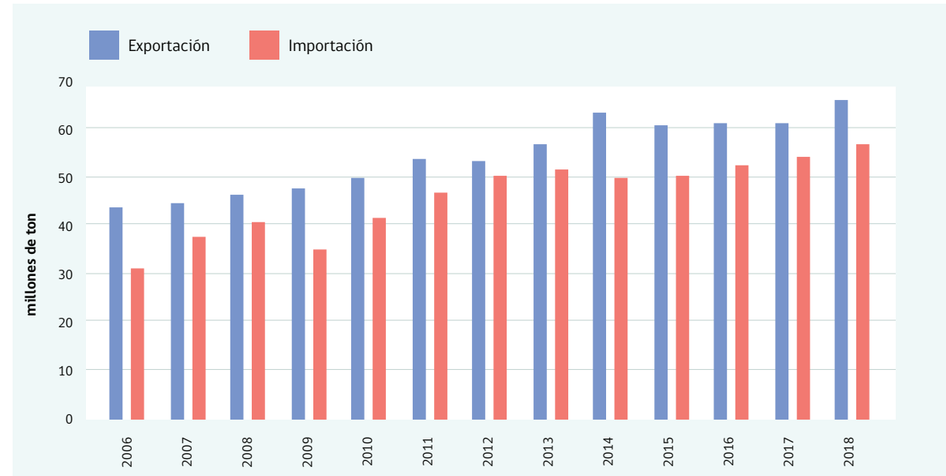
Del total de la carga transportada el año 2018, el 69,9% correspondió a granel sólido, el 14,7% a granel líquido, el 13,6% a carga fraccionada y el 1,8% a carga contenedorizada (MTT, 2020).

Figura 1-27: Carga anual movilizada por transporte ferroviario años 2005 a 2018.

Fuente: Elaboración propia en base a MMA (2016) y MTT (2020).

Entre 2006 y 2018, el transporte de carga marítimo movilizó, para cada año, más carga de exportación que de importación. Además, en el tiempo, se observa una tendencia al alza tanto en importaciones como en exportaciones (Figura 1-28).

Figura 1-28: Carga anual movilizada por vía marítima, exportaciones e importaciones, años 2006 a 2018.



Fuente: Elaboración propia en base a Directemar (2019).

Asimismo, entre 2018 y 2019 el transporte aéreo de pasajeros creció 5,92%, aumento que se debió, principalmente, al crecimiento del 10,17%% del transporte nacional de pasajeros (Tabla 1-15). Por su parte, el movimiento aéreo de carga bajó 2,62%, motivado por una baja del 3,74% la carga aérea internacional, la cual, para el año 2019, fue más de 10 veces mayor que la nacional.

Sobre el transporte terrestre en Metro en la Región Metropolitana, Metro de Santiago reportó aumentos en los viajes, pasando de 670 millones de viajes en 2016 a 704 millones en 2019, recorriendo 153 millones de coche-kilómetros[31] en la red[32]. Por su parte, fuera de la región Metropolitana, la Empresa de los Ferrocarriles del Estado o Grupo EFE, reportó 51,6 millones de pasajeros transportados a través de sus tres filiales (Metro de Valparaíso, Tren Central y Fesur)[33].

Tabla 1-15. Movimiento de pasajeros y carga por transporte aéreo, años 2018 y 2019.

Item	Tipo	2018			2019			Unidad
		Salen	Llegan	Total	Salen	Llegan	Total	
Pasajeros	**Nacional**	N/A	N/A	13.460.770	N/A	N/A	14.985.505	Personas
	Internacional	5.503.953	5.577.275	11.081.228	5.537.751	5.563.356	11.101.107	
Carga	**Nacional**	N/A	N/A	31.342.594	N/A	N/A	34.537.129	Toneladas
	Internacional	239.574.259	139.639.274	379.213.533	228.112.769	137.427.823	365.540.592	

Fuente: Elaboración propia en base a JAC (2020).

31. Kilometraje recorrido por coche

32. Para mayor información revisar Memoria Anual 2019 de Metro de Santiago, disponible en https://www.metro.cl/corporativo/memoria.

33. Para mayor información consultar la Memoria Anual 2019 de Grupo EFE disponible en https://www.efe.cl/corporativo/documentos/memorias-anuales/grupo-efe/

La electromovilidad juega un rol importante para alcanzar las metas de la NDC de Chile actualizada al 2020. Allí se consideran 6 medidas concretas para taxis colectivos, buses de transporte público y vehículos particulares. Además, desde el año 2016 Chile cuenta con una Estrategia Nacional de Electromovilidad y, además, en la Ruta Energética 2018 - 2022 se consideran acciones al respecto. En línea con esto, en enero del 2020 se firmó un compromiso público-privado con más de 50 empresas e instituciones para impulsar la electromovilidad, donde participó el Ministerio de Energía, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, CORFO y la Agencia de Sostenibilidad Energética. Entre los compromisos destacan aumentar en 5 veces la cantidad de cargadores de vehículos eléctricos y ampliar la oferta de vehículos eléctricos, entre otros[34]. En la actualidad, Chile tiene la segunda mayor flota de buses eléctricos en el mundo después de China, gracias a los esfuerzos mancomunados público-privado, llegando a finales de 2020 a los 776 buses eléctricos.

2.3. Resumen

En la Tabla 1-16 se resume la información del capítulo hasta este punto.

Tabla 1-16: Consolidación de la información nacional incluida en este capítulo.

Información		Fuente
Geografía y población		
Superficie del país		
Superficie total	2.006.096 km²	Instituto Geográfico Militar (IGM)
Superficie sudamericana	755.915 km²	
Superficie oceánica (Isla de Pascua)	181 km²	
Usos de la tierra:		
Áreas de uso agrícola	4,21%	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Bosques nativos	19,37%	
Plantaciones forestales y bosques mixtos	4,36%	
Praderas y matorrales	30,39%	
Áreas urbanas e industriales	0,67%	
Áreas desprovistas de vegetación	28,70%	
Áreas marinas protegidas	147.186 mil ha	Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Registro Nacional de áreas Protegidas
Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SNASPE)	18.090 mil ha	
Población		
Población año 2002 (personas)	15.116.435	Instituto Nacional de estadísticas (INE) CENSO 2017
Población año 2017 (personas)	17.574.003	
Hombres año 2017 (%)	48,9	
Mujeres año 2017 (%)	51,1	
Población año 2020 (estimada)	18.896.684 personas	
Población año 2050 (estimada)	20.204.779 personas	
Hombres año 2050 (estimada)	9.904.861 personas	
Mujeres año 2050 (estimada)	10.299.918 personas	
Población rural año 2017 (%)	12,5	
Población indígena año 2017 (personas)	2.185.792	Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (Casen 2017)
Población mapuche año 2017	143.730 personas	
Población aimara año 2017	112.253 personas	
Población migrante año 2017 (personas)	354.581 personas	
Inmigrantes peruanos año 2017	172.584 personas	
Inmigrantes venezolanos año 2017	188.132 personas	
Inmigrantes colombianos año 2017	115.834 personas	

34. Para mayor información consultar https://energia.gob.cl/noticias/nacional/ministro-jobet-actualiza-compromiso-publico-privado-con-mas-de-50-empresas-e-instituciones-para-impulsar-la-electromovilidad y https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27359/1/Fomento_a_la_electromovilidad_Analisis_y_perspectiva_comparada_FINAL.pdf

Información		Fuente
Geografía y población		
Desarrollo social		
Esperanza de vida año 2017	79,3 años	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Mortalidad infantil año 2015 (por cada mil nacidos vivos)	6,9	
Tasa de alfabetización año 2017	96,4%	UNICEF
Población urbana conectada a alcantarillado año 2018	97,17%	Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)
Población urbana con suministro de agua potable año 2018	99,93%	
Aguas servidas tratadas en plantas de tratamiento año 2018	99,98%	
Índice de desarrollo humano año 2018	0,842	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
Población en pobreza extrema año 2017	2,3%	Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (Casen, 2017)
Población en pobreza año 2017	6,3%	
Delta entre 10% más rico y 10% más pobre año 2017	30,8	
Coeficiente de Gini año 2017	0,502	Banco Mundial
Actividad económica		
PIB 2019	282.254 millones USD	Fondo Monetario Internacional (FMI)
PIB per cápita, en 2019	24.225 USD[35]	
Crecimiento estimado del PIB para el 2020 estimado	-4,3 / - 6,0 % (rango)	Banco Mundial
Crecimiento estimado del PIB para el 2021	3,0 / 4,0 % (rango)	
Exportación de materias primas año 2019 (% de exportaciones totales)	28,2%	
Exportación de bienes y servicios % del PIB año 2019	28,21% PIB	Banco Mundial
Balanza comercial año 2019	89 millones USD	Banco Central
Exportaciones mineras año 2019(millones de USD)	36.461	
Exportaciones silvoagropecuarias año 2019 (millones de USD)	6.704	
Exportaciones industriales año 2019(millones de USD)	26.723	
Energía		
Capacidad instalada de fuentes no renovables[36] en matriz eléctrica marzo 2020	52,2%	Comisión Nacional de Energía (CNE)
Capacidad instalada neta de generación eléctrica marzo 2020	24.128 MW	
Hidroelectricidad en la matriz eléctrica marzo 2020	25,5%	
ERNC marzo 2020	22,3%	
ERNC proyectada año 2050	60%	Ministerio de Energía (Minenergía)
Cobertura eléctrica nacional enero 2019	99,6%	
Cobertura eléctrica rural enero 2019	96,5%	
Agricultura y silvicultura		
Exportaciones silvoagropecuarias año 2017	15.730 millones USD	Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA)
Exportaciones silvoagropecuarias año 2018	17.746 millones USD	
Exportaciones silvoagropecuarias año 2019	16.725 millones USD	

35. Purchasing power parity (USD)

36. En este caso, fuentes no renovables se refiera a termoelectricidad. .

Información		Fuente
Geografía y población		
Superficie agrícola año 2018	3,19 millones ha	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Superficie bajo riego año 2015	1,1 millones ha	
Superficie forestal año 2018	17,9 millones ha	
Superficie bosque nativo año 2018	14,6 millones ha	
Superficie plantaciones forestales año 2018	3,3 millones ha	
Superficie forestada año 2018	1.457 ha	
Superficie reforestada año 2018	99.407 ha	
Número de trabajadores año 2014	703 mil personas	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Número de trabajadores año 2017	794,7 mil personas	
Acuicultura y pesca		
Cosecha de centros de acuicultura año 2019	1,3 millones t	Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca)
Desembarque total 2019	3.460.081	
Producción de pescados año 2019 como % del desembarque total	78,37%	
Producción de moluscos año 2019 como % del desembarque total	12,83%	
Producción de algas año 2019 como % del desembarque total	6,46%	
Minería		
Extracción de hierro año 2018	8.942,6 mil t métricas finas	Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin)
Extracción de cobre año 2018	5.872 mil t métricas finas	
Producción de cloruro de sodio año 2018	10.012,1 t	
Producción de carbonato de calcio 2018	6.619,3 t	
Producción de compuestos de azufre 2018	4.515,2 t	
Transporte		
Parque del transporte particular y otros año 2019	5.186.521 unidades	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Parque del transporte colectivo año 2019	216.440 unidades	
Parque del transporte de carga año 2019	315.448 unidades	

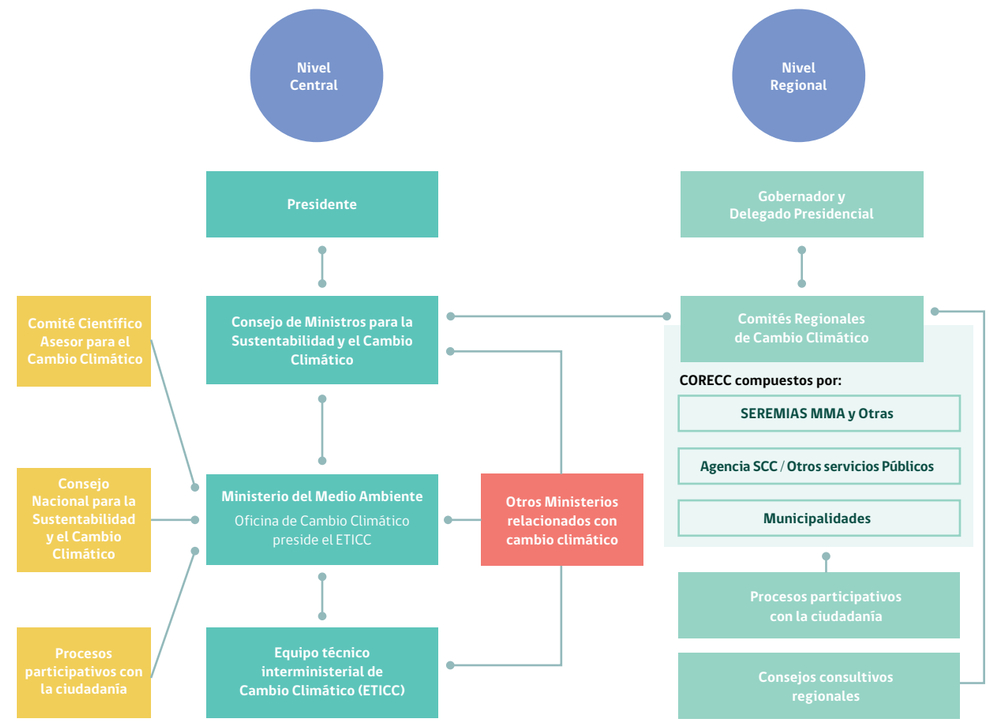
Fuente: elaboración propia en base a fuentes citadas.

Fotografía: Tomás Gómez.

3. INSTITUCIONALIDAD NACIONAL RELATIVA AL CAMBIO CLIMÁTICO

La institucionalidad nacional que se hace cargo del cambio climático en Chile convoca prácticamente a todo el aparato del Estado, de forma tal, que el tema no tiene una sede única en un ministerio o entidad pública, aunque e algunas instancias tienen un peso relativo mayor en la definición de políticas, estrategias y acciones, y también en su ejecución. El país cuenta con una institucionalidad pública en que concurren entidades con responsabilidades específicas en el tema junto con instancias transversales para la toma de decisiones y la coordinación de acciones entre distintos ministerios (MMA, 2016a). En la Figura 1-29 se muestra el esquema de la estructura institucional nacional relativa al cambio climático.

Figura 1-29: Esquema de la estructura institucional para la implementación de políticas de cambio climático.



Fuente: Elaboración propia.

Las secciones que siguen explican los principales elementos de este esquema, describiendo la institucionalidad a través de los organismos que la componen junto con sus roles, y las instancias de coordinación que existen a nivel nacional y regional.

3.1 Descripción de la institucionalidad y los organismos

3.1.1 Rol del Ministerio del Medio Ambiente (MMA)

La ley 20.417, en la letra h del artículo 70, establece que "corresponderá especialmente al Ministerio proponer políticas y formular planes, programas y planes de acción en materia de cambio climático. En ejercicio de esta competencia, deberá colaborar con los diferentes órganos de la Administración del Estado a nivel nacional, regional y local con el objeto de poder determinar sus efectos, así como el establecimiento de las medidas necesarias de adaptación y mitigación"[37]. El cumplimiento de esta función recae en la Oficina de Cambio Climático (OCC).

De igual forma, le corresponderá al Ministerio velar por el cumplimiento de las convenciones internacionales en que Chile sea parte en materia ambiental, y ejercer la calidad de contraparte administrativa, científica o técnica de tales convenciones, sin perjuicio de las facultades del Ministerio de Relaciones Exteriores (Ley 20.417, Art. 70).

El Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático el establece formalmente la figura del Comité Científico Asesor para el Cambio Climático como parte de la institucionalidad para el cambio climático. El Comité tiene el rol de asesorar en los aspectos científicos que se requieran para la elaboración, diseño e implementación de los instrumentos de gestión del cambio climático establecidos en el Proyecto de Ley.

3.1.1.1 Oficina de Cambio Climático (OCC)

La Oficina de Cambio Climático (OCC) fue creada en el 2010, y cumple las siguientes funciones[38]:

a) Generar y recopilar información técnica y científica en materia de cambio climático, para apoyar el diseño de políticas y formulación de programas y planes de acción en materia de cambio climático,

b) Proponer y ejecutar políticas, estrategias, programas y planes en materia de cambio climático en el país,

c) Ejercer las acciones de coordinación que presta el MMA entre los diferentes órganos de la Administración del Estado a nivel nacional, regional y local con el objeto de determinar los efectos del cambio climático, así como el establecimiento de las medidas necesarias de adaptación y mitigación,

d) Dar seguimiento y asesorar al ministro del Medio Ambiente en los avances en la ejecución de los instrumentos de política pública sobre cambio climático en el país,

e) Asesorar al ministro del Medio Ambiente en la posición nacional respecto de la CMNUCC y otras instancias internacionales que tienen relación con la materia de cambio climático,

f) Proponer, formular y ejecutar las acciones necesarias para velar por el cumplimiento de la CMNUCC y otras Convenciones relacionadas con el cambio climático, y

g) Servir de vínculo entre la comunidad internacional y los órganos del Estado para fomentar la cooperación internacional y la creación de capacidades en materia de cambio climático.

La OCC actúa como Autoridad Designada del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), Asesor técnico del Comité para la Negociación Internacional, Autoridad Designada para el Fondo de Adaptación, Punto Focal del IPCC, Punto Focal de la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático, Punto Focal del Programa EUROCLIMA+, Punto Focal de NAMA Registry, Punto Focal del Clima y Aire Limpio para la Reducción de los Contaminantes de Vida Corta, representante para el Instituto Interamericano de Investigación para el Cambio Global (IAI), entre otras. Además, la OCC participa en diversas redes de intercambio de información, como son el Comité Científico para el Cambio Climático de la Alianza del Pacífico y la Asociación Independiente de América Latina y el Caribe (AILAC), la Red Latinoamericana de Inventarios de GEI (REDINGEI) y Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (RIOCC) (MMA, 2017).

Por su parte, reside en la OCC la Unidad Nacional de Ozono, establecida en Chile desde 1993, la cual es responsable del cumplimiento del Protocolo de Montreal y sus enmiendas, apoyando al país mediante la implementación de proyectos de inversión y asistencia técnica, actividades de difusión pública, y elaboración o modificación de normativas (MMA, 2017).

Asimismo, un tema relevante ha sido actuar en conjunto con otras unidades del MMA y otros ministerios, con el objeto de lograr que el tema del cambio climático permee las políticas públicas y los instrumentos de gestión que apunten al desarrollo y planificación del país.

3.1.1.2 Otras divisiones y oficinas del MMA con relevancia climática

Actuando en coordinación con la OCC, varias divisiones y oficinas del MMA han asumido acciones específicas en el tema del cambio climático[39]:

a) La División de Educación Ambiental ha incorporado el cambio climático en el marco de la educación para el desarrollo sustentable a través de la colaboración local, regional y nacional con las autoridades competentes en la preparación, aprobación y desarrollo de sus programas. El Departamento de Gestión Ambiental Local, que desarrolla el Sistema de Certificación Ambiental de Escuelas (acción conjunta con el Mineduc) y de Municipios (SNCAE y SCAM, respectivamente), ha introducido este tema como un elemento que marca un nivel excelencia en la gestión ambiental de estas instituciones. Asimismo, el Departamento del Fondo de Protección Ambiental (FPA) considera el cambio climático, como una de las áreas temáticas de sus concursos.

b) La División de Recursos Naturales y Biodiversidad, ha integrado la componente climática en diversas políticas y acciones, entre las cuales destacan el Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad, la Estrategia Nacional de Biodiversidad, el Plan Nacional de Restauración de Paisajes, el Sistema Nacional de Monitoreo e Información (SIMBIO), y la Blue Carbon Action en áreas marinas. El objetivo de estas iniciativas es impulsar la acción bioclimática y la recuperación verde a través de las Soluciones Basadas en la Naturaleza, la protección y restauración de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, y la recuperación de la resiliencia de las poblaciones, territorios y ecosistemas frente al cambio climático. Las iniciativas prioritarias en cuanto a acción climática han quedado reflejadas en NDC, particularmente en restauración, áreas protegida, océanos y turberas

c) La División de Economía e Información Ambiental ha incorporado la temática en varios de sus proyectos, en especial en los relacionados con instrumentos económicos de gestión ambiental y los impuestos verdes. También la ha incluido en el desarrollo de indicadores de cambio climático en el Informe Ambiental de Chile y en el Programa de Consumo Sustentable, que considera el cambio climático en varios de sus ejes.

d) La Oficina de Evaluación Ambiental, ha colaborado en la incorporación de los temas de Cambio Climático en políticas públicas e instrumentos de ordenamiento y planificación territorial, a través de la Evaluación Ambiental Estratégica. En este sentido, se ha trabajado en conjunto con la Oficina de Cambio Climático en la elaboración de la Guía de Orientación para Incorporar Cambio Climático en los Instrumentos de Ordenamiento Territorial, cuyo objetivo es entregar orientaciones para la incorporación del cambio climático (mitigación y adaptación) en los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial. Igualmente cabe resaltar la incorporación del cambio climático en el proceso de elaboración de la Política Nacional de Ordenamiento Territorial (PNOT, sometida a EAE), que reconoce dada su importancia para el desarrollo sustentable, al cambio climático como una condicionante transversal que debe ser abordada por todos los sistemas territoriales que estructuran las regiones y el país.

e) La Oficina de Economía Circular, ha participado en conjunto con la Oficina de Cambio Climático en la elaboración de la actualización de la NDC, donde se incorporaron metas relativas a este tema, como el desarrollo de una Hoja de Ruta de Economía Circular del 2020-2040, el desarrollo de una Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos y la generación de implementación de métricas e indicadores de circularidad al 2022, para monitorear los avances del país en materia de economía circular e identificar su contribución a la mitigación y adaptación del cambio climático. Además de lo anterior esta Oficina ha logrado importantes avances relacionados con el cambio climático, como ejemplo la elaboración de la Ley REP, que establece el marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y el Fomento al Reciclaje, que busca disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valoración.

f) División de Calidad del Aire, se relaciona con la temática del cambio climático directamente ya que es en esta división en donde se monitorea la contaminación del aire través de las "Redes de Monitoreo", que permiten el monitoreo específico de aquellas variables atmosféricas que influyen directamente en la calidad del aire de la cuenca de Santiago. Además, en esta División se elaboran los Planes de Prevención y/o Descontaminación Atmosférica (PPDA), que son instrumentos de gestión ambiental, que, a través de la definición e implementación de medidas y acciones específicas, tiene por finalidad reducir los niveles de contaminación del aire, con el objeto de resguardar la salud de la población. Producto de lo anterior es que, en esta División, se ejecuta el Programa de Calefacción Sustentable, que busca recambiar artefactos a leña por uno de uso más eficiente y sustentable en la zona centro-sur del país.

3.1.2 Instancias de coordinación sobre Cambio Climático

Junto con el MMA, las principales instancias del Estado que conforman la institucionalidad a nacional en cambio climático son:

- el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad (CMS), que es la máxima instancia rectora,
- una instancia de coordinación interministerial de nivel técnico, correspondiente al Equipo Técnico Interministerial en Cambio Climático (ETICC),
- una instancia regional de coordinación y toma de decisiones correspondiente a los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC) y,

37. Sitio web MMA, Oficina de Cambio Climático. Recuperado de https://mma.gob.cl/cambio-climatico/oficina-de-cambio-climatico-del-ministerio-del-medio-ambiente/

38. Sitio web MMA, Oficina de Cambio Climático. Recuperado de https://mma.gob.cl/cambio-climatico/oficina-de-cambio-climatico-del-ministerio-del-medio-ambiente/

39. En base a (MMA, 2016) y contacto a través de correo electrónico con jefes de división u oficinas.

- el Consejo Nacional para la Sustentabilidad y el Cambio Climático, instancia multisectorial para emitir opinión sobre los instrumentos de gestión de cambio climático.

Anteriormente, en la Figura 1-45, se mostró la relación entre estas instancias con los otros elementos institucionales. A continuación, se describe el rol y acciones las tres instancias mencionadas.

Consejo de Ministros para la Sustentabilidad (CMS)

En su artículo 71, la Ley 20.417 -que creó el MMA, el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) y la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA)- también creó el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad (CMS), instancia presidida por el ministro del Medio Ambiente e integrado por sus pares de Agricultura; Hacienda; Salud; Economía, Fomento y Reconstrucción[40]; Energía; Obras Públicas; Vivienda y Urbanismo; Transportes y Telecomunicaciones; Minería, y Planificación[41]. De acuerdo con esta Ley, el rol de este Consejo es proponer al Presidente de la República:

a) las políticas para el manejo, uso y aprovechamiento sustentables de los recursos naturales renovables,

b) los criterios de sustentabilidad que deben ser incorporados en la elaboración de las políticas y procesos de planificación de los Ministerios, así como en la de sus servicios dependientes y relacionados,

c) la creación de áreas protegidas del Estado, incluyendo además parques y reservas marinas, santuarios de la naturaleza y de las áreas marinas costeras protegidas de múltiples usos,

d) las políticas sectoriales que deben ser sometidas a evaluación ambiental estratégica.

Además, es tarea del CMS pronunciarse sobre:

e) los criterios y mecanismos en virtud de los cuales se deberá efectuar la participación ciudadana en las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA), a que se refiere el artículo 26 de la Ley 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente,

f) los proyectos de ley y actos administrativos que se propongan al Presidente de la República, cualquiera sea el Ministerio de origen, que contenga normas de carácter ambiental señaladas en el artículo 70 de la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente.

Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC)

El manejo transversal e interministerial en materia de cambio climático se canaliza a través del Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC), creado en 2015. El ETICC está presidido por la Oficina de Cambio Climático del MMA y conformado por los Puntos Focales de Cambio Climático de los Ministerios y servicios públicos competentes en materia de cambio climático nominados por sus respectivas carteras. La función principal del ETICC es coordinar y facilitar la implementación de los planes y acciones en materia de cambio climático, aprobados por el CMS (MMA, 2014).

Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC)

En las regiones, las instancias de coordinación sobre temas relativos al cambio climático ocurren a través de los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC), componente fundamental de la estructura operativa de cambio climático a nivel regional. Su creación recae en el Intendente/a, quien convoca al resto de los organismos e instituciones que lo componen, es decir, SEREMIs de diversos Ministerios con competencias en materias de cambio climático, la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático Regional. Pueden formar parte también representantes de Municipios, Academia, Sociedad Civil y Sector Privado, dependiendo de las particularidades de cada región[42].

Los CORECC se encargan de promover y facilitar la elaboración e implementación, a nivel regional y local, de las políticas, planes y acciones en materia de cambio climático, según las necesidades y posibilidades regionales y locales. Deben realizar esfuerzos de planificación e implementación de acciones en respuesta al cambio climático, en estrecha colaboración con el nivel central, las municipalidades, y otros actores no-estatales y sub-nacionales (Gobierno de Chile, 2020).

Consejo Nacional para la Sustentabilidad y el Cambio Climático

En principio, el órgano se llamaba Consejo Consultivo Nacional del Ministerio del Medio Ambiente (art. 76 Ley Nº 19.300), pero con el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático se modifica el nombre del Consejo al Consejo Nacional para la Sustentabilidad y Cambio Climático (art. 42 Nº 8 del Proyecto de Ley).

Este Consejo es un mecanismo de participación ciudadana que busca profundizar y fortalecer la relación entre la sociedad civil organizada y el Ministerio del Medio Ambiente, que se encuentra regulado por la Ley 19.300 sobre bases generales del Medio Ambiente y es homologable a los Consejos de la Sociedad Civil señalados en la Ley 20.500 Sobre Asociaciones y Participación Ciudadana en la Gestión Pública[43].

Es una instancia representativa de los distintos sectores de la sociedad y tiene como fin ser un espacio de debate y opinión sobre temas que sean de relevancia ambiental, principalmente sobre los instrumentos o materias que sean puestas a su consideración.

40. Hoy Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

41. Hoy Ministerio de Desarrollo Social.

42. Información recuperada de https://mma.gob.cl/cambio-climatico/accion-climatica-a-nivel-regional-comites-regionales-de-cambio-climatico-correc/

43. Para mayor información visitar https://mma.gob.cl/participacion-ciudadana/consejo-consultivo-del-medio-ambiente/.

3.1.3 Roles de otros organismos del Estado

Existe una serie de ministerios y de unidades al interno de éstos, que han asumido acciones directas sobre cambio climático, y su rol se menciona a continuación.

3.1.3.1.Ministerio de Relaciones Exteriores (Minrel)[44]

El Ministerio de Relaciones Exteriores tiene el rol de punto focal ante la CMNUCC y ante otras instancias internacionales -multi o bilaterales- vinculadas con el tema del cambio climático. Las acciones en esta materia están radicadas en su Dirección de Medio Ambiente y Asuntos Oceánicos (DIMA), unidad responsable de coordinar la posición de Chile en las negociaciones de la CMNUCC, procurando el reconocimiento del país como actor relevante y constructivo en ellas.

En efecto, DIMA vela por el cumplimiento de los compromisos internacionales asumidos por Chile y administra y coordina los acuerdos de gestión e instrumentos multilaterales con incidencia en el medio ambiente y en asuntos oceánicos. La Dirección, que detenta el rol de Punto Focal de Chile ante la CMNUCC, consta de cuatro Departamentos, a saber: el de Medio Ambiente, el de Recursos Naturales, el de Asuntos Oceánicos y el de Cambio Climático y Desarrollo Sostenible.

Por otra parte, la Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales (SUBREI) del Ministerio coordina las mesas de trabajo técnicas Bunker Fuels - Transporte Aéreo y Bunker Fuels - Transporte Marítimo. El objetivo de éstas es discutir y consensuar la postura de Chile respecto de las acciones tendientes a reducir las emisiones de GEI del transporte aéreo y marítimo internacional. Estas temáticas son abordadas en el marco de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y de la Organización Marítima Internacional (OMI), respectivamente.

3.1.3.2 Ministerio de Hacienda

La política fiscal y macroeconómica tienen un rol indispensable en el desarrollo sostenible del país por cuanto permiten operacionalizar la agenda de crecimiento a través de la implementación de diversas políticas públicas que mantienen estables los factores que impactan en la economía. En este contexto, el Ministerio de Hacienda ejerce un liderazgo activo en la promoción de un desarrollo sostenible enmarcado por dos hitos internacionales de mediano y largo plazo: (i) la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, y (ii) el Acuerdo de París sobre cambio climático, ambos establecidos en el año 2015. Específicamente, la Unidad de Finanzas Verdes de la Coordinación de Finanzas Internacionales es aquella que se encarga de los temas que conciernen a la promoción de las finanzas verdes.

Dentro de los arreglos institucionales, en materia internacional, el Ministerio es responsable de liderar las negociaciones de financiamiento de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Adicionalmente, participa como Director Alterno en el Directorio del Fondo Verde del Clima en la silla que comparte con México para el período 2019-2021, y es la Autoridad Nacional Designada (AND) de Chile ante dicho Fondo.

A nivel local, es responsable de implementar determinados elementos del componente financiero comprometido por Chile en su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC). En este contexto, se encuentra llevando a cabo una serie de iniciativas en línea con su rol respecto de una gestión eficiente de la política fiscal y macroeconómica. Entre las iniciativas destaca la Estrategia Financiera Nacional frente al Cambio Climático, la cual fue presentada en diciembre de 2019, y define los lineamientos y acciones que contribuirán a acelerar el flujo de capitales hacia sectores bajos en emisiones y resilientes al clima, cuidando asimismo la estabilidad y competitividad de la economía. La Estrategia se enmarca en las metas de la NDC y la visión de carbono neutralidad al año 2050, y define un marco general de acción por medio de tres ejes de trabajo en materia de financiamiento. En esta línea, el Ministerio de Hacienda ha incorporado elementos de acción climática al emitir bonos verdes soberanos desde el año 2019. Los bonos verdes son una herramienta para canalizar inversiones hacia activos verdes, contribuir a un mayor desarrollo financiero y promover una innovación financiera nacional que respalde la trayectoria hacia el desarrollo sostenible del país, baja en emisiones de carbono, y con una fuerte capacidad de resiliencia al cambio climático. Más información sobre las iniciativas en esta materia se encuentra en el Capítulo 5 del presente documento.

3.1.3.3 Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación[45]

Fue creado en agosto de 2018 con la misión de asesorar y colaborar con el presidente de la República en el diseño, formulación, coordinación, implementación y evaluación de las políticas, planes y programas destinados a fomentar y fortalecer el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación, orientándolo a contribuir al desarrollo sostenible del país y a la generación de conocimiento como resultado de investigación de base científico-tecnológica.

44. Información recaba en contacto con Ministerio de Relaciones Exteriores vía correo electrónico

45. Sitio web Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Recuperada de http://www.minciencia.gob.cl/mision-y-vision

Los objetivos del Ministerio son:

- Proveer al Estado de una nueva institucionalidad en ciencia, tecnología e innovación que le permita a Chile insertarse exitosamente y de manera protagónica en la cuarta revolución industrial a través del mejoramiento de funciones, estructuras y procesos.
- Hacer de la ciencia, tecnología e innovación, materias relevantes para el desarrollo de otros sectores públicos y privados de nuestro país.
- Ordenar, fortalecer y orientar estratégicamente el sistema de ciencia, tecnología e innovación.

Para lograr esto, cuenta con cuatro áreas de trabajo principales:

a) Capacidad Institucional

b) Vinculación Ciencia y Sociedad

c) Fortalecimiento del Sistema

d) Futuro

Además, el Ministerio aloja al Comité Científico de Cambio Climático, que fue creado en el contexto de la COP25, y que es cuerpo asesor en la materia, para lograr vincular a la comunidad científica nacional con los desafíos que significó la organización de la COP.

3.1.3.4 Ministerio de Energía (Minenergía)[46]

El Ministerio de Energía elabora y coordina, de manera transparente y participativa, los planes, políticas y normas para el buen funcionamiento y desarrollo del sector, vela por su cumplimiento y asesora al Gobierno en aquellas materias relacionadas con la energía; asegurando que todos los chilenos y chilenas puedan acceder a la energía de forma segura y a precios razonables y competitivos. Dentro de las distintas Divisiones pertenecientes a la institución, destacan en el ámbito del cambio climático: la División de Prospectiva y Análisis de Impacto Regulatorio, que es la encargada, entre otras funciones, de elaborar el inventario de GEI del sector Energía y la División Ambiental y Cambio Climático, cuyo objetivo principal es proponer e implementar políticas públicas que faciliten un desarrollo energético bajo en carbono y en emisiones locales, compatible con el territorio, el ambiente y los estándares nacionales e internacionales, impulsando su sostenibilidad y resiliencia frente a los impactos del cambio climático. Por su parte, el Ministerio de Energía juega un papel importante para alcanzar la carbono neutralidad y tuvo un rol relevante en la actualización de la NDC de Chile, realizando las proyecciones de los escenarios de oferta y demanda energética, en línea con su Planificación Energética de Largo Plazo (PELP), entre otras cosas.

En mayo de 2018 presentó la "Ruta Energética 2018-2022: Liderando la modernización con sello ciudadano", que busca abordar los desafíos que tenemos como país en materia energética, a la vez que escucha la voz de los diferentes actores del país[47]. Además, actualmente está en proceso de actualización la Política Nacional Energética (PEN), la cual reflejará importantes cambios que han ocurrido en el sector energía desde la lógica de la transición energética, y los desafíos que surgen de este nuevo escenario y, en particular, las metas de carbono neutralidad; se espera que el proceso concluya en 2021[48]. Además, se encuentra en pleno desarrollo la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde, que permitirá posicionar a Chile como un país líder en el desarrollo de esta industria. También, el Ministerio participa de la Mesa Interministerial del Artículo 6 del Acuerdo de París, que está compuesta por los Ministerios de Energía, Medio Ambiente, Hacienda y Relaciones Exteriores, y que nace para dialogar sobre los lineamientos base para la Política de Uso de Artículo 6 que mandata la NDC y para validar y apoyar las cooperaciones internacionales que realizan los distintos ministerios en la materia.

El Ministerio es, además, Punto Focal Técnico del proyecto *Partnership for Market Readiness* (PMR) del Banco Mundial, cuyo objetivo es fortalecer la capacidad institucional, regulatoria e industrial para implementar instrumentos de precio al carbono (IPC) y un sistema robusto de MRV, para captar cobeneficios transformacionales y facilitar un desarrollo bajo en carbono en el sector Energía. En este rol participa en iniciativas exploratorias para poner en operación Artículo 6 del Acuerdo de París, donde participa del Climate Market Club - enfocado en la gobernanza de clubes de carbono - y del Climate Warehouse, donde participa en las simulaciones del meta-registro que permitiría un seguimiento robusto de la acción climática y su potencial transferencia internacional. Asimismo, está trabajando con GIZ en el proyecto Global Carbon Market, y ha establecido convenios de cooperación con el Ministerio de Medio Ambiente, y de Lucha contra el Cambio Climático con Quebec (Canadá).

Fotografía: Roberto López

46. Información recaba en contacto con Ministerio de Energía vía correo electrónico.

47. Mayor información disponible en https://energia.gob.cl/iniciativas/ruta-energetica-liderando-la-modernizacion-energetica-con-sello-ciudadano

48. Mayor información puede encontrarse en https://energia.gob.cl/energia2050/proceso

3.1.3.5 Ministerio de Agricultura (Minagri)[49]

Institución del Estado encargada de fomentar, orientar y coordinar las actividades silvoagropecuarias del país. Todas las instituciones pertenecientes al ministerio tienen relación con el tema del cambio climático. La coordinación técnica entre los diferentes Servicios del MINAGRI en el ámbito del cambio climático es realizada por el Comité Técnico Intraministerial de Cambio Climático (CTICC), creado en el 2015 y se oficializa a través del Decreto Exento N°360 de 2017. El objetivo es poder trabajar de forma coordinada todos los Servicios del Agro para asesorar técnicamente al Ministro de Agricultura en políticas sobre cambio climático para el sector silvoagropecuario. La Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), es la responsable de su coordinación.

Bajo el MINAGRI se encuentra la Corporación Nacional Forestal (CONAF), entidad de derecho privado, cuya principal tarea es administrar la política forestal de Chile y fomentar el desarrollo del sector mediante fomento, fiscalización forestal y ambiental, la protección de los recursos vegetacionales y la conservación de la diversidad biológica en beneficio de la sociedad. La CONAF es el Punto Focal y encargada de implementar el enfoque de política de incentivos de Reducción de Emisiones de gases de efecto invernadero causadas por la Deforestación y Degradación de los bosques, la conservación y el incremento de las capturas de CO_2 conocido como REDD+, de la CMNUCC. CONAF es además el punto focal nacional de la Convención de Naciones Unidas de Lucha Contra La Desertificación (CNULD) y del Foro de Naciones Unidas sobre los Bosques (UNFF), a través de la Unidad de Cambio Climático y Servicios Ambientales (UCCSA).

Se destaca además el trabajo de MINAGRI que a través de ODEPA, coordina la elaboración del inventario de GEI de los sectores Agricultura y Uso de la tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS), lo que se desarrolla a través de dos equipos técnicos, el de Agricultura llevado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y el de UTCUTS, llevado por CONAF e INFOR.

En noviembre de 2016 fue aprobada por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017-2025. La Estrategia busca disminuir la vulnerabilidad social, ambiental y económica junto con la desertificación, la degradación de las tierras y la sequía sobre los recursos vegetacionales y comunidades humanas. De la misma manera, tiene el objeto de aumentar la resiliencia de los ecosistemas y contribuir a las acciones de mitigación y captura de GEI con acciones de mitigación y fomento.

49. Basado en (MMA, 2016a).

50. Basado en (MMA, 2016a).

3.1.3.6 Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU)[50]

En marzo de 2016 se creó el Departamento de Gestión Territorial y Urbana, bajo la División de Desarrollo Urbano en MINVU, cuya acción programática contempla, entre otros planes urbanos estratégicos, la recuperación de barrios y regeneración habitacional, el ordenamiento territorial y el cambio climático.

De igual modo, la Secretaría Ejecutiva de Construcción Sustentable (SECS) ha llevado adelante variadas iniciativas, entre las que destaca la Estrategia Nacional de Construcción Sustentable. Actualmente se están desarrollando iniciativas para dar cumplimiento a esta estrategia, tales como el Código de Construcción Sustentable para Viviendas, el Manual de Elementos Urbanos Sustentables, la Red Nacional de Monitoreo, la Competencia Latinoamericana de Viviendas Económicas Sustentables, "Construye solar" y el Programa Estratégico de Productividad y Construcción Sustentable.

Además, el MINVU ha definido estándares técnicos asociados a la construcción sustentable mediante la actualización de la reglamentación térmica, el sistema de etiquetado de viviendas y el sistema de calificación energética de viviendas. También se han agregado iniciativas en los programas sectoriales, como el mejoramiento térmico de viviendas existentes, la implementación de sistemas solares térmicos para calefacción de agua o sistemas fotovoltaicos para autoabastecimiento eléctrico y barrios integrales eco-sustentables. Estas acciones y programas están plasmados en otras iniciativas sectoriales, tales como la Política Nacional de Energía 2050 del Minenergía y el Programa Nacional de Consumo y Producción Sustentable del MMA.

En enero de 2018, fue aprobado por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad el Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades 2018-2022 que fue coordinado por el MMA con apoyo de MINVU. Su objetivo general es definir lineamientos de adaptación para las ciudades frente al cambio climático, fortaleciendo, con una mirada prospectiva, la capacidad de respuesta de las ciudades y la de sus habitantes frente a sus diferentes impactos, propendiendo mejorar el nivel de equidad territorial.

3.1.3.7 Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (Minecon)

Al alero de este ministerio, se encuentra la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca), que vela por la sustentabilidad del sector pesquero y por la protección de los recursos hidrobiológicos y de su medio ambiente; ello se cumple a través de una fiscalización integral y gestión sanitaria, a cargo del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca).

En 2016 se conformó la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC) que es un Comité de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) al interior del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, sucesora del Consejo Nacional de Producción Limpia. El rol de la ASCC es fomentar la inclusión de la problemática de cambio climático y desarrollo sostenible en el sector privado a través de acuerdos público-privados y la ejecución de programas y proyectos, que aporten a la construcción de una economía baja en carbono y al cumplimiento de los compromisos de Chile en el Acuerdo de Paris.

Los ámbitos de acción de ASCC son el fomento, emprendimiento, innovación, la implementación de acciones climáticas de mitigación y adaptación al cambio climático, las tecnologías para la mitigación y adaptación, el financiamiento de acciones de mitigación y adaptación y el desarrollo de capacidades. Su principal instrumento son los Acuerdos de Producción Limpia con los que se involucra al sector privado y que fue la primera acción nacionalmente apropiada de mitigación (NAMA) reconocida por la CMNUCC, en el 2012. Además la ASCC es Entidad Nacional Designada de la Red y Centro de Tecnologías de Clima en Chile (CTCN).

En 2019, la ASCC presentó el informe "Reporte Impactos Objetivos Desarrollo Sostenible (ODS) y Gases Efecto Invernadero (GEI) 2012-2019 - Acuerdos de Producción Limpia", en el que se señalan las emisiones que han sido evitadas producto de los Acuerdos de Producción Limpia llevados a cabo en dicho período. En él se indica que la reducción acumulada es de 1.466.336 toneladas de CO_2 equivalente para el periodo 2012 - 2019, de las cuales el principal motivo es la quema de combustibles, seguido de envío de residuos a rellenos sanitarios y vertederos controlados y en tercer lugar la disminución del uso de fertilizantes[51].

Por su parte, CORFO como agencia de desarrollo productivo ha cumplido un rol en impulsar la creación de centros de excelencia internacional como el *Marine Energy Research and Innovation Center* (MERIC), programas estratégicos como Construye 2025, los centros de I+D como el Centro de Economía Circular de la Macro Zona Norte y los consorcios tecnológicos, entre otros.

3.1.3.8 Ministerio de Educación (Mineduc)

La Política Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable (PNEDS), promulgada el 2009 (MMA, 2016b), establece principios, objetivos y líneas estratégicas orientadas a lograr una educación que promueva una ciudadanía activa en la construcción del desarrollo sustentable del país. Su objetivo general apunta al fortalecimiento de procesos educativos que instalen y desarrollen valores, conceptos, habilidades, competencias y actitudes en la ciudadanía, a nivel individual y colectivo, para construir y disfrutar de una sociedad sustentable. Entre las principales acciones desarrolladas se encuentran la promoción de las actividades existentes sobre educación ambiental, la producción de material educativo de apoyo docente y la ejecución de proyectos específicos sobre educación para la sustentabilidad con un enfoque formativo y participativo (MMA, 2016a).

Gracias al trabajo conjunto de Mineduc con el MMA, se ha logrado incluir contenidos afines al cambio climático en el currículo nacional y en los programas de estudio de primero a sexto básico y de séptimo básico a segundo medio; asimismo, se han desarrollado orientaciones a las comunidades educativas en el marco de la PNEDS. Además, la temática del cambio climático fue incluida en el año 2019 a las Bases Curriculares de 3º y 4º Medio como parte del proceso de construcción del Curriculum Nacional[52]. Dentro de los principios valóricos que rigen las bases, la sustentabilidad y el cambio climático han sido incluidos como los desafíos que deben ser abordados con responsabilidad y compromiso. También, el cambio climático ha sido incluido como parte de los Objetivos de Aprendizaje en diversas áreas.

También destaca el programa Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educacionales (SNCAE), que desarrolla líneas de acción complementarias para fortalecer la educación ambiental hacia la sustentabilidad, el cuidado y protección del medio ambiente, y la generación de redes asociativas para la gestión ambiental local. El programa es coordinado en conjunto por el MMA, Mineduc, CONAF, Dirección General de Aguas (DGA), Asociación Chilena de Municipalidades (AChM) y la UNESCO. A julio 2020, 2065 unidades educativas cuentan con certificado vigente[53].

3.1.3.9 Ministerio Desarrollo Social (Mideso)[54]

Si bien el Mideso no cuenta con una dependencia especial de cambio climático, participa activamente en, a lo menos, doce ejes de trabajo intersectoriales asociados a su misión institucional y objetivos estratégicos, focalizados en el desarrollo sustentable y la adaptación al cambio climático, con énfasis en la vulnerabilidad de Chile, coadyuvando a minimizar las amenazas al desarrollo social e inversión pública del país derivadas del cambio climático.

Asimismo, el Ministerio está encargado de la definición del precio social del carbono, el cual permite incorporar dentro de las evaluaciones sociales de proyectos los beneficios o costos sociales por disminuir o aumentar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). A diciembre de 2019, el precio social del carbono era de 23.298 pesos chilenos por cada tonelada de CO_2.

En lo que respecta a la adaptación al cambio climático, MIDESO junto a otros organismos, pone énfasis en la reducción de los factores de riesgo de amenazas naturales mediante los siguientes mecanismos:

- **Plataforma Nacional para la Reducción de Riesgos de Desastres.** En este eje, coordinado y articulado por la Oficina Nacional de Emergencia (Onemi), el Mideso participa junto a otros estamentos públicos y privados en el objetivo "Factores subyacentes de riesgos", cuyo propósito es analizar las causas o factores explicativos del riesgo, las condiciones variables en los ámbitos social, económico y ambiental, y desarrollar capacidades o planificar acciones en situaciones de desastre, en los que la vulnerabilidad y la pobreza son variables relevantes.

- **Programa de Acción Nacional de Lucha Contra la Desertificación, Degradación de Tierras y la Sequía (PANCD-Chile) 2016-2030**. Esta iniciativa, desarrollada en conjunto con CONAF, está alineada con la Estrategia Decenal de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD). Dicha propuesta fue elaborada por CONAF, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

51. Información recuperada de: http://www.agenciasustentabilidad.cl/noticias/acuerdos...de...produccion...limpia...ahorran

52. Información disponible en https://www.curriculumnacional.cl/614/w3-channel.html

53. Información recuperada de https://sncae.mma.gob.cl/portal/establecimientos

54. Basado en (MMA, 2016).

3.1.3.10 Ministerio de Defensa Nacional (Mindefensa)

Como órgano superior de colaboración de la Presidencia de la República en las funciones de gobierno y administración de la Defensa Nacional, en su rol de proteger la soberanía nacional y a los ciudadanos, Mindefensa debe dar cumplimiento a las normativas aplicadas en el ámbito de la responsabilidad social y ambiental de nuestro país.

Dentro de los compromisos asumidos relacionados con el cambio climático, participa en el ETICC. Además, forma parte de las líneas de acción establecidas en el PANCC, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y el Plan sectorial en Biodiversidad. Asimismo, la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas ha conformado una mesa de trabajo de cambio climático, la que se encarga de coordinar las acciones y tareas con los representantes de las Fuerzas Armadas (Ejército, Armada, Fuerza Aérea).

Por su parte, en el Libro de la Defensa Nacional de Chile 2017, se incluye el cambio climático dentro de los nuevos desafíos globales para la Seguridad y la Defensa, en el Contexto Internacional de la Defensa, reconociendo que sus efectos suponen riesgos para la paz y la seguridad internacional. Además, la DGAC a través de la Dirección Meteorológica de Chile - dependiente de DGAC - publica el "Reporte Anual de la Evolución del Clima en Chile", cuyo propósito es hacer el seguimiento y evaluar las principales variables climáticas a nivel nacional.

3.1.3.11 Ministerio de Obras Públicas (MOP)

El Ministerio de Obras Públicas (MOP) ha ido tomando relevancia en materia de cambio climático durante los últimos años. En diciembre de 2016, el MOP publicó su Política de Sustentabilidad Ambiental donde existen consideraciones en relación al cambio climático en sus objetivos específicos al abordar la minimización del riesgo asociado a eventos naturales e intervenciones antrópicas en el territorio.

Luego, en noviembre de 2017 fue aprobado por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad el Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático 2017-2022, cuya elaboración fue liderada por la Secretaria Ejecutiva de Medio Ambiente y Territorio (SEMAT) de la Dirección General de Obras Públicas (DGOP). La SEMAT es el Organismo encargado de coordinar los temas de Cambio climático al interior del MOP. El objetivo general de dicho Plan es la incorporación de la problemática de Cambio Climático en los servicios de infraestructura que provee el Ministerio de Obras Públicas, a fin de adaptarse a los cambios hidrometereológicos futuros en un marco de resiliencia y sustentabilidad, además de contribuir a mitigar la generación de gases de efecto invernadero en las distintas fases del ciclo de vida de los proyectos.

En cuanto a otras unidades que participan en la gestión del Cambio Climático, se encuentra la Dirección General de Aguas (DGA), encargada de promover la gestión y administración de las aguas continentales en un marco de sustentabilidad, interés público y asignación eficiente, como también de proporcionar y difundir la información generada por su red hidrométrica y la contenida en el Catastro Público de Aguas, con el objeto de contribuir a la competitividad del país y mejorar la calidad de vida de las personas. La DGA, además, cuenta con la Unidad de Glaciología y Nieves, encargada de establecer y operar un programa glaciológico nacional tendiente a inventariar, estudiar y monitorear los glaciares del territorio nacional, para definir una respuesta futura frente al calentamiento global.

3.1.3.12 Ministerio de Minería (Minmineria)

En el ámbito del cambio climático, la institución que destaca es la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), que ha llevado a cabo el levantamiento y compilación de la información relacionada con las emisiones de GEI, los recursos hídricos consumidos y la energía utilizada por el conjunto de empresas que componen el sector de la gran minería del cobre en el país. Por su parte, el Ministerio de Minería está desarrollando su Política Nacional Minera 2050, la cual incluye un eje ambiental. Actualmente, la Política está en la fase de Comisiones Técnicas, una de las cuales es sobre Minería Verde.

3.1.3.13 Oficina Nacional de Emergencia (ONEMI)

La Oficina Nacional de Emergencia (ONEMI) del Ministerio del Interior y Seguridad Pública en el año 2012, impulsó la Plataforma Nacional para la Reducción de Riesgo de Desastres, en la que participan una serie de instituciones relacionadas a la gestión del riesgo de desastres. Esta plataforma, constituye uno de los mecanismos más representativos de coordinación nacional, de carácter multisectorial e interdisciplinario, mediante el cual se busca lograr la plena incorporación de la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) a las políticas, la planificación y los programas de desarrollo. Dentro de los principales productos de dicha plataforma existen dos instrumentos de políticas nacional: la Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres y el Plan Estratégico Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres (PENRRD 2020-2030).

Estos instrumentos consideran lineamientos emanados de compromisos internacionales a los que el país ha adherido recientemente y que apuntan al desarrollo sostenible, por ende, el abordaje de la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático. En esta línea, en la actualización de la NDC de Chile, la gestión del riesgo de desastres es uno de los ámbitos de especial urgencia en el componente de adaptación y existen elementos específicos que lo abordan en algunas de las contribuciones.

Además, a partir del año 2020 se inicia el proceso gradual de conformación de plataformas regionales para la reducción del riesgo de desastres, aportando a la descentralización y contribuyendo a fortalecer el desarrollo e implementación de instrumentos de gestión del riesgo de desastres en el nivel regional.

Asimismo, ONEMI en su actual proceso de desarrollo, ha incorporado una unidad de cambio climático, que desde su creación en 2015 ha impulsado lineamientos y procesos tendientes a la incorporación de temáticas, iniciativas y productos relativos a la gestión del riesgo en escenarios de cambio climático. Se han conformado mesas por variable de riesgo, trabajo multisectorial para abordar temáticas de amenazas de riesgo, entre las que se encuentran las relativas a amenazas climáticas y meteorológicas, que han resultado fructíferas para establecer planes de emergencia, recomendaciones a la población, protocolos para mejorar las coordinaciones y otras múltiples iniciativas relativas a la gestión del riesgo en un escenario de clima cambiante.

3.1.3.14 Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones

En el ámbito climático, el Ministerio juega un rol importante en el cumplimiento de las metas establecidas en la NDC actualizada de Chile, especialmente en lo que dice relación con electromovilidad.

Dentro de las iniciativas del Ministerio en relación al cambio climático que han sido impulsadas destaca:

1) Creación del Comité de Medio Ambiente y Cambio Climático de la Subsecretaría de Transportes en 2019.
2) Desarrollo del Programas y Políticas Nacionales de Movilidad (NUMP, por sus siglas en inglés).
3) Desarrollo de la herramienta metodológica (MODEM) el cual permite la cuantificar las emisiones de carbono, en el contexto de la evaluación de proyectos de transporte urbano.
4) Guía para incorporar la movilidad y Cambio Climático en Planes Reguladores Comunales, PRCs.
5) Firma del Compromiso Público Privado por la Electromovilidad 2020.
6) Lanzamiento de Guía de Composición y Diseño Operacional de Ciclovías.

4. COMPROMISOS INTERNACIONALES

Desde que el cambio climático entró en la agenda pública internacional, Chile ha mantenido permanentemente una posición proactiva, con un incremento sostenido de su importancia en la política pública través de las diferentes administraciones de Gobierno.

Con fecha 13 de abril de 1995, el Ministerio de Relaciones Exteriores (Minrel) publicó en el *Diario Oficial* el Decreto 123, mediante el cual promulgó la ratificación de la participación de Chile en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), para más tarde, a través del Decreto 378 (publicado el 12 de junio de 2001), promulgar las rectificaciones a esta convención. Luego, a través del Decreto 349 del Minrel (publicado el 12 de febrero de 2005), Chile se hizo parte del Protocolo de Kioto, aprobando posteriormente la Enmienda de Doha, como consta en nota oficial enviada el 10 de noviembre de 2015 al Secretario General de Naciones Unidas, en su calidad de depositario del dicho protocolo.

Además, ha habido una convergencia entre los acuerdos internaciones suscritos por Chile y otros acuerdos relacionados con el cambio climático, la biodiversidad y el patrimonio natural, como la CMNUCC y el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) de Naciones Unidas, cuyo punto focal es el MMA, y entre la CMNUCC y la Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación (CNULD), cuyo punto focal es la CONAF, entidad dependiente del Minagri.

Respecto del vínculo entre la CMNUCC y la CNULD, debe mencionarse la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) formulada por la CONAF y vinculada con el CDB, debe agregarse la Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional (Convenio Ramsar), a la que Chile suscribió en 1981 y cuyo punto focal también es la CONAF.

Probablemente el compromiso más importante que ha adquirido Chile en los últimos años en materia de cambio climático ha sido la actualización de su NDC, presentado ante la CMNUCC en 2020. Los elementos principales referentes a la NDC se señalan en la Sección 3.5. A continuación se presentan otros de los principales compromisos internacionales que ha asumido Chile.

Comunicaciones nacionales (CN)

En la 2ª Conferencia de las Partes (COP 2, 1996), celebrada en Ginebra (Suiza), se acordó que los países en desarrollo debían presentar sus primeras comunicaciones nacionales a la Convención dentro del plazo de tres años a contar del año de ratificación.

En concordancia con el acuerdo suscrito en el marco de la COP16, efectuada el año 2010 en Cancún (México), desde el año 2016, Chile presenta sus comunicaciones nacionales cada cuatro años, y es así que así que a fines del 2016, Chile presentó su Tercera Comunicación Nacional. En esta, que fue presentada en un evento en el Centro Cultural Palacio La Moneda, se incluyó una serie temporal de inventarios entre los años 1990y 2013, y se entregó información sobre sus circunstancias nacionales, medidas de mitigación, y su vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, Otra Información Relevante Para el Logro de los Objetivos de la Convención, y Necesidades y Apoyo Recibido en Materia de Cambio Climático.

Informes bienales de actualización (IBA)

Además de las comunicaciones nacionales, en la COP16 también se acordó la entrega de Informes Bienales de Actualización (IBA) de parte de los países en desarrollo, los que deben contener información actualizada sobre los INGEI y las medidas de mitigación e identificar las necesidades referidas a la mitigación y el apoyo recibido. En acuerdo con lo acordado en la COP17, efectuada el 2011 en Durban (Sudáfrica), Chile presentó el primer IBA en diciembre de 2014, incluyendo una serie temporal de inventarios entre los años 1990 y 2010. En diciembre de 2018 el Tercer Informe Bienal de Actualización fue entregado a Patricia Espinosa, Secretaria Ejecutiva de ONU Cambio Climático, en el marco de la Conferencia Anual de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP24) en Katowice, Polonia.

Junto con los IBA, también se presenta el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI). En el Tercer Informe Bianual de Actualización ante la CMNUCC que data del año 2018, Chile presentó el resumen del Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile, serie 1990-2016, que contiene el Quinto Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile (INGEI de Chile). En lo relativo a su elaboración, el país opera a través del Sistema Nacional de Inventarios de GEI (SNICHILE), que tiene como principal objetivo la actualización del INGEI, el cual contiene las medidas institucionales, jurídicas y de procedimiento establecidas para la actualización bienal del INGEI de Chile. Así el INGEI de Chile es el resultado del esfuerzo colectivo y permanente de los ministerios de Agricultura, Energía y Medio Ambiente, que han trabajado coordinadamente en el marco del SNICHILE, labor que ha robustecido la elaboración del INGEI de Chile al sumar el saber experto de los diferentes ministerios sectoriales participantes[55]. En la actualidad, Chile cuenta con el sexto INGEI Chile, que corresponde a la serie temporal 1990-2018 que es presentado en el Capítulo 2.

Compromiso voluntario como parte del Acuerdo de Copenhague

En agosto de 2010, el Gobierno de Chile ratificó por escrito a la Secretaría de la CMNUCC el compromiso voluntario de reducir en un 20% las emisiones al año 2020, en un escenario *business as usual* proyectado desde el año 2007, mediante la implementación de acciones de mitigación nacionalmente apropiadas. Este compromiso es conocido normalmente como el "compromiso 20-20". Para mayor información consultar el Capítulo 4 sobre mitigación.

5. POLÍTICAS NACIONALES DE CAMBIO CLIMÁTICO

5.1 Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático

A pesar de que Chile registra importantes avances en el desarrollo de políticas y acciones de cambio climático, el país no cuenta aún con un marco jurídico que permita asignar responsabilidades de reducción de emisiones o exigir implementación y reporte de medidas de mitigación de emisiones y adaptación a los impactos del cambio climático y es por ello que el Gobierno decidió en 2018 iniciar un proceso conducente a establecer una Ley Marco de Cambio Climático.

55. Mayor información se encuentra en el sitio http://snichile.mma.gob.cl/el-snichile/.

Entre junio y julio de 2019 se llevó a cabo la consulta ciudadana del Anteproyecto de Ley Marco de Cambio Climático, en donde fueron recibidas más de 3.718 observaciones por medio del portal de Consultas Ciudadanas del Ministerio del Medio Ambiente, que permitieron enriquecer el Proyecto de Ley. Además, con el apoyo del Programa Euroclima+ y la Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas (FIIAPP), se realizaron talleres participativos en todas las regiones del país, con el fin de comunicar los principales objetivos y alcances de la ley y recoger las opiniones y observaciones ciudadanas[56]. Posteriormente, y habiendo incorporado las observaciones en el documento, el 13 de enero de 2020 fue ingresado al Senado para su primer trámite legislativo.

El Proyecto de Ley considera el establecimiento de los componentes esenciales para la gestión del Cambio Climático en Chile, de manera de alcanzar la carbono neutralidad y la resiliencia al 2050, metas explicitadas en el documento. Para ello considera la formalización y complementación de la Institucionalidad existente, los instrumentos de gestión necesarios para abordar la problemática que impone este fenómeno, formalizando algunos ya existentes y creando otros nuevos, como la estrategia climática de largo plazo y los planes de acción regionales, y el establecimiento de las responsabilidades sectoriales, así como también la incorporación del cambio climático en otras políticas públicas, el financiamiento, los Instrumentos económicos y sistemas de información para el cambio climático.

5.2 Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022 (PANCC II)

En 2006, el Gobierno de Chile estableció la Estrategia Nacional de Acción de Cambio Climático, que definió como prioridad tres líneas de acción estratégicas, la mitigación, la adaptación y la generación de capacidades, las que debían implementarse a través de un plan de acción para enfrentar los impactos del cambio climático. En diciembre de 2008, el Consejo de Ministros de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) de Chile aprobó el primer Plan de Acción Nacional en Cambio Climático (PANCC I) para el período 2008-2012, en el cual quedaron establecidos tres ejes principales: vulnerabilidad y adaptación, mitigación y fomento de capacidades.

En junio de 2017, el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad aprobó el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022 (PANCC II), hito que marca la materialización de un trabajo que se venía realizando desde el año 2014. Se trata de un instrumento de política pública que integra y orienta las acciones de cambio climático por parte del Gobierno. a la vez que contribuye al cumplimiento de los compromisos internacionales de Chile ante la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

Este Plan representa un paso importante hacia un crecimiento bajo en carbono y resiliente y al fortalecimiento de las capacidades del país en materia de cambio climático. El PANCC II, se desarrolló en un contexto de mayor conocimiento y de avances concretos obtenidos a través del PANCC I, así como también de mayor compromiso político tanto en el nivel nacional como internacional. Su elaboración fue coordinada por la entonces División de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente y en ella colaboraron 13 ministerios y otros servicios con competencias en materia de cambio climático.

El Plan tiene por objetivo principal hacer frente a los desafíos del cambio climático en el territorio nacional a la vez que apoya la implementación de los acuerdos adoptados ante la CMNUCC, mediante la articulación de una política climática transversal a los sectores, en el corto y mediano plazo. En lo que respecta a los objetivos de adaptación, se sigue la línea de fortalecer la capacidad de Chile para adaptarse al cambio climático, profundizando el conocimiento de los impactos y a vulnerabilidad del país, mientras se generan acciones planificadas que aseguren, además, la sustentabilidad en sus ejes económico, social y ambiental. En el caso de los objetivos de mitigación, se busca crear las condiciones habilitantes para la implementación, cumplimiento y seguimiento de los compromisos sobre emisiones de GEI adoptados ante la CMNUCC, de la mano de un crecimiento sustentable y bajo en emisiones.

A estos dos objetivos, se suman aquellos objetivos de habilitar los medios implementación necesarios y de gestión del cambio climático a nivel regional y comunal. El primero tiene por objeto desarrollar las condiciones habilitantes para la implementación de acciones de adaptación y mitigación a nivel nacional y sub-nacional en los ámbitos de i) institucionalidad y marco legal, ii) transferencia tecnológica, iii) creación de capacidades y asistencia técnica, iv) financiamiento y v) negociación internacional. El segundo está enfocado en desarrollar las bases institucionales, operativas y las capacidades necesarias para avanzar en la gestión del cambio climático en el territorio, a través del gobierno regional y comunal e incorporando a todos los actores sociales.

Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.

En diciembre de 2014 fue aprobado por Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, en cumplimiento del PANCC I. Este Plan se constituye como un instrumento articulador de la política pública de adaptación al cambio climático. Su foco está puesto en fortalecer la capacidad de Chile y generar acciones planificadas en adaptación y es llevado a cabo mediante cuatro objetivos específicos:

1) Establecer el marco conceptual para la adaptación en Chile.
2) Establecer el marco institucional bajo el cual operará el Plan Nacional de adaptación y los planes sectoriales.
3) Establecer y actualizar los sectores que requieren planes de adaptación y establecer los criterios y lineamientos para su elaboración e implementación.
4) Definir las acciones transversales a los sectores, necesarias para la adaptación al cambio climático.

En cumplimiento del objetivo 2 se creó el Equipo Técnico Interministerial (ETICC) y los Comités regionales del Cambio Climático. Y en respuesta al objetivo 3, en la actualidad, Chile cuenta con los siguientes planes de adaptación:

- Plan de Adaptación del Sector Silvoagropecuario, aprobado en 2013 por el CMS, actualmente en ejecución,
- Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad, aprobado en 2014 por el CMS, actualmente ejecución,
- Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura, aprobado en 2015 por el CMS, actualmente en ejecución,
- Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Salud, aprobado en 2016 por el CMS, actualmente en ejecución,
- Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático aprobado en 2017 por el CMS, actualmente en ejecución,
- Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Energía, aprobado en 2018 por el CMS, actualmente en ejecución,
- Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades, aprobado en 2018 por el CMS, actualmente en ejecución
- Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Turismo, aprobado en 2019 por el CMS, actualmente en ejecución.

Planes sectoriales de mitigación al Cambio Climático.

Por su parte, y en el contexto del PANCC, dos sectores han elaborado planes de mitigación al cambio climático. Como fue mencionado, en 2017 el Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático, que incluye tanto adaptación como mitigación. Además, ese mismo año se publicó el Plan de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero para el Sector Energía.

En la sección 6 y 7 del presente capítulo se presentan los principales elementos de la actualización de la NDC del año 2020 y la Estrategia Climática de Largo Plazo (actualmente en elaboración), respectivamente. Estos instrumentos que abordan el mediano y largo plazo, constituyen una parte fundamental de las políticas de cambio climático de Chile para un desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima. Otras políticas de cambio climáticos relacionadas a sectores específicos se indican en la Sección 4.2 sobre acciones sectoriales de mitigación del Capítulo 3 del presente documento.

6. COP25 CHILE-MADRID

Sin duda, uno de los grandes hitos para Chile en materia de Cambio Climático del año 2018 fue la decisión del secretariado de la Convención Marco de las Naciones Unidas frente al Cambio Climático (UNFCCC) de otorgar a Chile la presidencia de la COP25, después de el ofrecimiento hecho por el país ante la renuncia de Brasil[57]. La CMNUCC cuenta con las COP, o Conferencia de las Partes por sus siglas en inglés, que son el órgano de decisión supremo de la Convención, donde las Partes se reúnen anualmente para revisar el avance de procesos, convenios e iniciativas y para proponer, evaluar y aprobar instrumentos que apoyen la implementación de la Convención.

En cuanto a realización, la Presidencia COP, que también aloja la conferencia, va rotando según regiones de Naciones Unidas: África, Asia, Europa oriental, Europa Occidental y Latinoamérica + Caribe. Durante la COP24, en Katowice, Polonia, en diciembre de 2018, Brasil, el país seleccionado para presidir la siguiente conferencia, decide, a último minuto, bajar su mandato como sede de la COP 2019.

Durante la COP24, Chile usó los canales disponibles para transmitir el mensaje de que "No existe verdadero desarrollo si éste no es sustentable y la acción climática es un pilar fundamental", mensaje que decide reforzar asumiendo Sede y Presidencia COP25, en una estrecha pugna con Costa Rica, país que queda a cargo de realizar la "PreCOP" en octubre 2019. La COP se queda en

56. Información recuperada de https://cambioclimatico.mma.gob.cl/proceso-de-consulta-publica-del-anteproyecto-de-ley-marco-de-cambio-climatico/ y de https://consultasciudadanas.mma.gob.cl/storage/consulta/antecedentes/f3ccf65d-006f-4cdd-bf04-61e0e6c8c2ec.pdf

57. Información disponible en https://unfccc.int/about-us/about-the-secretariat

Latinoamérica, y Chile refuerza el llamado a la acción climática global para impulsar la transformación hacia el desarrollo sustentable.

En abril de 2019 fue creado el Consejo Asesor Presidencial de COP25, el cual asesoró al Presidente en la construcción de una visión y mensaje de Estado rumbo a la COP25, aportando en la definición de los lineamientos para la planificación y desarrollo de la conferencia, en el elaboración de una agenda ciudadana que ayudó a generar conciencia para promover la acción climática, además de contribuir en la definición de los directrices de la política pública para la acción climática. El Consejo estuvo compusto por representantes de dintitos sectores de la sociedad, tales como el gobierno, poder legislativo, academia, gremios del sector privado y ONGs[58].

En materia logística, el lugar que se seleccionó para llevar a cabo la COP fue el Parque Cerrillos, en la comuna del mismo nombre y donde previamente existió el aeropuerto de Santiago. Su elección se debió a su gran conectividad (autopistas que conectan con el Centro de Santiago, estación de Metro Línea 6), su carácter ciudadano y que cuenta con amplias áreas verdes, elementos necesarios para un evento que contemplaba más de 20.000 asistentes y que requería una amplia infraestructura, con servicios de internet, salas de prensa y *broadcasting*, oficinas para personeros y cuerpos de Naciones Unidas, servicios de traducción simultánea, aire acondicionado, entre otros, que se distribuirían en más de 100 mil metros cuadrados de carpas.

Sin embargo, debido a manifestaciones sociales que comenzaron en octubre de 2019, no fue posible realizar la COP en Chile. No obstante, la secretaría de la CMNUCC solicitó a Chile que mantenga la Presidencia, dado que las últimas 3 COP hasta ese momento han estado en Europa, por lo que se optó por mantener el rol pero transfiriendo la COP25 de Santiago a Madrid, España. El evento fue organizado en la Institución Ferial de Madrid (IFEMA) con el apoyo logístico del Gobierno de España, pero manteniendo la mayor parte de su estructura original.

La Presidencia COP25 organizó un pabellón chileno en la llamada "zona azul" de la COP25, un espacio de reunión donde se celebraron más de 60 eventos paralelos a las negociaciones. Estos eventos tuvieron varios formatos (presentaciones, talleres y charlas) y se centraron en estimular el debate, promover cambios, acelerar transformaciones e implementar acciones climáticas en diferentes áreas y sectores. Estos eventos fueron organizados en alianza con actores nacionales e internacionales; del sector público y privado; sociedad civil, academia, organizaciones internacionales y otros. La presidencia chilena de la COP25, previo al evento, participó en las reuniones pre sesionales de Bonn 2019, la Cumbre Climática 2019 de Nueva York y la reunión Pre COP de Costa Rica 2019.

Chile, en su papel de Presidencia de la COP25, estableció como prioridad generar participación y compromisos de diferentes sectores y partes interesadas, tanto actores estatales como no estatales chilenos e internacionales en el marco de la COP y posterior a la ejecución del evento. El equipo de negociación en la COP25 fue dirigido por el Ministerio de Relaciones Exteriores, y logró promover las prioridades de negociación de la presidencia. El equipo tenía una calidad técnica y profesional extraordinaria, y estaba constituido por personas de diferentes orígenes y pensamientos políticos.

Actividades Generales durante la COP25

- Se presentó la propuesta de actualización para las NDC de Chile, más ambiciosa, transparente y en línea con la ciencia.

- Por primera vez en la historia de las COP, la importancia de los océanos se incluyó como parte integral del sistema climático de la Tierra, relevando la necesidad de garantizar la integridad de los ecosistemas costeros y oceánicos en el contexto del cambio climático.

- También se agregó una discusión sobre los suelos, con un enfoque en su relación con la adaptación al cambio climático.

- La relevancia de incluir la participación de grupos juveniles en la acción climática se acordó por consenso. La Presidencia de COP25 apoyó la realización del encuentro *"Conference of the Youth"* o COY15 (29 y 30 de noviembre de 2019), que contó con la participación de 400 jóvenes de 85 países que comparten el objetivo de aumentar el conocimiento y las capacidades de los jóvenes en el contexto de la acción climática. Además, la delegación chilena incluyó a 2 jóvenes en el equipo de negociación.

- En términos de género, el mandato del "Plan de Acción de Género" (GAP por sus siglas en inglés) se renovó por cinco años, asegurando un instrumento que permite a los países integrar la perspectiva de género en la implementación del Acuerdo de París. Además, la presidencia dirigió el "Taller técnico sobre género", con el apoyo de Costa Rica, la Unión Europea, Perú y Uruguay, dirigido a brindar una oportunidad para facilitar el diálogo y apoyar la creación y el lanzamiento de una red formal de mujeres negociadoras en el proceso de la UNFCCC.

- Se llegó a un consenso en la definición de la herramienta para abordar las pérdidas y daños en los países más vulnerables y contribuir así a la equidad social a nivel mundial, entendiendo la importancia del conocimiento ancestral de las comunidades indígenas en las iniciativas de acción climática.

- Por primera vez en la historia de las COP, se llevó a cabo un diálogo de alto nivel sobre adaptación, que incluyó dos paneles con 4 ministros cada uno y con la presencia en la sala de muchos otros ministros de todas las regiones del mundo.

- Además, la Presidencia organizó una mesa redonda informal sobre la ambición de la NDC, que permitió un diálogo directo entre las Partes sobre oportunidades y desafíos.

- Con respecto al Artículo 6, se llegó a un consenso para transferir el texto propuesto por Chile como base para la discusión del Artículo 6 en la COP26. Esto se logró con gran esfuerzo, ya que en los últimos 4 años (incluida la COP25), las reglas para la operación del Artículo 6 no se habían logrado establecer.

- En términos de acción climática, Chile hizo un esfuerzo especial para resaltar la importancia de incorporar la ambición en los niveles sectoriales. Con esto en mente, se organizaron reuniones ministeriales exitosas en Finanzas (con Chile como co-líder de la Coalición de Ministros de Finanzas), Agricultura (con la iniciativa regional para la resiliencia en América Latina y el Caribe - PLACA), Energía, Ciencia y Transporte.

- En esta misma línea de trabajo, Chile propuso la extensión del mandato a los High-Level Champions y a la Marrakesh Pertnership, que se incluyó y adoptó como parte de la decisión 1 / CP.25.

58.Más información disponible en https://prensa.presidencia.cl/comunicado.aspx?id=93917

Actividades Sectoriales durante la COP25:

Presidencia organizó varias Reuniones Ministeriales a escala global, también llamados "días sectoriales" o "días temáticos", para involucrar a las áreas y sus autoridades que lideran los principales sectores de emisión / captura de gases de efecto invernadero, y los encargados de financiar iniciativas. De aquellos, se pueden destacar:

a) **Día de la energía (9 de diciembre de 2019):** incluyó la participación de 18 países, Alemania, Australia, Austria, Brasil, Chile, Colombia, Croacia, Cuba, Dinamarca, España, Francia, Indonesia, Israel, Malawi, Marruecos, México, Portugal, Suiza y la Unión Europea. Se lanzó un objetivo regional liderado por Chile y Colombia que tiene como foco aumentar la participación de las energías renovables para alcanzar un promedio del 70% para 2030. Además, se firmó una declaración de apoyo a la iniciativa "Cierre de las brechas de inversión" (CIG por sus siglas en inglés), que tiene el objetivo de apoyar a organizaciones, instituciones y comunidades vulnerables en su búsqueda de financiamiento para proyectos comunitarios de generación de electricidad, infraestructura energética mediana y grande. También se lanzó un plan más ambicioso para retirar las centrales eléctricas de carbón en Chile y se firmó un acuerdo de cooperación con Quebec para trabajar en la fijación de precios del carbono.

Por otro lado, se realizó el lanzamiento de la Asociación para la Implementación del Mercado *(Partnership for Market Implementation,* en inglés), que proporcionará asistencia técnica a los países para diseñar, probar e implementar instrumentos de fijación de precios y mercado para frenar las emisiones de carbono; fue presentado por el Banco Mundial y países socios, incluidos Canadá, Chile, Alemania, Japón, Noruega, España y el Reino Unido, estará operativo desde julio de 2020.

Fotografía: Rodrigo Céspedes Sotomayor.

b) **Día de las finanzas (10 de diciembre de 2019):** se celebró la tercera reunión de la Coalición de Ministros de Finanzas para la Acción Climática dirigida por Chile y Finlandia, que incluyó la participación de 51 países representando el 30% del PIB mundial. Allí, se lanzó el Plan de Acción de Santiago, cuyo objetivo es acelerar la transición hacia una economía resistente al clima y baja en carbono. Asimismo, Chile presentó su primera estrategia financiera contra el cambio climático, centrada en generar información y análisis para la toma de decisiones; promover el diseño y la emisión de instrumentos financieros verdes y el fortalecimiento de las finanzas verdes.

Además, se destacó la presentación de los bonos verdes emitidos a principios de 2019, siendo el primer país del continente americano en emitir bonos para canalizar inversiones hacia activos verdes.

c) **Día de la agricultura y bosques (6 de diciembre):** se lanzó la Plataforma para la acción climática en la agricultura en América Latina y el Caribe (PLACA), con 9 países adheridos: Chile, Argentina, Brasil, Perú, Uruguay, Guatemala, Costa Rica, Bahamas y República Dominicana. Su objetivo principal fue promover la implementación de medidas relacionadas con el cambio climático en la agricultura (investigación, capacitación, transferencia de tecnología y acceso a financiamiento para adaptación y mitigación). Otros participantes fueron CEPAL, FAO, Banco Mundial, CGIAR y *Conservation International.*

También, hubo una reunión forestal de alto nivel, donde participó Alemania, Armenia, Chile, Costa Rica, Ecuador, España, Etiopía, Indonesia, Malasia, Pakistán, Perú, Banco Mundial, FAO, IC, UICN, ONU-REDD, WWF y TNC. El objetivo de esta reunión fue discutir los mecanismos para aumentar la ambición de la NDC, como la captura de carbono; deforestación y prevención de la degradación forestal; manejo forestal sostenible; conservación e incremento de las reservas forestales de carbono, y otras soluciones basadas en la naturaleza.

Además, la Presidencia de la COP25 presentó el "Llamado de Santiago para la Acción por los Bosques", con el fin de involucrar a los países, las organizaciones internacionales, la sociedad civil y el sector privado para que se hagan cargo de la urgencia de la crisis climática actual a través de la colaboración y coordinación de acciones que aumenten la ambición en la NDC a través de acciones de mitigación sostenibles e inclusivas en el sector UTCUTS, incluida la reducción de la deforestación y la degradación forestal; la gestión sostenible de los bosques; la conservación y el aumento de las reservas de carbono forestal, y otras soluciones basadas en la naturaleza.

Promoción de la participación de todos los actores

Además, la presidencia chilena de la COP25 desarrolló un amplio proceso de participación ciudadana y de otros Actores no Estatales (NSA por sus siglas en inglés), con acciones relevantes como:

a) **Pueblos indígenas (39 participantes en la COP25):** se creó un Caucus Indígena chileno, un proceso liderado por MMA y el Ministerio de Desarrollo Social con el apoyo de las Naciones Unidas.

b) **Científicos y academia (27 participantes en la COP25):** se implementó un comité científico en Chile ad-hoc, que se dividió en 7 grupos de trabajo para temas climáticos específicos. Durante la COP25, el comité presentó su informe "Evidencia científica y cambio climático en Chile: Resumen para los tomadores de decisiones", que sintetiza evidencia y recomendaciones sobre siete ejes clave para enfrentar el cambio climático y apoya la actualización de la NDC. Se celebró una reunión sin precedentes de Ministros de Ciencia en la COP25 y se acordó celebrar una nueva sesión en la COP26.

c) **ONGs (alrededor de 40 organizaciones participantes en la COP25):** Se contó con su participación activa en eventos en la Zona Verde y la Zona Azul (eventos paralelos en el Pabellón de Chile y otros lugares). La Presidencia de la COP25 tuvo 3 reuniones con ONG durante el evento para entregar información sobre el estado de las negociaciones y atender consultas. Representantes de la Sociedad Civil para la Acción Climática (SCAC) presentaron el "Manifiesto Latinoamericano para el Clima", un resumen de los principios de la sociedad civil latinoamericana con respecto a la ambición climática.

d) **Gobiernos locales y subnacionales (4 participantes):** se presentaron iniciativas de gobiernos locales chilenos a escala regional (América Latina) y global. Se fortaleció el grupo de trabajo de la Agenda Subnacional de Cambio Climático en Chile, que incluye a miembros de PNUD, MMA y grupos de municipios.

e) **Sector privado**: alrededor de 50 empresas con sede en Chile participaron en la COP25, pero también importantes gremios y asociaciones económicas, como la Cámara de Comercio de Santiago, la Bolsa de Comercio de Santiago, CLG-Chile, Global Compact Network Chile, ACCION Empresas y CPC.

f) **Grupos juveniles (alrededor de 40 participantes en la COP25)**: Por primera vez, los jóvenes chilenos participaron en un proceso internacional, incorporando dos representantes en el equipo de negociación.

7. CONTRIBUCIÓN DETERMINADA A NIVEL NACIONAL (NDC) Y EL ACUERDO DE PARÍS

En 2015 se realizó en París la vigésimo primera Conferencia de las Partes (COP21) de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. La meta impuesta en esa ocasión fue la de no superar la barrera de los 2°C por sobre los niveles preindustriales, ya que la evidencia científica indicaría que superar esa barrera conduciría a consecuencias irreversibles y peligrosas. En ese contexto, el Acuerdo de París es un instrumento de implementación de dicha convención, por medio del cual se busca crear un marco para iniciar esa transformación, estableciendo reglas, procedimientos e instrumentos para avanzar en esa dirección. Chile, al igual que todas las Partes que han suscrito el Acuerdo de París, debe implementar las acciones necesarias para cumplir con los compromisos adquiridos en su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC).

Chile comenzó la preparación de la actualización de la NDC presentada en 2015 a la CMNUCC partir del año 2017, donde el sector público se reunió a definir cuáles serían los principales elementos a considerar. Durante el año 2018 comenzó la elaboración de la propuesta a través de un proceso de participación ampliado, que estuvo integrado tanto por actores estatales como no estatales, tales como: representantes de la sociedad civil, del sector privado, de la academia, del mundo científico y de las ONGs (MMA, 2020). También se conformó una Mesa NDC con representantes de diferentes ministerios, para así obtener la visión transversal de los compromisos posibles a incluir en la NDC Producto de lo anterior, se elaboró un documento de propuesta, el cual fue sometido a consulta pública a contar del 15 de octubre del 2019 hasta el 2 de diciembre del mismo año. Finalizado este proceso, la versión actualizada de la NDC, fue entregada el 8 de abril del 2020 a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

La NDC actual, destaca por su aumento de ambición en cada uno de sus componentes, tanto en mitigación como en adaptación al cambio climático. En mitigación se pasó de tener un indicador de intensidad de emisiones a uno absoluto el cual permite comunicar con simplicidad los avances nacionales además de incluir un *peak* de emisiones.

En materia de adaptación, se mantiene el compromiso de la actualización de los Planes Nacionales de Adaptación y los planes sectoriales, también se suman los planes de acción regional y la creación de mapas de vulnerabilidad comunal. Además, se incorpora la determinación de los costos de la inacción y la evaluación de riesgos para grupos más vulnerables con enfoque de género. Se reconoce la importancia de los recursos hídricos, como un área de urgencia y compromete la elaboración de planes estratégicos en todas las cuencas del país (101 cuencas), la definición de un indicador de riesgo hídrico, y la creación de un programa de gestión del consumo de agua a través de Huella del Agua, en el marco del programa HuellaChile.

Destaca la incorporación de un pilar de Transición justa y Desarrollo Sostenible, asociando cada una de las contribuciones a uno o más Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Por otra parte también se sumó el componente de Integración, que combina aspectos tanto de mitigación como de adaptación, resultando así nuevos compromisos para océanos y humedales costeros, turberas, bosques y economía circular.

Finalmente, el último pilar de este documento lleva por nombre "Medios de Implementación" donde se han agrupado los compromisos habilitantes para cumplir con las metas de los componentes mencionados anteriormente. Estos medios de implementación se han agrupado en tres subcomponentes: i) Construcción y fortalecimiento de capacidades; ii) Desarrollo y transferencia de tecnologías; iii) Financiamiento climático.

Para ver el detalle del proceso de construcción de la NDC actualizada y de cada compromiso, el Ministerio del Medio Ambiente, a través de su Oficina de Cambio Climático elaboró un expediente público, en el cual se puede revisar la NDC tanto en español como en inglés, además de tener registro de cada una de las reuniones realizadas para la elaboración de este documento[59].

8. ESTRATEGIA CLIMÁTICA DE LARGO PLAZO (ECLP)

El Acuerdo de Paris, a través de su artículo 4.19 anima a los países a formular y comunicar sus estrategias para un desarrollo bajo en emisiones de gases efecto invernadero, tomando en cuenta los objetivos del acuerdo (artículo 2), considerando sus responsabilidades comunes pero diferenciadas.

A su vez la ECLP se establece como instrumento de gestión en el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, donde se define la obligación de elaborar, implementar y dar seguimiento a esta estrategia, siendo el Ministerio del Medio Ambiente quien actué como coordinador de dicho proceso.

Este instrumento, define los lineamientos de largo plazo del país en materia de cambio climático, en un horizonte de 30 años. Dentro de los desafíos que enfrenta

59. El expediente se encuentra en el siguiente enlace: https://mma.gob.cl/primer-proceso-de-actualizacion-de-la-contribucion-determinada-a-nivel-nacional-ndc/

la elaboración de este documento está la transición a un desarrollo bajo en emisiones de efecto invernadero, hasta alcanzar y mantener la neutralidad de las emisiones de los mismos, reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de los efectos adversos del cambio climático y dar cumplimiento a los compromisos internacionales asumidos por el Estado de Chile.

Entre los contenidos definidos en el proyecto de ley más relevantes de este instrumento se están; el presupuesto nacional de emisiones de gases de efecto invernadero al año 2030 y 2050, y los presupuestos de emisión sectoriales, los que deben cumplirse en un plazo de 10 años. Adicionalmente, contiene lineamientos en materia de adaptación al cambio climático, así como de evaluación de riesgos considerando la vulnerabilidad de cada sector específico (MMA, 2020).

Los principios en los que se basa la construcción de la ECLP, los cuales se alinean con los del Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, corresponden a:

a) **Ciencia:** las medidas apropiadas y eficaces de mitigación y/o adaptación para enfrentar los efectos adversos del cambio climático, se adoptarán sobre la base de la mejor evidencia científica disponible.

b) **Costo-efectividad:** la gestión del cambio climático priorizará aquellas medidas que, siendo eficaces para la mitigación y adaptación, sean las que representan menores costos económicos, ambientales y sociales.

c) **Integración:** El diseño de metas y medidas considerará la gobernanza e instrumentos existentes a nivel sectorial (horizontal) y regional (vertical).

d) **Social:** Las metas, indicadores y compromisos que se definan en la ECLP tendrán como centro a las personas en sus territorios, estableciendo con claridad como aportan al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Para desarrollar esta estrategia, se está llevando a cabo un proceso participativo que contempla el involucramiento de diversos actores de la sociedad en distintas etapas de consulta. Dicho proceso participativo se inició el 18 de mayo 2020, y considera las siguientes instancias de participación:

- Consejo Asesor de alto nivel, cuyo objetivo es asesorar al Ministerio del Medio Ambiente en los procesos de elaboración de instrumentos para la gestión del cambio climático y en el periodo de Presidencia de la COP25.

- Mesas técnicas transversales y sectoriales, cuyo objetivo es construir la visión a largo plazo e identificar las metas a mediano y largo plazo alineadas al cumplimiento de la NDC, la Neutralidad al 2050 y el objetivo de tener un país resiliente a los efectos del cambio climático, así como la identificación de aquellos mecanismos que deberán estar presentes para poder cumplir con esta visión. Estas mesas contarán con una participación experta considerando a todos los actores de la sociedad, e incluyendo la participación de actores regionales, jóvenes, indígenas y comunidades.

- Talleres para análisis de robustez para la implementación de metas e indicadores, centrada en el uso de modelos y la mejora de la información.

- Talleres regionales, cuyo objetivo es determinar cómo mejorar la integración de las acciones y políticas del nivel subnacional con el nivel central, y que consideran la participación de los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC), Consejos Consultivos y Alcaldes municipales.

- Talleres y mesas de trabajo para la construcción de la ECLP con el Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC), equipo que cuenta con los representantes de cambio climático de los ministerios y organismos del Gobierno Central relacionados con el cambio climático.

- Comité Científico de Cambio Climático, que asesorará al alto nivel mediante instancias de diálogos y consulta a lo largo del proceso.

- Consulta pública ciudadana, proceso formal que seguirá la metodología realizada en los procesos de actualización de la NDC de Chile y de la elaboración del Proyecto de Ley de Cambio Climático, contemplando talleres en las 16 regiones del país y la participación de todos los actores de la sociedad. La consulta pública ciudadana se realizará una vez exista un anteproyecto de la ECLP, la cual está planificada para el primer semestre del 2021.

Dentro de la planificación, se espera realizar: Mesas de Integración con el ETICC y Mesas Transversales (asentamientos humanos y vida en comunidades; funciones sistémicas y soluciones basadas en la naturaleza; y transición de los sectores productivos); Talleres de toma de decisión robusta para acciones de mitigación (energía; transporte; residuos; forestal y biodiversidad; industria, minería e infraestructura; agricultura); Mesas sectoriales de mitigación (edificación y ciudades, energía, agricultura, transporte, minería, forestal, infraestructura y residuos); y Mesas sectoriales de adaptación (pesca y acuicultura, biodiversidad, borde costero, agricultura, edificación y ciudades, energía, minería, infraestructura, turismo, salud y recursos hídricos). Actualmente, se están llevando a cabo estas actividades de forma virtual a causa de la pandemia[60].

Fotografía: Roberto López.

60. Para obtener más información y detalle acerca de los avances de la ECLP , el expediente se encuentra en https://cambioclimatico.mma.gob.cl/estrategia-climatica-de-largo-plazo-2050/expediente-electronico-del-proceso/.

Referencias y Bibliografía

Banco Central. (2020). Sector Externo. Recuperado de https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_BDP/MN_BDP42/BP6M_EXPORT/BP6M_EXPORT?cbFechaInicio=2009&cbFechaTermino=2019&cbFrecuencia=ANNUAL&cbCalculo=NONE&cbFechaBase=

Banco Central. (2020). IMACEC. Recuperado de https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_CCNN/MN_CCNN76/CCNN2013_IMACEC_01?cbFechaInicio=2009&cbFechaTermino=2019&cbFrecuencia=ANNUAL&cbCalculo=PCT&cbFechaBase=

Banco Central. (2020). Cuentas Nacionales. Recuperado de https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_CCNN/MN_CCNN76/CCNN2013_P1/CCNN2013_P1?cbFechaInicio=2019&cbFechaTermino=2020&cbFrecuencia=ANNUAL&cbCalculo=NONE&cbFechaBase=

Banco Mundial. (2020). Global Economic Prospect June 2020. Recuperado de http://pubdocs.worldbank.org/en/538491588787962322/Global-Economic-Prospects-June-2020-Analysis-LAC.pdf

Banco Mundial. (2020). Tasa de Alfabetización. Recuperado de https://datos.bancomundial.org/indicador/se.adt.litr.zs

Banco Mundial. (2020). Industra Valor Agregado. Recuperado en junio de 2020 de https://datos.bancomundial.org/indicador/NV.IND.TOTL.ZS?locations=CL

BID. (2007). Información sobre la gestión de riesgo de desastres. Estudio de caso de cinco países: Chile. Santiago: BID.

Biblioteca del Congreso Nacional. (2020). Clima y Vegetación. Chile Nuestro País. . Recuperado el 14 de julio de 2020 de https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/clima.htm

Casas, M. (2017). La transversalización del enfoque de género en las políticas públicas frente al cambio climático en América Latina. CEPAL.

CEPAL. (2019). Observatorio de Igualdad de Género de América Latina y el Caribe.

CIREN. (2010). Determinación de Erosión Potencial y Actual de Chile. Centro de Información de Recursos Naturales, Santiago.

CMF. (2019). Informe de Género 2019. Comisión para el Mercado Financiero, Santiago.

CNE. (2020a). Energía Abierta, Capacidad Instalada. Comisión Nacional de Energía.

CNE. (2020c). Energía Abierta, Consumo Energía Primaria Países. Comisión Nacional de Energía, Santiago.

CNE. (2020d). Resumen Importaciones-Exportaciones de combustibles. Comisión Nacional de Energía.

CNE. (2020e). Energía Abierta, Generación Bruta ERNC. Comisión Nacional de Energía.

COCHILCO. (2019). Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales 1999-2018. . Comisión Chilena del Cobre, Santiago.

CONAF. (2020). Superficies Castros Usos de Suelo y Recursos Vegetacionales. Cifras Oficiales Catastros Usos de Suelo y Recursos Vegetacionales. Santiago, Chile.

DIPRES. (2020). Deuda Bruta del Gobierno Central. Recuperado de https://www.dipres.gob.cl/598/articles-207765_doc_pdf.pdf

Directemar. (2019). Boletín Estadístico Marítimo Edición 2019. Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante .

Fondo Monetario Internacional (IMF). (2020). International Monetary Fund, World Economic Outlook Database. Recuperado de https://www.imf.org/en/Publications/SPROLLs/world-economic-outlook-databases#sort=%40imfdate%20descending

Gobierno de Chile. (2020). Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile. Santiago.

Gobierno de Chile. (2020). Inversión como motor generador de empleo. Recuperado el 22 de septiembre de https://www.gob.cl/chileserecupera/inversion/

IFOP. (2019). Anuario estadístico de pesca y acuicultura 2019. Información recuperada de http://www.sernapesca.cl/informacion-utilidad/anuarios-estadisticos-de-pesca-y-acuiculturaINE. (2015). Anuario del Medio Ambiente. Instituto Nacional de Estadísticas, Santiago.

INE. (2015). Encuesta Nacional sobre Uso del Tiempo (ENUT). Instituto Nacional de Estadísticas, Santiago.

INE. (2017). Síntesis de Resultados Censo 2017.

INE. (2017). Estimaciones y proyecciones nivel regional de la Población de Chile 2002-2035,.Recuperado de https://www.ine.cl/docs/default-source/proyecciones-de-poblacion/publicaciones-y-anuarios/base-2017/estimaciones-y-proyecciones-2002-2035_base-2017_reg_%C3%A1rea_infograf%C3%ADa.pdf?sfvrsn=5d8b3bcc_5

INE. (2018). Encuesta Suplementaria de Ingresos. Instituto Nacional de Estadísticas, Santiago.

INE. (2018). Compendio estadístico 2018. Instituto Nacional de Estadísticas, Santiago.

INE. (2018b). Encuesta Anual de Vehículos en Circulación 2018. Santiago.

INE. (2018). Compendio Estadistico.

INE. (2020). Anuario estadisticas vitales. Recuperado de https://www.ine.cl/docs/default-source/nacimientos-matrimonios-y-defunciones/publicaciones-y-anuarios/anuarios-de-estad%C3%ADsticas-vitales/anuario-de-estad%C3%ADsticas-vitales-2017.pdf?sfvrsn=95e68aba_4

INE. (2020). Recuperado el 6 de agosto de 2020 de https://www.ine.cl/ine-ciudadano/definiciones-estadisticas/poblacion/esperanza-de-vida

INIA. (2020). Recursos genéticos. Recuperado el 6 de agosto de https://www.inia.cl/programas-nacionales/recursos-geneticos/

IPCC. (2014). Impacts, Adaptation and Vulnerability Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Naciones Unidas.

JAC. (2020). Resumen mensual estadísticas. Diciembre 2019. Junta de Aeronáutica Civil, Santiago.

MIDESO. (2017). Inmigrantes, Sintesis de Resultados. Recuperado de http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casen-multidimensional/casen/docs/casen_nmigrantes_2015.pdf.

MIDESO. (2017). Pueblos Indigenas: Sintesis de Resultados. Recuperado de http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casenmultidimensional/casen/casen_2015.php

MIDESO. (2017). Encuesta CASEN. Ministerio de Desarrollo Social y Familia, Santiago.

MIDESO. (2018). Encuesta CASEN 2006-2017.

MIDESO. (2018). Informe de Desarrollo Social 2018.

MINDEFENSA. (2010). El Estado de Chile. Ministerio de Defensa Nacional. Recuperado de: https://www.defensa.cl/media/2010_libro_de_la_defensa_1.pdf

Minecon. (2019). Octava Encuesta Nacional sobre Gasto y Personal en Investigación y Desarrollo. Santiago

Mineduc. (2019). Resumen estadístico de la educación 2019. Ministerio de Educación, Centro de Estudios Mineduc, Santiago.

Minenergía. (2018). Balance Nacional de Energía 2010 al 2018. Ministerio de Energía.

Minenergía. (2019). Mapa de Vulnerabilidad Energética, Síntesis de Metodología y Resultados. Ministerio de Energía, División de Acceso y Desarrollo Social.

Ministerio del Interior y Seguridad Pública. (2017). Encuesta Nacional de Violencia Intrafamiliar Contra la Mujer y Delitos Sexuales. Santiago.

Ministerio de Salud. (2020). COVID-19: Chile registra 1.054 casos nuevos, la cifra más baja desde el 2 de mayo. Recuperado el 22 de septiembre de https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2020/09/CP-REPORTE-COVID-19-Martes-22092020.pdf

MMA. (2014). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Santiago.

MMA. (2016). Tercera Comunicación Nacional de Chile ante la CMNUCC. Ministerio de Medio Ambiente, GEF y PNUD. , Santiago.

MMA. (2017). Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022. Santiago.

MMA. (2018). Biodiversidad, El Estado del Medio Ambiente. SINIA. Recuperado de: https://sinia.mma.gob.cl/estado-del-medio-ambiente/biodiversidad-2/.

MMA. (2019). Volumen 7 Vulnerabilidad y Riesgo en Caletas Pesqueras, en "Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile". Ministerio del Medio Ambiente, Santiago.

MMA. (2019). Quinto Reporte del Estado del Medio Ambiente. Santiago.

MMA. (2019). Sexto Informe Nacional de Biodiversidad de Chile. MMA. Santiago.

MMA. (2020). Registro Nacional de Areas Protegidas. Recuperado el 1 de marzo de 2020 de http://areasprotegidas.mma.gob.cl/

MMA. (2020). Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente. Santiago.

MMA. (2020). Minuta Proceso Elaboración Participativa Estrategia Climática de Largo Plazo.

MMA. (2020).Estrategia Climatico de Largo Plazo de Chile. Recuperada de https://cambioclimatico.mma.gob.cl. Retrieved from https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/05/20200518_Lanzamiento-Proceso-Participativo-ECLP-MMA.pdf

MMA. (2020). Guía de Calidad del Aire y Educación Ambiental. Recuperada de https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-para-Docentes-Sobre-Calidad-del-Aire-003.pdf

MMA. (2020a). Sexto Informe Nacional de Biodiversidad de Chile 2020.

MMA. (2020b). Lista de Chequeo para Integrar Enfoque de Género en los Instrumentos de Gestión del Cambio Climático. Ministerio del Medio Ambiente, Oficina de Cambio Climático.

MTT. (2020). Observatorio de datos del transporte en Chile. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Santiago.

OCDE. (2020). Salud Ambiental y resilencia ante las pandemias.

OMS. (2020). Calidad del Aire y Salud. Recuperado el 22 de septiembre de 2020 de https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health

PNUD. (2019). Indicadores de Desarrollo Humano. Actualización estadística 2018. Recuperado de http://hdr.undp.org/sites/default/files/2018_human_development_statistical_update_es.pdf

PUCV. (2020). Opinión: Coronavirus y Cambio Climático Recuperado de http://www.pucv.cl/uuaa/facultad-ingenieria/noticias/opinion-coronavirus-y-cambio-climatico/2020-05-14/155544.html

Sernageomin. (2018). Anuario de la Minería de Chile 2018. Servicio Nacional de Geología y Minería , Santiago.

Sernapesca. (2019). Anuario estadístico de pesca y acuicultura 2019. Información recuperada de http://www.sernapesca.cl/informacion-utilidad/anuarios-estadisticos-de-pesca-y-acuicultura

SISS. (2018). Informe de Gestión del Sector Sanitario.

Subpesca. (2016). Declaración técnica-científica por floración de algas nocivas. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

Subpesca. (2019). Informe Sectorial de Pesca y Acuicultura. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Santiago.

Villarroel C., Rosenbluth, B., y Aceituno, P. (2003). "Climate change along the extratropical west coast of South America (Chile): Daily max/min temperatures". Paper presented at 8th International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography.

Fotografía: Roberto López

Fotografía: Verónica Maldonado.

2 Inventario nacional de gases de efecto invernadero de Chile, serie 1990-2018

1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo es el resumen del *Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile, serie 1990-2018*[1], que corresponde al Sexto Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile (INGEI de Chile) presentado por el país ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en cumplimiento del artículo 4, párrafo 1(a), y del artículo 12, párrafo 1(a), de dicha Convención, y de la decisión 1 de la Conferencia de las Partes número 16 de Cancún, en 2010.

El INGEI de Chile abarca todo el territorio nacional[2] e incluye las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero (GEI) de origen antropógeno no controlados por el Protocolo de Montreal[3], y las emisiones de gases precursores en una serie temporal anualizada que va desde 1990 a 2018. Los resultados de las estimaciones de GEI y gases precursores son presentados a nivel nacional; en kilotoneladas[4] (kt); y hacen referencia al 2018, último año del inventario, a menos que se especifique algo distinto. Los números positivos representan emisiones de GEI y gases precursores mientras que los negativos corresponden a absorciones de GEI.

En la sección 1 se presentan los antecedentes generales sobre el INGEI de Chile, arreglos institucionales, proceso de actualización, metodología, categorías claves, incertidumbre y exhaustividad. En la sección 2 se detalla la tendencia de las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero de Chile. En las secciones 3 a 7 se presenta información detallada de los cinco sectores: Energía (donde se incluye el reporte de las partidas informativas); Procesos industriales y uso de productos; Agricultura; Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura; y Residuos. En la sección 8 se resume la realización de recálculos, y en la 9 el inventario de Carbono negro.

Fotografía: Verónica Maldonado.

1.1 Antecedentes generales

El 21 de marzo de 1994 entró en vigor la CMNUCC, ratificada por Chile el mismo año, con el objetivo de lograr la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Para lograr dicho objetivo, todos los países miembros de la CMNUCC deben elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar inventarios nacionales de GEI (INGEI).

Los INGEI consisten en un listado numérico exhaustivo de la contabilización de cada uno de los GEI antropógenos liberados o absorbidos desde la atmósfera en un área y en un período específico, generalmente correspondiente a un año calendario. Los INGEI tienen por objetivo determinar la magnitud de las emisiones y absorciones de GEI nacionales que son atribuibles directamente a la actividad humana, así como la contribución específica del país al fenómeno del cambio climático.

Para una cuantificación que asegure credibilidad, consistencia y comparabilidad entre los INGEI, la CMNUCC propone las directrices metodológicas elaboradas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) para la elaboración o actualización de sus inventarios. En los INGEI, los sectores económicos de los países se agrupan en sectores que comparten características relativas a los procesos que generan emisiones o absorciones de GEI. Estos sectores son *Energía; Procesos industriales y uso de productos (IPPU); Agricultura; Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS)* y *Residuos.*

Según los acuerdos internacionales, los países en desarrollo, como Chile, deben presentar sus INGEI ante la CMNUCC como parte de las comunicaciones nacionales (cada cuatro años)[5] y de los informes bienales de actualización (cada dos años a partir del 2014)[6].

1. El *Informe del Inventario Nacional de GEI de Chile, serie* 1990-2018 es incluido como anexo técnico del *Cuarto Informe Bienal de Actualización de Chile* presentado ante la CMNUCC.

2. Solo continental, ya que no se estiman todas las fuentes correspondientes al territorio insular y antártico

3. Los GEI incluidos son: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluuro de azufre (SF_6).

4. Una kilotonelada (kt) es equivalente a un gigagramo (Gg) o 1.000 toneladas.

5. Decisión 1/CP.16 https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2010/cop16/spa/07a01s.pdf

6. Decisión 1/CP. 17 https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2011/cop17/spa/09a01s.pdf

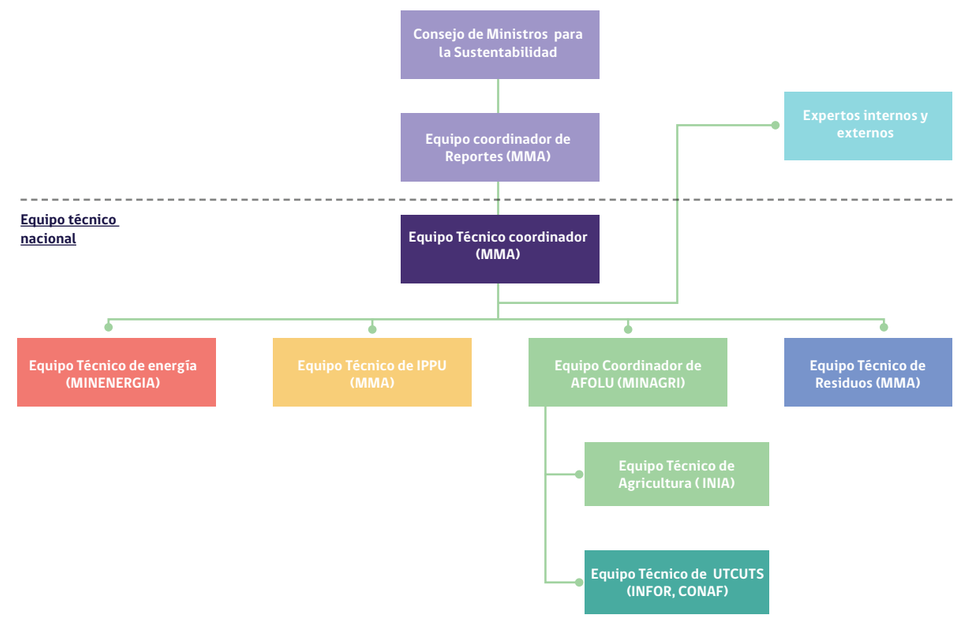
1.2 Arreglos institucionales para la elaboración de los INGEI de Chile

En respuesta ante los compromisos adquiridos por el país en materia de reporte y presentación de sus INGEI ante las Naciones Unidas es que la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente de Chile diseñó, implementó y ha mantenido, desde 2012, el Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Chile (SNICHILE), el cual contiene las medidas institucionales, jurídicas y de procedimiento establecidas para la actualización bienal del INGEI de Chile con el objetivo de garantizar la sostenibilidad de la preparación de los INGEI en el país y mantener la coherencia de los flujos de GEI notificados y la calidad de los resultados.

El trabajo permanente del SNICHILE está dividido en cinco líneas de acción que cubren las áreas y actividades requeridas para el cumplimiento de los objetivos. Estas líneas de acción son:

a) **Operación del SNICHILE:** gestión permanente del SNICHILE mediante la mantención de una estructura orgánica con roles y responsabilidades definidas. El SNICHILE posee una estructura organizacional internalizada en el aparato estatal e independiente de otros inventarios de contaminantes, coordinada por el MMA. Así, el INGEI de Chile es el resultado del esfuerzo colectivo y permanente de los Ministerios de Agricultura, Energía y Medio Ambiente, que han trabajado coordinadamente en el marco del SNICHILE. Este esfuerzo transversal ha robustecido la elaboración del INGEI de Chile al sumar el saber experto de los diferentes Ministerios sectoriales participantes. El SNICHILE está compuesto por el Equipo Técnico Nacional (Equipo Técnico Coordinador, Equipo coordinador AFOLU y Equipos Técnicos Sectoriales), el Equipo Coordinador de Reportes, el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, y Expertos Internos y Externos (Figura 1).

Figura 2-1. Estructura organizacional del SNICHILE.



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

Dentro de la estructura organizativa del Equipo Técnico Nacional los roles quedan definidos así:

- Equipo Técnico Coordinador (ETC): encargado principal de la elaboración del inventario de Chile y, por lo tanto, de la ejecución de las actividades estipuladas en la planificación. El ETC además se encarga de prestar apoyo a los equipos sectoriales, organizar las reuniones y canalizar financiamiento internacional y actividades de creación y mantención de capacidades. El ETC es también el encargado de dirigir las actividades de control y garantía de la calidad; y el archivo y comunicación. El ETC está conformado por el Coordinador del SNICHILE de*l MMA* y un (1) profesional de apoyo.
- Equipos Técnicos Sectoriales (Energía, IPPU, Agricultura, UTCUTS y Residuos): equipos encargados de la actualización de sus respectivos inventarios sectoriales. Son los encargados de aplicar actividades de control de calidad a sus inventarios y de elaborar e implementar planes de mejora continua y de gestionar, con apoyo del ETC, los recursos necesarios para su adecuado desarrollo. Los equipos técnicos están conformados de acuerdo a sus necesidades particulares así como a los recursos disponibles.
- Equipo coordinador de AFOLU: encargado de coordinar la comunicación entre los equipos técnicos de Agricultura y UTCUTS; y de mantener la coherencia metodológica y las definiciones transversales a estos sectores.

Fotografía: Rodrigo Césped Sotomayor.

b) Actualización del INGEI de Chile: implementación y mantención de la planificación bienal del INGEI con actividades, plazos y presupuestos que guían el trabajo permanente del Equipo Técnico Nacional. En general, en el primer año del ciclo bienal de la planificación se actualizan los inventarios sectoriales de GEI (ISGEI), mientras que en el segundo año se compilan y desarrollan los temas transversales del INGEI de Chile; el inventario de carbono negro; los inventarios locales de GEI; y se elaboran los reportes respectivos (el Informe del Inventario Nacional de GEI de Chile y los capítulos para los IBA o las comunicaciones nacionales, según corresponda) y otros elementos de difusión.

c) Sistema de garantía y control de calidad: mejoramiento de la calidad del INGEI de Chile (transparencia, exhaustividad, coherencia, comparabilidad y exactitud) mediante el establecimiento y la implementación de procedimientos de garantía y control de la calidad, y de verificación. Desde el 2015, el SNICHILE implementó un Sistema de Garantía y Control de la Calidad (SGCC) acorde con las buenas prácticas del IPCC para la elaboración del INGEI. Además, para identificar y priorizar las potenciales mejoras del INGEI de Chile se elabora un Plan de Mejoramiento Continuo, que incluye mejoras a todos los sectores en diferentes plazos de implementación dependiendo del tipo de ajuste.

d) Creación y mantención de capacidades: incremento de las capacidades técnicas de los profesionales del Equipo Técnico Nacional del SNICHILE para la generación de INGEI de la más alta calidad. Para identificar las necesidades de capacitación, el Equipo Técnico Coordinador realiza un diagnóstico de necesidades mediante la identificación de brechas, barreras y obstáculos las que son reportadas en los informes bienales de actualización. Estas necesidades son luego priorizadas y forman parte esencial del plan de mejora continua junto a la identificación de categorías principales.

e) Archivo y comunicación: gestión y resguardo de la información relacionada con el INGEI de Chile y la sociabilización de dicha información, de modo de asegurar el accesto y la transparencia del INGEI de Chile. Para la facilitación de la gestión de la información se implementó, desde 2015, el Sistema de Registro Tabular (SRT), el cual consiste en un conjunto de carpetas y archivos estandarizados. Desde el mismo año se mantiene la plataforma web del SNICHILE (https://snichile.mma.gob.cl/) con el objetivo de difundir el INGEI de Chile.

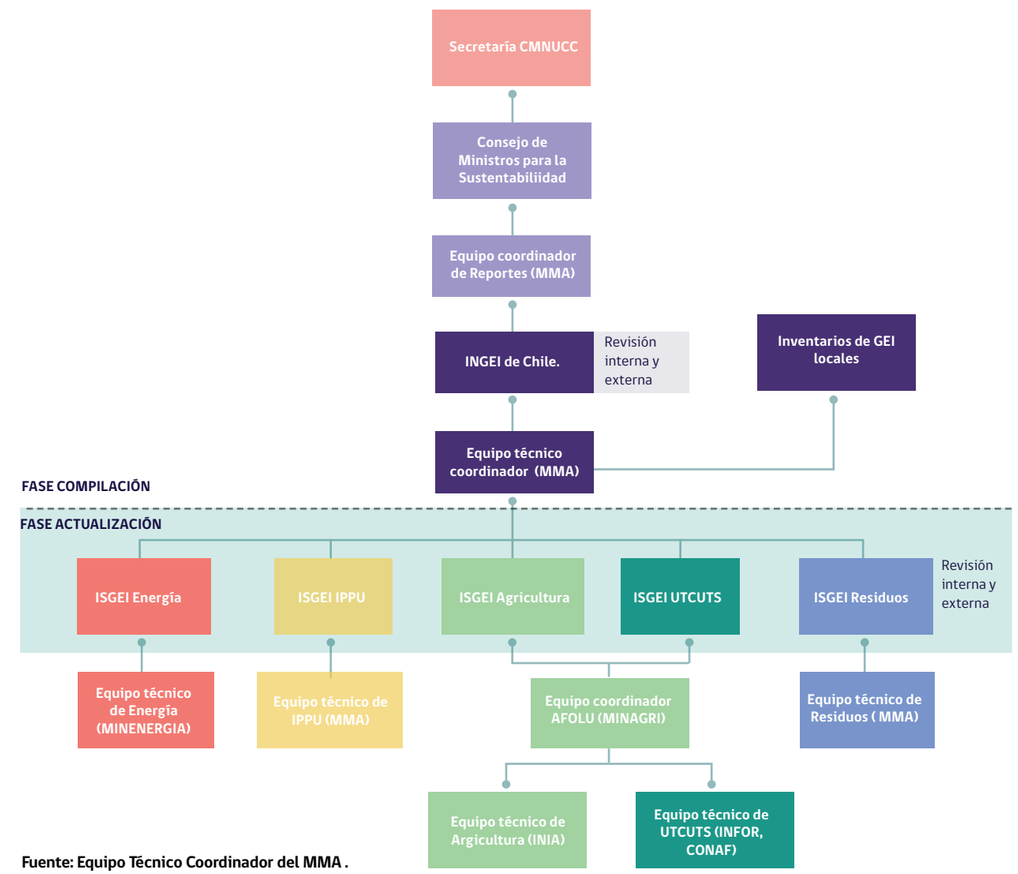
1.3 Proceso de actualización del INGEI de Chile

El proceso de elaboración del presente INGEI de Chile comenzó el primer semestre de 2019 y concluyó a mediados de 2020. Como se observa en la Figura 2, cada Equipo Técnico Sectorial elabora el inventario de GEI de su propio sector lo que implica el levantamiento de la información; el cálculo de las emisiones y absorciones de GEI; y la elaboración *del Informe del Inventario del Sector* (IIS) respectivo. Luego el Equipo Técnico Coordinador revisa y compila los ISGEI y desarrolla los temas transversales, para pasar a generar el *Informe del Inventario Nacional* (IIN). Enseguida cada Equipo Técnico Sectorial aprueba el IIN en su versión final. Adicionalmente el Equipo Técnico Coordinador elabora los inventarios regionales de GEI en función de la información provista por los equipos sectoriales.

Cabe mencionar que el INGEI anterior presentado en el IBA3 (INGEI3IBA) pasó por un exhaustivo proceso de garantía de la calidad para todos los sectores en el marco del trabajo realizado por la Red Latinoamericana de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (RedINGEI). Dicho proceso en conjunto con los comentarios levantados durante el proceso de Análisis y Consulta Internacional (ICA, por sus siglas en inglés) constituyen la base para orientar el proceso de actualización y priorizar las mejoras en el corto y largo plazo.

Por último, el INGEI de Chile se entrega al Equipo Coordinador de Reportes para su inclusión en el *Cuarto Informe Bienal de Actualización y en la Cuarta Comunicación Nacional*, en conjunto con los anexos y otra información relevante como las necesidades y apoyo recibido y entregado en materia de inventarios.

Figura 2-2. Proceso de actualización del INGEI de Chile.



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA .

1.4 Metodología y principales fuentes de información

Las estimaciones de los GEI y gases precursores del presente INGEI de Chile, serie 1990-2018, fueron realizadas en línea con las *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*[7] y aplicando el software del IPCC[8] en ciertas categorías; incluyendo el análisis de categorías principales, evaluación de la incertidumbre, evaluación de la exhaustividad y recálculos. Además, el INGEI de Chile ha sido elaborado cumpliendo los requisitos de información de las *Directrices de la Convención para la presentación de los informes bienales de actualización de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención*[9] *y de las Directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención*[10]. En el ANEXO 1 se presenta un resumen de los métodos y niveles aplicados en el INGEI de Chile.

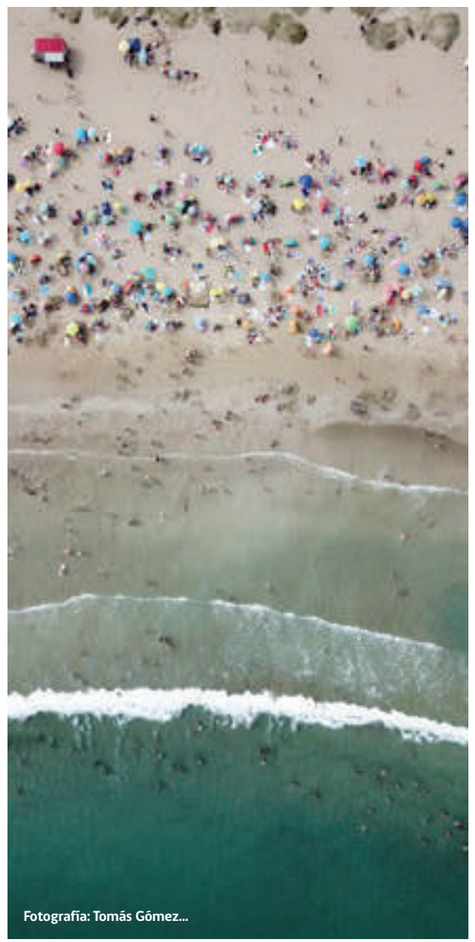
Tras estimar las emisiones y absorciones de cada uno de los GEI, y para el reporte de estos en forma agregada expresados en dióxido de carbono equivalente (CO_2 eq), se aplicaron los potenciales de calentamiento global (PCG) del *Cuarto Informe de Evaluación* (AR4) del IPCC. La Tabla 1 muestra los valores. Adicionalmente, y para cumplir con los requisitos de reporte, el país estima sus GEI considerando los PCG del *Segundo Informe de Evaluación* (SAR).

Tabla 2-1. Potenciales de calentamiento global usados en el INGEI de Chile.

GEI	PCG
CO_2	1
CH_4	25
N_2O	298
HFC-23	14.800
HFC-32	675
HFC-125	3.500
HFC-134a	1.430
HFC-143a	4.470
HFC-152a	124
HFC-227ea	3.220
HFC-236fa	9.810
HFC-245fa	1.030
HFC-365mfc	794
HFC-43-10mee	1.640
PFC-14	7.390
PFC-116	12.200
PFC-218	8.830
CF_4	7.390
SF_6	22.800

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA, en base a AR4.

Respecto a las principales fuentes de información, la Tabla 2 presenta las utilizadas para la actualización del presente INGEI de Chile. Es importante mencionar que la totalidad de los datos de actividad provienen de estadísticas nacionales, con el fin de representar de mejorar manera la realidad del país.



Fotografía: Tomás Gómez...

7. Recuperado de www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html

8. Recuperado de www.ipcc-nggip.iges.or.jp/software/index.html

9. Anexo de la Decisión 17/COP8. Recuperado de http://unfccc.int/resource/docs/spanish/cop8/cp807a02s.pdf

10. Anexo III de la Decisión 2/COP17. Recuperado de http://unfccc.int/resource/docs/2011/cop17/spa/09a01s.pdf

Tabla 2-2. Principales datos y fuentes de información sectoriales.

Sector	Principales datos	Fuentes
Energía	Consumo de combustible (en unidades energéticas). Producción de combustibles.	*Balance Nacional de Energía,* Ministerio de Energía.
IPPU	Producción por tipo de producto/proceso. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (gases fluorados).	Anuarios de empresas, comunicación directa con actores clave. Aduanas, cooperación con Área de Ozono del MMA.
Agricultura	Cabezas de ganado (vacuno, porcino, ovino, etc.), sistemas de confinamiento y manejo del estiércol. Uso de fertilizantes nitrogenados en tierras de cultivo. Superficie de cultivos por región, su productividad y destino de residuost	*Censos Agropecuarios* (MINAGRI) y estadística agrícola nacional Asociaciones gremiales.
UTCUTS	Superficie por usos de la tierra. Cosechas de trozas y cosechas de leña. Superficies de incendios. Superficies de frutales. Crecimiento y existencias de bosques. Densidad de la madera, factores de expansión. Carbono del suelo y hojarasca.	*Catastro vegetacional* (CONAF). Estadísticas forestales (INFOR). Estadísticas de incendios (CONAF). Censo Agropecuario y Boletines (ODEPA). *Inventario Forestal Nacional* (INFOR), Diversas fuentes de datos nacionales y valores por defecto (IPCC).
Residuos	Residuos sólidos de todo tipo y por sitio de disposición. Aguas servidas domiciliarias e industriales, por tipo de tratamiento.	Censos poblacionales, RETC, junto a estudios elaborados por el MMA. Informes de gestión (SISS), junto a estudios elaborados por el MMA.

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

Todos los factores de emisión por defecto provienen de las *Directrices del IPCC de 2006,* mientras que para la estimación de precursores provienen de la *Guía de inventarios de emisiones de contaminantes atmosféricos EMEP/AEMA 2016*. Destaca que la información más relevante del INGEI de Chile la generan las mismas instituciones a las cuales pertenecen los Equipos Técnicos Sectoriales, y en muchos casos son los mismos equipos los que están a cargo de su elaboración. Esto es una ventaja por la disponibilidad de los datos, el uso eficiente de los recursos y la comprensión de la historia detrás de las distintas tendencias de los datos nacionales y su relación con los GEI.

Para mayor detalle de la información, se alienta fuertemente al lector a revisar el *Informe del Inventario Nacional de GEI de Chile, serie 1990-2018,* documento incluido como anexo técnico del *Cuarto Informe Bienal de Actualización de Chile* presentado ante la CMNUCC.

Fotografía: Daniel Pineda.

1.5 Categorías principales

El concepto de categoría principal permite identificar las categorías que repercuten significativamente en los INGEI de un país en términos de nivel absoluto, tendencias e incertidumbre de las emisiones y absorciones de GEI. Por otra parte, la identificación de dichas categorías orienta la priorización del uso de los recursos disponibles para la mejora de los inventarios.

Las categorías principales del INGEI de Chile para 1990 y 2018 fueron identificadas de acuerdo con los criterios de nivel y tendencia (N, TD), aplicando el Método 1, que considera las emisiones y absorciones de forma absoluta y el Método 2, que considera además la incertidumbre. Las categorías principales del INGEI de Chile son también objeto de una documentación más detallada y un control de calidad más exhaustivo.

En la Tabla 3 se resumen las fuentes de emisión y sumideros identificados como categorías principales, mostrando con una «X» el o los criterios y métodos por los que se categorizan de esta forma. Algunas categorías cumplen con criterios tanto de nivel como de tendencia y con ambos métodos como es el caso de los sumideros y fuentes de emisión de *Tierras forestales que permanecen como tales*. Por otro lado hay fuentes de emisión que son categoría principal sólo por un criterio como es el caso de *Porcinos* por Nivel con Método 1.

Este resumen constituye la base para las discusiones con Equipos Técnicos Sectoriales sobre la calidad de las estimaciones y las posibles mejoras y la priorización de estas. Todo este análisis será parte esencial del futuro *Plan de mejora de continua del SNICHILE*, en el que se buscarán definir acciones y medios para mejorar la calidad de las estimaciones de GEI de Chile, mejorando a su vez la representación de las tendencias nacionales y los avances en materia de mitigación.

Tabla 2-3. Resumen de las categorías principales del INGEI de Chile, serie 1990-2018, de acuerdo con las evaluaciones de nivel y tendencia, usando los Métodos 1 y 2.

Código IPCC	Categoría IPCC	GEI	Criterio de Identificación					
			N1 1990	N1 2018	TD1	N2 1990	N2 2018	TD2
1.A.1	Industrias de la energía	CO_2	X	X	X	X	X	
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción	CO_2	X	X	X	X	X	X
1.A.3.a	Aviación civil	CO_2	X	X				
1.A.3.b	Transporte terrestre	CO_2	X	X	X	X	X	
1.A.3.d	Navegación marítima y fluvial	CO_2	X		X			
1.A.3.e	Otro tipo de transporte	CO_2		X				
1.A.4	Otros sectores	CO_2	X	X	X	X	X	
1.A.4	Otros sectores	CH_4				X	X	X
1.B.1	Combustibles sólidos	CH_4	X		X	X		X
1.B.2.a	Petróleo	CH_4	X		X	X		X
1.B.2.b	Gas natural	CH_4	X		X	X	X	X
2.A.1.	Producción de cemento	CO_2	X		X			
2.B.8.a.	Metanol	CO_2	X		X			
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado	HFC		X	X		X	X
2.F.2.	Agentes espumantes	HFC						X
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH_4	X	X	X	X		X
3.A.1.b.i.	Vacas carne	CH_4	X	X	X	X		X
3.A.1.b.ii.	Vaquillas	CH_4	X		X			
3.A.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	CH_4			X			
3.A.1.b.iv.	Jóvenes carne (novillo 1-2 años)	CH_4	X		X	X		X
3.A.1.b.v.	Terneros	CH_4	X		X			
3.A.2.	Ovinos	CH_4	X		X			

Código IPCC	Categoría IPCC	GEI	Criterio de Identificación					
			N1 1990	N1 2018	TD1	N2 1990	N2 2018	TD2
3.B.3.	Porcinos	CH_4		X				
3.D.1.a.	Fertilizante inorgánicos	N_2O	X	X	X	X	X	X
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N_2O	X	X	X	X	X	X
3.D.1.d.	Residuos de cosechas	N_2O				X	X	X
3.D.2.a.iii.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N_2O				X		X
3.D.2.b.iii.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N_2O						X
4.A.1.a.i.1.	Renovales	CO_2	X	X	X	X	X	X
4.A.1.a.i.2.	Planes de manejo (Ley Bosque nativo)	CO_2	X	X	X	X	X	X
4.A.1.a.i.3.	Parques y reservas nacionales	CO_2	X	X	X	X	X	X
4.A.1.a.ii.	Plantaciones forestales	CO_2	X	X	X	X	X	X
4.A.1.b.i.	Cosecha	CO_2	X	X	X	X	X	X
4.A.1.b.ii.	Leña	CO_2	X	X	X	X	X	X
4.A.1.b.iii.	Perturbaciones	CO_2	X	X	X	X	X	
4.A.1.c.	Tierras forestales con cambio de vegetación	CO_2	X	X	X	X	X	X
4.A.2.	Tierras convertidas en tierras forestales	CO_2	X	X	X	X	X	X
4.C.2.	Tierras convertidas en pastizales	CO_2	X	X	X	X	X	X
4.G.	Productos de madera recolectada	CO_2	X	X	X	X	X	X
5.A.	Sitios de disposición de residuos municipales	CH_4	X	X		X	X	
5.A.	Sitios de disposición de residuos industriales	CH_4			X		X	X
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	CH_4		X			X	

N1 1990: análisis de nivel 1990 Método 1; N1 2018: análisis de nivel 2018 Método 1; TD1: análisis de tendencia 1990-2018 Método 1; N2 1990: análisis de nivel 1990 Método 2; N2 2018: análisis de nivel 2018 Método 2; TD2: análisis de tendencia 1990-2018 Método 2.

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Fotografía: Tomás Gómez...

1.6 Evaluación general de la incertidumbre

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, las estimaciones de incertidumbre son parte esencial de un inventario de GEI. El análisis de la incertidumbre se debe considerar un medio para priorizar los esfuerzos nacionales destinados a aumentar la precisión y exactitud de los inventarios futuros y para guiar las decisiones sobre la elección metodológica.

Para el análisis de la incertidumbre del INGEI de Chile, el Equipo Técnico Coordinador compiló las incertidumbres de factores de emisión, datos de actividad y otros parámetros de estimación de cada ISGEI y desarrolló un análisis usando el Método 1: Propagación del error de las *Directrices del IPCC de 2006,* que estima la incertidumbre en las categorías individuales en todo el inventario, y en las tendencias entre un año de interés y el año de base. Cabe destacar que la incertidumbre de cada categoría individual se pondera por las emisiones o absorciones de esa categoría para conocer el aporte a la incertidumbre combinada total.

De acuerdo con este análisis el balance de emisiones y absorciones de GEI del país presenta una incertidumbre combinada de -86,5% y +86,8%. En términos generales, los sectores que más aportan a la incertidumbre (contribución a la varianza) del 2018, son el sector UTCUTS, seguido del sector Residuos, el sector Energía, luego el sector Agricultura y por último el sector IPPU. En general, la incertidumbre del INGEI de Chile se explica por la complejidad de la estimación del sector UTCUTS así como por el alto valor de las emisiones y absorciones de GEI de este sector en comparación con el total nacional; a esto se suma el uso de factores de emisión por defecto desde las *Directrices del IPCC de 2006* en sectores como Energía y Residuos.

1.7 Evaluación general de la exhaustividad

La exhaustividad significa que se han preparado estimaciones del INGEI para todas las categorías y gases. En el caso que esto no sea posible, los países deben enumerar todas las categorías y los gases de las categorías que se hayan excluido y proveer una justificación para dicha exclusión.

En general, el INGEI de Chile abarca todo el territorio nacional (continental, insular y antártico) e incluye emisiones y absorciones de GEI en una serie de tiempo completa que va desde 1990 a 2018. Los GEI incluidos son: CO_2, CH_4, N_2O, HFC, PFC y SF_6. Por otra parte, se incluyen los precursores CO, NO_x, COVDM y SO_2. Así mismo, el INGEI de Chile incluye casi la totalidad de categorías y subcategorías de fuente y sumidero que componen los sectores.

Las categorías que han sido excluidas, ya sea por falta de datos de actividad o por falta de metodologías apropiadas, se han reportado usando claves de notación[11] en todas las tablas de reporte de este documento. En línea con las buenas prácticas de las *Directrices del IPCC de 2006*, y para mayor transparencia, en el ANEXO 2 se listan las categorías identificadas como no estimadas (NE) y aquellas incluidas en otro lugar (IE), las cuales deberán ser priorizadas —dependiendo de un análisis de costo/beneficio— en INGEI futuros con el objeto de avanzar en la exhaustividad.

En conformidad con los requerimientos de la Convención y de las *Directrices del IPCC de 2006,* las emisiones de GEI generadas por el consumo de combustibles fósiles para el transporte internacional aéreo y marítimo, y las emisiones de CO_2 de la biomasa quemada con fines energéticos han sido cuantificadas y reportadas como *Partidas informativas*, pero no se incluyeron en el balance de emisiones y absorciones de GEI del país.

Fotografía: Verónica Maldonado.

11. Las claves de notación son: NE = No estimada; IE = Incluida en otro lugar; C = Confidencial; NA = No aplica; NO = No ocurre.

Fotografía: Felipe Díaz

2. TENDENCIA NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

En 2018, las emisiones netas[12] a nivel nacional y por tipo de GEI fueron las siguientes: las emisiones de CO_2 contabilizaron 23.007 kt; las emisiones de CH_4 contabilizaron 595 kt y las emisiones de N_2O contabilizaron 22 kt . En el caso de los gases fluorados, las emisiones de HFC contabilizaron 3.830 kt CO_2 eq; las emisiones de PFC fueron de 0,8 kt CO_2 eq; y las emisiones de SF_6 de 111 kt CO_2 eq (Tabla 4).

Respecto a los gases precursores, en 2018 las emisiones en todo el país fueron las siguientes: el NO_x contabilizó 302 kt; el CO contabilizó 992 kt; los compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM) contabilizaron 407 kt; y por último, el SO_2 contabilizó 364 kt (Tabla 4).

12. En el presente informe, el término «emisiones netas» refiere a la sumatoria de las emisiones y absorciones de GEI, también se entenderá como «balance de GEI»

Tabla 2-4. INGEI de Chile: emisiones antropógenas por las fuentes y absorción antropógena por los sumideros de todos los GEI no controlados por el Protocolo de Montreal y los precursores de los GEI (kt), 2018.

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO_2 neto	CH_4	N_2O	HFC	PFC	SF_6	NOx	CO	CVDM	SO_2
	(kt)			Equivalentes de CO_2 (kt)			(kt)			
Todas las emisiones y las absorciones nacionales	23.007,1	595,0	21,8	3.829,8	0,8	111,4	302,2	992,2	406,7	364,0
1. Energía	84.141,9	71,9	3,4				288,7	838,3	278,5	362,3
1.A. Actividades de quema de combustible (método sectorial)	84.139,0	32,8	3,4				286,6	821,4	273,1	362,3
1.A.1. Industrias de la energía	33.563,4	1,1	0,5				99,7	49,3	0,8	115,5
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	15.425,9	3,7	0,5				100,0	162,1	77,9	89,6
1.A.3. Transporte	27.857,9	5,8	2,1				67,1	319,0	150,7	119,5
1.A.4. Otros sectores	7.287,7	22,2	0,3				19,7	291,0	43,8	37,6
1.A.5. No especificado	4,1	0,0	0,0				NE	NE	NE	NE
1.B. Emisiones fugitivas de combustibles	2,9	39,1	0,0				2,1	16,9	5,4	NA, NE
1.B.1. Combustibles sólidos	NA, NE	3,7	NA				NA	NA	1,1	NA
1.B.2. Petróleo y gas natural	2,9	35,4	0,0				2,1	16,9	4,3	NE
1.B.3. Otras emisiones provenientes de la producción de energía	NO	NO	NO				NO	NO	NO	NO
1.C. Transporte y almacenamiento de CO_2	NO						NO	NO	NO	NO
1.C.1. Transporte de CO_2	NO						NO	NO	NO	NO
1.C.2. Inyección y almacenamiento	NO						NO	NO	NO	NO
1.C.3. Otros	NO						NO	NO	NO	NO
2. Procesos industriales y uso de productos	2.559,0	1,4	0,3	3.829,8	0,8	111,4	5,6	NE, NO, NA	0,1	1,6
2.A. Industria de los minerales	1.515,2						NE	NE	NE	NE
2.B. Industria química	402,0	1,4	0,3	NO			5,6	NE	NO	1,6
2.C. Industria de los metales	519,2	IE, NO			NO	NO	NE, NO	NE, NO	0,1	NE, NO
2.D. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	122,7						NE	NE	NE	NE
2.E. Industria electrónica				NO						
2.F. Uso de productos como sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono				3.829,8	0,8					
2.G. Manufactura y utilización de otros productos			0,0		NO, NA	111,4	NE	NE	NE	NE
2.H. Otros							NA	NA	NA	NA
3. Agricultura	440,8	255,2	16,7				4,1	35,8	112,6	
3.A. Fermentación entérica		198,8								
3.B. Gestión del estiércol		49,4	0,9						8,8	
3.C. Cultivo del arroz		5,9					IE		NE	
3.D. Suelos agrícolas			15,8				3,1		103,8	
3.E. Quema prescrita de sabanas	NO									
3.F. Quema de residuos agrícola en el campo		1,1	0,0				1,0	35,8		
3.G. Encalado	75,1									
3.H. Aplicación de urea	365,7									
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono	NO									
3.J. Otros	NO		NO							
4. Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	-64.184,6	4,6	0,3				3,0	106,0		
4.A. Tierras forestales	-61.532,2	4,5	0,3				2,9	103,1		
4.B. Tierras de cultivo	994,4	0,0	0,0				0,0	0,6		
4.C. Pastizales	3.303,5	0,1	0,0				0,1	2,3		
4.D. Humedales	3,6									
4.E. Asentamientos	274,0									
4.F. Otras tierras	305,7	NO	NO				NO	NO		
4.G. Productos de madera recolectada	- 7.533,7									
4.H. Otros (sírvase especificar)										
5. Residuos	50,0	261,9	1,2				0,7	12,1	15,5	0,0
5.A. Disposición de residuos sólidos		187,7							15,4	
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos		1,6	0,1						NE	
5.C. Incineración y quema abierta de residuos	50,0	1,4	0,0				0,7	12,1		0,0
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales		71,2	1,1						0,1	
5.E. Otros										
Anx. Partidas informativas										
Anx.1. Tanque internacional	2.663,5	0,1	0,1				3,1	27,4	1,2	25,3
Anx.1.a. Aviación internacional	1.783,4	0,0	0,0				1,1	5,8	0,5	7,7
Anx.1.b. Navegación internacional	880,1	0,1	0,0				2,0	21,6	0,7	17,5
Anx.2. Operaciones multilaterales	IE	IE	IE				IE	IE	IE	IE
Anx.3. Emisiones de CO_2 de la biomasa	22.086,3									

Los valores 0,0 corresponden a cantidades menores a 0,05; C = Confidencial; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre; Celda gris= No aplica

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

Junto con la información de 2018 presentada en la (Tabla 4), y para dar cumplimiento a los requerimientos de información de las Directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención, en el ANEXO 3 se incluyen las tablas con emisiones y absorciones de GEI del país para 1990, 1994, 2000, 2010, 2013, 2016 y 2018. Además, en el ANEXO 4 se reportan los GEI para toda la serie temporal en un nivel que permita al lector comprender todas las figuras de las siguientes secciones de este informe.

2.1 Tendencias de las emisiones y absorciones de GEI agregadas

En 2018, el balance de GEI[13] de Chile contabilizó 48.321 kt CO_2 eq, incrementándose en un 542% desde 1990 y en un 36% desde 2016 (Tabla 5) por sector, serie 1990-2018). Los principales causantes de la tendencia del balance de GEI (Figura 3) son las emisiones de CO_2 generadas por la quema de combustibles fósiles (contabilizadas en el sector Energía) y las absorciones de CO_2 de las tierras forestales (contabilizadas en el sector UTCUTS); los valores observados que escapan de la tendencia del balance de GEI (en 1998, 2002, 2007, 2012, 2015 y especialmente 2017) son consecuencias, principalmente, de las emisiones de GEI generadas por incendios forestales (contabilizadas en el sector UTCUTS) y cambios en la participación de los principales energéticos consumidos en el país (diésel, gasolina, gas natural y carbón).

Tabla 2-5. INGEI de Chile: emisiones y absorciones de GEI (kt CO_2 eq) por sector, serie 1990-2018.

Sector	1990	2000	2010	2013	2016	2017	2018
1. Energía	33.631,4	51.746,4	66.607,7	79.901,3	86.191,0	86.896,1	86.954,3
2. IPPU	2.224,2	4.803,6	4.279,6	5.084,5	5.977,1	6.079,8	6.611,3
3. Agricultura	11.834,8	13.708,9	12.921,1	12.597,4	11.881,3	11.724,0	11.789,4
4. UTCUTS	- 60.152,6	-73.364,3	- 76.966,4	-77.561,5	-74.697,9	- 11.710,3	- 63.991,9
5. Residuos	1.519,0	2.742,6	4.133,6	5.095,1	6.106,6	6.515,7	6.957,6
Balance	-10.943,1	-362,9	10.975,6	25.116,9	35.458,2	99.505,3	48.320,7
Total	49.209,5	73.001,4	87.942,1	102.678,4	110.156,0	111.215,6	112.312,6

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

Fotografía: Daniel Pineda.

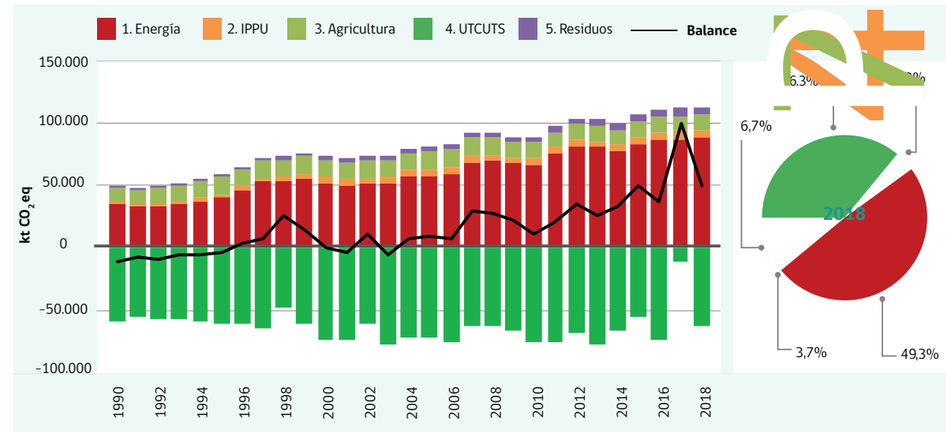
13. El término «balance de GEI» o «emisiones netas» refiere a la sumatoria de las emisiones y absorciones de GEI, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO_2eq). Este término incluye al sector UTCUTS en su totalidad.

Es importante indicar que el balance de GEI del 2017 escapa de la tendencia, alcanzando 99.505 kt CO_2 eq, lo que corresponde a un incremento de 181% respecto al balance del 2016. Este incremento se debe a los grandes incendios que afectaron la zona centro y sur del país durante esa temporada, los que alcanzaron a afectar cerca de 570.000 ha de tierras forestales, cultivos y pastizales principalmente. Sólo los incendios en tierras forestales del 2017 contabilizaron 57.406 kt CO_2 eq, lo que equivale a más de lo que emitieron el transporte terrestre y la generación eléctrica en suma durante el mismo año.

Por otra parte, en 2018, las emisiones de GEI[14] totales del país contabilizaron 112.313 kt CO_2 eq, incrementándose en un 128% desde 1990 y en un 2% desde 2016 (Tabla 5). Los principales causantes de la tendencia en las emisiones de GEI totales (Figura 4) son las emisiones de CO_2 generadas por la quema de combustibles fósiles para la generación eléctrica y el transporte terrestre (contabilizadas en el sector Energía), las emisiones de CH_4 generadas por el ganado (fermentación entérica y manejo del estiércol) y las emisiones de N_2O generadas por la aplicación de nitrógeno en los suelos agrícolas (las últimas dos contabilizadas en el sector Agricultura).

Respecto a la participación en 2018 de cada sector en el balance de GEI en términos absolutos[15] (Figura 3), el sector Energía representó un 49%, seguido del sector UTCUTS (-36%), del sector Agricultura (7%), del sector Residuos (4%), y por último del sector IPPU (4%).

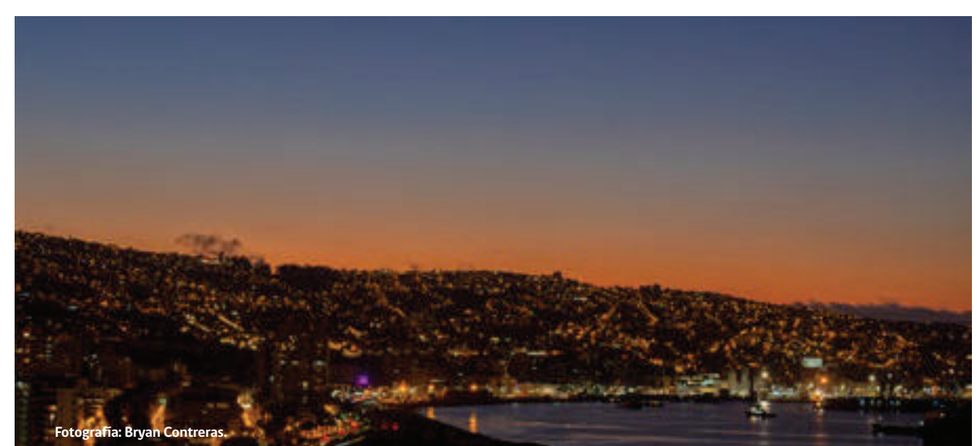
Figura 2-3. INGEI de Chile: balance de GEI (kt CO_2 eq) por sector, serie 1990-2018.



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

14. En el presente informe, el término «emisiones de GEI totales» refiere solo a la sumatoria de las emisiones de GEI nacionales, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO_2eq). Este término excluye las fuentes de emisiones y sumideros de absorción del sector UTCUTS.

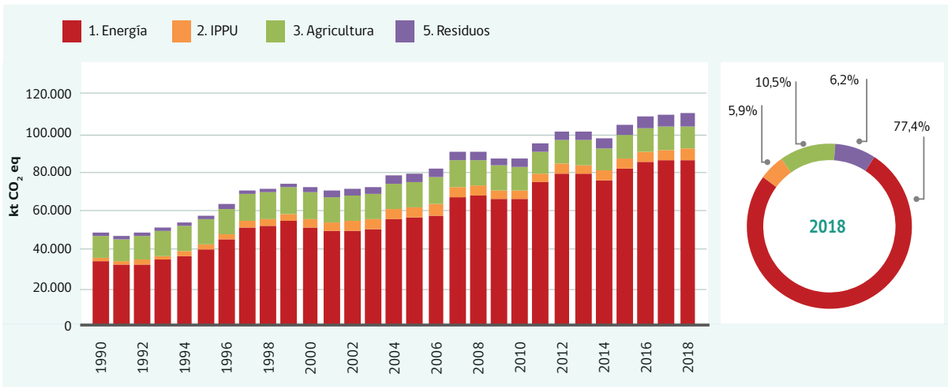
15. En el presente informe, el término «absoluto» refiere a la magnitud del valor. Su finalidad es comparar las magnitudes entre emisiones y absorciones de GEI. En este sentido, los valores que correspondan a absorciones se acompañaran de un signo negativo para representar su calidad de sumidero.



Fotografía: Bryan Contreras.

Respecto a la participación de cada sector en las emisiones de GEI totales del país (Figura 4), el sector Energía representó un 77%, seguido del sector Agricultura (11%), del sector Residuos (6%), y finalmente del sector IPPU (6%). Esto muestra que, tanto en el balance de GEI como en las emisiones totales, el sector Energía es el de mayor relevancia.

Figura 2-4. INGEI de Chile: emisiones de GEI totales (kt CO_2 eq) por sector, serie 1990-2018.



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

Fotografía: Sergio Muñoz De la Parra....

2.2 Tendencias de las emisiones por GEI

La tendencia de las emisiones y absorciones del país por cada GEI varía según se incluyan o no las fuentes y los sumideros del sector UTCUTS, ya que su inclusión genera un balance entre emisiones y absorciones de GEI, especialmente del CO_2 (Tabla 6).

Tabla 2-6. INGEI de Chile: emisiones y absorciones de GEI (kt CO_2 eq) por gas, serie 1990-2018.

GEI	1990	2000	2010	2013	2016	2017	2018
CO_2 (incl. UTCUTS)	- 28.127,6	- 20.137,9	- 10.085,0	2.637,3	11.599,7	72.684,4	23.007,1
CO_2 (excl. UTCUTS)	32.252,8	53.317,9	67.152,5	80.260,6	86.507,2	87.003,0	87.191,7
CH_4 (incl. UTCUTS)	11.664,5	13.089,0	13.111,2	13.879,6	14.340,8	15.947,8	14.874,6
CH_4 (excl. UTCUTS)	11.527,6	13.034,0	12.948,5	13.842,6	14.214,8	14.376,9	14.758,9
N_2O (incl. UTCUTS)	5.502,7	6.497,8	6.605,3	6.464,8	6.451,7	7.480,0	6.496,9
N_2O (excl. UTCUTS)	5.412,0	6.461,2	6.497,0	6.440,0	6.368,0	6.442,6	6.419,9
Gases fluorados	17,2	188,2	1.344,1	2.135,2	3.066,0	3.393,1	3.942,0
HFC	0,0	144,4	1.245,6	2.057,7	2.978,2	3.285,9	3.829,8
PFC	NO	NO	0,2	0,2	1,0	0,9	0,8
SF_6	17,1	43,8	98,3	77,3	86,8	106,4	111,4
Balance	-10.943,1	-362,9	10.975,6	25.116,9	35.458,2	99.505,3	48.320,7
Total	49.209,5	73.001,4	87.942,1	102.678,4	110.156,0	111.215,6	112.312,6

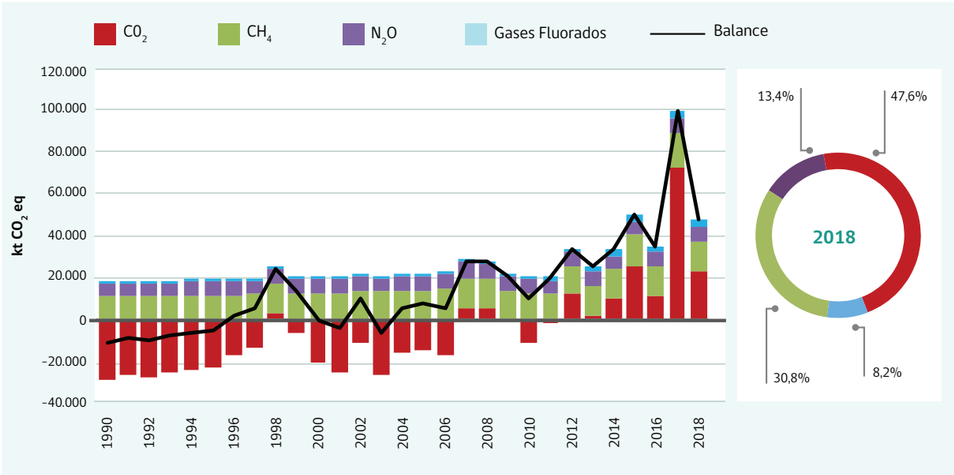
NO: No ocurre

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

En 2018, el balance de GEI de Chile estuvo dominado por el CO_2, representando un 48%, seguido del CH_4 con un 31%, del N_2O con un 13% y los gases fluorados que contabilizaron colectivamente el 8% restante (Figura 5). Es evidente que el CO_2 es el GEI que mueve la tendencia, como demuestran los picos (años 1998, 2002, 2007, 2012, 2015 y 2017) y los valles (2002, 2004 y 2010) de la serie. Llama la atención como el balance del CO_2 es favorable a la absorción para los primeros años de la serie (1990-1997) y para parte del periodo entre 2000 y 2002. Esto se debe a la absorción de las tierras forestales (en bosque nativo y plantaciones forestales) y al mayor uso de gas natural para la generación eléctrica en comparación con otros combustibles fósiles, como el carbón en particular, cuya emisión por unidad energética (kg CO_2/TJ) es mayor.

Fotografía: Daniel Pineda.

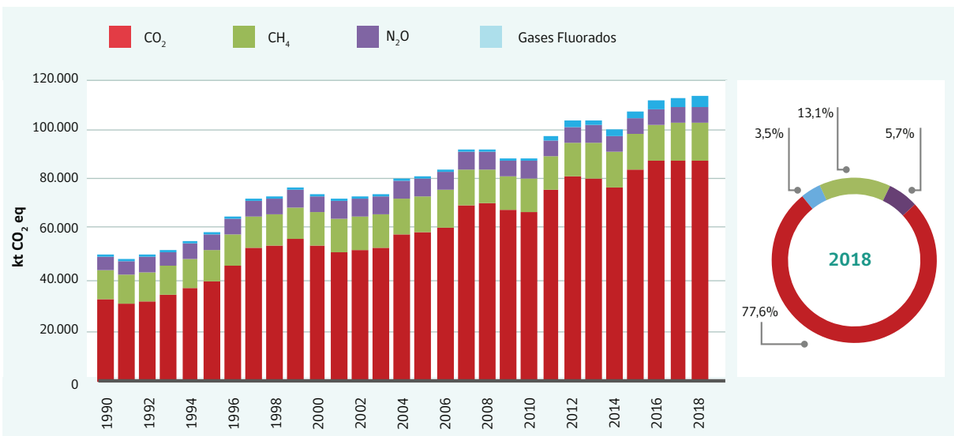
Figura 2-5. INGEI de Chile: balance de GEI (kt CO_2 eq) por gas, serie 1990-2018.



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

En 2018, las emisiones de GEI totales estuvieron dominadas por el CO_2, representando un 78%, seguido del CH_4 con un 13%, del N_2O con un 6% y de los gases fluorados que contabilizan colectivamente un 3T% (Figura 6) por gas, serie 1990-2018

Figura 2-6. INGEI de Chile: emisiones de GEI total (kt CO_2 eq) por gas, serie 1990-2018.



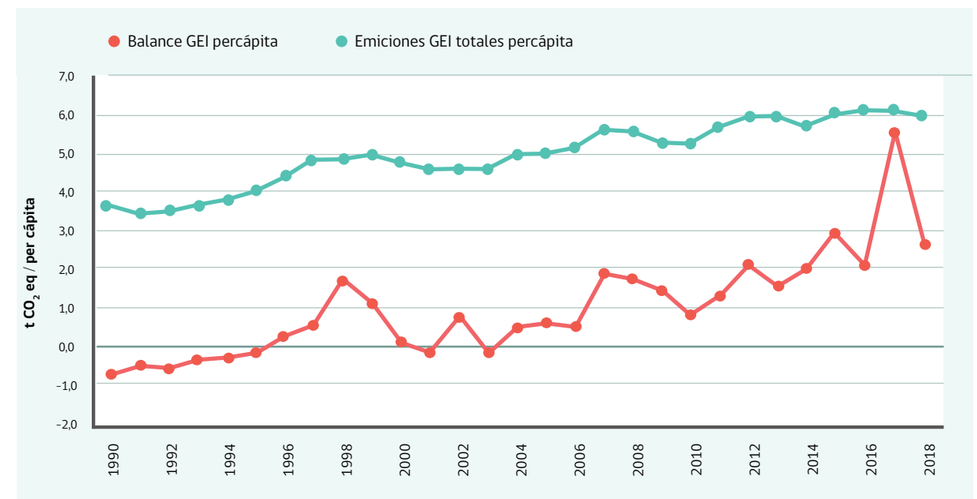
Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

2.3 Indicadores de intensidad de GEI

Para el país es importante gestionar la información del INGEI de Chile con el objetivo de comprender la evolución de las emisiones de GEI en un contexto amplio. Para ello, se han definido indicadores de intensidad que relacionan el balance de GEI y las emisiones totales de GEI con la población (per cápita). La población corresponde a estadísticas del INE en base a censos 1992, 2002 y 2017; y la proyección poblacional.

En 2018, el indicador balance de GEI per cápita fue de 2,6 t CO_2 eq per cápita, incrementándose en un 413% desde 1990 y en un 32% desde 2016. La variación interanual observada, con máximas en 1998 y 2017, se debe principalmente a la influencia de los incendios forestales en el balance de GEI del país. Por otro lado, el indicador emisiones de GEI totales per cápita (excluyendo el sector *UTCUTS*) fue de 6,0 t CO_2 eq per cápita, incrementándose en un 62% desde 1990, y disminuyendo en un 1 % desde 2016; la tendencia se ve influenciada por las emisiones del sector Energía que domina las emisiones de GEI totales del país (Figura 7).

Figura 2-7. INGEI de Chile: balance de GEI per cápita y emisiones de GEI totales per cápita (t CO_2 eq per cápita), serie 1990-2018.



Fuente: elaboración propia del Equipo Técnico Coordinador del MMA con base en Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

Fotografía: Daniel Pineda

Adicionalmente, y con el fin de tener una idea de cómo el país avanza de cara a la implementación de sus compromisos en materia de mitigación, se contempla el siguiente resumen (Tabla 7), con los principales indicadores relacionados con la NDC presentada en marzo de 2020.

Tabla 2-7. INGEI de Chile: indicadores de interés.

Indicador	INGEI4IBA
Emisiones acumuladas 2008-2018 (Mt CO_2eq)	1.108
Emisiones anuales promedio	101
Máximo de emisiones actual (Mt CO_2eq)	112
Variación c/r 2016	2%
Variación c/r nivel esperado al 2030 (95 MtCO_2eq)	18%

Fuente: elaboración propia del Equipo Técnico Coordinador del MMA.

Si bien las emisiones totales no han detenido su incremento y no han alcanzado un máximo, se aprecia un debilitamiento en el incremento porcentual de estas durante los últimos años (2016-2018). Esto se explica, principalmente, por la disminución en el consumo de carbón para la generación eléctrica (Figura 10), principal fuente de emisión de GEI del país.

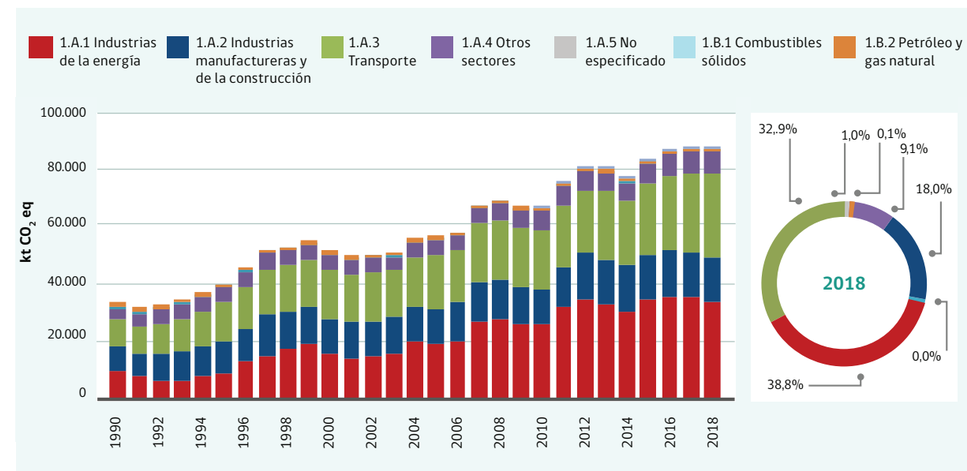
Fotografía: Verónica Maldonado.

3. SECTOR ENERGÍA

3.1 Panorama general.

El sector Energía, que incluye el consumo de combustibles fósiles en el país y sus emisiones fugitivas asociadas, es el principal sector emisor de GEI del país con un 49% del balance de GEI en 2018. En este año, sus emisiones alcanzaron las 86.954 kt CO_2 eq, incrementándose en un 159 % desde 1990 y en un 1 % desde 2016. El principal causante de la tendencia es el aumento sostenido de consumo energético del país, incluyendo el consumo de carbón mineral y gas natural para la generación eléctrica (incluido dentro de la subcategoría *Industria de la energía*); y el consumo de combustibles líquidos para transporte terrestre (incluido dentro de la subcategoría *Transporte*), mayormente diésel y gasolina (Figura 8). Es importante destacar que posterior al 2016, las emisiones se mantienen estables debido a, por una parte, la disminución en el consumo de carbón para la generación eléctrica y al ingreso de nuevas fuentes de energía renovable (solar, eólica, geotérmica) así como también el ingreso de nuevas plantas de gas natural; y por otra parte, al crecimiento en el consumo de gasolina y diésel en el transporte terrestre, que ha sostenido su crecimiento al igual que en los últimos años.

Figura 2-8: Sector Energía: emisionesde GEI (kt CO2eq) por subcategoría, serie 1990-2018.



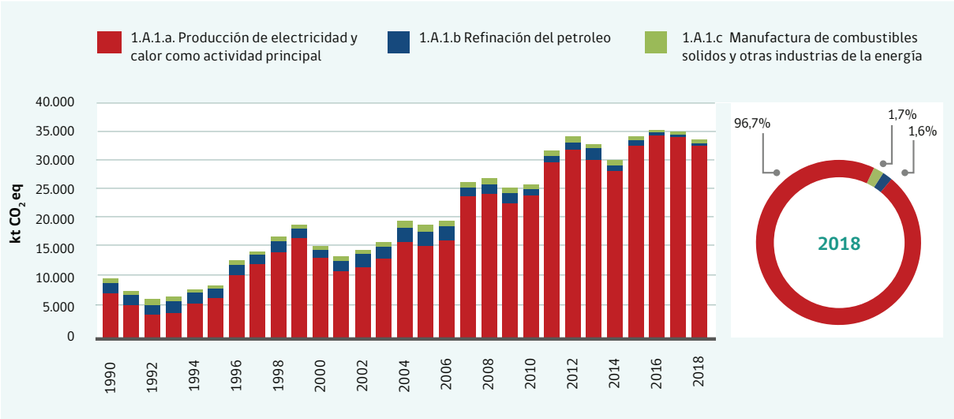
Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA.

Industrias de la energía (1.A.1.)

La subcategoría *Industrias de la energía* -que contabiliza las emisiones generadas por la quema de combustibles debido a las industrias de producción energética y de extracción de combustibles- es la principal emisora del sector Energía y, a su vez, es la principal fuente de emisiones a nivel nacional. En 2018, sus emisiones contabilizaron 33.746 kt CO_2 eq, incrementándose en un 260 % desde 1990 y disminuyendo en un 5 % desde 2016 (Figura 9).

Fotografía: Daniel Pineda.

Figura 2-9. Industrias de la energía: emisiones de GEI (kt CO_2 eq) por componente, serie 1990-2018.



Fuente: Equipo Técnico de Energía de MINENERGIA.

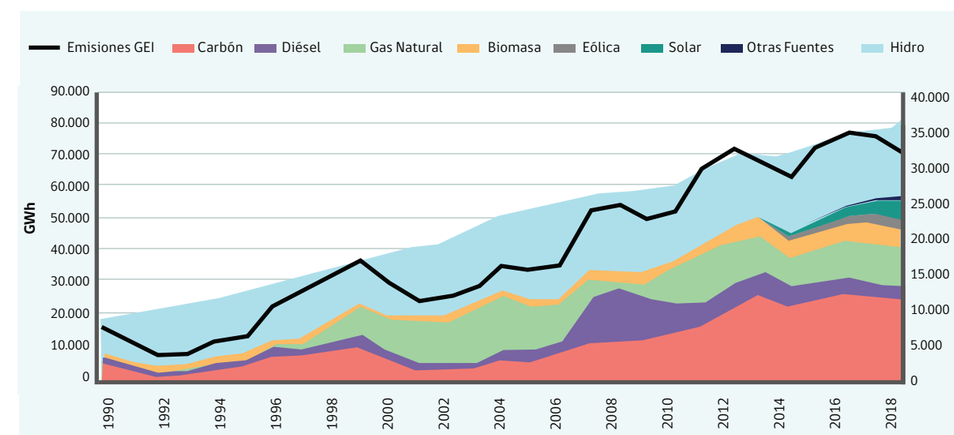
Producción de electricidad y calor como actividad principal (1.A.1.a.)

La componente *Producción de electricidad y calor como actividad principal (1.A.1.a.)* considera las emisiones de la generación eléctrica, excluyendo a la autoproducción. Al 2018 esta componente contabiliza 32.648 kt CO_2 eq, siendo la principal fuente de emisiones a nivel nacional (29% de las emisiones totales nacionales). Al analizar las emisiones de GEI comparándolas con las curvas de generación eléctrica *(GWh)* de distintas fuentes (Figura 10), se aprecia que los máximos de emisión se presentan cuando decrece la generación por fuente hídrica y aumenta el consumo de diésel y especialmente carbón, como se observa en 1999, 2008-2013 y 2015-2017. Situación contraria ocurre en los períodos 1990-1992, 2005-2006 y en 2014 donde se ve el aumento de la fuente hídrica y una disminución en la tendencia de crecimiento de las emisiones de la componente. Asimismo, desde 2007 se aprecia cómo la drástica disminución en la oferta de gas natural, acompañado de una menor disponibilidad hídrica debido a las sequías, produce un aumento en el consumo de diésel y carbón, lo que incrementa a su vez las emisiones de GEI, retomando la tendencia al alza observada entre 1990 y 1998. Para los últimos años de la serie, se ve cómo aumenta hasta el 2016 por el mayor uso de carbón, para luego decaer en el 2018, debido principalmente al incremento en la participación de las fuentes ERNC (solar, eólica, mini hidro y geotermia) junto con el retorno del gas natural para la generación eléctrica. Además, es posible apreciar como el diésel va disminuyendo cada vez más su participación, motivado por un alto precio frente a otras alternativas fósiles (como el gas natural).

Fotografía: Verónica Maldonado

Fotografía: Daniel Pineda

Figura 2-10. Producción de electricidad y calor como actividad principal: generación eléctrica por tipo de fuente (GWh) y emisiones de GEI (kt CO_2 eq), serie 1990-2018.



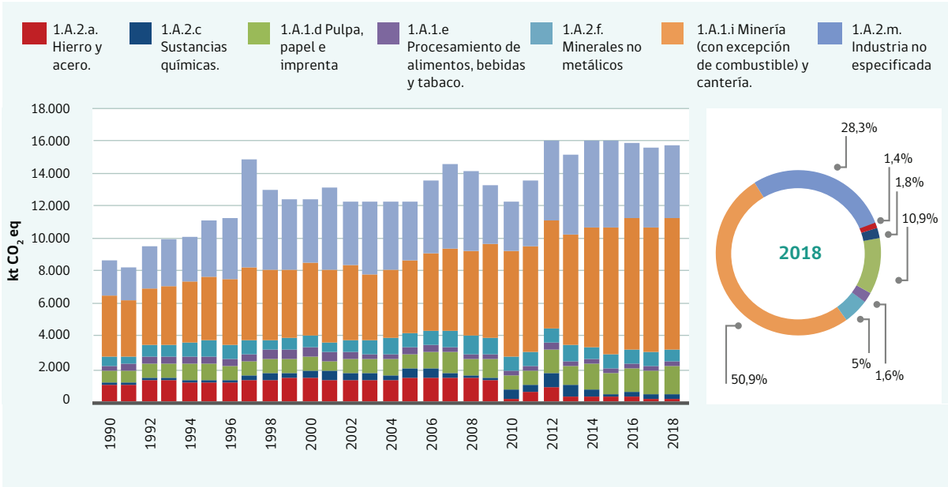
Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA.

Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2.)

Esta subcategoría incluye las emisiones de GEI generadas por la quema de combustibles fósiles en la industria, incluyendo la quema para autogeneración de electricidad y calor para el uso propio de estas industrias además del transporte dentro de las faenas.

En 2018, las emisiones de GEI contabilizaron 15.673 kt CO_2 eq, incrementándose en un 82 % desde 1990, y disminuyendo en un 2 % desde 2016. Las principales causantes de las variaciones interanuales se deben al crecimiento constante de la minería del cobre, la baja actividad de algunas industrias por la competencia internacional y los costos de producción (como la industria del azúcar y la siderurgia), que a su vez inciden en el consumo de energéticos.

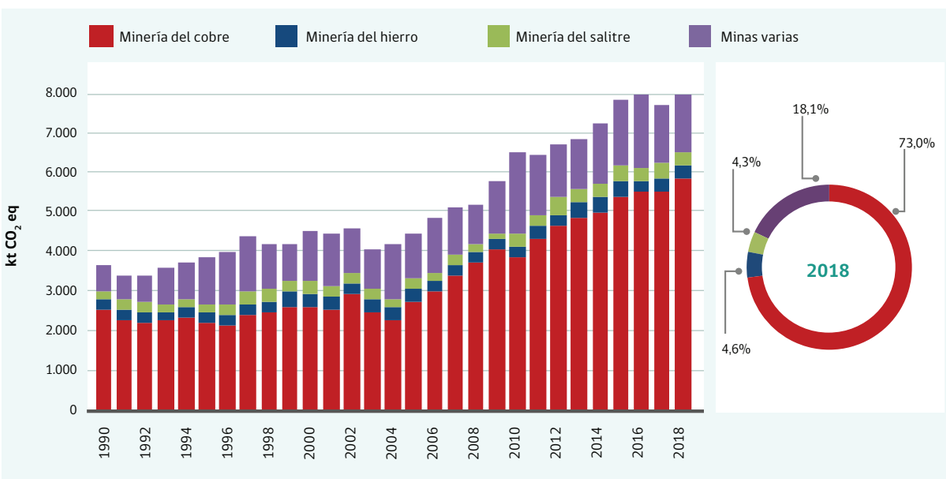
Figura 2-11 Industrias manufactureras y de la construcción: emisiones de GEI (kt CO_2 eq) por componente, serie 1990-2018.



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA.

En el caso de *Minería y cantería* (que representa más del 50 % de las emisiones de esta subcategoría, y un 7 % de las emisiones totales nacionales), las emisiones de GEI contabilizaron 7.981 kt CO_2 eq, incrementándose en un 117 % desde 1990 y un 0,1 % desde 2016, debido principalmente al crecimiento sostenido de la extracción del cobre, impulsado por el aumento de demanda internacional de dicha materia prima.

Figura 2-12. Minería (con excepción de combustibles) y cantería: emisiones de GEI (kt CO_2 eq) por subcomponente, serie 1990-2018 .



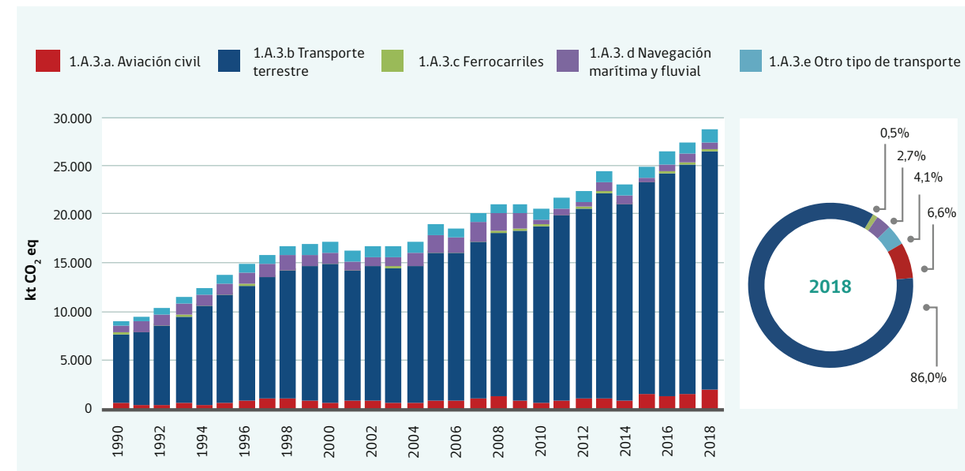
Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA.

Transporte (1.A.3.), Transporte terrestre

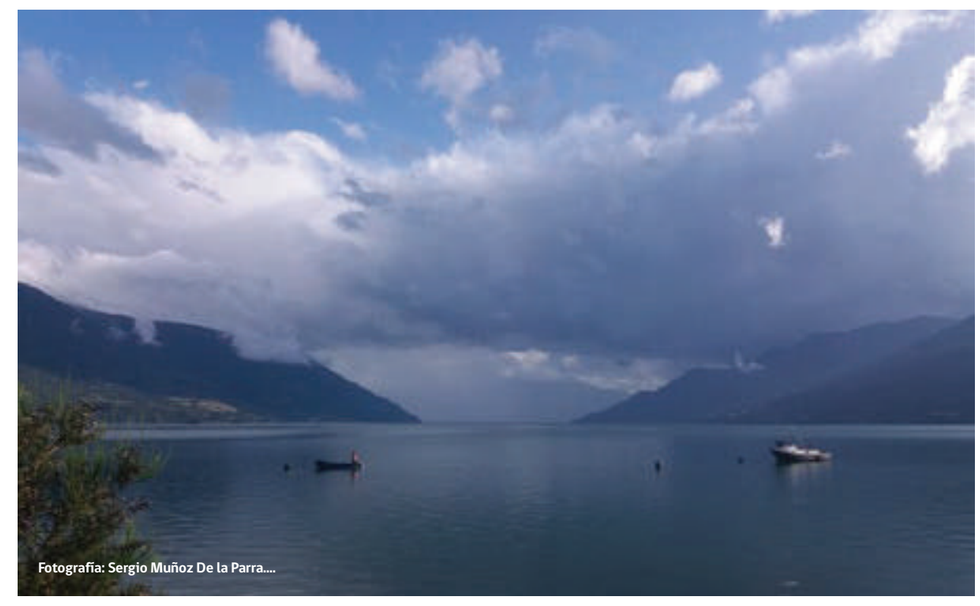
Esta subcategoría incluye las emisiones de GEI generadas por la quema de combustibles fósiles en todas las actividades del transporte nacional (aéreo, terrestre, ferrocarriles, navegación y otros), excluyendo el transporte militar y el transporte internacional (marítimo y aéreo), que no se suman al total nacional, pero se reportan por separado como Partidas informativas, más adelante.

En 2018, las emisiones de GEI contabilizaron 28.615 kt CO_2 eq, incrementándose en un 215 % desde 1990 y en un 8 % desde 2016 (Figura 13) por componente, serie 1990-2018.), debido al crecimiento del parque automotriz nacional inducido por la expansión de la población, el mayor poder adquisitivo y el mejoramiento de la infraestructura vial en el país.

Figura 2-13. Transporte: emisiones de GEI (kt CO_2 eq) por componente, serie 1990-2018.



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA.

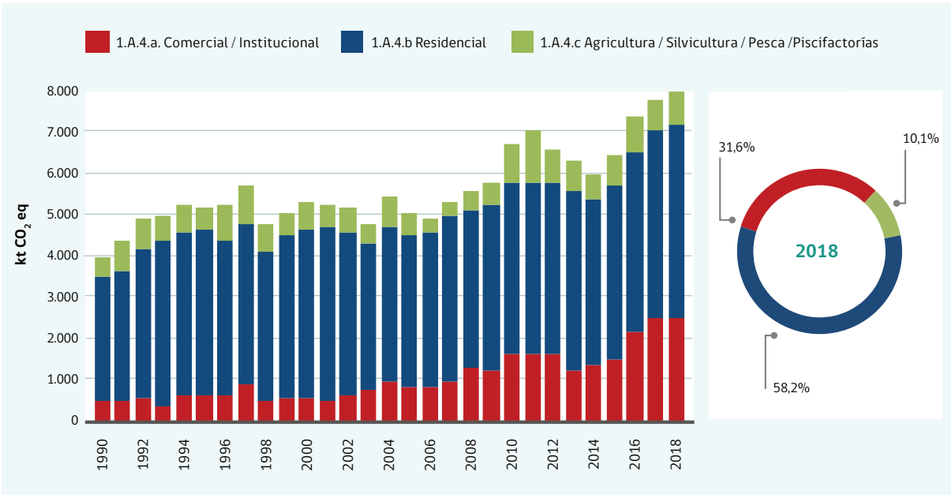


Otros sectores (1.A.4.)

Esta subcategoría incluye las emisiones de GEI generadas por la quema de combustibles fósiles en edificios comerciales e institucionales, en los hogares y en actividades relacionadas con la agricultura, la silvicultura, la pesca y la industria pesquera.

En 2018, las emisiones de GEI contabilizaron 7.936 kt CO_2 eq, incrementándose en un 98 % desde 1990 y en un 8 % desde 2016, debido principalmente al aumento del sector *Comercial/institucional* dadas las mejores condiciones económicas del país y a los cambios en los tipos de energéticos utilizados en cada componente.

Figura 2-14. Otros sectores: emisiones de GEI (kt CO_2 eq) por componente, serie 1990-2018.



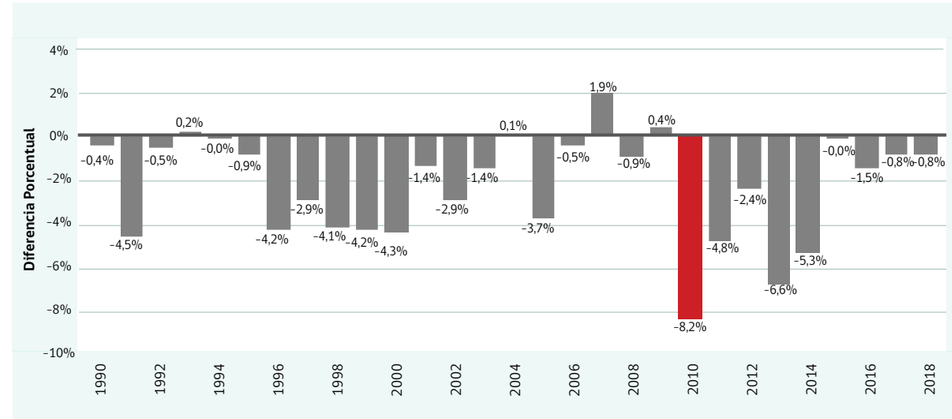
Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA.

3.1.1 Comparación entre el Método de referencia y el Método sectorial

La comparación de los resultados de las emisiones de CO_2 obtenidos con el *Método de referencia* y el *Método sectorial* permite verificar la validez de los cálculos realizados. El *Método de referencia* usa los valores totales de la estadística nacional de energía, mientras que el *Método sectorial* usa valores parcializados acotados a cada categoría que en su conjunto suman el total nacional del sector Energía.

En la Figura 15 se observa la diferencia porcentual entre el *Método de referencia y el Método sectorial* para la serie 1990-2018. El promedio de los absolutos de estas variaciones es de 2,5 % con un máximo absoluto de 8,3 % en el 2010. Por otro lado, el 2004 presenta la menor diferencia, menos del 0,02 %. Para los casos en que la diferencia es mayor al 5 %, se debe principalmente a las correcciones históricas realizadas por casos particulares en cada uno de esos años, los cuales no se ven reflejado en el método de referencia, el cual utiliza directamente los datos del BNE. Las diferencias para el resto de la serie se deben a diversas consideraciones en el uso final y de transformación de combustibles como el carbón, el gas natural, la biomasa y el biogás.

Figura 2-15. Actividades de quema de combustible: diferencia porcentual entre las emisiones de CO_2 del Método sectorial y el Método de referencia, serie 1990-2018.



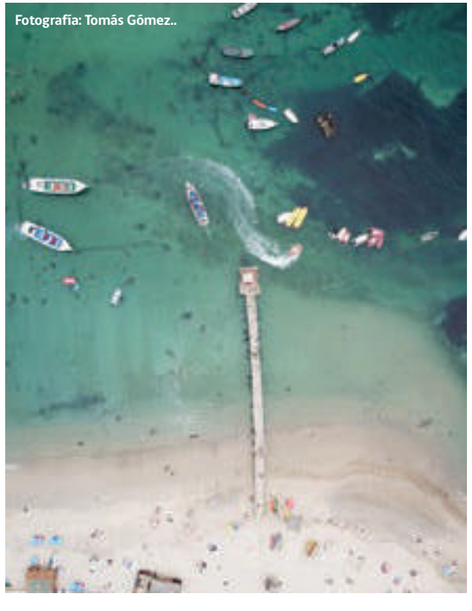
Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA.

3.1.2 Partidas informativas

En conformidad con los requerimientos de la CMNUCC y de las *Directrices del IPCC de 2006*, las emisiones de GEI generadas por el consumo de combustible fósil en el transporte internacional aéreo y marítimo, y las emisiones de CO_2 de la biomasa que se quema con fines energéticos fueron cuantificadas, pero no incluidas en el balance de emisiones y absorciones de GEI del país, reportándose por separado como *partidas informativas.*

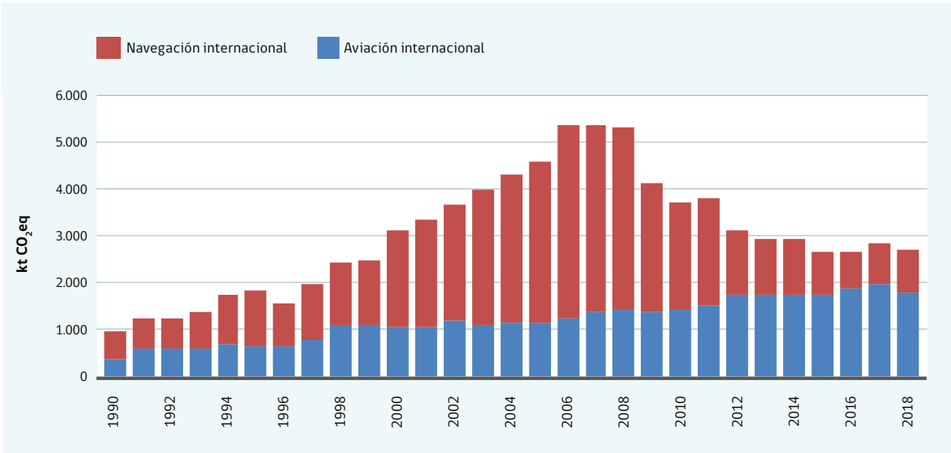
Combustibles del transporte aéreo y marítimo internacional[16]: En 2018, las emisiones de GEI de la *Aviación internacional* contabilizaron 1.797 kt CO_2 eq, incrementándose en un 433 % desde 1990, y disminuyendo en un 3 % desde 2016. Este crecimiento se debe directamente al incremento de uso de combustible por una mayor cantidad de pasajeros transportados al año, de acuerdo con datos de la Junta de Aeronáutica Civil y Banco Mundial. Las emisiones de GEI de *Navegación internacional* contabilizaron 889 kt CO_2 eq, incrementándose en un 49 % desde 1990 y en un 14 % con respecto 2016. Se observa una tendencia a la disminución desde 2008, debida a la baja del comercio internacional que comenzó con la crisis económica del 2009.

Cabe destacar que la información proporcionada por el Servicio de Aduanas y la información publicada en el BNE provienen de distintas fuentes y son conducidas por objetivos distintos, por lo cual los criterios de cuantificación utilizadas pueden no ser comparables en su totalidad. Esta diferencia en datos de actividad junto con que es posible que, por cómo se maneja la información de los vuelos, se estén considerando dentro de los vuelos internacionales los viajes a la Antártica y las islas lejanas al continente americano (tales como Juan Fernández e Isla de Pascua), genera una subestimación de las emisiones nacionales. Debido a esta diferencia, se considera mejorar la información utilizada en el mediano plazo.


Fotografía: Tomás Gómez..

16. Se consideran como internacionales todas las emisiones procedentes de viajes que salen de un país y llegan a otro.

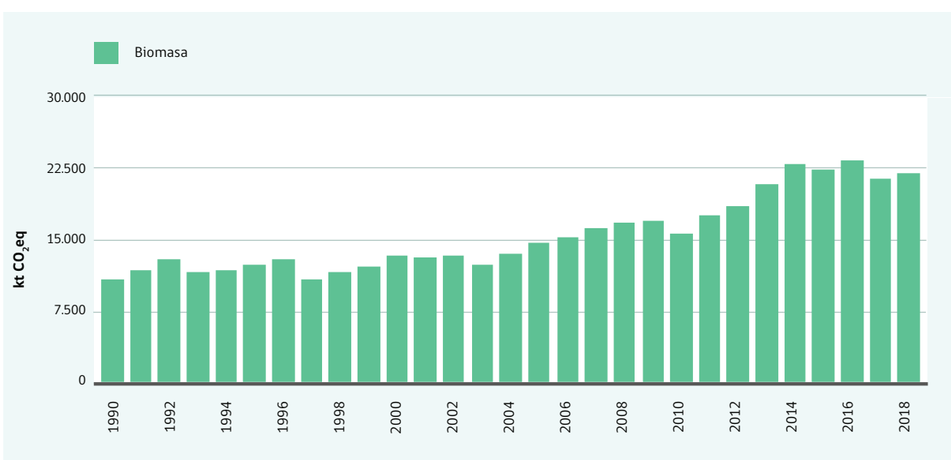
Figura 2-16. Combustible del transporte internacional: emisiones de GEI (kt CO_2 eq) de la Aviación internacional y de la Navegación internacional, serie 1990-2018.



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA .

Emisiones de CO_2 de la biomasa: En 2018, las emisiones de CO_2 de la biomasa quemada con fines energéticos contabilizaron 22.086 kt CO_2 eq, incrementándose en un 260 % desde 1990 y disminuyendo en un 5 % desde 2016. El principal causante del aumento en el consumo de leña es la sostenida expansión de la demanda del sector residencial y las variaciones en el autoconsumo del sector de *Pulpa, papel e imprenta.*

Figura 2-17. Biomasa: emisiones de CO_2 (kt CO_2 eq), serie 1990-2018.



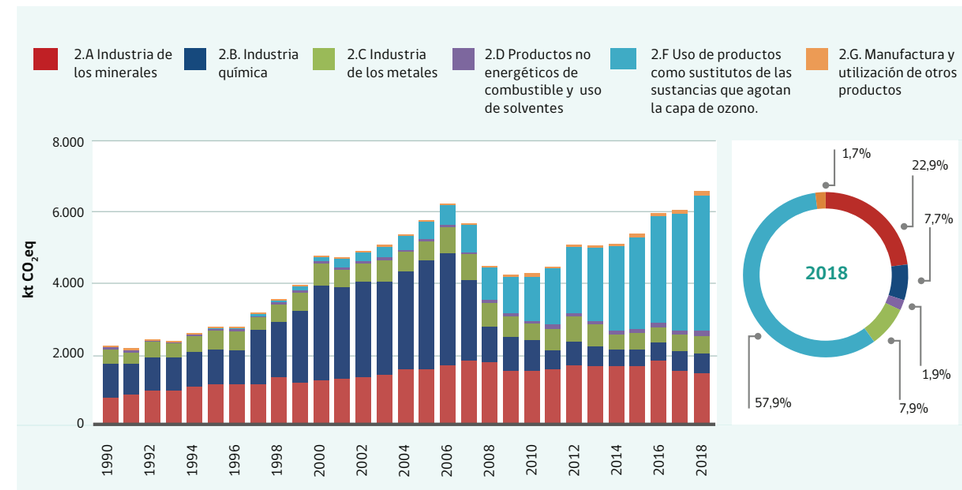
Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA.

4. SECTOR PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (2)

4.1 Panorama general

El sector IPPU, que incluye las emisiones de GEI producidas por una gran variedad de actividades industriales que transforman materias primas por medios químicos o físicos, representó un 4% del balance de GEI en 2018. En el mismo año, sus emisiones alcanzaron las 6.611 kt CO_2 eq, incrementándose en un 197% desde 1990 y en un 11% desde 2016, debido principalmente al incremento del uso de los HFC en la refrigeración, sumado al crecimiento sostenido, aunque irregular, de las emisiones de las industrias del cemento, cal y el vidrio (Figura 18).

Figura 2-18. Sector IPPU: emisiones de GEI (kt CO_2 eq) por categoría, serie 1990-2018.



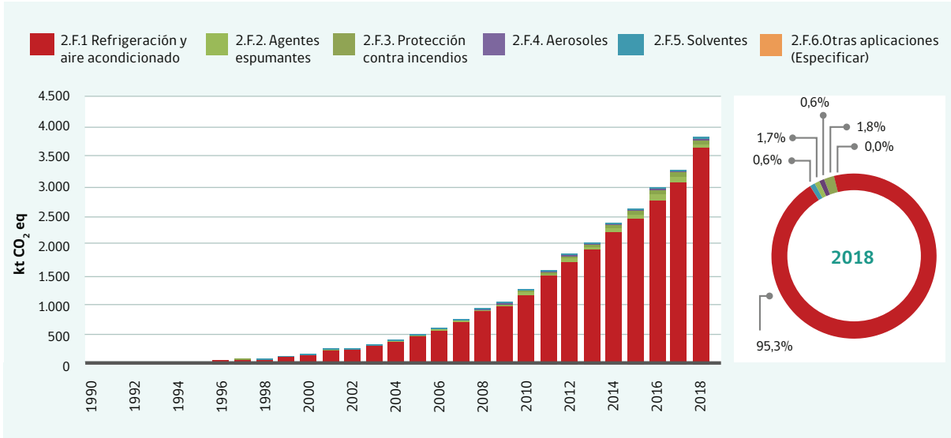
Fuente: Equipo Técnico de IPPU de MMA

Uso de productos como sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (2.F.)

Esta categoría incluye los gases de las familias de los hidrofluorocarbonos (HFC) y perfluorocarbonos (PFC) los cuales poseen un alto efecto invernadero. Los HFC y, en una medida muy limitada los PFC, sirven como alternativas a las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO) y que están siendo retiradas de circulación en virtud del Protocolo de Montreal.

La categoría *Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono* es la principal categoría emisora de GEI del sector *IPPU* (56 %). En 2018, sus emisiones de GEI contabilizaron 3.831 kt CO_2 eq, incrementándose en un 2.552 % desde 2000 y en un 29% desde 2016. El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es el consumo de HFC como refrigerante en equipos de refrigeración y aire acondicionado. Las emisiones se generan por fugas del gas HFC que se producen por la instalación, mantención, uso y disposición de los equipos. Estas fugas dependen de la capacidad instalada o "banco" que se acumula cada año, lo que provoca un aumento exponencial de las emisiones a partir del 2006, año en que comienza la masificación de los equipos que usan estos gases.

Figura 2-19. Uso de productos como sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono: emisiones de GEI (kt CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2018.



Fuente: Equipo Técnico de IPPU de MMA.

Fotografía: Daniel Pineda.

5. SECTOR AGRICULTURA (3)

5.1 Panorama general

El sector Agricultura, que incluye las emisiones de GEI asociadas a las actividades agropecuarias, representó un 7% del balance de GEI en 2018. En el mismo año, sus emisiones alcanzaron las 11.789 kt CO_2 eq, disminuyendo en un 0,8% desde 1990 y en un 0,4% desde 2016, la tendencia a la disminución desde 2008 es debido mayormente a la baja de la población del ganado bovino y ovino que se ha registrado durante la última década, teniendo el ganado bovino además influencia tanto en las emisiones relacionadas con la fermentación entérica y los suelos gestionados (Figura 20).

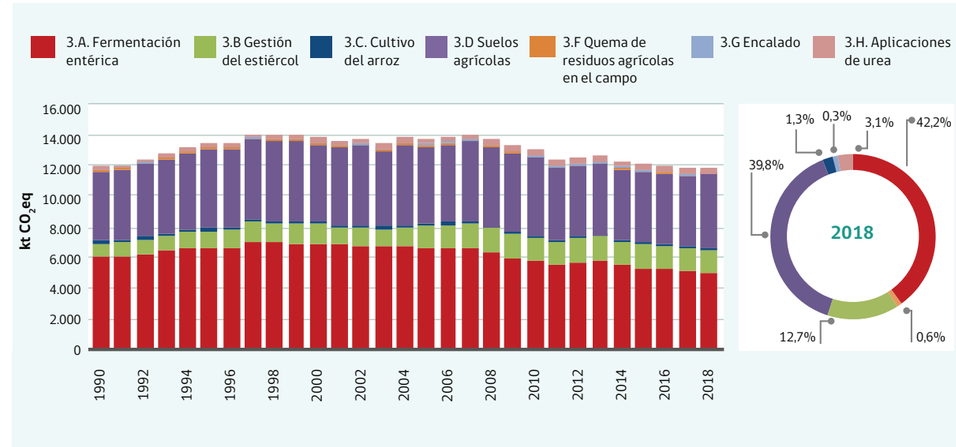
Fermentación entérica (3.A.)

Esta categoría incluye las emisiones de CH_4 de herbívoros como producto secundario de la fermentación entérica.

En 2018, las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 4.971 kt CO_2 eq, disminuyendo en un 17% desde 1990 y en un 4 % desde 2016, debido principalmente a una baja de la población de ganado vacuno y ovinos. Estas reducciones dicen relación con las disminuciones de la rentabilidad de los negocios de producción nacional de carne bovina debido a la importación de este tipo de producto, y por una reducción del precio de venta de lana en los mercados internacionales[17]. Dentro de la categoría, el *Ganado vacuno* acumula la mayoría de las emisiones, representando un 87%. Le siguen *Ovinos* con un 7%, *Otras especies* con 4%, y *Porcinos* con un 2%.

17. https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2014/04/mercadoCarneLanaOvina.pdf

Figura 2-20. Sector Agricultura: emisiones de GEI (kt CO_2 eq) por categoría, serie 1990-2018.



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura de MINAGRI.

Gestión del estiércol (3.B.)

Esta categoría incluye las emisiones de CH_4 y N_2O de la descomposición del estiércol en condiciones de poco oxígeno o anaeróbicas. Estas condiciones ocurren a menudo cuando el sistema de producción maneja grandes cantidades de animales en confinamiento, en las que habitualmente el estiércol es almacenado en lagunas (líquido), pilas (sólido) o en otros tipos de sistemas de gestión del estiércol.

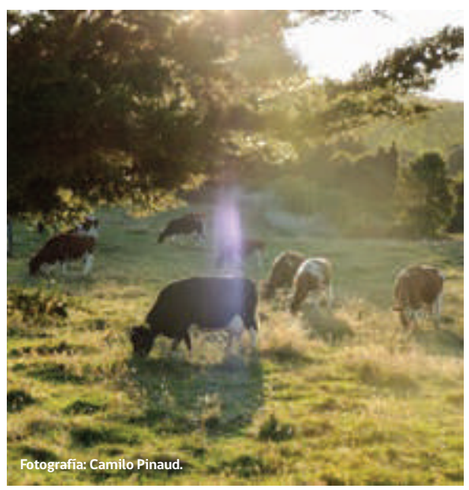
En 2018, las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 1.498 kt CO_2 eq, incrementándose en un 76 % desde 1990 y disminuyendo en un 0,3% desde 2016. La interacción entre crecimiento de la población de cerdos y gallinas, y la disminución de la población de ganado bovino ha mantenido sin mucha variación el total de emisiones de esta categoría. Dentro de la categoría, *Porcinos a*cumula la mayoría de las emisiones, representando un 70%. Le siguen *Ganado vacuno* con un 14%, 11% de *Emisiones indirectas de N_2O resultantes de la gestión del estiércol,* un 5% de *Otras especies* y un 0,7% de *Ovinos*.

Suelos agrícolas (3.D.)

Esta categoría incluye emisiones directas e indirectas de N_2O generadas desde la superficie de los suelos producto de procesos microbianos asociados a la aplicación de nitrógeno en forma de fertilizantes sintético y orgánico; orina y de estiércol depositado por animales en pastoreo; residuos de cultivos; mineralización/inmovilización de nitrógeno vinculada a la ganancia/pérdida de materia orgánica del suelo resultante del cambio del uso de la tierra o de la gestión de suelos minerales; y el drenaje/gestión de suelos orgánicos (histosoles).

En 2018, las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 4.697 kt CO_2 eq, incrementándose en un 5% desde 1990 y en un 3 % desde 2016. Al igual que las fuentes de emisión que tienen relación con el ganado, ha existido una disminución y mantención en las emisiones debido a la baja en la población del ganado vacuno y la menor depositación de nitrógeno en tierras bajo pastoreo. Esta disminución en las emisiones ha sido compensada por el uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos.

Dentro de la categoría, las *Emisiones directas de N_2O de suelos agrícolas* representan un 83% de las emisiones mientras que *Emisiones indirectas de N_2O de suelos agrícolas* representan el 17% restante.

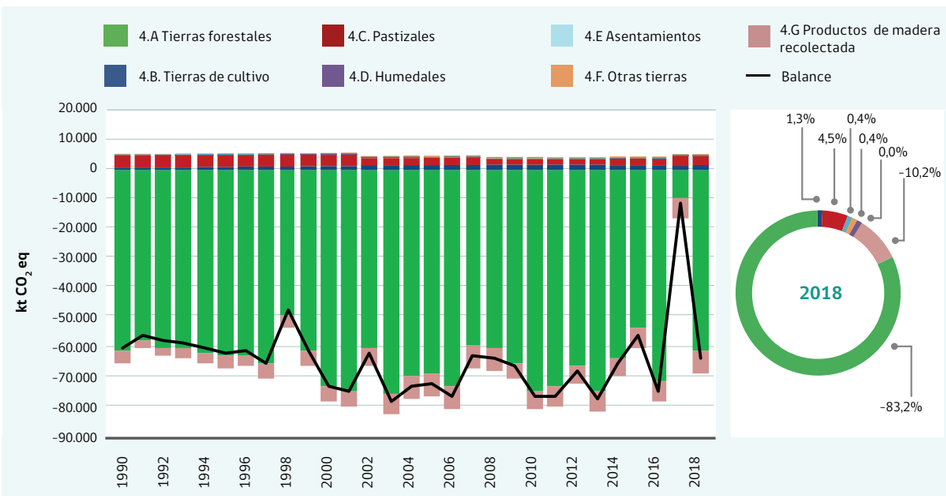

Fotografía: Camilo Pinaud.

6. SECTOR USO DE LA TIERRA, CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA (4)[18]

6.1 Panorama general

El sector UTCUTS, que incluye las emisiones y absorciones de GEI asociadas a las actividades silvícolas y al cambio de uso de la tierra, es el único sector que consistentemente absorbe CO_2 en el país, lo que lo convierte en el más relevante por su potencial de mitigación. Este sector representó un -36% del balance de GEI en 2018. En el mismo año, sus emisiones y absorciones alcanzaron las -63.992 kt CO_2 eq, aumentando su condición de sumidero en un 6% desde 1990 y disminuyéndola en un 14% desde 2016. Respecto a las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos por categoría en el año 2018, el 83,2% corresponde a Tierras forestales, seguida de un 10,2% de Productos de madera recolectada, 4,5% de Pastizales, 1,3% de Tierras de cultivo, 0,4% de Asentamientos, 0,4% de Otras tierras, y, finalmente, 0,005% correspondiente a Humedales. Es importante destacar en la serie temporal, el efecto de los incendios, que alcanzaron un máximo de emisiones en el año 2017 cuando fueron afectadas 570.000 ha por incendios en Tierras forestales, Tierras de cultivo y Pastizales (Figura 21).

Figura 2-21. Sector UTCUTS: emisiones y absorciones de GEI (kt CO_2 eq) por categoría, serie 1990-2018.



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS de MINAGRI.

Las categorías de *Tierras forestales (4.A.)* y los *Productos de madera recolectada (4.G.)* son los más importantes del sector, manteniendo la condición de sumidero de CO_2 durante toda la serie temporal. En el caso de *Tierras forestales* la tendencia a la disminución de la condición de sumidero desde el 2016 al 2018, se debe a que ha disminuido la conversión de tierras a *Tierras forestales* en los últimos años de la serie temporal y hay un aumento de la cosecha de trozas. Además, por su importancia en el balance de UTCUTS, cualquier aumento o disminución de las emisiones o absorciones de *Tierras forestales* afecta significativamente a todo el sector, e incluso al balance general del INGEI de Chile. Un buen ejemplo de ello es el significativo aumento del balance en emisiones de GEI en 1998, 2002, 2015 y que en el 2017 tiene el mayor impacto, que fue consecuencia directa de las emisiones de GEI generadas por incendios forestales de bosque nativo y plantaciones forestales.

18. En el presente informe, el término «absoluto» refiere a la magnitud del valor. Su finalidad es comparar las magnitudes entre emisiones y absorciones de GEI. En este sentido, los valores que correspondan a absorciones se acompañaran de un signo negativo para representar su calidad de sumidero

También es importante destacar el aporte de los *Productos de madera recolectada recolectada* que se incorporan como categoría en el cálculo del INGEI y muestran un aumento en su contribución en la serie temporal en directa relación con el aumento de la producción de madera aserrada, tableros y papeles y cartones, que son los productos que se consideran en la contribución de esta categoría y dentro de estos, el más relevante es la madera aserrada por el mayor tiempo de permanencia del carbono, de acuerdo con la metodología de las *Directrices del IPPC de 2006.* La contribución de esta categoría se ve afectada por el mercado, y en la serie temporal el mayor impacto se ve en el año 2009 por la crisis económica de 2008.

El resto de las categorías explican sus emisiones en los cambios de usos de la tierra, durante la serie temporal. Los *Pastizales* presentan emisiones debido principalmente a la conversión de *Tierras forestales a Pastizales* las que, si bien han disminuido durante la serie temporal, presentan un leve aumento desde el año 2014 al 2018. Las *Tierras de cultivo* tienen emisiones asociadas a la conversión tanto de *Tierras forestales* como de *Pastizales a Tierras de cultivo.* La categoría *Otras tierras* registra emisiones asociadas a la conversión de tierras, donde las *Tierras forestales* convertidas a *Otras Tierras* es la que tiene mayor impacto en las emisiones. En el caso de Asentamientos, las emisiones se asocian a la conversión de *Tierras Forestales, Tierras de Cultivo, Pastizales, y Humedales a Asentamientos*, relacionado directamente con el crecimiento poblacional y por ende de los asentamientos urbanos del país. Por último, la categoría de *Humedales* registra emisiones asociadas a la conversión de tierras, no obstante, ha disminuido notoriamente esta conversión y por tanto la emisión en los últimos años de la serie temporal.

Tierras forestales (4.A.)

Esta categoría incluye las emisiones y absorciones de GEI generadas como resultado de cambios en la biomasa, materia orgánica muerta y carbono del suelo en *Tierras forestales que permanecen como tales y en Tierras convertidas en tierras forestales.*

En 2018, el balance de GEI contabilizó -61.344 kt CO_2 eq, manteniendo su condición de sumidero durante toda la serie, aunque aumentando su condición de sumidero en un 0,2 % desde 1990, y disminuyéndola en un 14 % desde el 2016 (Figura 22). La tendencia se explica porque ha disminuido la conversión de tierras a Tierras forestales durante la serie temporal, y en particular en el 2018 hay un aumento de la cosecha de trozas que provocan un aumento en las emisiones en *Tierras Forestales que permanecen como tales*.

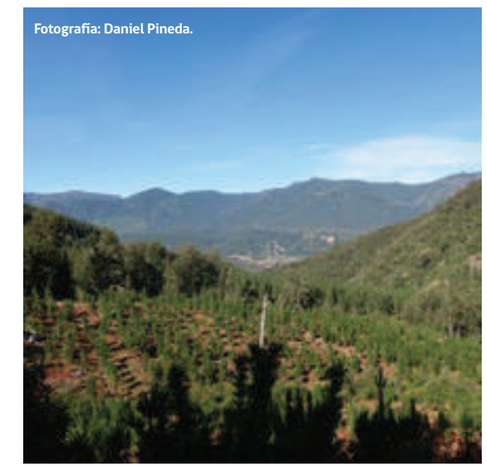
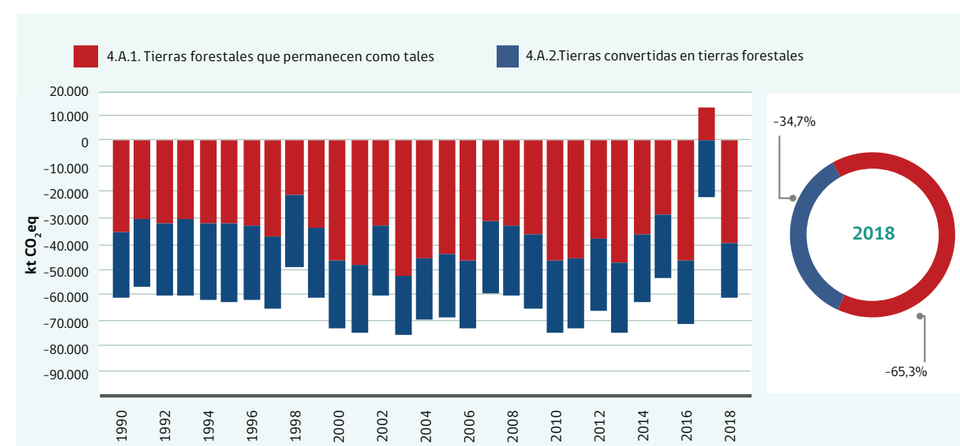

Fotografía: Daniel Pineda.

Figura 2-22. Tierras forestales: emisiones y absorciones de GEI (kt CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2018.



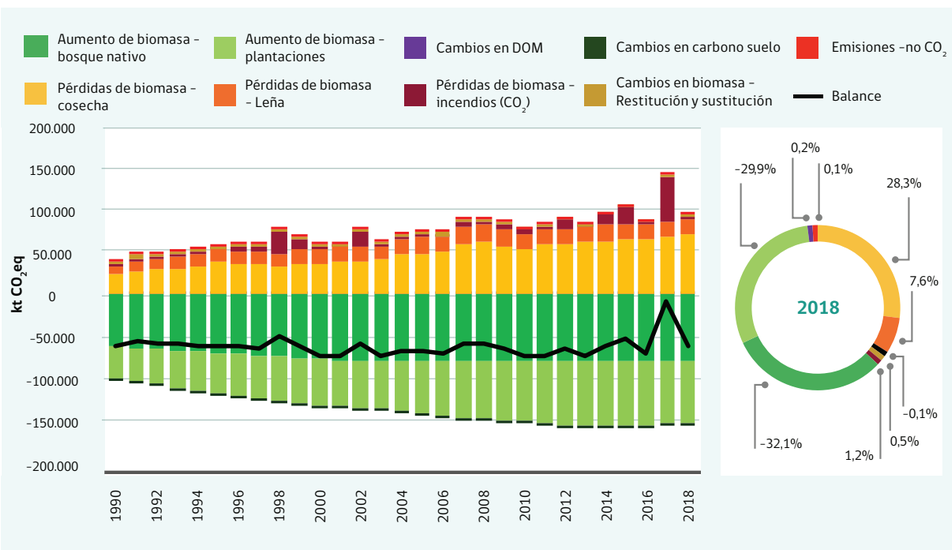
Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS de MINAGRI.

Desde el punto de vista de los depósitos de carbono, la biomasa es el depósito más importante donde su incremento alcanzó un 62% de participación en términos absolutos, mientras que las pérdidas de biomasa llegan a un 38 % de participación, permitiendo la condición de sumidero de las *Tierras Forestales*. El aumento de biomasa de bosque nativo corresponde a los bosques de renovales, los bosques que se encuentran en áreas de conservación, los bosques nativos que se forman por el cambio de cobertura vegetacional desde plantaciones (restitución), los bosques nativos que se forman por la conversión de tierras a tierras forestales y los bosques que se encuentran bajo planes de manejo; presentando estos últimos una tasa creciente de incorporación de superficie durante la serie temporal, lo que significa que pasan desde una condición de no gestionados a gestionados y por lo tanto ingresan a la contabilidad del INGEI. Por otra parte, el aumento de biomasa de plantaciones forestales da cuenta de la evolución que han tenido desde la década de los 70, donde se inicia la forestación evidenciándose una tasa creciente en la serie temporal. Sin embargo, en los últimos años de la serie ha disminuido la tasa de forestación y la superficie de plantaciones forestales tiende a mantenerse alrededor de las 2,3 a 2,4 millones de ha.

En el caso de las pérdidas de biomasa, las cosechas comerciales de trozas tienen la mayor participación en el balance con un 28 %, le sigue la leña con un 8 %, las pérdidas de carbono por incendios alcanzan un 1 % y las pérdidas de biomasa por cambio de cobertura vegetacional llegan al 0,5 %. En las cosechas participan principalmente las especies provenientes de plantaciones: si bien entre 1990 y 1999 las especies nativas tuvieron una participación que fluctuó entre el 11 % y 23 % de las emisiones por cosecha, esto ha disminuido hasta llegar a sólo un 1 % en los últimos años de la serie temporal, con un 99% de participación de especies exóticas.

Esto tiene una directa relación con la incorporación de las plantaciones en el mercado, donde los productos de la cosecha provienen principalmente de estas. Adicionalmente, es importante analizar las cosechas en conjunto con la categoría de *Productos de Madera recolectada* que dan cuenta de la permanencia del carbono retenido en los productos de madera provenientes de la cosecha.

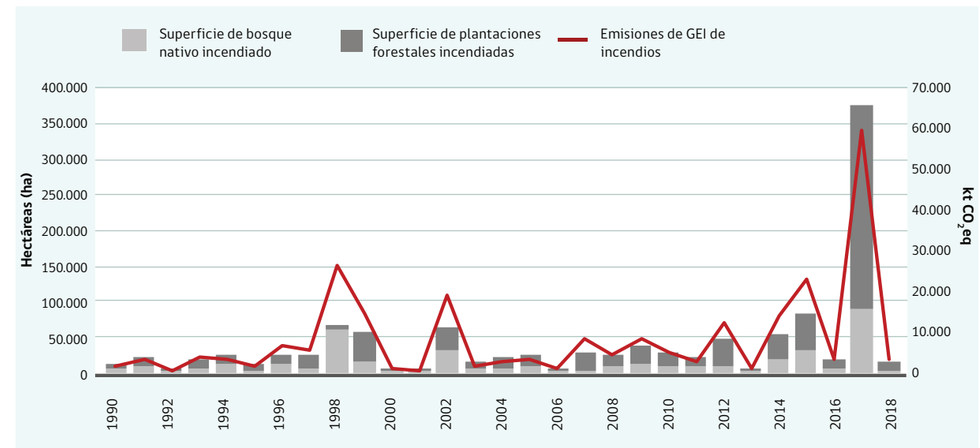
Figura 2-23. 4.A. Tierras forestales: emisiones y absorciones de GEI (kt CO_2 eq) por depósito de carbono, serie 1990-2018.



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS de MINAGRI.

Los incendios forestales tienen un efecto importante en la tendencia de las emisiones y absorciones de GEI debido a que son capaces de alterar las tendencias, generando máximas de emisiones en 1998, 1999, 2002, 2015 y 2017. En la Figura 24 evidencia que es en 1998, 1999, 2002, 2015 y 2017, cuando se alcanzan las mayores superficies incendiadas, también se alcanzan las máximas emisiones de GEI dentro de la serie temporal.

Figura 2-24. Incendios forestales en tierras forestales que permanecen como tal: superficie anual afectada por incendios (ha) y emisiones de CO_2 (kt CO_2 eq), serie 1990-2018.



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS de MINAGRI.

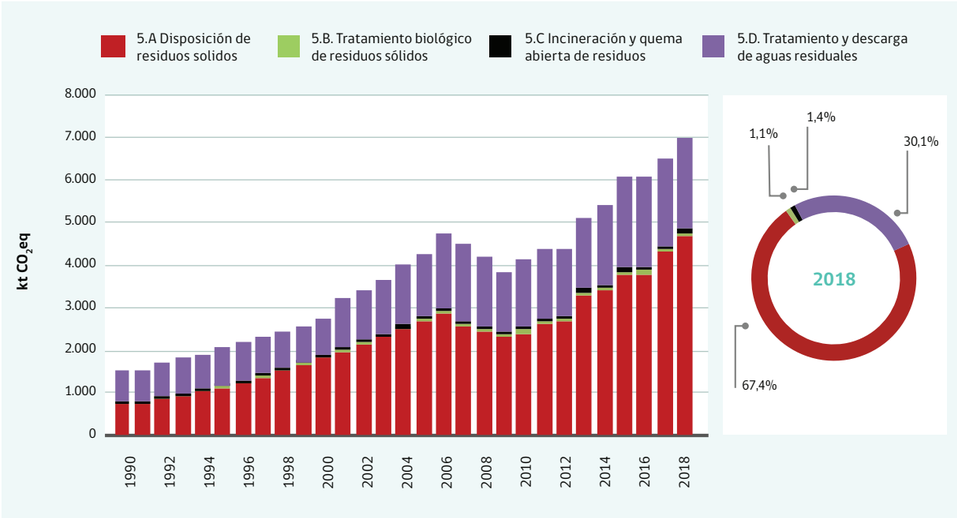
7. SECTOR RESIDUOS (5)

7.1 Panorama general

El sector Residuos, que incluye las emisiones de GEI resultantes de procesos microbiológicos que ocurren en la materia orgánica de residuos sólidos bajo degradación anaeróbica, el tratamiento biológico de los residuos, la incineración y el tratamiento anaeróbico de aguas residuales domésticas e industriales; representó un 4% del balance de GEI en 2018. En el mismo año, sus emisiones alcanzaron las 6.958 kt CO_2 eq, incrementándose en un 358% desde 1990 y en un 14% desde 2016, debido al aumento de la población y los residuos generados tanto líquidos como sólidos; y los cambios en los sistemas de tratamiento de los residuos (Figura 25) .

Fotografía: Bryan Contreras.

Figura 2-25. Sector Residuos: emisiones de GEI (kt CO_2 eq) por categoría, serie 1990-2018.



Fuente: Equipo Técnico de Residuos de MMA.

A continuación se describen a grandes rasgos solo dos de las categorías más importantes para este sector, que corresponden a Disposición de residuos sólidos (5.A.) y Tratamiento y descarga de aguas residuales (5.D.).

Disposición de residuos sólidos (5.A.)

Esta categoría incluye las emisiones de CH_4 del tratamiento y la eliminación de los residuos sólidos municipales, industriales y otros, y que son eliminados en sitios de disposición final de residuos sólidos (SDRS).

En 2018, las emisiones de GEI contabilizaron 4.692 kt CO_2 eq, incrementándose en un 540% desde 1990 y en un 23% desde 2016, debido al crecimiento sostenido de la población y los cambios en la proporción de residuos dispuesta en cada tipo de sitio de disposición final. Desde 2006 a 2010 hay una reducción en la tendencia que se debe a nuevos proyectos que recuperan CH_4 en algunos rellenos sanitarios del país; sin embargo, estas iniciativas dejan de aparecer lo que se presume estaría asociado a la baja en el precio de los créditos de carbono generados por los proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio. En cuanto a la cantidad de metano generado por tipo de sitio de disposición final, *Relleno Sanitario* es la de mayor importancia con un 83%, seguido de 14% de *Vertedero* y un 3% de *Basural.*

Tratamiento y descarga de aguas residuales (5.D.)

Esta categoría incluye las emisiones de GEI del tratamiento o eliminación de aguas residuales en un medio anaeróbico, como aguas residuales domésticas, comerciales e industriales, y que pueden ser tratadas in situ (no recolectadas), transferidas por alcantarillado a una instalación central (recolectadas), o eliminadas sin tratamiento en las cercanías o por medio de desagües.

En 2018, las emisiones de GEI contabilizaron 2.096 kt CO_2 eq, incrementándose en un 190% desde 1990 y disminuyendo en un 2% desde 2016 debido, principalmente, al aumento de la población y la cobertura de la red de tratamiento de aguas domésticas. Sin bien se identifica un aumento en los últimos años de la serie, este no se ajusta al crecimiento poblacional debido al incremento de la quema de metano recuperado y a la recuperación de lodos del tratamiento de aguas residuales domésticas, además de la variabilidad de la producción industrial. Dentro de la categoría, el *Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas* es la principal emisora, con un 83% de participación, mientras que el *Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales* alcanza un 17%.

8. RECÁLCULOS

Los cambios metodológicos y el refinamiento de los datos de actividad son parte esencial de la mejora de la calidad de los INGEI; pero cuando esto ocurre, se requiere recalcular toda la serie de tiempo para garantizar su coherencia. A continuación, se justificarán los nuevos cálculos y su implicancia para las emisiones y absorciones de GEI del país.

Fotografía: Bryan Contreras

8.1 Recálculos en el INGEI de Chile

Tanto el actual INGEI de Chile (INGEI 4IBA, serie 1990-2018) como el anterior (INGEI 3IBA, serie 1990-2016), que fue presentado por el país ante Naciones Unidas el 2016 como parte de su *Tercer Informe Bienal de Actualización*, se elaboraron siguiendo los lineamientos de las *Directrices del IPCC de 2006*. Para la elaboración del presente INGEI de Chile se ha recurrido, en todos los sectores, a nuevas fuentes de información junto a su respectivo refinamiento metodológico. Además, se desarrollaron nuevos factores de emisión país específicos en los sectores de IPPU y Energía y se incorporaron nuevas fuentes y sumideros en Residuos y UTCUTS lo que generó diferencias entre las magnitudes de GEI previamente notificadas.

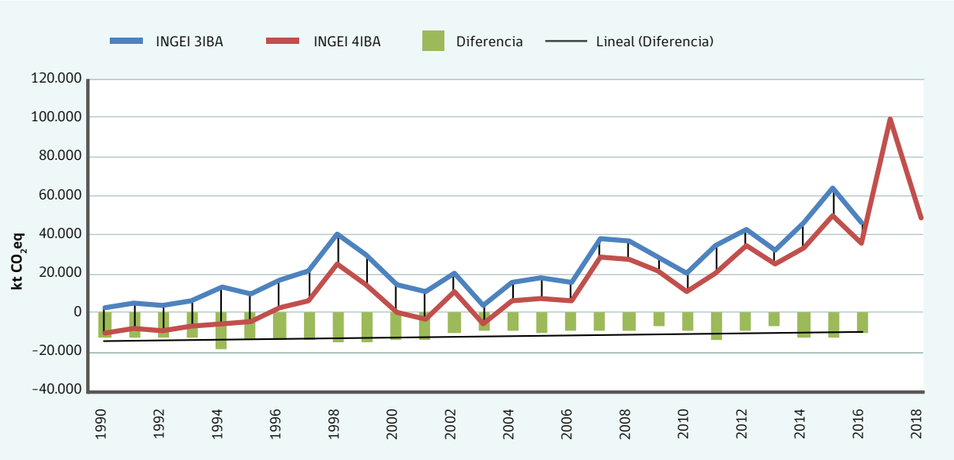
En general, el balance de GEI del INGEI 3IBA muestra una disminución promedio entre 1990 y 2016 de 11.906 kt CO_2 eq en comparación con el INGEI 3IBA, y a una disminución de 23% para 2016 (Tabla 8 y Figura 26). Esta se atribuye principalmente, a un aumento de la absorción del sector UTCUTS, en la que se incluyó la categoría *Productos de la madera recolectada (4.G.)* y también se refinaron supuestos y valores relacionados. Si bien los otros sectores del INGEI de Chile presentan variaciones, los cambios en el sector UTCUTS equivalen a magnitudes de GEI que impactan notoriamente en la tendencia general.

Tabla 2-8. Recálculos: comparación de los balances de GEI (kt CO_2 eq) del INGEI 4IBA (serie 1990-2018) e INGEI 3IBA (serie 1990-2016).

INGEI	1990	2000	2010	2013	2016	2017	2018
INGEI 3IBA	1.955	13.910	19.931	32.417	46.185		
INGEI 4IBA	-10.943	-363	10.976	25.117	35.458	99.505	48.321
Diferencia	**-12.898**	**-14.273**	**-8.956**	**-7.300**	**-10.727**		

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

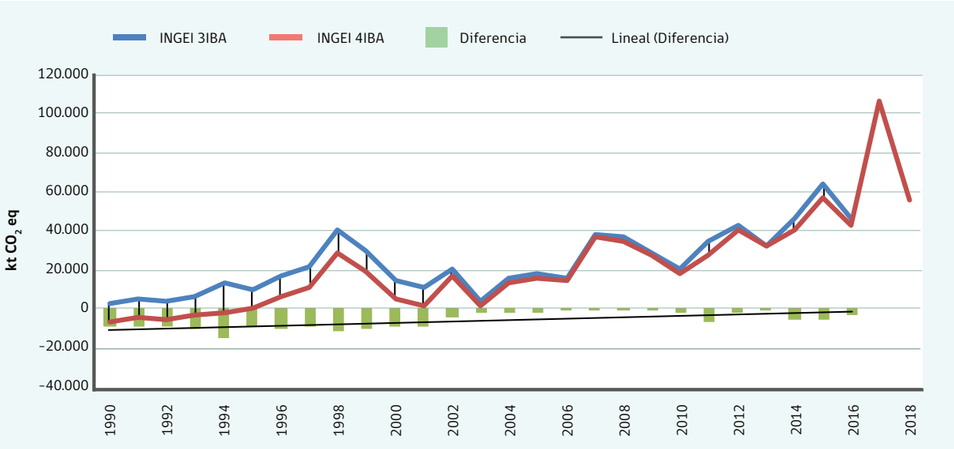
Figura 2-26. Recálculos: comparación de los balances de GEI (kt CO_2 eq) del INGEI 4IBA (serie 1990-2018) e INGEI 3IBA serie (1990-2016).



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

Para ejemplificar de mejor manera la incidencia de la categoría *Productos de la madera recolectada (4.G.)* en el recálculo, la Figura 27 muestra la diferencia entre el INGEI 3IBA y el INGEI 4IBA, excluyendo la categoría mencionada. Si bien persisten diferencias, relacionadas tanto con los cambios efectuados en IPPU, UTCUTS y Residuos, la tendencia es la misma.

Figura 2-27. Recálculo: comparación de los balances de GEI (kt CO_2 eq) del INGEI 4IBA (serie 1990-2018) e INGEI 3IBA serie (1990-2016), excluyendo la categoría Productos de la madera recolectada (4.G.).



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

9. CARBONO NEGRO

9.1 Contexto nacional

En 2015 Chile toma parte del acuerdo de París, aceptando el desafío de mantener el aumento de temperatura del planeta por debajo de los 1,5 °C. Para cumplir con este desafío es necesario reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y de contaminantes climáticos de vida corta (CCVC). Por su parte Chile, en 2015, reconoce en su Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) la importancia de los CCVC, en particular la importancia que tiene el carbono negro (CN) en el calentamiento del planeta. Luego en 2020, Chile presenta la actualización de su NDC, en la que se incluye una meta de reducción de las emisiones de CN de al menos un 25% al 2030, con respecto a los niveles del 2016.

9.2 Carbono negro

El carbono negro (CN), hollín o carbono elemental es un aerosol primario, es decir, emitido directamente por una fuente, que es producido por la quema incompleta de combustibles fósiles, biocombustibles y biomasa (IPCC, 2018). La permanencia en la atmósfera de este contaminante va desde días a semanas, por lo que es considerado un contaminante climático de vida corta (CCVC).

El CN tiene un gran potencial para absorber luz, la que luego emite en forma de calor, además, a diferencia de otros aerosoles, este solo produce un forzamiento radiativo positivo en la atmósfera, lo que se traduce en un calentamiento del planeta (Boucher et al., 2013). El CN también tiene efectos sobre las superficies en las que se deposita, por un lado, el CN puede cambiar el albedo de las superficies de hielo o nieve (Rowe et al., 2019), por otro lado, también altera la formación de las nubes al depositarse sobre ellas (Bond et al., 2013), además, el CN es parte del material particulado completamente respirable ($MP_{2,5}$), por lo que la exposición a este contaminante trae problemas a la salud (WHO, 2018; Kirrane et al., 2019; Huneeus et al., 2020).

Normalmente las emisiones de CN se estiman en base a la fracción de éste dentro del $MP_{2,5}$, en donde las principales fuentes de CN son la quema de biomasa y el uso de diésel en motores de encendido por compresión (EMEP/EEA, 2019).
Para esta versión del inventario se actualizaron diferentes sectores, de tal manera que la estimación de emisiones pudiera reflejar de mejor manera la introducción de tecnologías más limpias en términos de CN. Entre las actualizaciones se encuentran, por una parte, la estimación del transporte terrestre, la que considera las normativas de emisión, según el calendario oficial de entrada en vigor de las normativas del transporte terrestre. Esta estimación permite evidenciar una baja sustantiva en las emisiones de un parque vehicular y consumo de combustible en constante crecimiento. Por otra parte, se estimaron las emisiones de las maquinarias fuera de ruta (MFR) como parte del sector industrial y minero, pudiendo diferenciar entre las emisiones producto de procesos y maquinarias, esta estimación también considera nuevas normativas en las MFR.

9.3 Tendencia de las emisiones de carbono negro

El segundo inventario nacional de CN (INCN) da evidencia de las principales fuentes de este contaminante a lo largo de Chile, a través de una metodología capaz de mostrar avances en materia de mitigación de emisiones que, a su vez, está en línea el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile (INGEI). El INCN comprende la serie 1990 - 2018, y se separa en las categorías definidas por el INGEI de Chile.

En 2018, las emisiones totales de CN alcanzaron las 15,30 kt, lo que representó un aumento del 38% desde 1990 y una disminución del 2% con respecto al 2016 (Tabla 9). La tendencia de la serie está dominada en casi todo el periodo por las emisiones producto de la quema de combustibles fósiles y biocombustibles, las que se contabilizan bajo el sector Energía (Figura 28). Sin embargo, en algunos años (1998, 1999, 2002, 2014, 2015 y 2017) las emisiones producto de incendios forestales, emisiones contabilizadas en el sector UTCUTS, cambian la tendencia de la serie pasando a ser parte importante de las emisiones de CN a nivel nacional. Esto último queda claramente reflejado en el año 2017, en donde las emisiones totales del país llegaron a los 27,83 kt de CN y las emisiones producto de incendio forestales alcanzan un nivel similar a las emisiones del sector Energía.

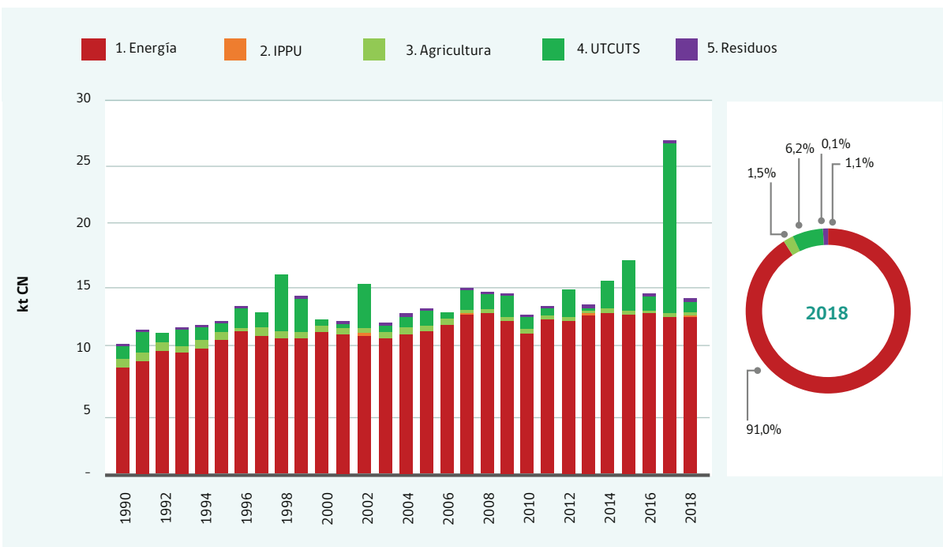
Tabla 2-9. INCN de Chile: emisiones de CN (kt) por sector, serie 1990-2018.

INGEI	1990	2000	2010	2013	2016	2017	2018
1. Energía	9,26	12,15	13,93	13,93	14,17	13,87	14,01
2. IPPU	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
3. Agricultura	0,74	0,49	0,28	0,31	0,27	0,21	0,22
4. UTCUTS	0,96	0,46	0,99	0,27	1,07	13,58	0,90
5. Residuos	0,08	0,09	0,12	0,14	0,15	0,15	0,16
Total	**11,05**	**13,20**	**13,66**	**14,66**	**15,67**	**27,83**	**15,30**

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

Observando la serie se puede ver una estabilización de las emisiones de CN para los últimos años de la serie, donde las emisiones solo se ven alteradas por los incendios ya mencionados (Figura 28). Esta estabilización de la serie se debe mayormente la inclusión de tecnologías menos contaminantes en diferentes sectores.

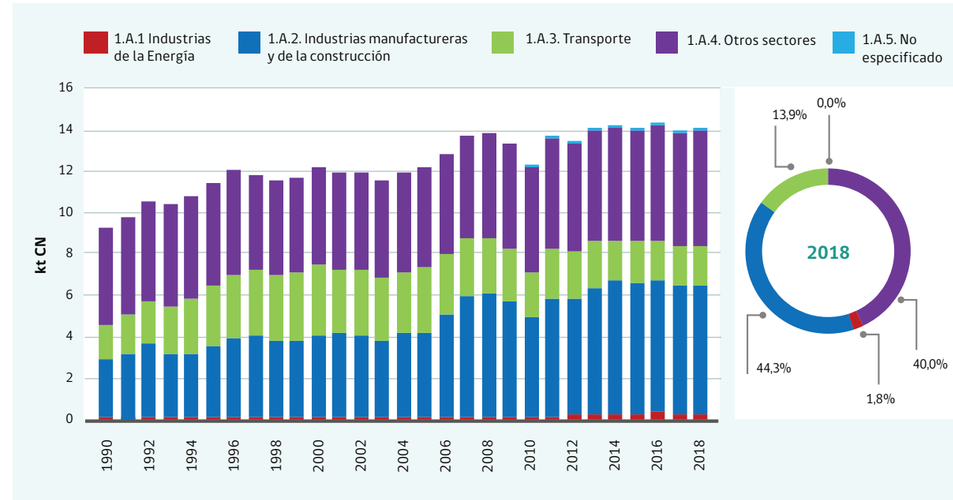
Figura 2-28. Tendencia de las emisiones de CN (kt) a nivel nacional.



Fuente: Equipo Técnico de Coordinador de MMA.

Las emisiones de CN del sector Energía son ampliamente dominadas por las categorías 1.A.2 y 1.A.4, las que contabilizan las emisiones de las actividades industriales, mineras y la quema de biomasa en los hogares. Por otro lado, cabe destacar que las emisiones de la categoría Transporte alcanzan niveles similares a las otras categorías en la primera mitad de la serie, para luego disminuir sus emisiones producto de nuevas normativas en el transporte terrestre (Figura 29).

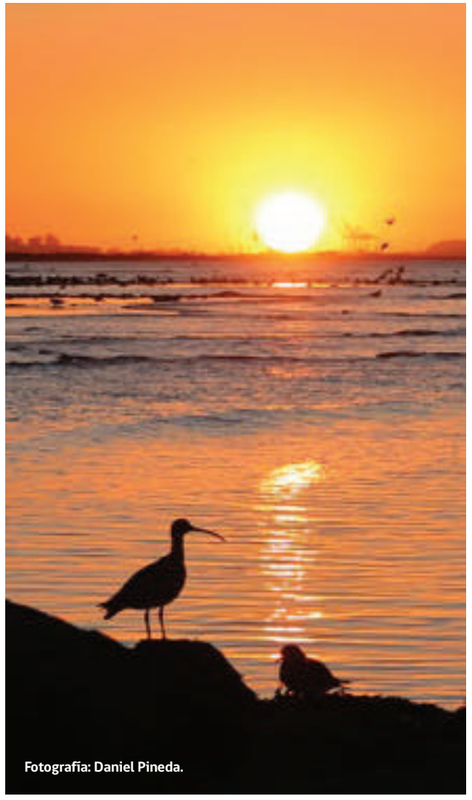
Figura 2-29. Tendencia de las emisiones de CN (kt) para la categoría Actividades de quema de combustible (1.A.).



Fuente: Equipo Técnico de Coordinador de MMA.

Por otra parte, el sector UTCUTS es importante tanto para las emisiones de GEI y de CN. Para el caso de las emisiones de CN, el sector UTCUTS es el segundo sector con más emisiones de CN, con 0,9 kt en 2018. A lo largo de la serie se puede ver que las emisiones de CN son comúnmente menores a 2 kt, salvo en los años donde ocurren incendios forestales masivos (Figura 28). El caso más explícito del impacto que tienen los incendios forestales en las emisiones de CN es el del año 2017, en donde cerca de 570.000 ha fueron afectadas por incendios que, en términos de emisiones esto se traduce en 13,58 kt de CN. Las emisiones de CN del 2017 fueron comparables a las emisiones de todo el sector Energía y en promedio fueron aproximadamente 10 veces mayor que el resto del periodo.

Es importante tener en cuenta que las emisiones de CN siguen una tendencia diferente a las emisiones de GEI, por una parte, las emisiones producto de las Industrias de las energías no son relevantes en términos de CN, mientras que para las emisiones de GEI estas representan, en algunos casos, más del 35% de las emisiones del sector Energía. Esto se debe principalmente a que las emisiones de CN producto de procesos de generación de energía son muy bajas debido a la combustión controlada y los sistemas de abatimiento de las centrales de generación. Por otro lado, la contabilización de las emisiones producto de la quema de biomasa es importante para las emisiones de CN, siendo uno de los mayores emisores.



Fotografía: Daniel Pineda.

Referencias y Bibliografía

General

CMNUCC. (2012). Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 17º período de sesiones, celebrado en Durban del 28 de noviembre al 11 de diciembre de 2011.

CMNUCC. (2011). Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 16º período de sesiones, celebrado en Cancún del 29 de noviembre al 10 de diciembre de 2010.

CMNUCC. (2006). Directrices actualizadas de la Convención Marco para la presentación de informes sobre los inventarios anuales, tras la incorporación prevista en la decisión 14/CP.11.

CMNUCC. (2003). Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 8º período de sesiones, celebrado en Nueva Delhi del 23 de octubre al 1 de noviembre de 2002.

CMNUCC. (2002). Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 7º período de sesiones, celebrado en Marrakech del 29 de octubre al 10 de noviembre del 2001.

EEA. (2016). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016. Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Report No 21/2016, ISSN 1977-8449,

Recuperado el 2018 de https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016

EPA. (2011). Desarrollando un Sistema de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, Plantillas de Ejercicio.

INE. (2004) Chile: Estimaciones y proyecciones de población por sexo y edad - país urbano rural 1990 - 2020. Recuperado el 2018 de http://www.ine.cl/docs/default-source/demogr%C3%A1ficas-y-vitales/demograf%C3%ADa/proyecion-vigente/documentos-antiguos/microsoftwordinforp_ur.pdf?sfvrsn=6

INE. (2017) ESTIMACIONES Y PROYECCIONES DE LA POBLACION DE CHILE, TOTAL PAÍS. 1992-2060 (actualizado al 2017)

IPCC. (2006). Directrices IPCC para la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

IPCC. (2007). IPCC Fourth Assessment Report.

Ministerio del Medio Ambiente. (2018). Tercer Informe Bienal de Actualización de Chile sobre Cambio Climático. Santiago.

NACIONES UNIDAS. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

OCDE. (2003). Current status of national inventory preparation in annex I parties and non-annex I parties.

PNUD. (2005). Managing the National Greenhouse Gas Inventory Process. Recuperado el 2018 de http://www.undp.org/

United Nations Environment Programme (UNEP) y Climate and Clean Air Coalition (CCAC) (Abril, 2018), Integrated Assessment of Short-Lived Climate Pollutants in Latin America and the Caribbean, Improving air quality while contributing to climate change mitigation ISBN: 978-92-807-3549-9.

Sector Energía

AIE. (2020). Chile: Indicators 1990 - 2017. Recuperado el 2020 de http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/year=2012&country=CHILE&product=Indicators

AIE. (2020). Chile: Electricity and Heat 1990 - 2017. Recuperado el 202020, de http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?year=2012&country=CHILE&product=ElectricityandHeat

Banco mundial. (2018). Transporte aéreo, pasajeros transportados. Chile. Recuperado el 2018, de https://datos.bancomundial.org/indicador/IS.AIR.PSGR?locations=CL&start=1990

Cámara marítima y portuaria de Chile. (2017), Memoria anual n° 74. Recuperado el 2018 de http://www.camport.cl/sitio/wp-content/uploads/2018/05/Camport-Ma-2017.pdf

COCHILCO. (2018). Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales 1999-2018. Recuperado el 2020, de https://www.cochilco.cl/Lists/Anuario/Attachments/20/AE2019avance.pdf

Ministerio de Energía. (Todos los años disponibles). Balance Nacional de Energía. Recuperado el 2020, de http://energiaabierta.cl/

Ministerio del Medio Ambiente. (2016). Inventario nacional de gases de efecto invernadero de chile, serie temporal 1990-2013. Santiago.

SISTEMAS SUSTENTABLES. (2010). Desarrollo de una metodología local de cálculo de emisiones búnker para gases de efecto invernadero.

Junta Aeronáutica Civil (2018-2017) Estadísticas históricas, recuperado el 2020 de http://www.jac.gob.cl/estadisticas/estadisticas-historicas/

Sector Procesos industriales y uso de productos

Asociación de Industriales Químicos. (2015). Guía de la Industria Química 2014-2016. Recuperado el 2018 de http://www.asiquim.com/nwebq/guia-de-la-industria-quimica/

Banco Central de Chile. (2020). Cuentas Nacionales de Chile 1990 - 2018. Recuperado el 2020 de https://www.bcentral.cl/web/banco-central/areas/estadisticas/cuentas-nacionales-anuales

COCHILCO. (2019) Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales 1999-2018. Recuperado el 2020, de https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Publicaciones/Anuario.aspx

INE. (2016). Encuesta Nacional Industrial Anual. Recuperado el 2018 de https://datosabiertos.ine.cl/dashboards/20608/enia/

Methanex. (2012). Obtenido de http://www.methanex.cl/noticias/2013/noticia0313a.pdf

Ministerio del Medio Ambiente. (2018). Inventario nacional de gases de efecto invernadero dechile, serie temporal 1990-2016. Santiago.

Ministerio del Medio Ambiente. (2017). Elaboración de Inventario Nacional deHidrofluorocarbonos (HFC), Informe final. Santiago.

Ministerio del Medio Ambiente. (2019). Elaboración de Inventario Individualizado Nacional deHidrofluorocarbonos (HFC), Informe final. Santiago.

Perry's Chemical Engineers' Handbook; séptima edición, 1997; Perry R., Green, D.

SERNAGEOMIN. (2007-2018). Anuario de la Minería de Chile. Recuperado el 2020, dehttps://www.sernageomin.cl/anuario-de-la-mineria-de-chile/

Servicio Nacional de Aduanas. (s.f.). Arancel aduanero vigente desde 2012. Recuperado el 2015, de http://www.aduana.cl/arancel-aduanero-vigente/aduana/2011-12-22/114144.html

Servicio Nacional de Aduanas. (s.f.). Arancel aduanero vigente desde 2017. Recuperado el 2020, de https://www.aduana.cl/arancel-aduanero-vigente/aduana/2016-12-30/090118.html

U.S. Geological Survey. (1994-2015). The Mineral Industry of Chile. Recuperado el 2018, de https://www.usgs.gov/media/files/mineral-industry-chile-2015-xlsx

Worl steel association (2020) Chile Steel Production 1980-2020 Recuperado el 2020 de https://tradingeconomics.com/chile/steel-production

Sector Agricultura

Acuña, D. y Pizarro, M. (2019). La industria porcina en Chile: oportunidades y desafíos para la sustentabilidad. Oficina de Estudio y Políticas Agrarias (ODEPA), Chile. 14p.

Calvache, I. (2009). Variación anual de la concentración de proteína y grasa láctea en rebaños lecheros del centro y sur de Chile (tesis magíster). Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia - Chile.

Cárdenas, L.M., Hatch, D.J., Scholefield, D., Jhurreea, D., Clark, I.M., Hirsh, P.R., SALAZAR, F., Rao- Ravella and Alfaro, M. 2013. Potential mineralisation and nitrification in volcanic grassland soils in Chile. Soil Science and Plant Nutrition 59(3): 380-391.

Carvajal, A.M, Vargas, R.A, y Alfaro, M. 2016. Abundance of denitrifying genes and microbial community structure in volcanic soils. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 16 (3): 677-688, https://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162016005000049

CONAF. 2009. Reglamento para Quemas Agrícolas Controladas. Permisos de quema agrícolaotorgados. Available at http://www.mag.go.cr/legislacion/2009/de-35368.pdf (Accesado Junio 2020).

Dixon, L., Cárdenas, L., Alfaro, M., Salazar, F. and Hatch, D. 2011. High rates of nitrogen cycling in volcanic soils from Chilean grasslands. Rapid Communications in Mass Spectrometry 25:1-6.

Donoso, G. y Paredes, M. 2015. Efecto de las bajas temperaturas en el cultivo del arroz (pp: 18-21). En: M. Paredes, V. Becerra, (eds.). Manual de producción de Arroz: Buenas prácticas Agrícolas. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA N° 306.

Donoso, G., Paredes, M., Uribe, H., Saavedra, F., Parfitt, J., Carracelas, G., y Osorio, A. 2015. Manejo del agua: alcances y desafíos (pp: 59-61). En: M. Paredes, V. Becerra, (eds.). Manual de producción de Arroz: Buenas prácticas Agrícolas. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA N° 306.

Hirzel, J. 2015. Nuevos antecedentes en la fertilización nitrogenada (pp: 43-50). En: M. Paredes, V. Becerra, (eds.). Manual de producción de Arroz: Buenas prácticas Agrícolas. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA N° 306.

Hube, S., Alfaro, M., Scheer, C., Brunk, C., Ramírez, L., Rowlings, D., Grace, P. 2016. Effect of nitrification and urease inhibitors on

nitrous oxide and methane emissions from an oat crop in a volcanic ash soil. Agric., Ecosys. and Environ. doi:10.1016/j.agee.2016.06.040

INE. 2007. VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal. Available at https://www.ine.cl/estadisticas/economia/agricultura-agroindustria-y-pesca/censos-agropecuarios (Accessed June 2020).

INIA. 2010. Complementos y actualización del inventario de Gases de Efecto Invernadero para Chile en los sectores Agricultura, Uso de suelo, cambio en el uso de suelo y silvicultura, y Residuos antrópicos. Proyecto PNUD 43740. Informe final. 192 p. Ministerio de Agricultura, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago, Chile.

Manterola, H., D. Cerda, J. Mira. 1999. Los residuos agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes. 225 p. Fundación para la Innovación Agraria (FIA), Ministerio de Agricultura., Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Ministerio del Medio Ambiente. 2016. Informe del inventario nacional de gases de efecto invernadero de Chile, serie 1990-2013. Versión 2.0. 517 p. Departamento de Mitigación e Inventarios de Contaminantes Climáticos. División de Cambio Climático, Santiago, Chile.

Ministerio del Medio Ambiente. (2018). Inventario nacional de gases de efecto invernadero de chile, serie temporal 1990-2016. Santiago.

ODEPA. 2016. Información nacional de superficie sembrada, producción y rendimiento anuales. Available at http://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/estadisticas-productivas (Accessed June 2020).

ODEPA. 2019. Catastro vitícola nacional. Available at http://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/catastros-fruticolas/catastro-viticola-nacional (Accesado Junio 2020).

ODEPA. 2019. Catastro Frutícola. Available at http://icet.odepa.cl (Accesado Junio 2020).

ODEPA. 2019. Estadísticas de ganado. Available at http://icet.odepa.cl (Accesado Junio 2020).

ODEPA. 2019. Estadísticas de hortalizas. Available at http://icet.odepa.cl (Accesado Junio 2020).

ODEPA. 2019. Estadísticas de Vacas leche. Available at http://icet.odepa.cl/ (Accesado Junio 2020).

ODEPA. 2019. Estadísticas de Vacunos carne. Available at http://icet.odepa.cl/ (Accesado Junio 2020).

ODEPA. 1990-2018. Existencia de porcinos. Available at http://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del- sector/estadisticas-productivas (Accesado Junio 2020).

ODEPA. 1990-2018. Estadísticas productivas. Available at http://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/estadisticas-productivas (Accesado Junio 2020).

Sector Uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura

Albornoz, A., Alegría, D., Cortés, F., Gimeno, F., Moya, J., (2017). INFORME TÉCNICO CONAF-SIMEF: Protocolo metodológico para la elaboración de mapas de uso y cambios de uso de la tierra. p 90 (POR PUBLICAR).

Cairns, M., Brown, S., Helmer, E., & Baumgardner, G. (1997). Root biomass allocation in the worlds upland forests. Oecologia, 111, 1-11.

CDT. (2015). Medición del Consumo Nacional de Leña y Otros Combustibles Sólidos Derivados de la Madera. 205p.

CONAF. (2013). Sistema Nacional de Areas silvestres protegidas por el Estado (SNASPE). Disponible en https://ide.minagri.gob.cl.

CONAF. (2019): Elaborado por CONAF a partir de la represnetación de tierras para el INGEI Sector

UTCUTS Serie 1990-2018.

CONAF. (s.f.). Estadísticas histórico Incendios Forestales

CONAF y CONAMA. (1999). Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Informe con variables ambientales.

Coomes, D., & Grubb, P. (2000). Impacts of root competition in forests and woodlands: a theoretical framework and review of experiments. Ecol. Monogr., 70, 171-207.

Davel, M., & Jovanovski, A. &. (2005). Densidad básica de la madera de pino oregón y su relación con las condiciones de crecimiento en la Patagonia Andina Argentina. Bosque 26(3), 55-62. FAO. (s.f.). Fertilizantes. Recuperado el 2015, de FAOSTAT Domains: http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/R/*/S FAO. (s.f.).

Etienne M. y Prado C., (1982). Descripción de la vegetación mediante la cartografía de ocupación de tierras. Ciencias Agrícolas N° 10, Universidad de Chile, Fac. de Cs. Agrarias y Forestales/ UNESCO- MAB. 120 p.

Gómez-Lobo, A., Lima, J.L., Hill, C., Meneses, M. (2006). Diagnóstico del Mercado de la Leña en Chile. Informe Final preparado para la Comisión Nacional de Energía de Chile. Centro Micro Datos, Departamento de Economía, Universidad de Chile.

Disponible en http://www.sinia.cl/1292/articles-50791_informe_final.pdf Accessed April 2016.

Gayoso, J., Chile, U. A., & INFOR. (2002). Proyecto FONDEF: Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques de Chile y promoción en el mercado mundial. Inventario de biomasa y contabilidad de carbono. Informe Técnico.

Gayoso, J., Guerra, J., & Alarcón, D. (2002). Proyecto FONDEF: Medición de la capacidad de captura de carbono en bosque de Chile y promoción en el mercado mundial. Contenido de carbono y funciones de biomasa en especies nativas y exóticas. Informe Técnico.

Gayoso, 2006. Inventario de carbono en praderas y matorrales para el estudio de línea de base. Proyecto SIF Sociedad Inversora Forestal S. A. Regiones VII y VIII. 38 p.

Gorrini, B., Poblete, H., & Hernández, G. &. (2004). Tableros de partículas y MDF de Eucalyptus nitens: Ensayos a escala industrial. Bosque 25(3), 89-97.

Hernández, G., & Pillina J. (2010). Propiedades de la madera de especies forestales nativas y exóticas en Chile. Monografías Concepción, Chile: INFOR. Informe Técnico N° 178.

INE. (2007). VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal.

INFOR. (Todos los años disponibles). Anuario Forestal. INFOR. (Todos los años disponibles). Boletín Estadístico. Estadísticas Forestales. Santiago, Chile.

INFOR. (2019a). Anuario Forestal 2019. Instituto Forestal, Chile. Boletin Estadistico N° 168. 208 p.

INFOR. (2019b). INFOR, 2019. Sistema de monitoreo del consumo de leña y otros biocombustibles sólidos. Base de datos no publicada.

INFOR. (2014). Los recursos Forestales en Chile, Informe Final Inventario Continuo de Bosque Nativos y Actualización de plantaciones forestales. 265p.

INFOR. (2013). Disponibilidad de Madera de Plantaciones de Pino Radiata y Eucalipto (2010-2040). Informe Tecnico N° 194. 77 p.

INFOR. (2015). Los recursos forestales en Chile. Informe final: Inventario continuo de bosques nativos y actualización de plantaciones forestales. 195 p.

INFOR. (2007a). Disponibilidad de madera de Eucalyptus en Chile 2006-2025. Informe Técnico N°173. 57 p.

INFOR. (2007b). Inventario de los Bosque de Alerce. 166 p.

INFOR. (2005). Disponibilidad de madera de plantaciones de Pinus radiata en Chile 2003-2032. Informe Técnico N°170. 103 p.

INFOR. (1994). Evaluación del consumo de leña en Chile 1992. Informe técnico N° 130. Santiago, Chile, 56 p.

INFOR. (2011). Los Recursos Forestales en Chile. Inventario continuo de bosques nativos y actualización de plantaciones forestales. Informe final. 306 p.

INFOR y CORFO (1986). Especies forestales de interés económico para Chile.

INFOR y CONAF (1997). Monografía. Populus spp. Potencialidad de Especies y Sitios para una Diversificación Silvícola acional. 133 p.

Jin, S., Yang, L., Danielson, P., Homer, C., Xian, G., & Fry, J. (2013). A comprehensive change detection method for updating the National Land Cover Database to circa 2011. Remote Sensing of Environment, 159-175.

Jovanovski, A.; Davel, M. & D. Mohr-Bell. (2005). Densidad Básica de la madera de Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco en la Patagonia. Invest. Agrar: Sist Recur For 14(2): 153-160.

Kangas A. (1991). Updated measurement data as prior information in forest Inventory. Silva Fennica 1991, Vol 25 N°3:180-191.

Kininmonth, J.A. & L.J. Whitehouse. (1991). Properties and Uses of New Zealand radiata pine. Volumen one-Wood properties. Chapter 6 Ian Bryce Printers Ltd., Rotorua, New Zealand.

Loewe, M.; Toral, M.; Fernández, M.P.; Pineda, G.; López, C. &E. Urquieta. (1997). Monografía de Álamo (Populus spp.). INFOR-CONAF. Proyecto "Potencialidad de especies y sitios para una Diversificación silvícola nacional". Santiago de Chile. 145 p.

MMA. (2011). Ministerio del Medio Ambiente. 2011. Segunda Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Melo, R.; Paz, J.; Solis, A.; Carrasco, V.; Rojas, M.; Rivera, G. & A. Barriga. (1981). Evaluación de los Recursos Fibrosos en la Subregión Andina. Suplemento Parte II: "Los Eucaliptos en Chile".Organización de Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Proyecto Especial de Celulosa y Papel. Lab. de Productos Forestales, Instituto de Investigación Tecnológica. Escuela de Ingenierría, Universidad de Concepción. 39 p.

Mujica, R. (2003). Estudios sobre tratamientos silvícolas en Chile. En "Los bosques de Araucaria araucana en Chile y Argentina". TWF-40s. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, GTZ. p. 3-80.

Prado, J.A. & S. Barros. (1989). Eucalyptus. Principios de silvicultura y manejo. Santiago, Chile, INFOR. División Silvicultura; CORFO. 199 p.

Poblete, H. (2002). Estudio técnico de la utilización de Eucalyptus nitens en la fabricación de contrachapados: ensayo con trozas basales y segundas. Informe de Convenio. Universidad Austral de Chile- Forestal Mininco S.A., 42 p.

Pérez, V. (1982). Propiedades mecánicas y asociadas del Pino oregón (Pseudotsuga menziesii) creciendo en Chile. Informe Técnico 85. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 17 p.

Pérez, V. (1983). Manual de propiedades físicas y mecánicas de maderas chilenas. Santiago, Chile. Proyecto CONAF/PNUD/FAO - CHI 76/003. Documento de Trabajo N°47. 451 p.

Peredo, M. (2000). Utilización Industrial de la Madera de Eucalyptus. In: Reyes (ed). I Congreso Iberoamericano de Investigación y Desarrollo de Productos Forestales. 16-20 octubre 2000. Concepción, Chile. Pp. 79-87.

Rojas, P.; Aravena, M. & L. Cid. 1993. Primeros Resultados de Floración y Producción de semillas de E. nitens. En: Actas Simposio Los Eucaliptos en el Desarrollo Forestal de Chile. INFOR. Pucón, Chile (24-26 de noviembre. pp: 97-107.

Rozas, C. (2002). Resultados tecnológicos proyecto FONDEF: Diversificación y aprovechamiento de las plantaciones de Eucalyptus globulus y Eucalyptus nitens para su utilización en la industria del mueble. Concepción.

Rozas, C.; Sánchez, r. & P. Pinedo. (2005). Secado de Eucalyptus nitens y globulus y su aprovechamiento en blocks, pisos y muebles. Maderas. Ciencia y Tecnología 7(2):109-120.

Scheuder, T., Gregoire, T., Wood. G. (1993) Métodos de muestreo para el inventario forestal de múltiples fuentes.

Torricelli, A. & Torricelli, E. 1942. La madera. Imprenta La Sud Americana. Santiago, Chile.

Sector Residuos

Aguas Andinas (s.f) Memorias, Biogás Producido (m3) La Farfana, Trabal-Mapocho. Recuperado en 2020 de https://www.aguasandinasinversionistas.cl/es/informacion-financiera/memorias

CEPAL (2019) PIB Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca (Millones de dólares), recuperado el 2020 de https://cepalstat- prod.cepal.org/cepalstat/tabulador/ConsultaIntegrada.asp?IdAplicacion=6&idTema=131&idIndicador=2215&idioma=e

CMNUCC. (s.f.). Reporte de monitoreo de proyectos MDL. Recuperado el 2013, de http://cdm.unfccc.int/Projects

CONAMA. (2008). Catastro de Instalaciones Final de Residuos Sólidos Domiciliarios.

CONAMA. (2000). Catastro de Sitios de Instalaciones de Disposición Final de RSD, años 1996 y 2000.

ECOAMERICA. (2012). Segundo Catastro de Sitios de Disposición Final, Gestión y Tratamiento de Residuos Sólidos, Domiciliarios e Industriales.

Energía Abierta. (2019). Listado de proyectos de Biogás que inyectan energía eléctrica al sistema bajo la Ley Generación Distribuida o como PMGD.

ESSBIO. (2018). Memoria Anual 2018. Fundación Chile. (2010). Consultoría de apoyo a los procesos de normas ambientales en sistemas hídricos: Estimación de costos de abatimiento de contaminantes en residuos líquidos.

INE. (2017). Síntesis de resultados Censo 2017.

INE. (13 de 09 de 2019). ESTIMACIONES Y PROYECCIONES DE LA POBLACION DE CHILE, TOTAL PAÍS 1992-2050 EN BASE A CENSO 2017. Obtenido de INE: http://www.censo2017.cl/descargas/proyecciones/estimaciones-y-proyecciones-chile-1992-2050-base-2017-poblacion-e-indicacores.xlsx

INE. (S/I). Chile: Proyecciones y estimaciones de población. Total país 1950-2050. Santiago: Instituto Nacional de Estadísticas.

IPCC. (2019). Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories .

MIDESO (1990, 1992, 1994, 1996, 1998, 2000, 2003, 2006, 2001, 2013 y 2015) Encuesta CASEN, Cuadro 8. Distribución de hogares según región y sistema de eliminación de excretas. Recuperado el 2018 de http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/

Ministerio de Salud, Depto. de Nutrición y Alimentos. (2007). Disponibilidad de proteínas en Chile 1990 - 2007.

Ministerio del Medio Ambiente (2019) Consultoría para la Mejora de la Información Utilizada en la Estimación de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del Sector Residuos. Santiago. Elaborado por EBP Chile SpA.

Ministerio del Medio Ambiente. (2018). Inventario nacional de gases de efecto invernadero de Chile, serie temporal 1990-2016. Santiago.

Ministerio del Medio Ambiente. (2014). Ajuste del Catastro de Residuos Sólidos Municipales, Serie Temporal 1990-2012.

Ministerio del Medio Ambiente. (2012). Catastro de incineración de residuos hospitalarios, cadáveres y restos humanos.

Ministerio del Medio Ambiente. (2012). Diagnósticos regionales sitios de disposición final de residuos.

Ministerio del Medio Ambiente. (2011). Informe del Estado del Medio Ambiente.

Ministerio del Medio Ambiente. (2009). Primer reporte sobre manejo de residuos sólidos en Chile.

OCDE. (2012). Reporte de generación y recolección de residuos municipales 2011 y 2012.

PUCV. (2012). Grupo de Residuos Sólidos: Levantamiento y análisis de la generación y manejo de residuos orgánicos en comunas de Chile y la presentación de propuestas para su valorización.

RETC (2014, 2015, 2016, 2017 y 2018) Residuos (Disposición fuera de sitio), Generador de residuos municipales, datos .xls, Recuperado el 2020 de https://datosretc.mma.gob.cl/dataset/residuos

RETC (2014, 2015, 2016, 2017 y 2018) Residuos (Disposición fuera de sitio), Generación de residuos no peligrosos, datos .xls, Recuperado el 2020 de https://datosretc.mma.gob.cl/dataset/residuos

SISS. (2013). Catastro Biogás recuperado y quemado por plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas a nivel nacional año 2012.

SISS. (2013). Catastro lodos generado por plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas a nivel nacional años 2010 y 2011.

SISS. (2013). Catastro plantas de tratamiento de RILes a nivel nacional, años 2006-2010.

SISS. (s.f.). Coberturas del sector sanitario 1990- 2016. Recuperado el 2018, de http://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6415.html

SISS. (s.f.). Informes de gestión del sector sanitario 1996 - 1999. Recuperado el 2015, de http://www.siss.gob.cl/577/ w3-propertyvalue-3443. html

SISS. (s.f.). Informes de gestión del sector sanitario 2000 - 2018. Recuperado el 2020 de, http://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6415.html

SMA. (2015). Catastro plantas tratamiento de RILes a nivel nacional años 2013.

Subdere (2017) Línea Base Diagnóstico y Catastro de RSD año 2017, recuperado en 2020 de http://www.subdere.gov.cl/content/l%C3%ADnea-base-diagn%C3%B3stico-y-catastro- de-rsd-a%C3%B1o-2017

Tchobanoglous, G., L., B. F., & David, S. H. (2003). Wastewater engineering: treatment and reuse. Boston, Estados Unidos: Metcalf & Eddy, Inc. McGraw-Hill, Boston, United States. Kaza, Silpa; Yao, Lisa C.; Bhada-Tata, Perinaz; Van Woerden, Frank. 2018. What a Waste 2.0 : A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban Development;. Washington, DC: World Bank. © World Bank. https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317 License: CC BY 3.0 IGO.

Carbono Negro

IPCC. 2018. Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to. One Earth 1(3): 374-381. doi: 10.1016/j.oneear.2019.10.025

Boucher O, Randall D, Artaxo P, Bretherton C, Feingold G, Forster P, Kerminen V-M, Kondo Y, Liao H, Lohmann U, et al. 2013. Clouds and aerosols. In: Intergovernmental Panel on Climate Change, editor. Climate Change 2013 the Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press. p. 571-658. doi: 10.1017/CBO9781107415324.016

Rowe PM, Cordero RR, Warren SG, Stewart E, Doherty SJ, Pankow A, Schrempf M, Casassa G, Carrasco J, Pizarro J, et al. 2019. Black carbon and other light-absorbing impurities in snow in the Chilean Andes. Sci Rep 9(1): 4008. doi: 10.1038/s41598-019-39312-0

Bond TC, Doherty SJ, Fahey DW, Forster PM, Berntsen T, Deangelo BJ, Flanner MG, Ghan S, Kärcher B, Koch D, et al. 2013. Bounding the role of black carbon in the climate system: A scientific assessment. J Geophys Res Atmos 118(11): 5380-5552. doi: 10.1002/jgrd.50171

Kirrane EF, Luben TJ, Benson A, Owens EO, Sacks JD, Dutton SJ, Madden M, Nichols JL. 2019. A systematic review of cardiovascular responses associated with ambient black carbon and fine particulate matter. Environ Int 127(February): 305-316. Elsevier. doi: 10.1016/j.envint.2019.02.027

WHO. 2018. World Health Statistics 2018: Monitoring Health for the SDGs, Sustainable Development Goals. Available at https://www.who.int/docs/default-source/gho-documents/world-health-statistic-reports/6-june-18108-world-health-statistics-2018.pdf.

Huneeus N, Urquiza A, Gayó E, Osses M, Arriagada R, Valdés M, Ãlamos N, Amigo C, Arrieta D, Basoa K, et al. 2020. El aire que respiramos: pasado, presente y futuro - Contaminación atmosférica por MP2,5 en el centro y sur de Chile. Available at www.cr2.cl/contaminacion/

EMEP/EEA. 2019. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019. doi:10.2800/293657

Fotografía: Sergio Muñoz De la Parra.

3 Vulnerabilidad del país y su Adaptación al Cambio Climático

1. INTRODUCCIÓN

Chile es considerado un país altamente vulnerable al cambio climático, según el artículo 4, número 8 de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC, 1992), pues presenta zonas costeras bajas; zonas áridas y semiáridas, zonas con cobertura forestal y zonas expuestas al deterioro forestal; zonas propensas a los desastres naturales; zonas expuestas a la sequía y a la desertificación; zonas de alta contaminación atmosférica urbana y zonas de ecosistemas frágiles, incluidos los ecosistemas montañosos. Los impactos derivados del cambio climático afectan el habitat natural y a la sociedad a lo largo del territorio nacional, y de manera transversal a diversos sectores fundamentales del quehacer nacional, como son la pesca y acuicultura, los recursos hídricos, la biodiversidad y el sector silvoagropecuario, entre otros (MMA, 2016).

Por otra parte, es importante señalar que, al momento de redactar la presente comunicación nacional, la sociedad a nivel mundial se encuentra enfrentado una situación de pandemia por el COVID19, lo que ha generado no solo grandes impactos en la salud y bienestar de las personas, sino también en la economía, con niveles de incertidumbre de la severidad de estos impactos y de cómo la sociedad responderá a ellos en el corto y largo plazo.

Desde la Tercera Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (3CN) han acontecido dos hitos relevantes en nuestro país, siendo el primero de ellos la presentación de la actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 2020) para el Acuerdo de París 2015 (MMA, 2020). La ambición de la nueva NDC, relacionada a la adaptación, representa un avance importante con respecto a la primera y está acompañada de un pilar social de transición justa y desarrollo sostenible. El segundo hito hace referencia a la presidencia de Chile para la COP25, lo que resultó, entre otras cosas, en avanzar en la sensibilización y profundizar en el conocimiento de la problemática de cambio climático en nuestro país, contribuyendo también al aumento de la ambición y del sentido de urgencia a la acción climática. En lo relacionado a la adaptación, se constituyó la Mesa de Adaptación del Comité Científico de la COP25, la que contó con la participación de más de ciento treinta científicos del país, que trabajaron en lineamientos para el diseño de planes de adaptación; facilitadores, obstaculizadores y brechas para la implementación de la adaptación; temas emergentes o que necesitan de mayor atención; y transformación (MICITEC, 2020).

En estos cuatro años, se ha ganado y establecido un espacio en que la ciencia ha adquirido un rol central en la generación de conocimiento para el apoyo de la toma de decisiones. El Comité Científico COP25 fue creado bajo el alero del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, y tuvo como mandato coordinar, los aportes de la comunidad científica para la Conferencia, de modo de poner a disposición la evidencia científica para apoyar la toma de decisiones (Rojas et al., 2019).

Con los avances en la generación de evidencia científica sobre el fenómeno del cambio climático, se ha mejorado el conocimiento respecto de impactos de extrema severidad para Chile, tales como la mega-sequía, los mega-incendios y las inundaciones, los que son el resultado, de los cambios en las condiciones climáticas y de la expresión de la vulnerabilidad presente en los territorios. Los estudios de vulnerabilidad en Chile han progresado considerablemente, aunque aún existe una brecha importante en términos de escala e información disponible. Se necesita contar con evaluaciones de vulnerabilidad que permitan tener una visión más completa y actualizada de esta variable a escala local, así como con estandarización de metodologías de evaluación, que permitan conocer la evolución de ella.

Respecto a instrumentos de política pública de cambio climático, un avance fundamental en los últimos cuatro años tiene relación con el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, el cual se encuentra en discusión parlamentaria[1].

Chile cuenta actualmente con su Plan de Acción Nacional sobre Cambio Climático en su segundo ciclo (PANCC II 2017-2022), instrumento de política pública nacional que articula todos los programas y acciones de cambio climático del sector público, y que considera un eje de adaptación (MMA, 2017). Adicionalmente Chile tiene un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (NAP 2014), y planes sectoriales de adaptación, en desarrollo desde el año 2013. A la fecha existen ocho planes sectoriales en implementación: Silvoagropecuario, Biodiversidad, Pesca y Acuicultura, Salud, Energía, Infraestructura, Ciudades y Turismo; y uno en fase de diseño: Recursos Hídricos. En el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, se ha propuesto la inclusión de los sectores de Minería y Borde costero.[2].

Por otra parte, para abordar una adaptación que responda a las necesidades propias de los territorios, se encuentran en desarrollo los primeros Planes de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC), en las regiones de Atacama, O'Higgins, Los Ríos y Los Lagos, los que cuentan con apoyo financiero del Fondo Verde del Clima, a través de Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), y cuyo objetivo es impulsar el desarrollo de capacidades al nivel subnacional para enfrentar el cambio climático a través de estos instrumentos de gestión. Estos planes son el inicio del proceso de elaboración de los planes para las 16 regiones del país según se establece en el proyecto de ley y se compromete en la NDC del 2020.

1. https://www.senado.cl/appsenado/templates/tramitacion/index.php?boletin_ini=13191-12

2. Boletín: 13191-12. Disponible en: https://www.camara.cl/legislacion/ProyectosDeLey/tramitacion.aspx?prmID=13728&prmBoletin=13191-12

El diseño e implementación de soluciones de adaptación en Chile, no solo han ocurrido en el ámbito de la política pública nacional, sino que también se ha ampliado a otros actores sociales, como las empresas, la academia y la sociedad civil; abarcando la escala sub-nacional, a nivel de regiones administrativas y de comunas del país. En los últimos años, se han realizado importantes avances y el catastro de esta soluciones, que han sido compiladas no sólo por instituciones del Estado, sino que también en estudios realizados por empresas, como por ejemplo "Empresas y cambio climático en Chile: el camino hacia una adaptación sostenible" (Acción Empresas, 2019). Desde el sector académico se han producido significativos progresos, destacándose la formación de centros de investigación relacionados con cambio climático. Del mismo modo, se ha incrementado el financiamiento para proyectos de investigación en la materia. Respecto de la sociedad civil organizada, el trabajo ha sido coordinado principalmente por la Mesa Ciudadana de Cambio Climático, la que reúne a ONG nacionales. Por su parte, a nivel local se ha seguido fortaleciendo y ampliando la Red Chilena de Municipios ante el Cambio Climático (RedMuniCC), la que nace el 2014 como una comunidad de apoyo y colaboración técnica abierta a los municipios de Chile que deseen tomar el compromiso explícito de planificar y gestionar su territorio, considerando el cambio climático.

Debido a la incertidumbre y dinamismo de los impactos del cambio climático, la implementación de soluciones de adaptación debe ir acompañada de una evaluación periódica, que cuente con metodologías que permitan hacer un seguimiento de ésta, con especial atención en aquellos factores que facilitan u obstaculizan la adaptación, de modo de poder realizar adecuaciones para su mejora. El monitoreo de la adaptación es un ámbito en el cual se ha avanzado, pero que aún no cuenta con un sistema lo suficientemente eficaz para medir, tanto el progreso como los obstáculos, hacia la reducción de la vulnerabilidad.

Por otro lado, se ha avanzado en la toma de conciencia de la magnitud de los impactos del cambio climático y de la necesidad de contar con respuestas adaptativas incrementales, y en algunos casos, de adaptación transformacional. Esto se hace relevante en un contexto nacional de demandas sociales, donde algunas aristas tienen relación directa con la crisis climática.

Este capítulo presenta información respecto a los avances en materia de evaluación de la vulnerabilidad frente al cambio climático y las medidas de adaptación que se han diseñado e implementado en Chile en los últimos 4 años. Los contenidos presentados y las metodologías de análisis fueron construidos, recomendados y revisados por parte de un equipo de expertos, tanto académicos, como no académicos. En el caso del levantamiento de la información relacionada a la adaptación, se contó con la activa participación de actores no estatales, como lo son las empresas, la sociedad civil organizada y los gobiernos locales.

El capítulo se divide en 6 secciones, siendo la presente introducción la primera de ellas. En una segunda sección, se presenta la evolución histórica y futura de los forzantes asociados a escenarios de cambio climático a nivel atmosférico y oceánico, mientras que la tercera sección da un contexto general de la vulnerabilidad de Chile ante este fenómeno. En cuarto lugar, se aborda la vulnerabilidad con un mayor nivel de detalle por sectores y sistemas. La quinta sección se refiere a la adaptación, y está dividida en dos subsecciones: avances en el desarrollo de instrumentos de adaptación; y experiencias de adaptación, que incluye información del quehacer de actores no estatales. Por último, en la sexta sección se discute respecto de los obstáculos, brechas y necesidades financieras, técnicas y de capacidades para la adaptación.

Fotografía: Roberto López.

2. TENDENCIAS Y PROYECCIONES NACIONALES DE CAMBIO CLIMÁTICO

2.1 Introducción

En esta sección se da cuenta del análisis histórico y futuro de las distintas amenazas para Chile, que tienen su origen en el cambio climático. Se incluyen amenazas a nivel terrestre y oceánico, destacándose cambios en las condiciones medias y en los eventos extremos. Impactos en otras variables físicas que se ven afectadas por los cambios en el clima, como por ejemplo los cambios en la criósfera, se tratan posteriormente en secciones específicas de este capítulo.

La construcción de esta sección se basa de manera importante en los informes climáticos que elabora la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) desde el año 2018, como parte de su compromiso en el marco del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC 2017-2022), para dar cumplimiento al objetivo específico de mejorar el sistema de monitoreo de las principales variables climáticas a nivel nacional como base de información para el seguimiento de la evolución climática en Chile (DMC, 2019; DMC, 2020). También ha sido relevante considerar el trabajo de diagnóstico realizado en el marco de la Actualización del Balance Hídrico Nacional (DGA, 2017a). Las proyecciones climáticas por otra parte han sido obtenidas del proyecto Atlas de Riesgos Climáticos (ARCLIM) cuya descripción se presenta en el Recuadro 1. En lo que respecta a las condiciones oceánicas ha sido relevante el aporte generado en el estudio Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile (MMA, 2019h) cuyos resultados también han sido incorporados en el proyecto ARCLIM. Adicionalmente, el sector agropecuario elaboró el Atlas Agroclimático de Chile[3] que describe el estado actual y las tendencias para el país.

Recuadro 3-1. Proyecto ARCLIM1[4].

La iniciativa del Atlas de Riesgos Climáticos (ARCLIM) fue impulsada en 2019 por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile y financiada por la Corporación Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ) con el propósito de centralizar en una sola plataforma, la información cartográfica relevante asociada a riesgos climáticos en Chile utilizando metodologías y escenarios consistentes. Su ejecución se encargó al Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2) y al Centro de Cambio Global de la Pontificia Universidad Católica de Chile (CCG). Para la construcción de cada línea de trabajo sectorial se convocó a 14 grupos de trabajo, cuyos investigadores representan diez universidades, cinco centros de investigación y tres consultoras. La gran virtud de este proyecto fue el carácter integral y multidisciplinario del análisis de los riesgos climáticos en Chile, además de plantearse como una herramienta viva y permanente, que permitirá que la plataforma siga desarrollándose, de manera abierta por parte de las instituciones públicas competentes y que siga entregando información actualizada, de interés público para la ciudadanía, la academia, y el sector privado.

El resultado del proyecto es un conjunto de mapas de riesgos relacionados con el cambio climático para Chile, incorporando proyecciones climáticas a mediano plazo. Estos mapas comunican información sobre los impactos y riesgos climáticos, la exposición y la sensibilidad de los sistemas seleccionados a nivel comunal. Los mapas se muestran en una plataforma basada en la web, que permite la visualización dinámica y la descarga de datos, convirtiéndose así en una herramienta importante, para el diseño de políticas públicas y la implementación de medidas de adaptación.

La construcción de los indicadores de amenazas, riesgos e impactos, se realizó con una resolución climática de 5x5 km, generando análisis sectoriales a distintos niveles, incluyendo el nivel comunal. En estos indicadores se caracterizan los cambios considerando periodo de línea base (1980-2010) y un escenario futuro (2035-2065). El escenario futuro se construye con el escenario RCP8.5, utilizándose el promedio de entre 20 y 30 simulaciones en base a Modelos de Clima Global (GCM).

3. http://wwwagrimed.cl/contenido.asp?id=9&Titulo=Atlas%20Agroclimatico%20de%20Chile

4. https://arclim.mma.gob.cl/

2.2 Tendencias y proyecciones a nivel terrestre

2.2.1 Temperatura y precipitación media

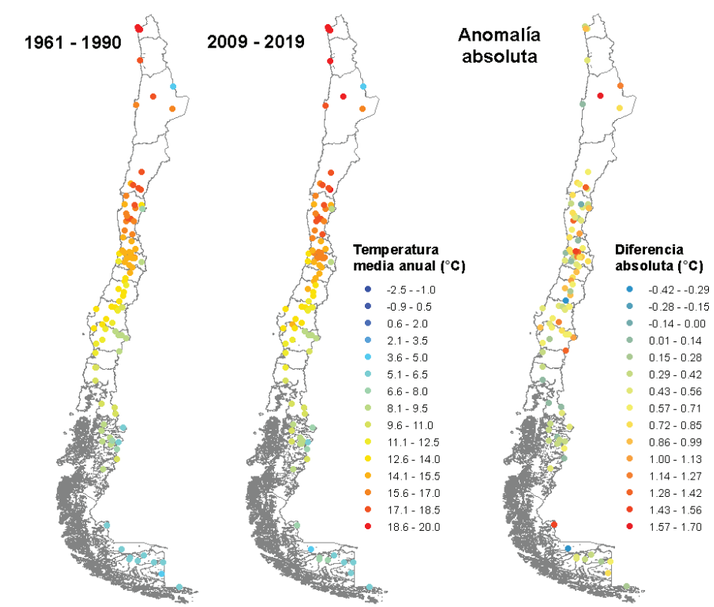
A) Tendencias históricas

Las tendencias en las condiciones atmosféricas, que fueron registradas en la 3CN, han seguido acentuándose estos últimos años. En la Actualización del Balance Hídrico Nacional, (DGA, 2017a) se realiza la comparación entre las condiciones climatológicas imperantes, entre el periodo de análisis realizado en 1987 (1950 a 1980), y el periodo considerado para la actualización del Balance Hídrico (1985 a 2015). Adicionalmente se realiza un análisis de tendencias, con aquellas estaciones meteorológicas que cuentan con información suficientemente completa.

Con respecto a la temperatura, las conclusiones de este trabajo muestran una tendencia al alza, para la mayor parte de las estaciones de la zona central. En el caso de la macrozona norte no es posible apreciar un patrón de tendencias marcado hacia el alza o a la baja. Para la zona sur y sur-austral, la tendencia no es significativa en la mayoría de los casos, aunque en general es al alza (DGA, 2017a). Con respecto a las precipitaciones los resultados son más variados que para las temperaturas. Para la zona central se observa una tendencia general a la baja en las precipitaciones, que es significativa en muchas estaciones (DGA, 2017a). Estas conclusiones son consistentes con trabajos recientes como los de Boisier et al., (2018) y Garreaud et al., (2019). Para la región austral, la variabilidad es menor y las tendencias sí se observan como significativas a la baja en la mayoría de las estaciones.

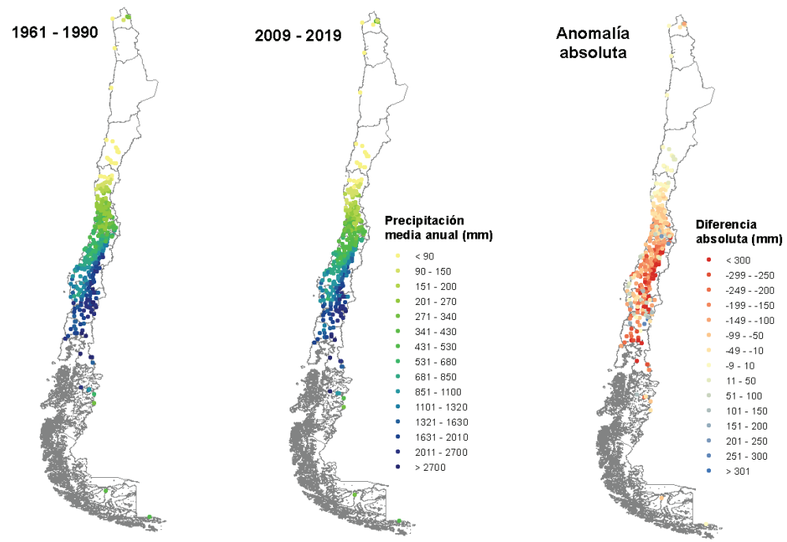
Concentrándose en un periodo más reciente y tomando en cuenta una actualización de la información disponible (estaciones DMC y DGA) se presenta en la Figura 1 y 2 una comparación entre las condiciones climatológicas promedio (para el periodo 1961-1990 de acuerdo con la definición de la DMC) y las condiciones promedio de la década 2009-2019. Respecto de la temperatura media, en un 13% de las estaciones (de un total de 101 analizadas) se presenta un incremento mayor a 1°C, un 82% tiene un incremento positivo pero menor a 1°C y solo el 5% de las estaciones tienen una disminución en la temperatura promedio, para esta última década respecto del periodo 1961-1990. Respecto de la precipitación anual, la tendencia de disminución es de un 7% por década, con una importante variación dependiendo de la ubicación. La zona central del país es la que presenta la mayor tendencia al secamiento de 14% por década.

Figura 3-1. Temperatura media anual para el periodo 2009-2019 y anomalías según climatología.



Fuente: Adaptado de DMC (2019) con información de estaciones DMC y DGA.

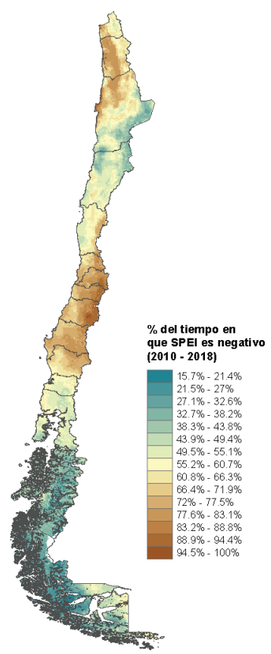
Figura 3-2. Precipitación total anual promedio para periodo 2009-2019 y anomalías según climatología.



Fuente: Adaptado de DMC (2019) con información de estaciones DMC y DGA.

En el análisis de tendencias climáticas, considerando de manera conjunta el efecto de precipitación y de temperatura sobre la evapotranspiración, y utilizando la información climática grillada proveniente de DGA (2018), se construye el Índice de Precipitación-Evapotranspiración Estandarizado (SPEI por su sigla en inglés (Beguería et al., 2014), agregado para 12 meses en el periodo 1984-2018. Nuevamente con un foco en el periodo reciente (entre 2010 y 2018) en la Figura 3 se presenta el porcentaje del tiempo (meses), en que el indicador SPEI posee un valor negativo. Se observa que entre las regiones de Valparaíso y el Biobío existe una situación de sequía preponderante, en que casi todo el territorio presenta al menos un 55% del periodo considerado, en que el indicador es negativo (correspondiente a déficit hídrico). Lo mismo ocurre en zonas costeras entre las regiones de Arica y Parinacota y Antofagasta. Se puede apreciar que en zonas altiplánicas en el Norte Grande y en las zonas más australes del país esta situación se revierte, con un porcentaje alto de meses en que existiría más bien un superávit hídrico relativo, para el periodo considerado.

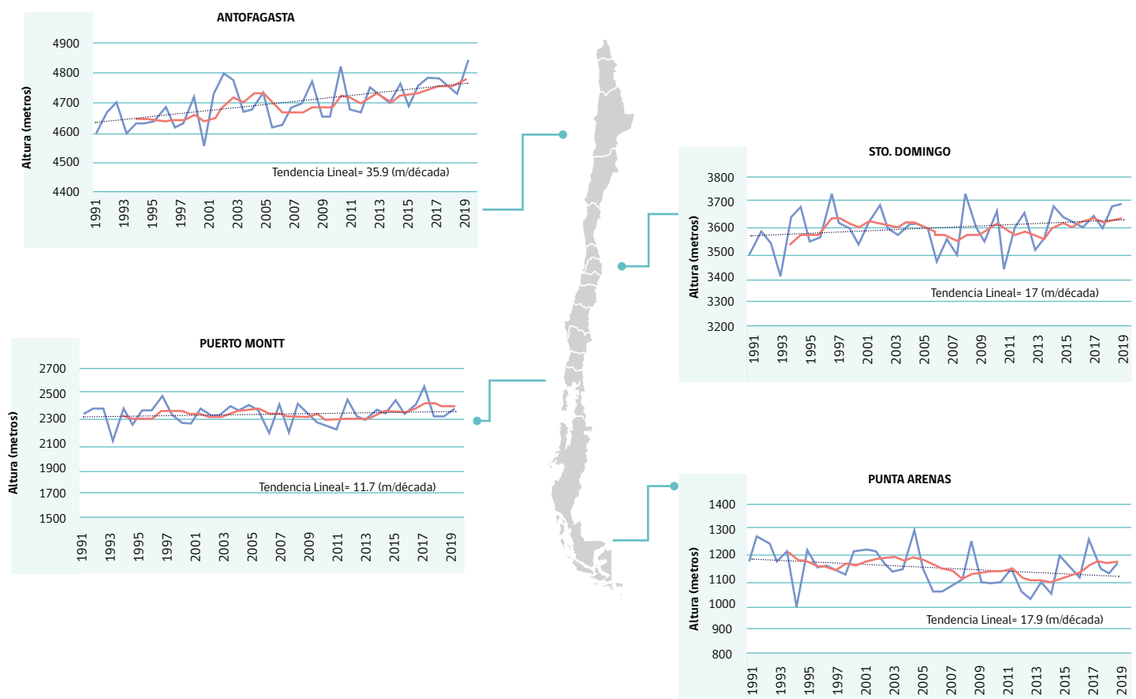
Figura 3-3. Porcentaje de valores negativos para el periodo 2010 - 2018 del índice de precipitación-evapotranspiración estandarizado (IPEE) calculado en un agregado de 12 meses para el periodo 1984-2018.



Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos CR2MET.

Otro factor muy importante para considerar, es la evolución que tiene la altura de la isoterma 0°C, que es el nivel donde la temperatura del aire pasa de valores positivos a negativos, y que sirve como referencia del nivel donde la precipitación cambia de líquida (agua) a sólida (nieve) (DMC, 2019; DMC, 2020). La DMC monitorea la ubicación de la isoterma 0°C utilizando observaciones de altura desde radiosondas, a partir de los valores de temperatura medidos en la vertical, en cuatro localidades del país donde existen datos continuos (Antofagasta, Santo Domingo, Puerto Montt y Punta Arenas). Los análisis de tendencias (ver Figura 4) muestran que para la zona norte (Antofagasta) existe la mayor tendencia al alza (36 m/década), siendo menor el alza en la zona central (Santo Domingo) y sur (Puerto Montt) con aumentos de 17 m/década y 12 m/década respectivamente. Al contrario, la zona austral ha observado un descenso que alcanza -18 m/década en Punta Arenas. Sin embargo, al considerar el período posterior al año 2000, en general, se ha observado un aumento en la altura de la isoterma cero, donde la zona sur es la que más se ha incrementado su tendencia, con 75 m/década, mientras que en Punta Arenas se revierte la tendencia negativa observada, a un aumento de 40 m/década, reflejado en el promedio móvil (línea roja).

Figura 3-4. Altura de la isoterma 0°C (línea azul), ajuste lineal (línea punteada) y promedio móvil de 5 años (línea roja).



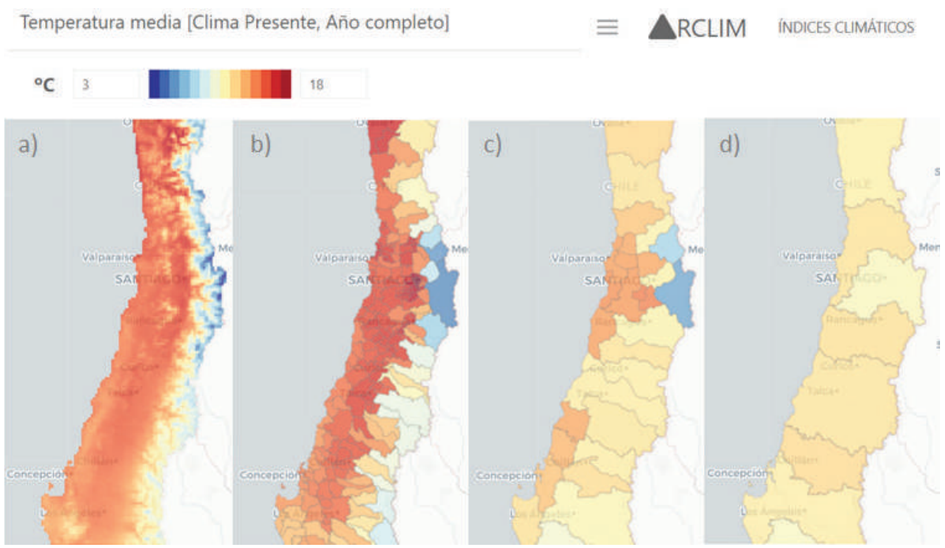
Fuente: Adaptado de DMC (2020).

b) Proyecciones futuras

Las proyecciones climáticas que se presentan están basadas en los resultados del proyecto ARCLIM, el que genera información, en la mayoría de los casos, a escala de comuna (se puede agregar información a escala de provincias, cuencas y regiones del país), y en general se llega a datos a una escala de 5x5 km en formato de raster[5]. La Figura 5 muestra, a modo de ejemplo, la información respecto de temperatura media promedio anual para cada una de estas escalas de agregación, para la zona comprendida entre la Región de Coquimbo y la Región del Biobío. Para facilitar la presentación de resultados, estos se muestran a escala de provincia.

5. Un ráster es una matriz de celdas (o píxeles) organizadas en filas y columnas (o una cuadrícula) en la que cada celda contiene un valor que representa información, como por ejemplo la temperatura. (https://desktop.arcgis.com/)

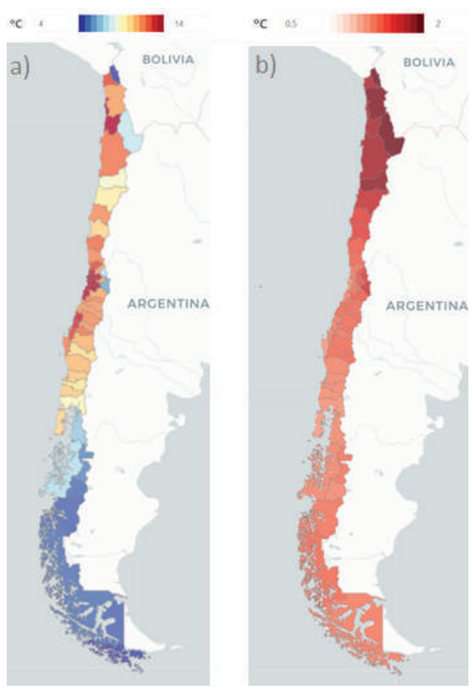
Figura 3-5. Ejemplo de uso plataforma ARCLIM. Temperatura media anual para el periodo actual en formato a) ráster; b) comunal; c) provincia y d) región.



Fuente: Proyecto ARCLIM.

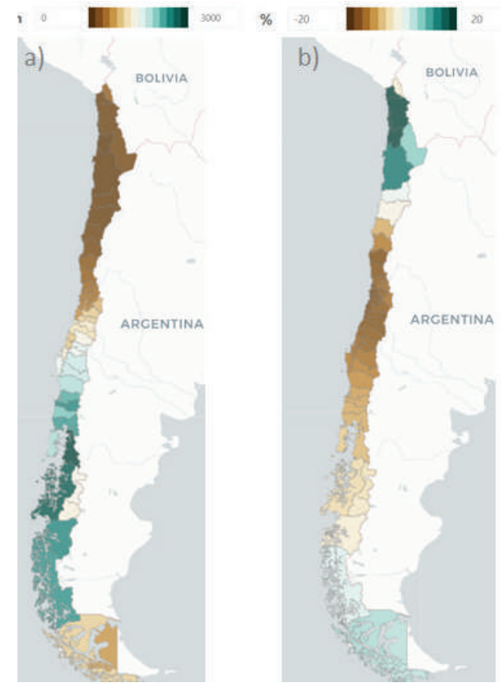
En esta sección se muestran los resultados de proyecciones para temperatura media anual (Figura 6) y precipitación acumulada anual (Figura 7). Los resultados presentan el promedio de los Modelos de Circulación General (General Circulation Models, o GCM por sus siglas en inglés) considerados en el análisis. Se puede apreciar que los escenarios futuros son consistentes con proyecciones anteriores presentadas en la 3CN. Con respecto de la temperatura, las proyecciones muestran un aumento en todo el país para el periodo 2030-2060. Este aumento es mayor en la zona norte, especialmente en las zonas de altura, con incrementos que llegan a ser superiores a 2°C. En la zona sur, especialmente en las provincias costeras, se presentan los menores incrementos, del orden de 1°C (ver Figura 6). Con respecto de la precipitación se observan distintas señales en el país. En el extremo norte (Regiones de Arica y Parinacota y de Tarapacá) se observa un aumento en las precipitaciones anuales que puede ser mayor a un 20%. A partir de la Región de Atacama se muestra un patrón de disminución de precipitaciones anuales que persiste con valores importantes cercanos al 20% en algunas provincias, hasta la Región de Los Lagos en el sur de Chile. Posteriormente la señal de disminución se debilita llegando nuevamente a tener aumentos en precipitación en la Región de Magallanes (ver Figura 7).

Figura3- 6. Cambios proyectados en temperatura media anual a) Condición actual (en °C); b) Diferencia al 2030-2060 (en °C).



Fuente: Proyecto ARCLIM.

Figura 3-7. Cambios proyectados en precipitación acumulada media anual a) Condición actual (en mm/año); b) Diferencia al 2030-2060 (en %).



Fuente: Proyecto ARCLIM.

Fotografía: Roberto López

2.2.2 Eventos meteorológicos extremos

A) Tendencias históricas

Para caracterizar la evolución histórica y proyecciones futuras de las condiciones meteorológicas extremas de temperatura y precipitación existe una serie de índices que han sido utilizados en la literatura a nivel internacional y nacional (ej. Henríquez et al., 2016; Donat et al., 2013; Skansi et al., 2013) conformando un conjunto de indicadores basados en umbrales, percentiles y promedios, derivados de datos diarios de temperaturas extremas y precipitación estandarizados, según la recomendación del equipo de expertos sobre detección e índices de cambio climático (ETCCDI, por sus siglas en inglés) (DMC, 2020). La estandarización de estos índices permite comparar resultados a través de períodos de tiempo, regiones y conjuntos de datos de origen diferentes.

Tomando en cuenta la información climática de las estaciones que opera la DMC para las principales ciudades del país, se analizaron los índices de eventos extremos para el periodo 1961-2019 (en el caso específico de la ciudad de Calama, esta posee información para el periodo 1971-2019). La Tabla 1 muestra los resultados de este análisis en unidades de tendencia por década, aquellos valores que están en negrita indican que la tendencia es significativa al 95% de confianza. En la Tabla 1 se ordenan de izquierda a derecha las ciudades del país de norte a sur. Se incorporan índices de temperatura primero y de precipitación después.

Las ciudades que presentan más cambios significativos en los indicadores de temperatura son: Calama, Santiago y Curicó. Respecto a los índices asociados a la precipitación, las ciudades que presentan más cambios son: Curicó, Concepción y Puerto Montt. Los índices de temperatura que afectan a una mayor parte del territorio y son significativos son: temperaturas máxima y mínima, noches cálidas, noches frías, amplitud térmica y el máximo de temperatura mínima. Con respecto a precipitación los índices que están cambiando y afectan a la mayor parte del territorio son: la disminución de días con precipitación y precipitación fuerte. Cabe destacar, que los días de precipitación y el total de precipitación intensa se están incrementando en la zona norte del país, siendo Arica y Antofagasta las que muestran los principales cambios.

Tabla 3-1. Cambios en índices de eventos climatológicos extremos en ciudades en Chile.

	Indices de Cambio Climático																									
	Nombre	sigla interna	Arica	Iquique	Calama	Antofagasta	Copiapó	La Serena	Valparaíso	Juan Fernandez	Santiago	Curicó	Chillán	Concepción	Temuco	Valdivia	Osorno	Puerto Montt	Coyhaique	Balmaceda	Punta Arenas	Rapa Nui	Estaciones significativas (% total)	
Temperatura	Temp. Máxima	TX	-0,03	-0,11	0,17	-0,12	0,02	0,02	0,10	-0,08	0,27	0,16	0,13	0,08	0,18	0,13	0,11	0,09	0,15	0,25	0,10	-0,02	15	75%
	Temp. Mínima	TN	0,35	0,26	0,35	0,24	0,28	0,18	0,12	0,07	0,13	0,26	0,18	0,19	0,03	0,00	0,06	-0,04	0,05	-0,01	0,15	0,15	14	70%
	Días cálidos	TX90p	-0,48	-1,07	2,50	-0,99	0,90	0,22	0,83	-0,72	2,00	1,77	1,04	0,37	1,06	0,91	0,48	0,56	0,84	1,12	1,01	-1,24	12	60%
	Días fríos	TX10p	0,57	1,37	-1,11	2,60	0,53	-0,06	-1,18	0,68	-1,13	-0,64	-0,59	-0,64	-0,82	-0,53	-0,86	-0,60	-0,49	-0,86	-0,40	-0,05	12	60%
	Noches cálidas	TN90p	4,88	1,60	2,99	2,54	0,87	2,42	0,40	0,31	1,10	0,67	1,52	1,43	1,31	0,38	0,90	0,00	0,50	0,61	1,57	1,38	14	70%
	Noches frías	TN10p	-2,46	-2,83	-2,34	-2,35	-2,76	-1,65	-2,19	-1,20	-1,12	-2,05	-0,96	-1,31	0,60	-0,15	-0,15	0,29	0,03	0,67	-1,01	-0,65	15	75%
	Días gélidos	ID	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,31	-0,49	-0,28	-	0	0%
	Heladas	FD	-	-	-10,2	-	-0,6	-	-	-	-0,2	-3,2	-0,8	-0,5	1,1	-0,3	-0,3	1,6	-0,4	2,3	-3,7	-	5	25%
	Noches tropicales	TR	8,8	1,9	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,2	2	10%
	Rango diario de temp.	DTR	-0,38	-0,36	-0,16	-0,36	-0,26	-0,16	-0,02	-0,15	0,15	-0,09	-0,05	-0,12	0,15	0,13	0,05	0,15	0,11	0,20	-0,05	-0,13	17	85%
	Número de días de Verano (TX>25°C)	SU25	-1,71	-2,19	12,34	-1,24	0,71	0,35	0,63	-0,19	5,17	3,92	2,85	0,31	4,60	3,36	1,73	0,84	1,40	0,97	-0,01	-0,72	12	60%
	Número de días de Verano (TX>30°C)	SU30	-0,07	-0,12	0,08	0,01	3,54	-	0,03	-	6,23	4,57	3,51	-0,05	1,21	0,67	0,21	0,07	0,40	0,23	-	-0,11	7	35%
	Máximo de TN	TNx	0,23	0,11	0,50	0,19	0,24	0,29	-0,03	0,22	0,23	-0,03	0,39	0,28	0,33	0,09	0,24	0,20	0,12	0,21	0,33	0,17	15	75%
	Máxima de TX	TXx	0,10	0,05	0,17	-0,01	0,28	0,21	0,32	-0,03	0,38	0,20	0,23	0,05	0,39	0,53	0,09	0,46	0,18	0,22	0,22	-0,09	9	45%
	Mínimo de TN	TNn	0,53	0,69	0,14	0,32	0,47	0,21	0,37	0,16	0,04	0,36	0,13	0,11	0,10	0,21	0,03	0,23	0,14	-0,05	0,26	-0,12	9	45%
	Mínimo de TX	TXn	-0,03	0,04	0,03	-0,06	-0,42	0,11	0,08	0,04	0,23	-0,07	-0,06	0,12	-0,07	-0,16	0,12	-0,01	0,10	0,10	0,25	0,39	4	20%
	Periodo cálido (6 días consecutivos >TX90) Ola de Calor	WSDI	-0,50	-1,01	2,58	-0,52	-0,09	0,58	0,52	-0,38	0,83	1,17	1,15	0,31	0,88	0,78	-0,19	0,42	0,89	1,36	0,37	0,09	11	55%
	Periodo frío (6 días consecutivos <TN90) Ola de frío	CSDI	-0,84	-0,47	-0,74	-0,78	-0,50	-0,12	-0,44	-0,64	-0,31	-0,18	-0,24	-0,04	0,04	-0,20	-0,03	-0,08	-0,53	0,13	-0,33	0,02	5	25%
																								0%
Precipitación	Total anual	PRCPTOT	0,2	0,0	0,0	0,8	0,4	-1,5	-9,0	-18,5	-10,5	-40,9	-66,0	-51,1	-26,2	-59,2	-47,8	-96,3	-30,7	-38,2	2,1	0,7	8	40%
	Días con precip. >1mm	R1mm	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	-0,3	-1,2	-4,7	-0,8	-2,2	-2,0	-2,0	-3,4	-3,9	-4,3	-4,5	-0,9	-3,5	0,6	0,3	9	45%
	Días de precip. Fuerte (>10 mm)	R10mm	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,3	-0,7	-0,5	-1,6	-1,7	-1,7	-1,3	-3,1	-2,2	-4,0	-1,3	-1,2	0,0	-0,5	9	45%
	Días de precip. Intensa	R20mm	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	-0,2	-0,1	-0,7	-0,8	-0,9	-0,2	-1,6	-1,2	-1,8	-0,7	-0,5	0,0	-0,2	5	25%
	Intensidad de la precip.	SDII	0,2	0,0	-0,1	0,4	-0,3	0,3	0,4	0,1	-0,1	-0,3	-0,3	-0,3	0,0	-0,2	-0,1	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	0,0	4	20%
	Días consecutivos secos	CDD	-6,8	-3,6	-8,4	-8,7	6,5	-0,4	2,5	-0,1	-2,4	0,9	-0,7	0,7	1,4	0,9	0,4	-0,1	0,2	1,2	-1,1	0,2	2	10%
	Días consecutivos lluviosos	CWD	0,1	0,0	0,2	0,1	-0,1	-0,1	-0,3	-0,6	-0,2	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	-0,4	-0,3	-0,6	-0,5	-0,5	-0,1	0,0	8	40%
	Máximo de precip. 5 días	Rx5day	0,3	0,0	-0,1	0,7	-0,1	0,4	-1,1	1,6	-2,2	-10,1	-2,4	-6,9	-1,0	-3,8	-2,0	-4,1	-4,1	-1,7	1,5	6,2	3	15%
	Máximo de precip. 1 día	Rx1day	0,2	0,0	-0,3	0,6	0,1	0,4	2,2	1,6	-0,5	-3,5	-0,5	-1,7	0,6	0,9	0,3	-1,6	1,8	1,2	1,3	4,2	2	10%
	Total anual de precip. cuando es >95p	R95pTOT	0,3	0,0	-0,4	0,7	0,5	0,2	2,9	-0,2	-2,3	-12,8	-6,8	-16,7	-5,1	-25,9	-10,9	-39,9	-17,2	-8,4	3,6	12,7	2	10%
	Total anual de precip. cuando es >99p	R99pTOT	0,3	0,0	0,0	0,8	0,5	1,1	4,4	4,4	-0,4	-2,2	0,9	-1,4	4,2	-3,6	2,2	-14,4	-1,5	2,3	2,3	13,6	3	15%
	Indices temperatura significativos		8	4	12	8	8	9	9	6	13	14	10	8	11	8	5	9	8	10	10	7		
	Indices precipitación significativos		4	0	1	3	0	0	0	2	0	6	4	7	2	5	4	7	4	5	1	0		

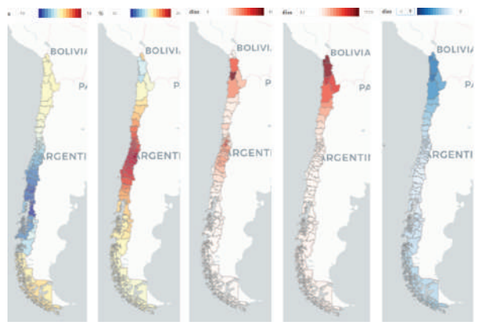
Fuente: DMC, 2020.

B) Proyecciones futuras

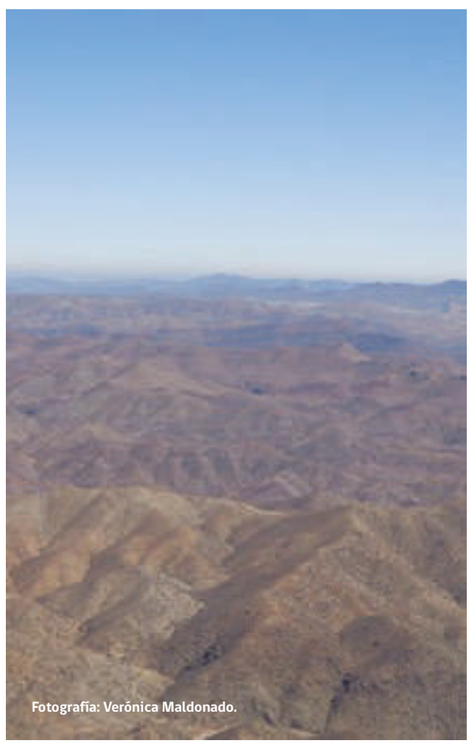
El Atlas ARCLIM entrega adicionalmente a las condiciones climáticas medias, proyecciones de indicadores de eventos climáticos extremos similares a los que se muestran en el análisis de la Tabla 1. El listado de posibles índices se puede revisar en el sitio ARCLIM. A modo de ejemplo se presentan en la Figura 8 los cambios en cinco indicadores escogidos de eventos extremos de temperatura y de precipitación.

El primer indicador muestra el cambio en días con precipitaciones intensas. Se aprecia en general una disminución de estos días especialmente en la zona sur del país. Sin embargo, hacia el norte y en el extremo austral se ve un aumento en los días con precipitaciones intensas. Considerando que en ambos casos el número de días en que actualmente existen precipitaciones intensas es bajo, esto podría tener un impacto importante. Un segundo indicador corresponde a la frecuencia de sequías, detectándose un aumento prácticamente en todo el territorio nacional, con la excepción de las provincias de la Región de Arica y Tarapacá y cambios casi neutros en las provincias más australes del país. El aumento en la frecuencia de sequías entre la Región de Atacama y la Región de Los Lagos es importante llegando a ser del orden de un 20%, en los casos más extremos. Por otra parte, dos indicadores relacionados con el calor (número de días calurosos y duración de días cálidos) muestran aumento en todo el país, pero especialmente en el Norte Grande y en algunas provincias de la zona central. Finalmente, un último indicador proyecta una disminución en la duración de días fríos, pero en magnitudes muy inferiores a los cambios en duración de días calurosos.

Figura 3-8. Cambios proyectados en indicadores de eventos meteorológicos extremos a) Días con precipitaciones intensas; b) Frecuencia de sequías; c) Días calurosos (>30 °C); d) Duración de días cálidos; e) Duración de días fríos.



Fuente: Proyecto ARCLIM.



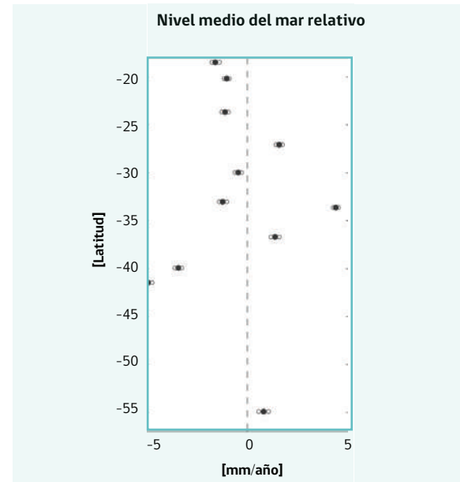
Fotografía: Verónica Maldonado.

2.3. Tendencias y proyecciones en océanos

2.3.1 Nivel medio del mar

El nivel medio del mar se mide instrumentalmente mediante mareógrafos (nivel relativo al terreno) o estimaciones satelitales (absoluto). En un país sísmico como Chile, el nivel medio del mar obtenido de mareógrafos de más de 30 años está altamente afectado por las variaciones corticales asociadas al ciclo sísmico. Los registros instrumentales del nivel del mar obtenidos de mareógrafos del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA) muestran una distribución espacial no homogénea en el margen continental (Contreras-López et al., 2017; MMA, 2019h), con aumentos de hasta 0,38 [mm/año] en San Antonio y disminuciones de hasta -0,40 [mm/año] en Puerto Montt (Figura 9). Con excepción de Caldera, las estaciones del norte muestran una caída de -0,13 a -0,04 [mm/año]. La porción central del país muestra tendencia de signo opuesto, probablemente atribuibles a efectos locales. Corral y Puerto Montt muestran las mayores caídas en el nivel medio del mar en todo el país. En el mar interior chileno no hay registros a largo plazo, mientras que, en Puerto Williams, el aumento es pequeño.

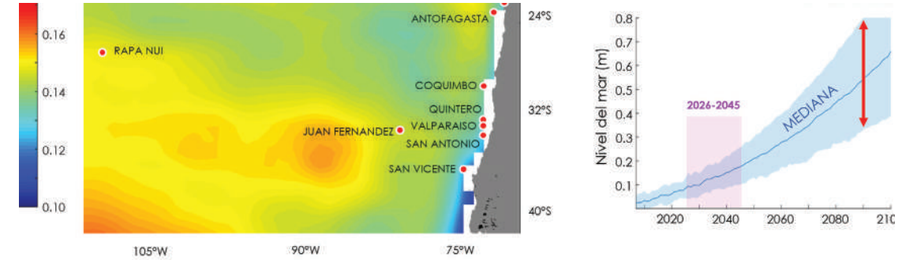
Figura 3-9. Tasa anual de cambio del NMMR en 11 estaciones mareográficas cuya extensión abarca entre 32 y 73 años. En todos los trazados, los puntos rojos representan la media, mientras que los intervalos de confianza del 95% se muestran en barras y círculos.



Fuente: Proyecto ARCLIM.

En lo relativo a proyecciones del nivel absoluto del mar (descontado el efecto tectónico cuya proyección no es factible con los modelos actuales), MMA (2019h) analiza 21 modelos del AR5 que proyectan el nivel del mar para el siglo XXI bajo el escenario RCP 8.5 en Chile. La figura 10 muestra las proyecciones (mediana) para el periodo 2026-2045 (a), donde se observa un gradiente latitudinal menor, con valores que van de 0,14 [m] en la zona norte a 0,10 [m] al sur de los 36°S y una incertidumbre entre modelos de ±0,10 [m]; y se presenta la proyección del nivel medio del mar para el periodo 2010-2100 (b) en Valparaíso, estación que es representativa de toda la costa continental de Chile. Las proyecciones exhiben una tendencia aproximadamente lineal en la primera mitad del siglo, la cual se incrementa hacia fines de siglo. Estos resultados son consistentes con Slangen et al. (2014) y similares a los de Albrecht y Shaeffer (2016).

Figura 3-10. a) Incremento del nivel del mar absoluto en metros entre la mediana de la proyección (2026-2045) respecto de la mediana del período histórico (1986-2005) a partir de 21 modelos del CMIP5 (AR5). Los puntos rojos corresponden a los nodos más cercanos a los puertos; b) Proyección del nivel medio del mar para el periodo 2010-2100 en Valparaíso.

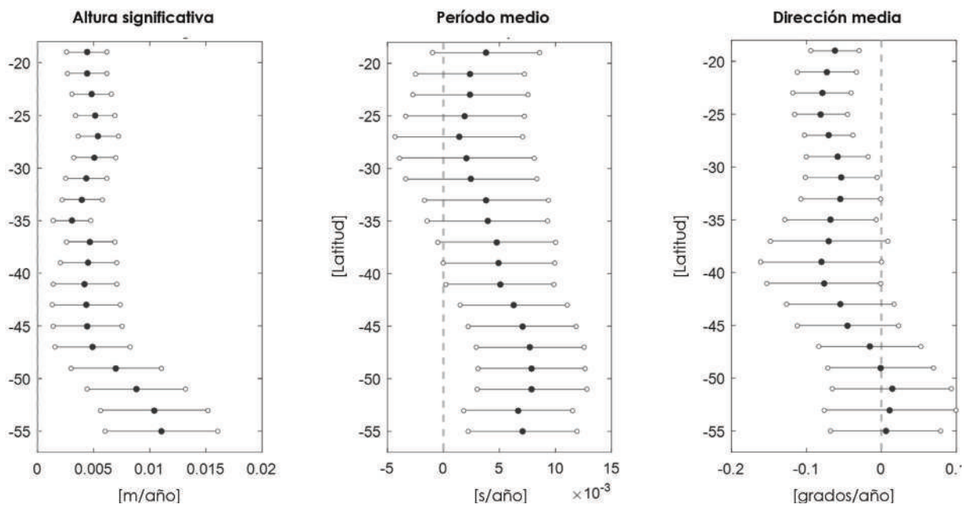


Fuente: Proyecto ARCLIM.

2.3.2 Oleaje

Para el clima de oleaje medio, MMA (2019h) efectúa un análisis histórico basado en estadísticas cada 3 horas entre 1980 y 2015 (35 años) en puntos espaciados latitudinalmente cada 2° frente a la costa chilena. Las estadísticas se obtienen del Atlas de Oleaje de Chile (Beyá et al., 2016; Beyá et al., 2017) y sus tendencias se muestran en la Figura 11. Las alturas significativas muestran un aumento en el rango de 0,003 y 0,011 [m/año], siendo las tendencias mayores hacia el sur (Figura 11a). Este rango equivale a un aumento de 0,1 a 0,4 [m], lo que implica que la altura significativa aumentó entre 10% y 20% en los 36 años analizados. Los períodos del oleaje (tiempo en segundos que transcurre entre las crestas de dos olas) muestran un aumento poco significativo, de 0,4% a 3,5%, debido a la migración al sur de la zona de generación de oleaje (Figura 11b). La Figura 11c representa un giro al sur del orden de 0,1°/año en la dirección del oleaje entre 19°S y 41°S, equivalente a 3,5° en el periodo analizado, en tanto que hacia el sur dicha tendencia es menor. Este giro al sur se atribuye a la deriva al sur del anticiclón del Pacífico (Schneider et al., 2017), que podría tener consecuencias en playas arenosas relativamente largas y abiertas. Estos resultados coinciden con los encontrados por Molina et al. (2011), quienes calcularon un aumento de 10 [cm] en la altura significativa y una desviación de 12° al sur en base a los 20 años para el centro de Chile.

Figura 3-11. Tasa de variación anual de la altura significativa (a), período medio (b) y dirección media (c) en 19 nudos numéricos cada 2° entre 19°S y 55°S, obtenidos del Atlas de Oleaje entre 1980 y 2015. En todos los trazados, los puntos rojos representan la media, mientras que los intervalos de confianza del 95% se muestran en barras y círculos horizontales.

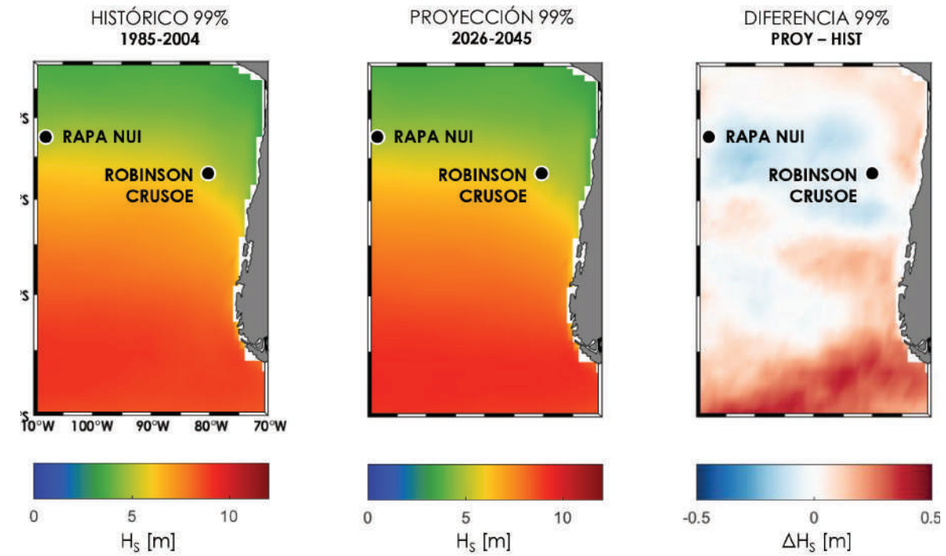


Fuente: Beyá et al, 2017.

En lo relativo a proyecciones, MMA (2019h) analiza los cambios del oleaje entre un período histórico (1985-2004) y la proyección a medio siglo (2026-2045). Los resultados muestran que la altura significativa para el clima medio experimenta cambios menores en todo el territorio, salvo por el extremo austral (Figura 12). La Tabla 2 presenta un resumen de las tendencias identificadas en todas las variables en cuatro zonas de Chile continental, tanto para el percentil 99% como para la mediana, que constituye un indicador del clima medio. El período medio aumenta en todas las costas y la dirección del oleaje presenta un giro moderado al sur atribuible a la migración proyectada al sur del Anticiclón Permanente del Pacífico Sur (Schneider et al., 2017), que se asocia a un desplazamiento también al sur de la zona de generación del oleaje. En general, el clima medio del oleaje experimentará cambios menores a mediados de siglo (aumento leve de altura y periodo además de un giro leve al sur). No obstante, los eventos extremos (marejadas) asociados a periodos de retorno altos, se incrementarán notoriamente a mediados de siglo, especialmente en la costa central de Chile.

Fotografía: Verónica Maldonado.

Figura 3-12. Campos de altura significativa, para el período histórico (1985-2004) y proyección (2026-2045), además de la diferencia entre ambos para el percentil 99% frente a Chile.

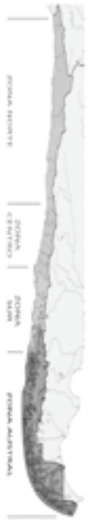


Fuente: MMA, 2019h.

Tabla 3-2. Resumen de diferencias de parámetros de viento y oleaje entre el período histórico (1985-2004) y la proyección (2026-2045) frente a Chile. Celdas sin descriptor representan cambios despreciables.

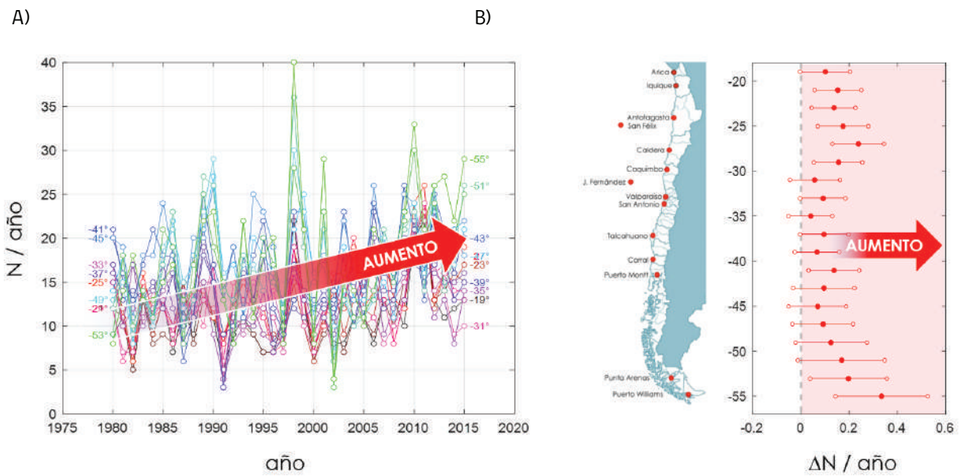
Parámetro	Percentil %	Zona Norte 19°S - 32°S	Zona Centro 32°S - 37°S	Zona Sur 37°S - 44°S	Zona Austral 44°S - 55°S
Viento	50	Aumento	Disminución	Disminución	Variable
	99	Aumento	Disminución	Disminución	Aumento
Altura significativa	50	-	-	-	Aumento
	99	Aumento	-	Aumento	Aumento
Período medio	50	Disminución	Aumento	Aumento	Aumento
	99	Aumento	Aumento	Aumento	Aumento
Dirección media	50	-	Giro al sur	Giro al sur	-

Fuente: MMA, 2019h.



MMA (2019h) también efectúa un análisis de las marejadas a nivel histórico, definidas como una perturbación meteorológica inducida en las condiciones marítimas locales, que tienen el potencial de alterar significativamente la morfología costera y exponer la costa al oleaje, las corrientes y/o la inundación (Harley, 2017). El estudio aporta a la evidencia de que el cambio climático ha alterado la frecuencia e intensidad de las marejadas en el país. En concreto, se calcula la cantidad de eventos extremos por año y la tasa anual de cambio de esta cantidad, en 19 nudos numéricos cada 2° entre 19°S y 55°S entre 1980 y 2015 (Figura 13). El análisis indica que existe un aumento generalizado en la frecuencia de marejadas en todo el país, de 0,1 a 0,3 [eventos/año], que equivalen a 4 a 12 eventos más en un año en la actualidad, en comparación con los años ochenta.

Figura 3-13. a) Número de marejadas para diferentes latitudes (izquierda), calculados a partir del Atlas de Oleaje. b) Tasa de variación anual del número de eventos extremos por año. Los puntos rojos representan la media y los intervalos de confianza del 95% se muestran en barras y círculos blancos.



Fuente: Beyá et al, 2017.

Fotofrfafía por: Verónica Maldonado.

3.VULNERABILIDAD DE CHILE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Existe una creciente evidencia que muestra que los efectos del cambio climático en los países de América Latina son significativos, van en aumento y son actualmente perceptibles. El riesgo es el resultado de la interacción de tres factores: la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad. En esta sección se presenta un análisis de la vulnerabilidad del país, así como también la manera en que esta se manifiesta a través de impactos en distintos sectores y sistemas.

Según el Climate Risk Index, elaborado por Germanwatch (2019), Chile se posiciona en el puesto 87 a nivel global, para el año 2020, con una tendencia a una mayor incidencia de impactos económicos, mientras que las consecuencias en términos de mortalidad se han visto reducidas. Por su parte, el Notre Dame Global Adaptation Index(ND-Gain, 2018) sitúa a Chile en la posición 27 entre los países con menos riesgo frente al cambio, aunque se destacan elevados niveles de exposición a sequías e inundaciones, afectaciones a la biodiversidad -especialmente marina- y aumentos de plagas y enfermedades de carácter vectorial, vulnerabilidad asociados a la dependencia a importaciones en términos de alimentos y combustibles, y escasez de personal médico e infraestructura hídrica y vial, especialmente en áreas rurales. Por otra parte, clasifica a Chile en el puesto 31 entre los con mayor preparación para invertir en estrategias de adaptación, especialmente por su estabilidad económica y sociopolítica, aunque se encuentra significativamente peor situado en términos de igualdad socioeconómica y capacidad de innovación.

Sin embargo, distintos procesos que han ocurrido durante los últimos años pueden implicar agravantes significativos, para la posición del país. En particular, es importante considerar que las condiciones sociopolíticas y socioeconómicas se han modificado de manera sustancial a raíz del estallido social iniciado en octubre de 2019, como muestra el Índice de Estados Frágiles[6] publicado anualmente por The Fund for Peace(2020). Los resultados de este análisis posicionan Chile como el país con el mayor incremento de fragilidad en el último año, especialmente debido a la caída en las tasas de legitimidad del Estado, al empeoramiento de las condiciones de seguridad interna, y a condiciones crónicas de presión demográfica y desigualdad socioeconómica, destacando Chile como uno de los países más desiguales dentro de aquellos pertenecientes a la OCDE (OCDE, 2020). Adicionalmente, es importante considerar que, Chile muestra un significativo grado de sobreexplotación y progresiva degradación de varios de sus ecosistemas y recursos, especialmente hídricos (DGA, 2018), lo que lleva asociados importantes conflictos socio-ambientales y una generalizada percepción de 'crisis', los que parecen ser difíciles de solucionar dentro de las condiciones del actual marco regulatorio (INDH, 2016); pero a la vez, cuenta con una de las más prolíficas legislaciones climáticas de la región (Grantham Research Institute on Climate Change, 2020).

Si bien estos datos proporcionan una útil contextualización de los riesgos, al ser estos agregados, tienden a subestimar la heterogeneidad territorial del país, donde existen importantes diferencias en términos de riesgo y vulnerabilidad entre sectores, grupos poblacionales y territorios.

En términos sectoriales, se presentan en la Sección 4 análisis específicos de las condiciones climáticas recientes y proyectadas, así como los riesgos esperados, siendo uno de los más significativos para el país el recurso hídrico y los efectos que ha tenido la mega-sequía de años recientes (ver Sección 4.4). A los impactos en disponibilidad de recursos hídricos, se asocian consecuencias directas sobre la salud, seguridad hídrica y derechos esenciales de la población, además de efectos sobre los sistemas productivos, incluyendo especialmente la producción agrícola (ver Sección 4.3), el sector sanitario (ver Recuadro 3), el sector minero (ver Sección 4.7), y la generación hidroeléctrica (ver Sección 4.6). Las inundaciones y los deslizamientos de tierra causados por precipitaciones extremas se caracterizan como uno de los impactos de mayor importancia en contexto de cambio climático para nuestro país, con presencia significativa tanto en la macrozona sur, como en las regiones septentrionales. Un ejemplo de esto es la inundación sufrida en el poblado de Villa Santa Lucía, en la comuna de Chaitén, en 2017, que resultó en 21 muertos y 112 damnificados (SERNAGEOMIN, s.f.), desastre que impulsó la búsqueda de nuevas formas de anticiparse y prevenir estos eventos (ver Sección 4.9). En particular, las inundaciones representan también uno de los impactos con mayor incidencia esperada -y más estudiados- en áreas urbanas (ver Sección 4.8), y en la infraestructura (ver Sección 4.5). Junto con las inundaciones de origen hidrometeorológico, en las áreas costeras, se observan amenazas de inundación asociadas a subidas del nivel del mar, a oleaje, a tormentas oceánicas y similares, resultando en efectos sobre las personas, la infraestructura, la erosión costera, entre otros (ver Sección 2.3 y 4.10). A este respecto, el análisis histórico releva que más de 860 eventos de marejada han afectado alguna comuna del país entre 1975 y 2017 (MMA, 2019), y una tendencia hacia el aumento en la frecuencia e intensidad de los fenómenos. Otra amenaza de especial relevancia para las ciudades refiere al incremento en la frecuencia e intensidad de olas de calor y episodios de calor extremo:

6. Ver https://fragilestatesindex.org/country-data/

en efecto, tanto para el 2017, como para el 2019 se presentaron temperaturas récord en distintas zonas del país (World Meteorological Organization, 2019). Estos cambios de temperatura pueden tener consecuencias directas por ejemplo en la salud de la población (ver Sección 4.9) y en el suministro y consumo de energía (ver Sección 4.6). Otro impacto significativo asociado al calor refiere al incremento en la ocurrencia y severidad de incendios forestales (ver Recuadro 2). En el verano de 2017, la zona centro-sur del país se vio afectada por mega-incendios con altos costos económicos y sociales, además de la liberación de CO_2. Adicionalmente, el cambio climático lleva asociados significativos impactos sobre los ecosistemas, la flora y la fauna, con efectos marcados particularmente en la difusión de plagas y enfermedades vectoriales (ver Sección 4.2 y 4.3), los que a su vez pueden impactar negativamente sobre el atractivo turístico del país (ver Sección 4.12). El cambio climático influye sobre la producción pesquera y acuícola (ver Sección 4.5), al respecto, estudios preliminares permiten formular la hipótesis de un posible efecto del cambio climático sobre la ocurrencia de floraciones de algas nocivas, tales como los episodios de 'Marea Roja' que golpearon el sur del país durante los últimos años, y que en mayo del 2016 fueron causa de protestas en el archipiélago de Chiloé.

Los impactos resumidos anteriormente no afectan de manera homogénea a todos los territorios y personas. En términos generales, un primer factor significativo en la determinación de la vulnerabilidad es la mayor densidad demográfica. En ese sentido, la zona central del país presenta una elevada criticidad, especialmente en la costa y valles interiores, al concentrar a la vez una alta densidad poblacional y una significativa agudización de peligros de carácter climático e hidrometeorológico. La densidad demográfica también tiene correlación con el fenómeno de las islas de calor[7], que a su vez aumenta la incidencia de condiciones de calor extremo y tiende a asociarse a la urbanización y, consecuentemente, a la contaminación atmosférica, la cual a su vez puede incrementar los impactos en la salud. Adicionalmente, el crecimiento demográfico, ya sea endógeno o por migración, implica el aumento en la demanda de actividades y servicios, y con eso la presión sobre recursos naturales, como el agua, que se encuentran ya amenazados por el cambio climático, además del desarrollo de asentamientos humanos informales y no planificados, que pueden resultar más sensibles y menos amparados frente a amenazas como la sequía, inundaciones, deslizamientos, incendios y otros.

Un ulterior factor de gran relevancia para la vulnerabilidad de la población es la existencia de condiciones de pobreza y marginación social, las que se distribuyen de manera fuertemente desigual, entre distintas regiones del país, presentando un mínimo de estas condiciones en las comunas de la zona nororiente de la Región Metropolitana de Santiago, en las zonas mineras del norte y en las regiones australes, y un máximo en el área sur y centro-sur del país, según CASEN (2018). La pobreza incide, por un lado, en la exposición, empujando a menudo a residir en áreas marginales cuyos recursos y ocupaciones se ven más afectadas por las variaciones ambientales; y por otro, en la sensibilidad, debido a una mayor dependencia de recursos naturales, viviendas e infraestructuras de peor calidad, y una mayor proporción de su riqueza invertida en bienes físicos y no financieros. A la vez, su resiliencia es también menor, debido al menor acceso que gozan respecto de capitales, redes de apoyo e incluso a programas de asistencia. En efecto, la evidencia internacional muestra una significativa correlación, entre el nivel socioeconómico y la proporción de afectados y decesos en eventos más dañinos, como en el caso de tormentas, incendios, inundaciones y sequías (CRED y UNISDR, 2018). Al mismo tiempo, la vulnerabilidad climática tiende a perpetuar la pobreza, interrumpiendo o destruyendo el proceso de acumulación de riqueza, afectando las condiciones de salud y las oportunidades educacionales, o induciendo una excesiva aversión al riesgo, que limita las oportunidades económicas disponibles. Por lo mismo, no es de extrañar que la exposición y vulnerabilidad de la población frente a riesgos climáticos, se distribuya acorde con las brechas y desigualdades socioeconómicas, algo que en el caso chileno se observa de manera evidente en relación con la distribución de las islas de calor en la ciudad de Santiago, las cuales tienden a concentrase en zonas de menores recursos (Smith y Romero, 2016).

Sin embargo, la relación entre el estatus socioeconómico y los riesgos climáticos no es lineal, siendo sus efectos variables según distintas amenazas. En efecto, especialmente en lo relacionado con episodios de calor extremo e inundaciones, existe evidencia para Chile que muestra la relevancia de variables como la fragmentación socio-territorial (Krellenberg et al., 2014), las diferencias urbano-rural (Welz y Krellenberg, 2016), el capital social y las condiciones de informalidad de la vivienda (Romero-Lankao et al., 2014). En efecto, las características de la vivienda, y especialmente su desempeño en términos de aislación térmica (del frío y del calor), que resulta en reducir las necesidades de utilización de dispositivos de acondicionamiento térmico, con consecuentes ventajas en términos de presupuesto familiar, de reducción de la contaminación intra y extradomiciliaria y de las emisiones de gases efecto invernadero. En ese sentido, es importante considerar medidas multidimensionales de pobreza

7. Islas de calor urbana: Calor relativo de una ciudad respecto de las áreas rurales circundantes, frecuentemente asociado a los cambios de escorrentía, los efectos en la retención de calor y las variaciones del albedo superficial (IPCC, 2014a).

a la hora de evaluar las vulnerabilidades asociadas al cambio climático. El indicador de Pobreza Multidimensional que ofrece la última encuesta de Caracterización Socioeconómica identifica en un 20,7% la población vulnerable en términos socioeconómicos, más del doble de lo que se obtendría considerando únicamente la pobreza por ingresos (CASEN, 2018). Además, estos números se agudizarían, si se consideraran definiciones aún más extensas de pobreza, como por ejemplo aquella contenida en la noción de 'pobreza energética', que llega a identificar al 22,6% de los hogares del país como pobres en términos energéticos[8] (RedPE, 2019b).

También es importante avanzar hacia comprensiones de la pobreza, que consideren la sobreposición entre esta y otras formas de desigualdad y marginación, como aquellas asociadas al género y a la procedencia étnica. Las desigualdades de género se vinculan con una reducida autonomía económica y decisional de las mujeres con respecto de sus contrapartes masculinas, brechas de ingreso y de acceso a servicios, créditos, cargos públicos y títulos de dominio de la tierra, una sobrecarga de tareas asociadas a labores reproductivas y de cuidado, a menudo requiriendo una 'doble presencia' de la mujer en el ámbito doméstico y laboral, lo cual aumenta la sensibilidad y reduce las capacidades de respuesta de las mismas frente a amenazas de origen climático.

Asimismo, riesgos y cambios climáticos agudizan las dificultades que ya enfrentan las comunidades indígenas vulnerables (y especialmente las mujeres indígenas) en términos de marginación política y económica, pérdida de tierras y recursos, discriminación y desempleo (Aldunce et al., 2020). Las poblaciones rurales e indígenas conservan creencias sobre la relación con los recursos naturales y el rol de estos en sus vidas, lo cual puede actuar potenciando su vulnerabilidad, generando resistencias respecto de intentos institucionalizados de adaptación o promoviendo formas territoriales de resiliencia (Urquiza y Billi, 2018). Sin embargo, investigaciones han resaltado las oportunidades relacionadas con la recuperación y valorización de prácticas y conocimientos propios de los pueblos originarios y especialmente de quienes habitan zonas rurales -incluidos aquellos saberes relacionados con la biodiversidad natural y agrícola- tanto en términos de adaptación y resiliencia, como mitigación y transformación (Montalba, et al., 2015).

A lo previo se suman las condiciones etarias y de salud de la población: en Chile se evidencia que niños y personas mayores presentan condiciones físicas particulares que, especialmente en combinación con enfermedades y condiciones crónicas de salud pre-existentes, los hacen especialmente proclives a sufrir impactos asociados al cambio climático, particularmente en relación con la escasez hídrica y los episodios de calor extremo (Paz et al., 216). En efecto, la actual contingencia global asociada a la pandemia por COVID-19 obliga a repensar las complejas relaciones entre cambio climático, desarrollo y salud humana, tanto en términos de como las transformaciones climáticas y ambientales pueden estar influyendo sobre la aparición y difusión de patógenos y vectores, como en asociación con las oportunidades que la crisis generada por la pandemia puede abrir para una recuperación 'verde', es decir una que no se limite a devolvernos al 'status quo', sino que activamente impulse la transición hacia trayectorias de desarrollo más sostenibles, inclusivas y resilientes (PNUD, 2020).

Otro factor fundamental para comprender la vulnerabilidad de las poblaciones tiene que ver con las condiciones del entorno -natural y construido- en el que residen y/o se desempeñan: esto incluye, en primer lugar, el emplazamiento de centros poblados y viviendas en zonas de riesgo (climático, entre otros), así como las desiguales condiciones de materialidad de la vivienda, de acceso a servicios críticos y de emergencia, de existencia de áreas verdes e infraestructura de protección ante amenazas. Estos factores territoriales generan un impacto importante en la distribución de riesgos en distintos territorios y grupos poblacionales, y dejan en evidencia la actual debilidad de instrumentos de planificación territorial para dar cuenta de manera cabal de dichos riesgos y para actuar proactivamente en su prevención.

Finalmente, también es importante considerar la percepción específica de la población afectada, los riesgos y sus posibilidades de responder o adaptarse frente a los mismos. Desde el punto de vista de las poblaciones afectadas, el cambio climático siempre ocurre en un contexto de 'doble' o 'múltiple' exposición, en el cual sus efectos se observan e interpretan entremezclados con aquellos derivados de otras transformaciones relevantes a escala local, tales como cambios económicos y regulatorios, privatización de recursos comunitarios, deforestación, cambios de uso de suelo y otros cambios ambientales antrópicos locales, los cuales pueden incrementar la vulnerabilidad de la población.

A pesar de los crecientes esfuerzos llevados a cabo a nivel central, para mejorar la capacidad de respuesta y adaptación del país, aún existen brechas, especialmente en el plano local, para el establecimiento de una gobernanza eficaz, para hacer frente al cambio climático. La literatura existente en el país señala de manera marcada los problemas asociados a la planificación urbana y la gestión de los recursos hídricos; a la actual fragmentación de políticas en términos territoriales y sectoriales; la falta de suficiente coordinación horizontal y vertical; una insuficiente des-

8. Se define que un hogar presenta un gasto excesivo en servicios energéticos cuando el ingreso disponible del hogar, una vez descontados los costos de vivienda y el gasto energético del hogar, es inferior a la línea de pobreza equivalente (ajustado al número de integrantes del hogar).

centralización de competencias y empoderamiento de las comunidades locales; una limitada comprensión y educación de la población en tema ambientales y climáticos; así como una marcada desregulación de la actividad económica y la prevalencia de enfoques reactivos y cortoplacistas, en desmedro de miradas proactivas, adaptativas y transformativas de la gestión de riesgos climáticos (Aldunce y Vicuña, 2019b; Billi et al., 2020; Urquiza et al., 2019). Adicionalmente, existen diferencias marcadas entre los recursos y el grado de preparación y planificación, entre distintas comunas y regiones del país.

Para comprender a cabalidad los riesgos enfrentados frente al cambio climático, es necesario avanzar en una evaluación multi-amenaza de cada territorio y de su capacidad institucional y social para responder y adaptarse a las amenazas a las que se ve expuesto. Si bien falta información sistematizada al respecto, se han generado algunos avances en esta materia, en el marco del Atlas de Riesgo Climático ARCLIM, los que constituirán una importante base de conocimiento para avanzar en este desafío.

4. VULNERABILIDAD EN SECTORES ESPECÍFICOS

4.1 Introducción

Se presentan a continuación análisis de vulnerabilidad y riesgos para cada uno de los sectores y sistemas que se reconocen en el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático. La información utilizada para describir la vulnerabilidad se obtiene de literatura, de estudios que se han realizado para la elaboración de los planes de adaptación y los resultados de ARCLIM. La presentación de cada sector y sistema considera una breve caracterización seguida de un análisis de amenazas y vulnerabilidades actuales y futuras del cambio climático.

4.2 Biodiversidad

Chile posee una amplia diversidad de ecosistemas producto de la extensión latitudinal y de la heterogeneidad del relieve. Es posible identificar un gradiente climático desde un clima tropical seco en el extremo norte, hasta uno templado frio en el extremo sur. Este gradiente sumado a la diversidad del relieve controlado por la presencia de la Cordillera de los Andes genera un mosaico vegetacional que cubre desde un desierto con mínima cobertura de vegetación, la presencia de matorrales en el norte y centro, y por bosques desde el centro hasta el extremo sur. Existen aproximadamente 14 millones de hectáreas de bosques nativos de diferentes estructuras y composición donde su mayor proporción se encuentra en un gradiente latitudinal de 2700 km (31°-56°S) (CONAF, 2020). Las principales formaciones boscosas se distribuyen desde la Región de Valparaíso (33°S) hacia el sur, encontrando bosques y matorral esclerófilo, bosques caducifolios dominados por diferentes especies del género Nothofagus y los bosques Valdivianos, Norpatagónicos y Magallánicos. Entre las regiones de Valparaíso (33°S) y Los Lagos (42°S) se encuentran las zonas de mayor riqueza y endemismo de plantas vasculares en Chile (Bannister et al., 2012), en donde se alberga el 45% de los bosques nativos (CONAF, 2020). A su vez, ésta es la zona con mayor presión por cambio de uso y cobertura del suelo del país debido a una alta concentración de algunas de las principales actividades económicas a nivel nacional, encontrando un 79% de zonas urbanas e industriales, un 94% de la agricultura y un 98.7% de las plantaciones forestales de especies exóticas (principalmente *Pinus radiata* y *Eucalyptus spp.*) (Heilmayr et al., 2016; Miranda et al., 2017).

El cambio climático afecta a la biodiversidad en todos sus niveles de organización, en el nivel genético modifica el potencial adaptativo de las poblaciones y especies, a nivel individual las variaciones climáticas producen distintas respuestas en la fenología y en el comportamiento, a nivel de comunidades y ecosistemas, el efecto del cambio climático produce una redistribución de los conjuntos de especies, a través del cambio en la distribución geográfica de las especies. Se ha identificado dos grandes señales globales de este efecto del cambio climático sobre la distribución geográfica (Thomas et al., 2004; Pecl et al., 2017). Por una parte, se observa independientemente del grupo taxonómico, un desplazamiento hacia los polos (Parmesan, 2006) y a su vez, un desplazamiento hacia zonas de mayor altitud (Morueta-Holme et al., 2015). Estas dos respuestas se relacionan al aumento de las temperaturas, donde las especies buscan condiciones similares a las que les han permitido persistir históricamente. En los bosques, eventos climáticos extremos, en particular las sequías u olas de calor, pueden tener consecuencias funcionales múltiples. Por ejemplo, las sequías pueden provocar disminución de la tasa de transpiración, disminución en las tasas de asimilación neta de carbono (Bréda et al., 2006; Grossiord et al., 2014; Martínez-Vilalta et al., 2002), disfunciones en la fisiología de los árboles (Grossiord et al., 2014) que puede provocar una disminución del crecimiento (Feeley et al., 2007; Gazol et al., 2018) y la defoliación y muerte de partes de la copa (Rood et al., 2000). En casos extremos, se puede generar la muerte de los individuos cuando la capacidad de absorción y transporte de agua u otras funciones fisiológicas se encuentren dañadas (Allen et al., 2010; Allen y McDowell, 2014; Anderegg et al., 2013). A nivel de comunidad se ha documentado que el efecto específico de las sequías en combinación con altas temperaturas puede tener impactos directos sobre la estructura y composición del dosel (Barbosa y Asner, 2016), como a su vez en la productividad fotosintética de los bosques (Barbosa y Asner, 2016; Sulla-Menashe et al., 2018; Zhou et al., 2014).

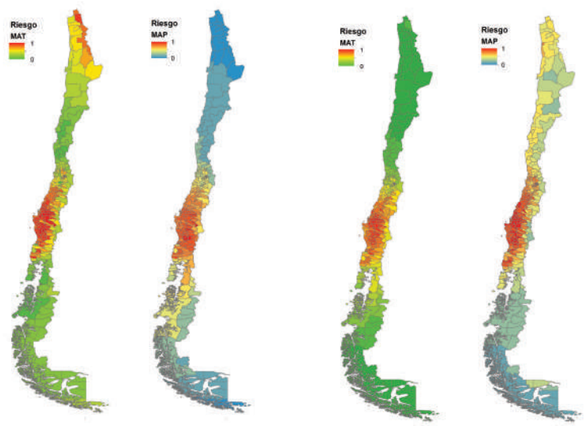
Los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad en Chile se han estudiado en forma progresiva desde el año 2010, tanto en los impactos a nivel de especies como de ecosistemas. Para especies individuales, la mayoría de los análisis se han orientado en analizar los cambios en los patrones geográficos de distribución bajo escenarios futuros. En términos generales, la mayoría de las especies muestra una disminución en las áreas climáticas potenciales adecuadas para su persistencia, independientemente del grupo taxonómico y de la zona del país analizada. Esto se puede identificar en análisis realizados con especies de flora (Cuyckens et al., 2016; Alarcón y Cavieres, 2015), como de fauna (Espinosa et al., 2018; Quevedo et al., 2017; Pavez-Fox y Estay, 2016; Uribe-Rivera et al., 2017). La extensión de los rangos de distribución históricos hacia el polo (movimiento desde el norte hacia el sur), también se ha identificado en especies de aves, en la zona norte y centro del país (Medrano et al., 2018), como también en el extremo sur de Chile, como es el caso documentado para algunas especies migratorias en la zona de la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos (Rozzi y Jiménez, 2014). También se han hecho análisis para caso específicos como la flora para el área de clima tipo mediterráneo (Fuentes Castillo et al., 2019). Las proyecciones a nivel nacional identifican la zona centro sur y el altiplano como las con mayores riesgos al cambio climático, producto del aumento en la temperatura promedio anual y de la reducción de las precipitaciones.

En el marco del proyecto ARCLIM, se evaluó el riesgo al cambio climático del componente biodiversidad, analizando especies de flora vascular y fauna de vertebrados presentes en Chile continental. Las amenazas fueron definidas como la variación de las temperaturas y precipitaciones entre la situación actual y el escenario futuro. La exposición corresponde a la disponibilidad de superficie remanente de la vegetación natural y la sensibilidad al cambio climático, se basó en un índice de tolerancia climática (margen de seguridad) y la capacidad adaptativa de las especies, definida como la amplitud de su nicho climático. Los resultados presentados en la Figura 14, señalan que el mayor riesgo se concentra en la zona centro sur del país, donde se combinan una alta variación climática respecto al escenario futuro, una menor superficie remanente de vegetación natural y la presencia de un mayor número de especies de flora y fauna con menor tolerancia a la variación del clima actual, junto a nichos climáticos restringidos. Estos antecedentes definen que el riesgo al cambio climático sea mayor en la zona centro sur, independiente del grupo analizado (flora o fauna) o de la variable climática (temperatura o precipitación).

Fotografía: Manuel Contreras López y Cristián Larraguibel.

4°Comunicación Nacional de Chile ante la CMNUCC Ministerio del Medio Ambiente

Figura 3-14. Riesgo al cambio climático para a) flora y b) fauna, expresado por comunas, definida a partir de la temperatura promedio anual (MAT) y precipitación promedio anual (MAP).



Fuente: Proyecto ARCLIM.

Otros efectos del cambio climático a nivel de especies se han identificado en la flora de la zona norte del país, con la variación de los eventos de floración del desierto florido (Schulz et al., 2011), el aumento de la mortalidad de una especie de cactácea (Pinto, 2007) y la identificación de nuevas especies, además del cambio en la composición del ensamble de fauna, asociado a eventos extremos asociados al fenómeno del niño (Jiménez et al., 2011; Pliscoff et al., 2017). Se ha documentado también el efecto negativo sobre la vegetación de matorral andino presente sobre el límite arbóreo del bosque esclerófilo (Cavieres et al., 2006). Otro efecto que se ha reconocido en los últimos años y por lo tanto existen pocos antecedentes de su impacto y extensión, es el proceso de pérdida del follaje en especies del bosque esclerófilo de Chile central, esto ha sido documentado mediante técnicas de sensores remotos y los primeros análisis indican que el proceso de mega sequía en curso en Chile central está directamente relacionado a la pérdida del follaje, incluso en especies adaptadas a condiciones de sequía (Miranda et al., 2020). Existen además análisis del impacto del cambio climático, en dos de las mayores amenazas que se reconocen para la biodiversidad, como lo son las invasiones biológicas y los incendios (ver Recuadro 2). En el caso de las invasiones biológicas, se han proyectado bajo escenarios futuros las especies vegetales exóticas presentes en Chile (Arroyo et al., 2019) y los resultados muestran una ampliación del rango de distribución de las especies. En la actualidad las especies exóticas vegetales se concentran entre las regiones de Valparaíso y la del Biobío, hacia el norte hasta la ciudad de La Serena (Región de Coquimbo) y hacia el sur hasta la ciudad de Puerto Montt (Región de Los Lagos). Además de las especies invasoras y los incendios, hay que sumar el impacto de las actividades humanas, con la expansión de los centros urbanos y de la frontera agrícola y forestal. La mantención de la biodiversidad de los ecosistemas mediterráneos debe entenderse como la primera prioridad para la protección bajo el escenario del cambio climático. Además, estos ecosistemas son unos de los menos protegidos a nivel nacional, con menos de un 5% de su superficie protegida oficialmente (Arroyo y Cavieres, 1997; Marquet et al., 2004; Fuentes-Castillo et al., 2019).

Los efectos del cambio climático a nivel de ecosistemas se han analizado con menor cantidad de estudios que en el caso de las especies, concentrándose principalmente en la variabilidad espacial de los ecosistemas bajo escenarios climáticos futuros (Pliscoff et al., 2012; Bambach et al., 2013). Los resultados siguen los principales patrones globales de distribución, el movimiento ascendente de los espacios climáticos adecuados actuales, desde zonas costeras e interiores hacia la zona andina y el movimiento hacia los polos desde los ecosistemas del norte hacia el sur en busca de áreas más húmedas (Arroyo et al., 2019).

Los cambios en temperatura y disponibilidad de agua ya han generado impactos directos en el funcionamiento de los bosques en el país como la disminución del vigor de los bosques mediterráneos (Garreaud et al., 2017; Miranda et al., 2020), disminución en el crecimiento en los bosques mediterráneos y templados (Camarero y Fajardo, 2017; Fajardo, 2019; Urrutia-Jalabert et al., 2015; Venegas-González et al., 2018; Venegas-González et al., 2019; Villalba et al., 2012), en la regeneración de bosques de alerce (Urrutia-Jalabert et al., 2018). También se han determinado efectos indirectos, ya que los cambios en el clima pueden interactuar y facilitar la actividad de otros agentes de disturbios tales como incendios, viento, insectos y patógenos (Seidl et al., 2017). Por ejemplo, se han evidenciado efectos negativos sobre bosques producto de incendios forestales en los climas mediterráneos y templado de Chile centro y centro sur (Gómez-González et al., 2019; González et al., 2020; González et al., 2018b; González et al., 2011; Venegas-González et al., 2018) y también incendios en la Región de Aysén asociados a días con registros históricos de temperatura máxima (Lara et al., 2019). En general se ha observado una disminución del crecimiento en los bosques en toda su distribución asociado principalmente a la disminución de las precipitaciones (Villalba et al., 2012). Una descripción más detallada sobre los efectos en el crecimiento y desempeño ecofisiológico puede consultarse en (Lara et al., 2019), quienes a su vez señalan a los bosques de Araucaria, especie endémica chilena, como vulnerables a condiciones más secas y mayores temperaturas por los impactos directos e indirectos del cambio en el clima, reflejados en daño foliar y disminución del crecimiento asociado a la disminución de la actividad fotosintética, haciendo a las poblaciones de esta especie más vulnerable a los patógenos.

Recuadro 3-2. Incendios.

Los incendios en Chile han aumentado tanto en frecuencia como en magnitud en los últimos años, favorecidos por los cambios en el clima como el aumento de las temperaturas en verano y disminución de la precipitación. Ambas amenazas concentran su mayor nivel de impacto en la zona central, principalmente en los ecosistemas Mediterráneos, que son los que contienen mayor biodiversidad y son reconocidos internacionalmente como un hotspot de biodiversidad.

La frecuencia de incendios se encuentra altamente relacionada a las actividades humanas ya que más del 99% son causados accidental o intencionalmente por el hombre. Su ocurrencia se concentra en zonas altamente pobladas, en la proximidad de caminos y relacionada a actividades productivas como las agrícolas y forestales. La magnitud de dichos incendios sin embargo tiene relación con condiciones climáticas favorables para su propagación, en especial en años cálidos y secos asociados con el fenómeno del Niño, o un invierno seco previo a la temporada de incendios (Holz et al., 2017; Urrutia-Jalabert et al., 2018;) o a las sequías (González et al., 2018b). Estas condiciones favorables han sido más recurrentes en los últimos años con un incremento en las temperaturas y una reducción general de precipitación en la zona central del país desde la década de 1980. La asociación de la mega-sequía y olas de calor han producido un aumento en el área total quemada. En la última década se han producido 16 de los 22 mega incendios registrados desde 1985, y que han significado un total del 82% del área quemada por estos eventos desde dicho año. Esto ha significado también que los bosques nativos han aumentado en casi al doble la media anual de área quemada en el periodo 2008-2018 (González et al., 2020).

El aumento de la temperatura y las olas de calor han contribuido en general con cerca del 20% del área total quemada en las últimas décadas. Las olas de calor se encuentran a su vez asociadas a una disminución de la humedad relativa, disminución de la nubosidad y a fuertes vientos en diferentes zonas del país, todas condiciones favorables para la ignición y propagación de los incendios. Esto ha afectado tanto ecosistemas naturales como sistemas productivos, en especial aquellos que conllevan una alta carga de combustible. Las últimas décadas se encuentran asociadas a un aumento de la proporción de plantaciones forestales afectadas por incendios forestales asociado a condiciones climáticas desfavorables (González et al., 2018b; González et al., 2020). Las plantaciones forestales concentran una alta carga de combustible y generalmente constituyen paisajes homogéneos, generando paisajes continuos lo que favorece la propagación de los incendios.

Estas condiciones meteorológicas desfavorables han sido extremas en la temporada 2016-2017 en donde los incendios superaron las 550.000 hectáreas totales quemadas, afectando al 10% de las plantaciones forestales (Bowman et al., 2019;de la Barrera et al., 2018). En dicha temporada se afectaron cerca de 45 mil hectáreas de bosques nativos perdiéndose cerca de la mitad de las áreas protegidas de los bosques endémicos de Ruíl (González et al., 2020). Las condiciones climáticas observadas en la temporada 2017, en donde se registró un récord de temperatura, podrían reflejar el clima promedio hacia fines del siglo XXI (González et al., 2020), significando un riesgo para esta actividad productiva, poniendo en peligro a las comunidades humanas cercanas y biodiversidad circundante.

La Corporación Nacional Forestal (CONAF) realiza un trabajo permanente respecto de la prevención los incendios forestales, con medidas como la silvicultura preventiva, actividad que bonifica la Ley N° 20.283, de 2008, sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal[9]. Adicionalmente, la CONAF ha impulsado el programa "Comunidad Preparada Frente a los Incendios Forestales"[10], el cual tiene como objetivo concientizar a la comunidad sobre el riesgo de vivir en una zona rural y/o de interfaz forestal/urbana, así como también propender hacia la modificación de los comportamientos para tender hacia una mayor responsabilidad individual y comunitaria en la prevención de incendios forestales. La Corporación también realiza campañas de difusión, y educación ambiental en colegios, para ayudar a las comunidades a que se preparen y adapten, por medio de la prevención.

9. https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=274894

10. https://www.comunidadpreparada.cl/

4.3 Sector silvoagropecuario

La agricultura presta un servicio esencial para la provisión de alimentos y la seguridad alimentaria del país, al mismo tiempo que juega un rol muy importante en la economía por su aporte al producto interno bruto (aproximadamente 10%) y también por el empleo que genera (700.000 puestos de trabajo anualmente) (ODEPA, 2017). En Chile el sector silvoagropecuario tiene una tasa de captura de carbono equivalente a 60.000 kTon de CO_2eq y un potencial de captura en suelos y tierras degradadas que resulta fundamental para alcanzar metas de carbono neutralidad. La superficie total que comprende el sector es de 31,6 millones de hectáreas (ODEPA, 2019). La agricultura tiene distintas formas de expresión a lo largo del país, coexistiendo la agricultura empresarial, orientada a mercados externos y de alto uso de insumos y tecnología, con una agricultura familiar campesina que contribuye a la identidad cultural y seguridad alimentaria. Por su parte, las plantaciones forestales en Chile están compuestas principalmente por especies de los géneros Pinus y Eucalyptus, cultivos mono-específicos, coetáneos, y cubriendo grandes extensiones de terreno, cerca de 3,2 millones de hectáreas, distribuidos principalmente entre las regiones del Maule y La Araucanía (CONAF, 2020). El sector forestal aportó al producto interno bruto nacional un 2,9% el año 2018, empleando a más de 100.000 personas en diferentes etapas del proceso productivo. El principal producto y aporte al producto interno bruto nacional proveniente de este sector, se relaciona con las actividades de producción de celulosa, papel e imprentas (INFOR, 2019).

Por su estrecha dependencia con las condiciones climáticas, este sector es uno de los más susceptibles a los cambios climáticos, ya sea por eventos extremos que generan cuantiosas pérdidas de producción (heladas, olas de calor, inundaciones, sequías, incendios, etc.), los que luego se expresan en pérdidas de empleo, eventualmente migración y pobreza, afectando también a uno de los pilares de la seguridad alimentaria, como también a los cambios en condiciones climáticas promedio, que afectan la idoneidad de las especies y variedades vegetales y animales, reduciendo su aptitud productiva. No obstante, es necesario señalar que una posible respuesta a estos cambios lo constituya un desplazamiento de las zonas productivas agrícolas hacia el sur, emergiendo nuevas localidades con potencial de desarrollo.

La agricultura de la zona norte y centro de Chile ha tenido que enfrentar enormes desafíos a consecuencia de la sequía dejando signos evidentes en la vegetación nativa y en los cultivos, al punto que se puede monitorear el progreso de esta sequía mediante índices vegetacionales (Zambrano et al., 2016). Los niveles de sequía han llevado a los productores a enfrentar importantes pérdidas, cuyas magnitudes varían según el contexto climático, productivo y social en que se encuentren. También se han observado cambios en índices agroclimáticos al examinar registros que van desde 1950 hasta el presente. El más notable de ellos es el período de heladas que ha experimentado una reducción, en que la fecha de la primera helada ha ido paulatinamente atrasándose, mientras que la última helada ha ocurrido antes (Piticar, 2019). En el caso de las plantaciones, si bien no se ha evidenciado hasta ahora un efecto directo de la mega-sequía en la productividad fotosintética de los bosques (Garreaud et al., 2017), este podría hacerse más evidente con reducciones en precipitación y aumento de las temperaturas proyectados, e indirectamente producto de la ocurrencia de incendios.

Los escenarios climáticos futuros muestran para casi todo el territorio con actividades agrícolas y forestales un marcado incremento de temperatura y una reducción de las precipitaciones, que puede desembocar en un incremento de la aridización, agravando problemas de escasez de agua, y generar deterioros productivos, por estrés térmico en algunas especies subtropicales y templadas. A consecuencia de esto se podría dar una reconfiguración del mapa productivo, con un desplazamiento de cierto tipo de cultivos hacia el sur del país. Un trabajo que apunta a esta dirección y que entrega valiosa información sobre zonificaciones productivas lo constituye el Atlas Agroclimático de Chile (AGRIMED, 2017), destacando potenciales efectos positivos a través de la creación de oportunidades productivas en otras zonas del territorio, por ejemplo, la fruticultura y vitivinicultura hacia el sur.

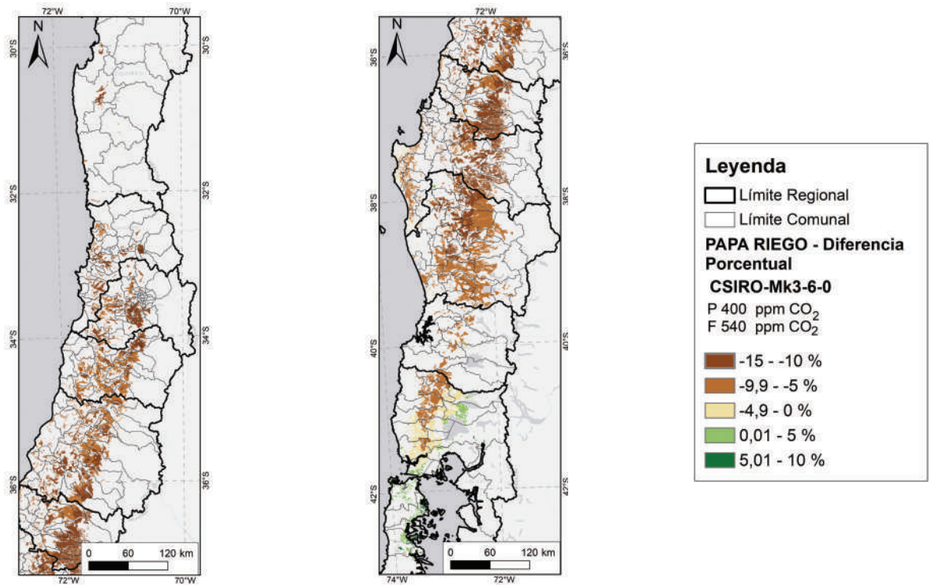
Un análisis específico para los distintos tipos de cultivos se presenta a continuación.

4.3.1 Producción de cultivos anuales

La agricultura de cultivos anuales ocupa actualmente una superficie de 575.000 hectáreas (ODEPA, 2020). Este tipo de agricultura tiene diversos grados de vulnerabilidad al cambio climático en función de si se desarrolla bajo riego o en condiciones de secano. Sólo unos pocos estudios de carácter eco-fisiológico se han desarrollado en el país y nos muestran el tipo de respuesta que los cultivos anuales pueden tener. Por ejemplo, estudios realizados en el cultivo de papa indican que altas temperaturas, junto con reducciones en la disponibilidad de agua podrían reducir rendimientos (Ávila-Valdés, et al., 2020). De igual forma, se ha visto que las altas temperaturas generan pérdidas productivas del orden de 20% (rango de 12 a 31%) en el cultivo de quínoa (Lesjak et al., 2017). Estudios recientes en el marco del proyecto ARCLIM han permitido el desarrollo de simulaciones para algunos cultivos anuales (papa, maíz, frejol y trigo) considerando escenarios con y sin riego. A modo de ejemplo la Figura 15 presenta los impactos en rendimiento de papa asociado al escenario climtico del modelo CSIRO-Mk3-6-0[11].

En Chile se han desarrollado trabajos de adaptación que involucra la identificación y selección de variedades más idóneas al secano y que podrían ser un recurso para enfrentar futuras condiciones de escasez. En los cultivos de papa, trigo, quínoa, forrajeras ya hay variedades disponibles. Además, se está llevando a cabo un proceso de actualización del Plan de Adaptación del Sector Silvoagropecuario que generará directrices para acciones de adaptación a implementar.

Figura 3-15. Cambios de rendimiento en cultivo de papa entre los períodos 1980-2009 y 2035-2064 obtenidos del modelo CSIRO-Mk3-6-0.



Fuente: Proyecto ARCLIM.

4.3.2. Fruticultura y Vitivinicultura

Las características del clima de los valles de Chile explican la geografía y diversidad de sus productos frutícolas y la calidad de sus vinos. La fruticultura de clima templado puede ver afectadas sus condiciones productivas ya que las nuevas condiciones ambientales implican una reducción importante del frío invernal que permite su adecuada floración y fructificación. Estudios recientes muestran que bajo el escenario RCP 8.5 se observa una importante reducción en las unidades de frío hacia el 2050 y mucho mayores hacia el 2085 (Fernández et al., 2020). En el caso de la viticultura, la aptitud productiva de los valles se ve afectada (Mills-Novoa et al., 2016). Para el año 2050 el área apta para el crecimiento de la vid disminuiría su actual extensión en un 47%. La disminución se concentraría principalmente en los valles del Maipo, Colchagua y Cachapoal, y en menor medida en los valles de Aconcagua y Maule (Hannah et al., 2013). Esto ha llevado a la industria a plantearse la necesidad de buscar una nueva asociación clima/variedad. En el sector privado, la industria vitivinícola ha liderado estudios de zonificación y desarrollo de herramientas que permitan explorar los atributos agroclimáticos de los valles considerando explícitamente escenarios de cambio climático (Plataforma VitisGeoClima). No solamente hay efectos del cambio climático sobre la productividad y desarrollo vegetativo (Muñoz et al., 2017), sino que también efectos negativos sobre la calidad del vino. En ambos casos, la identificación de variedades adaptadas y de manejos agronómicos adecuados es de suma importancia (Salazar y Reyes, 2019).

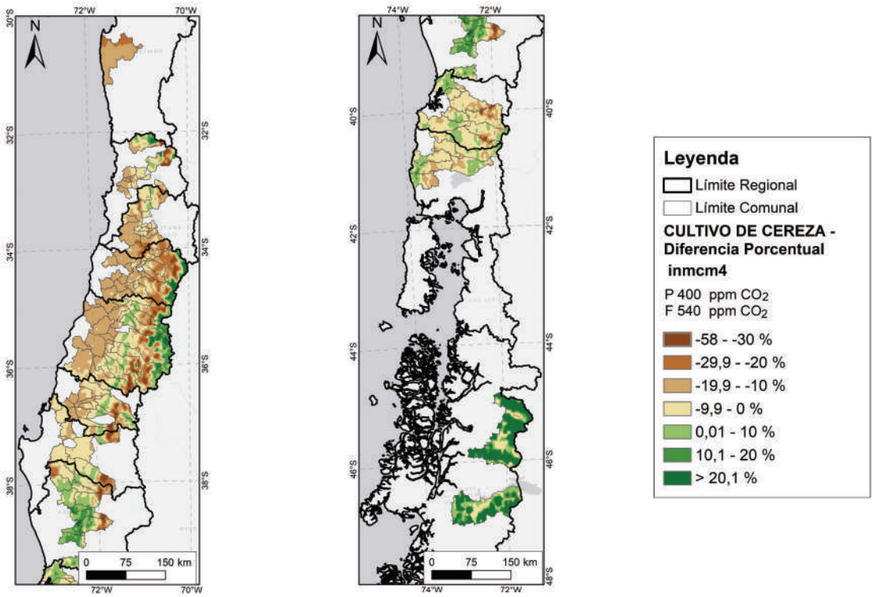
Al igual que en el caso de los cultivos anuales, en el proyecto ARCLIM se han desarrollado modelos simples que permiten explorar el potencial productivo

11. El modelo seleccionado es sólo uno de los múltiples disponibles. Para el trabajo del Atlas de Riesgos Climáticos ARCLIM, se seleccionaron cinco modelos distintos de modo de representar la incertidumbre

4°Comunicación Nacional de Chile ante la CMNUCC Ministerio del Medio Ambiente

y la idoneidad de especies frutícolas, permitiendo identificar lugares donde los efectos negativos impedirán el desarrollo de la actividad, así como también anticipar regiones que, en el futuro, ofrezcan condiciones apropiadas para la producción. A modo de ejemplo la Figura 16 presenta los impactos en rendimiento de cerezo asociado al escenario climático del modelo inmcm4.

Figura 3-16. Ejemplo de resultado del cambio del rendimiento medio para un cultivo de Cerezo entre los períodos 1980-2009 y 2035-2064 obtenidos con datos climáticos del modelo inmcm4.



Fuente: Proyecto ARCLIM.

4.3.3 Producción ganadera

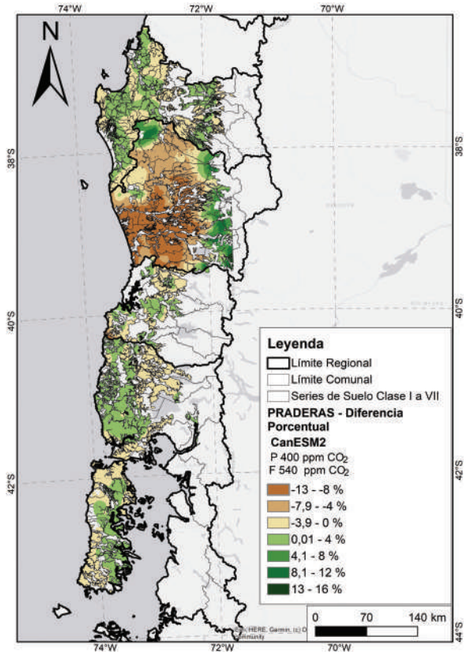
Las nuevas condiciones ambientales pueden desencadenar con mayor frecuencia olas de calor y de estrés térmico (asociado a alta humedad) que afecten directamente la producción de ganado de carne, leche y lana, puesto que expone a los animales a condiciones alejadas de su zona de confort (Porter et al., 2014).

Estudios han analizado los impactos del cambio climático sobre la producción de forraje y praderas para la producción ganadera. Jara (2019) indica que en las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos, hacia el año 2050, las productividades bajo un escenario de cambio climático RCP8.5 sin aumento de CO_2 disminuyen, pero que al considerar un escenario que tuviese niveles de CO_2 proyectados de 540 ppm, las productividades de las praderas aumentarían entre un 3 a un 8% respecto a lo histórico, a consecuencia de la estimulación de la fotosíntesis neta dada por la fertilización de carbono (ver Figura 17).

El trabajo de adaptación en este sector también involucra el desarrollo de variedades forrajeras adaptadas y la incorporación de prácticas de manejo con foco en bienestar animal, reduciendo el estrés calórico en los animales.

Es importante señalar que este sector también tiene un potencial de mitigación importante ya que las prácticas de agricultura y ganadería regenerativa aumentan el stock de carbono en suelos, lo que incide directamente en la contabilidad de los gases de efecto invernadero, y genera co-beneficios de adaptación al mejorar los niveles de materia orgánica y aumentar la capacidad de retención de agua del suelo.

Figura 3-17. Ejemplo de cambios esperados en rendimiento de praderas sobre la base de los resultados del modelo CanESM2.



Fuente: Proyecto ARCLIM.

4.3.4 Plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades que tradicionalmente han afectado los sistemas agrícolas, podrían aumentar su extensión y nivel de daño ante escenarios de cambio climático, viéndose favorecidas las plagas que ya están presentes en el país, pero también generando un mayor riesgo de proliferación de nuevas plagas, debido a la aclimatación de aquellas que antes no podrían sobrevivir. Se sabe que temperaturas más cálidas aceleran el ciclo de plagas y enfermedades, reduciendo sus estadios vulnerables. A modo de ejemplo, altas temperaturas y alta humedad relativa favorecerían la incidencia de enfermedades como el Oidio.

A pesar de que se reconoce la relevancia y se mantiene una actitud vigilante con respecto a plagas y enfermedades, el número de trabajos científicos y técnicos aún es reducido, representando una de las brechas de información importantes para el sector.

4.3.5 Plantaciones forestales

A nivel nacional aún no se observa un efecto negativo claro de los cambios en el clima de las últimas décadas en la productividad fotosintética de los bosques (Garreaud et al., 2017). Las especies más utilizadas en la producción forestal, Pinus y Eucalyptus, se encuentran adaptadas a condiciones de sequía, por lo que su efecto se puede ir haciendo más evidente con las condiciones desfavorables de precipitación y temperatura (Boisier et al., 2016; Garreaud et al., 2019). Por otro lado, los cambios también pueden favorecer la productividad de las plantaciones forestales en algunas zonas del país, donde existen limitaciones por bajas temperaturas y heladas, como por ejemplo en la pre-cordillera andina (AGRIMED, 2008). En escenarios futuros de cambio climático la productividad disminuiría en la zona norte como consecuencia del aumento del déficit hídrico. Este mismo escenario predice que las mayores productividades estarían en las regiones de La Araucanía y Los Lagos debido al incremento de su periodo de crecimiento. Los incendios forestales son la principal amenaza para las plantaciones forestales, ya que gran parte de la superficie quemada anualmente corresponde a este cultivo, y se ha ido incrementando en las últimas décadas (González et al., 2020).

Fotografía por : Daniel Pineda

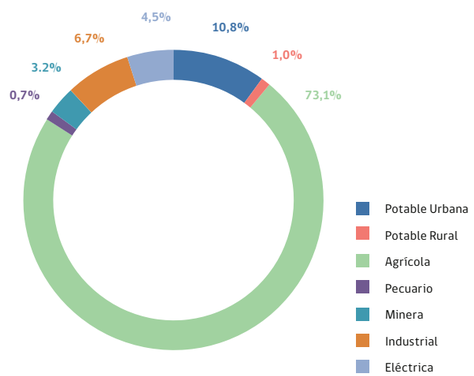
4.4 Recurso Hídrico

En esta sección se ha tomado en cuenta los múltiples usos asociados al recurso hídrico y su conexión con otros sectores como es el caso de los sectores Agrícola, Energía, Ciudades, Pesca y Acuicultura y Turismo.

De acuerdo con DGA (2017b) la principal demanda de agua de tipo consuntivo[12] corresponde al uso agrícola (256 m^3/s), seguido por el uso de agua potable urbana y rural (41 m^3/s), el uso industrial (23 m^3/s) y el uso minero (13 m^3/s) (ver Figura 18). En términos de distribución regional, la mayor demanda para uso agrícola y pecuario se produce en la Región del Maule, la mayor demanda de agua potable urbana y rural se produce en la Región Metropolitana, la mayor demanda de uso industrial se produce en la Región del Biobío y la mayor demanda para uso minero se produce en la Región de Antofagasta. Por otra parte, las demandas de tipo no consuntivo totalizan 4907 m^3/s, siendo la principal la demanda de agua para usos eléctricos (2822 m^3/s) y seguido por la demanda para uso acuícola (2084 m^3/s). En el estudio DGA (2017b) se estiman también los caudales turísticos asociados a asegurar el normal desarrollo de las variadas actividades recreativas que pueden ser realizadas en un río, así como a mantener valores paisajísticos notables que constituyen el atractivo del lugar. También se estima el caudal para protección ambiental, con el cual se trata de reservar agua para preservar los sitios de interés ambiental (SNASPE, RAMSAR, etc.). Las regiones de La Araucanía y Los Lagos son las que presentan los mayores caudales para uso turístico, y las regiones de Los Lagos y Aysén presentan los mayores caudales para protección ambiental.

Según cálculos de la DGA (2017a; 2018), la disponibilidad de recursos hídricos ha disminuido, sostenida y crecientemente, en un 20% en la macrozona del sur y en un 50% en las zonas norte-centro. Por otra parte, las alzas de temperaturas e isoterma cero producen deshielos prematuros y precipitaciones líquidas sobre la reserva nival, generando mayores escorrentías y disminuyendo las reservas de agua en la cordillera, principalmente de glaciares, que han disminuido en un 8% la última década (DGA, 2018). Cambios en la evolución de la criósfera (extensión y persistencia) han quedado registrados en trabajos recientes (Stehr et al., 2017; Saavedra et al., 2018; Farías-Barahona et al., 2019; Braun et al., 2019; Cordero et al., 2019). En general estos trabajos coinciden en que en la zona central de Chile hay una disminución en la extensión y persistencia del manto nival y glaciares. A modo de ejemplo la Figura 19 muestra los cambios en la extensión del manto nivel en distintas localidades del país.

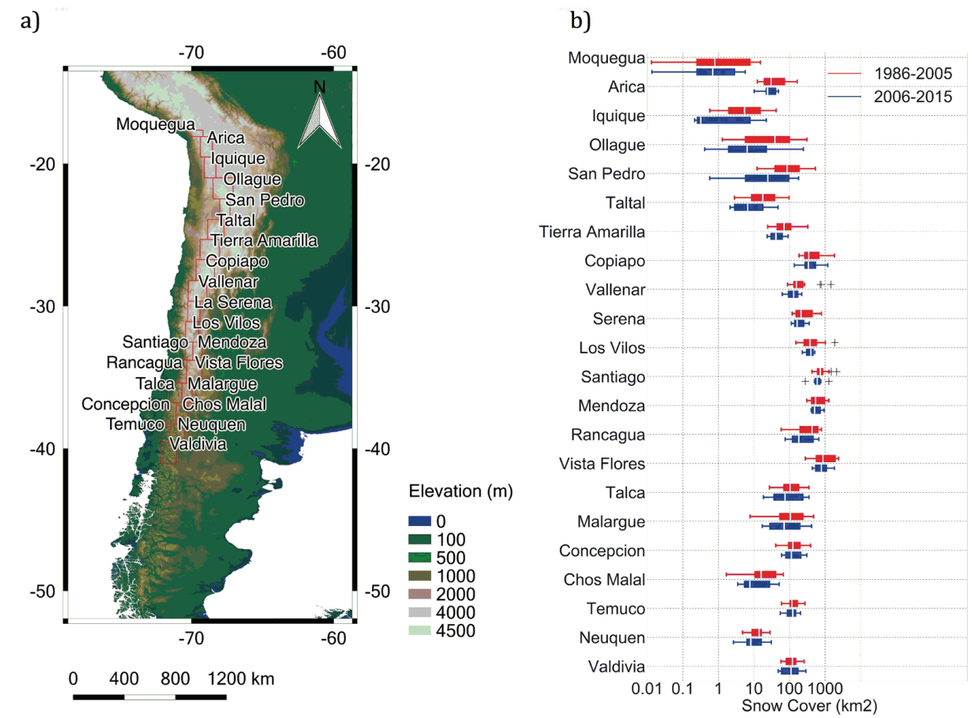
Figura 3-18. Resumen demandas actuales de uso consuntivo en el país.



Fuente: DGA, 2017b.

12. Los derechos de aprovechamiento de agua se clasifican en consuntivos y no consuntivos. Los derechos consuntivos facultan al titular a consumir totalmente las aguas en cualquier actividad. Por el contrario, los derechos no consuntivos, permiten emplear el agua sin consumirla y obligan a restituirla en la forma que lo determine el acto de adquisición o de constitución del derecho. Atlas del Agua 2016 (https://snia.mop.gob.cl/sad/Atlas-2016parte4.pdf)

Figura 3-19. Diagrama de caja de la extensión de la capa de nieve de la estación seca durante el período 1986-2005 (rojo) y durante el período 2006-2015 (azul), en las 22 zonas indicadas en (a).



Fuente: Cordero et al., 2019.

El acceso al recurso está restringido a la condición legal de tenencia de los derechos de agua, la infraestructura (de regulación y conducción) que permite conectar la disponibilidad física con la necesidad y la institucionalidad que permite que el recurso se administre de manera adecuada para satisfacer estas necesidades.

Bajo este contexto, la población rural es la que se ve más afectada por la falta de agua, dado que su acceso se ve limitado por la disminución de la cantidad de agua de las fuentes superficiales y subterráneas (ej. Khatibi et al., 2019), además de no contar con capital adquisitivo para optar a mejoras, como por ejemplo profundización de pozos o mejoras técnicas de regadío; (Joshi, 2019) o bien, a otras formas de acceso cuando hay un déficit de agua (Adams et al., 2020). Quienes viven en sectores rurales suelen desarrollar prácticas tradicionales de uso del agua como economías campesinas de subsistencia o prácticas ancestrales, que también se ven expuestas al déficit (Hanke y Barkmann, 2017).

Particularmente en Chile, la población rural (y en muchos casos comunidades indígenas) gestiona el sistema de abastecimiento mediante los llamados Comités de Agua Potable Rural (APR), restringidos a la capacidad de acceder y/o utilizar derechos de agua, en un contexto en que, en algunos casos, existe sobre otorgamiento de derechos y poca regulación y supervisión (Fuster et al., 2017; Muñoz et al., 2020). Por otra parte, algunos de estos Comités de APR tienen dificultades de gestión o problemas de infraestructura que impide el correcto uso de sus derechos (Fundación Amulen, 2019). La combinación de estos factores genera problemas en el abastecimiento de recursos en estas zonas rurales frente a lo cual gobiernos regionales y municipales han desarrollado medidas de emergencia de manera permanente que suelen ser costosas e insostenibles, como la distribución de agua potable mediante camiones aljibe (CR2, 2015). Otros grupos sensibles corresponden a los niños y jóvenes, ya que, por un lado, son más propensos a desarrollar enfermedades como gastroenteritis o malnutrición por la dificultad de consumo de agua potable (Mertens et al., 2019), y, por otro, se observa que su escolaridad disminuye en épocas de sequía (Randell y Gray, 2016). Por su parte, las mujeres jefas de hogar suelen ser más sensibles a la sequía, ya que además de ver

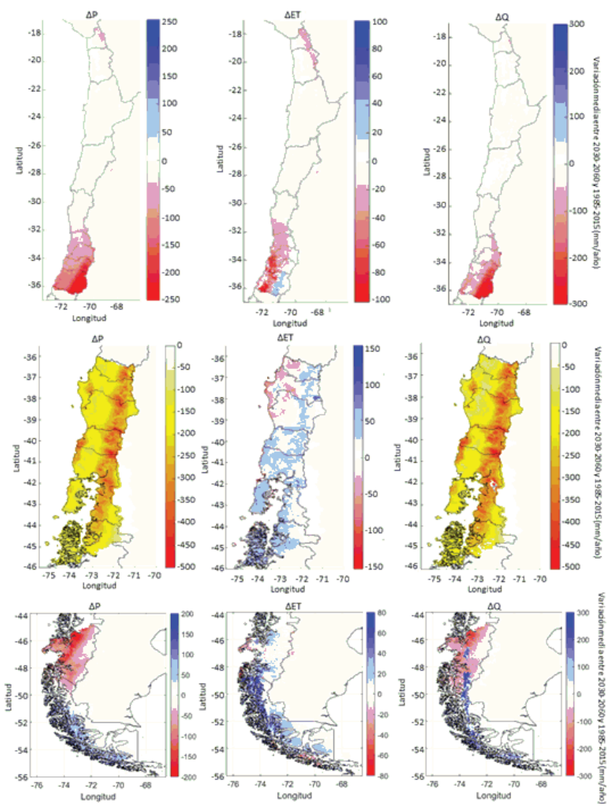
imposibilitadas las tareas domésticas y de cuidado (estrechamente vinculadas con el uso del agua en los hogares), las familias suelen ser monoparentales y son más dependientes de trabajos precarios o informales, por lo que suelen tener mayores niveles de pobreza (Huynh y Resurreccion, 2014).

A nivel urbano, la gestión hídrica depende de empresas sanitarias que se encargan del tratamiento, producción y distribución de agua potable. En este sentido, los elementos expuestos ante la sequía son las plantas de producción de agua potable y sistemas eléctricos, como también, servicios críticos de la ciudad y la población que vive en la zona urbana (MOP, 2020) (ver Sección 4.8 y Recuadro 3).

Los potenciales impactos del cambio climático en la disponibilidad de recursos hídricos futuros en Chile están ligados a los regímenes hidrológicos existentes a lo largo y ancho del territorio y a su susceptibilidad frente a cambios en precipitación y temperatura.

Tomando un conjunto de los escenarios considerados en el proyecto ARCLIM (Recuadro 1) y en el marco de los resultados de la actualización del balance hídrico nacional (DGA, 2017b; DGA, 2018) se han realizado análisis de impactos en variables hidrológicas relevantes. Los GCMs considerados (CSIRO- MK3.6, CCSM4, IPSL-CM5A-LR, MIROC) muestran cambios en las condiciones climatológicas similares a las presentadas en la Sección 2.2, mostrando aumentos de temperatura en todo el territorio nacional y para todos los modelos. Los cambios en precipitación no son homogéneos. Utilizando el modelo hidrológico Variable Infiltration Capacity (VIC; Liang et al. 1994, 1996), calibrado en cuencas con escasa intervención antrópica (en general cuencas de cabecera), considerando el uso de suelo reportado por (Zhao et al., 2016) y aplicando técnicas de regionalización de parámetros, se proyectan impactos hidrológicos para el período 2030 a 2060, los que se resumen en la Figura 20.

Figura 3-20. Variación promedio de los cuatro GCM en la precipitación (P), evapotranspiración (ET) y escorrentía (Q) (estos dos últimos flujos corregidos por la demanda de riego) entre los períodos 1985-2015 y 2030-2060.



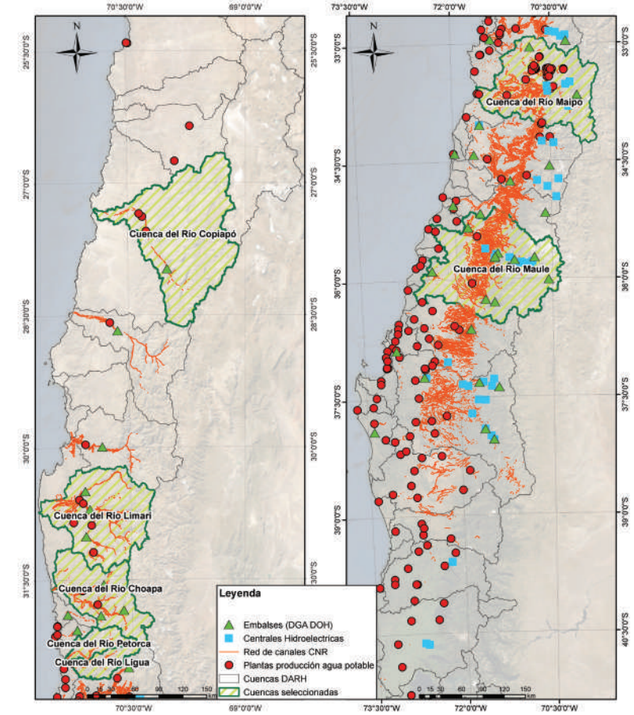
(Fuente: Elaboración propia a partir de DGA, 2018 y 2020),

En las cuencas del extremo norte del país (hasta 30°S) existe una alta incertidumbre asociada a los cambios en precipitación por lo que no es posible proyectar si la escorrentía se incrementará o disminuirá en el futuro. En las cuencas de Chile central (30 a 36°S) las reducciones esperadas en precipitaciones y aumentos de temperatura reducen la acumulación de nieve y modifican la posición de la línea de nieve, anticipando la escorrentía de deshielo. Se proyectan reducciones de la escorrentía media anual hasta en un 40%, proyectándose también una disminución de la evapotranspiración debido a la disminución de la humedad del suelo. En las regiones de más al sur (36°S a 45°S) se proyecta un aumento de la evapotranspiración debido a la mejor distribución de la precipitación durante el año, que permite mantener la humedad del suelo lo que reducirían la escorrentía producto de la disminución de precipitaciones. Finalmente, en las cuencas del extremo sur (45° a 55°S) se proyectan aumentos de precipitación y menores aumentos de temperatura, que acelerarían el derretimiento de cuerpos de hielo, con el consiguiente aumento de la escorrentía media anual.

Estos resultados son coincidentes con los presentados en Stehr et al. (2019), que muestran que producto del cambio climático existiría una ampliación de la zona híper árida, tanto latitudinal como longitudinalmente, en promedio de 13.000 km^2. Por otra parte, se muestra en Stehr et al. (2019), que aproximadamente 70.000 km^2 (equivalente a un 10% de la superficie continental) aumentarían su categoría de aridez.

Una segunda escala de análisis toma en cuenta el efecto que tiene el cambio en la disponibilidad de recursos, sobre el acceso de los distintos usuarios según sus sistemas de acumulación y distribución de agua, operados por las Organizaciones de Usuarios del Agua. Este análisis se realizó para un conjunto de cuencas relevantes en términos de la presencia relativa de obras de infraestructura. La Figura 21 muestra las cuencas consideradas en el análisis en conjunto con la distribución espacial de los principales elementos del sistema de distribución de recursos hídricos. Estas cuencas han sido seleccionadas al ser parte inicial del programa nacional de desarrollo de Planes Estratégicos de Gestión Hídrica impulsado por la Dirección General de Aguas (DGA).

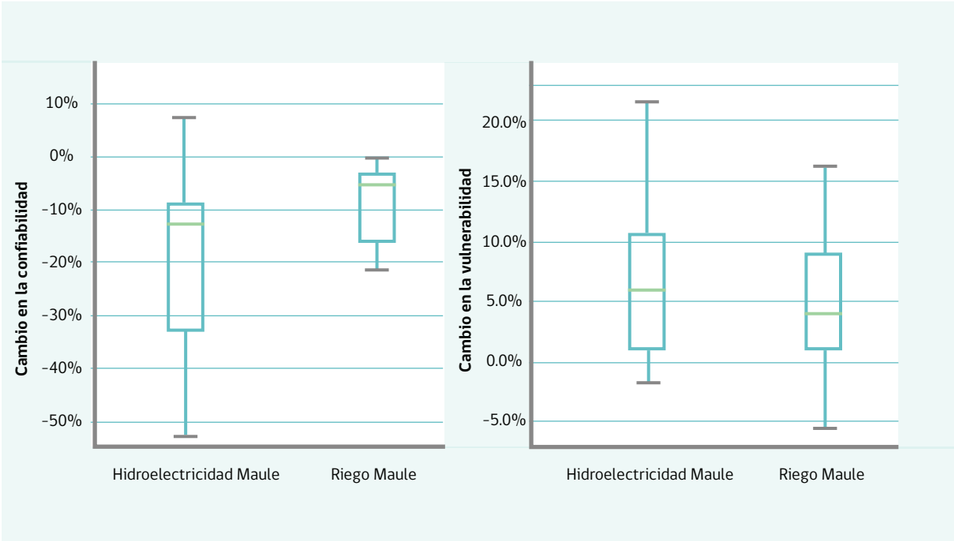
Figura 3-21. Cuencas consideradas en análisis de impactos en disponibilidad de recursos hídricos y distribución espacial de los principales elementos del sistema de distribución de recursos hídricos a nivel nacional (embalses, canales, plantas de producción de agua potable y centrales hidroeléctricas).



(Fuente: Proyecto ARCLIM).

En la Figura 22, se presentan los cambios futuros proyectados en confiabilidad (porcentaje del tiempo en que se satisface la necesidad de extracción de agua) y vulnerabilidad (definido como la diferencia entre el nivel de extracción deseado y la extracción realizada) en el suministro de recursos hídricos para los usuarios agrícolas e hidroeléctricos en la cuenca del Río Maule.

Figura 3-22. Cambios en confiabilidad y vulnerabilidad en suministro de agua para riego e hidroelectricidad en cuenca del Río Maule.



Fuente: Proyecto ARCLIM.

Fotografía: Verónica Maldonado.

Recuadro 3-3. Agua para ciudades.

Mantener un suministro adecuado de agua potable a pesar de los cambios inducidos por el clima en los recursos hídricos es un desafío que enfrentan los gobiernos y proveedores de suministro de agua para distintas ciudades en el mundo. Garantizar la calidad y la continuidad del suministro y evitar fracasos con consecuencias irreversibles, ayudarán a construir sociedades resilientes y sostenibles. Los servicios de agua enfrentan riesgos como la menor disponibilidad de almacenamiento, floraciones de algas debido al aumento de la temperatura del agua, aumento de los niveles de turbidez, intrusión salina en fuentes de agua costeras, entre otros (Vicuña et al., 2018a).

Según investigaciones recientes (Bonelli et al., 2014; Meza et al., 2014; Chadwick et al., 2018; Vicuña et al., 2018b) la ciudad de Santiago, capital de Chile, que concentra el 40% de la población del país y contribuye con el 45% de su PIB, podría verse afectada por una menor disponibilidad de agua, lo que limita el correcto funcionamiento de su sistema de suministro de agua potable. El río Maipo es el principal recurso hídrico de la ciudad. Los escenarios de cambio climático disponibles en la cuenca del Maipo proyectan una reducción de la precipitación y un aumento de las temperaturas afectando las condiciones hidrológicas, con una tendencia a la disminución en el caudal, especialmente en los meses de primavera y verano, y un aumento alrededor del final del otoño.

En el marco del proyecto ARCLIM se ha realizado una evaluación del riesgo en el suministro de agua potable para la ciudad de Santiago, respecto de la operación del Sistema de abastecimiento proveniente de la cuenca del Rio Maipo. La Tabla 3 muestra los resultados para 6 modelos climáticos, en términos de cambios en confiabilidad y vulnerabilidad. El suministro de agua potable proveniente del sistema Maipo reduce su confiabilidad en todos los escenarios. En el peor de los escenarios climáticos (IPSL-CM5A-MR) la confiabilidad en la disponibilidad de agua se reduce en un 50%,, esto quiere decir que en la mitad de los meses en el periodo 2030-2060 no existirían recursos suficientes para suplir las necesidades de operación de este sistema. Bajo condiciones históricas (periodo 1980-2009) la operación tiene una confiabilidad del 100%. La vulnerabilidad también aumenta en casi todos los escenarios evaluados.

Tabla 3-3. Cambios (entre periodo futuro 2030-2060 y control 1980-2009) en desempeño (confiabilidad, vulnerabilidad media y extrema) en la provisión de agua potable para la ciudad de Santiago desde el Rio Maipo para distintos escenarios climáticos.

Escenario climático	Confiabilidad en la provisión de agua potable	Vulnerabilidad media	Vulnerabilidad extrema
ACCESS1-3	-8%	2%	21%
CanESM2	-26%	9%	32%
CSIRO-Mk3-6-0	-11%	4%	26%
inmcm4	-4%	1%	-4%
IPSL-CM5A-MR	-49%	17%	58%
IPSL-CM5B-LR	-4%	1%	22%

Fuente: Proyecto ARCLIM.

4.5 Infraestructura

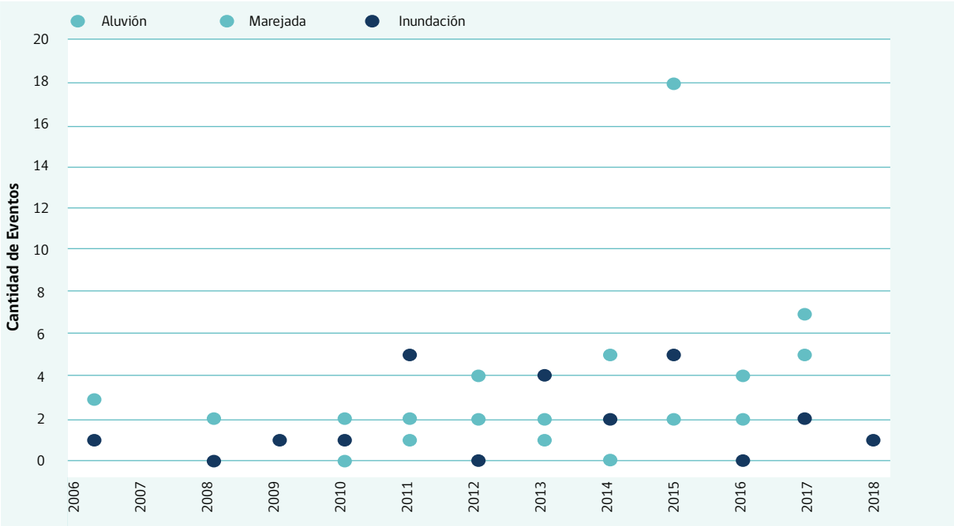
La infraestructura cumple roles de conectividad, de protección y de provisión de recursos entre otros, siendo un soporte fundamental para el avance de los sectores productivos, para el bienestar social, la calidad de vida de la población y la protección del medio ambiente y comunidades. Las obras pueden verse afectadas por el cambio climático, pero también pueden servir para reducir la vulnerabilidad y/o exposición. En esta sección se tratan las obras de infraestructura en términos de la vulnerabilidad del servicio que éstas proveen y siguiendo el trabajo en MOP (2018) el foco del análisis está en la infraestructura hidráulica y uso y protección de borde costero de Chile. En otras secciones de este capítulo se tratan otros roles de servicios de infraestructura como la provisión de recursos hídricos (ver Sección 4.4) y otras obras de infraestructura vulnerables como es el caso de la infraestructura energética (ver Sección 4.6).

Respecto de la infraestructura hidráulica, los colectores de aguas lluvia cumplen el rol de proteger un centro urbano de las inundaciones asociados a eventos extremos de precipitación. Estos se han diseñado en Chile para cuarenta y cuatro (44) ciudades a través de los denominados Planes Maestros de Aguas Lluvias (PMAL)[13] para disminuir los efectos perjudiciales de las lluvias extremas sobre la ciudad. Los colectores están diseñados para eventos de distinta probabilidad de ocurrencia y su comportamiento respecto de lluvias de otras probabilidades de excedencia es disímil.

En el caso de las obras en el borde costero, destaca el sistema portuario chileno que cumple un rol estratégico para la integración comercial con el mundo al transferir el 90% del comercio internacional, que se logra a través de sus 170 instalaciones portuarias, entre grandes puertos estatales que se rigen bajo un sistema de concesiones (Ley 19.542), muelles industriales y sistemas de amarre con boyas (MMA, 2019a); y la infraestructura de soporte de las actividades de pesca artesanal, a través de caletas pesqueras. Adicionalmente la Dirección de Obras Portuarias (DOP) del Ministerio de Obras Públicas (MOP) ha realizo importantes esfuerzos en materia de protección del borde costero, que incluye consideraciones de mantención y no afectación de humedales costeros, como soportes naturales de control y regulación de sedimentos. Finalmente, la DOP cumple una función muy importante en materia de conectividad paras sectores aislados a través de los terminales portuarios emplazados a lo largo del país.

La Figura 23 muestra la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos para el periodo 2006-2018, que han amenazado la operación de obras de infraestructura hidráulicas y costeras (MOP, 2018). Estos eventos se clasifican en remociones en masa (aluviones), siendo estos los más recurrentes (46% del total); inundaciones fluviales (29% del total) y marejadas (25% del total). Dado el corto periodo analizado no es posible establecer conclusiones sobre recurrencia o tendencias, en la ocurrencia de estos eventos. Se puede destacar que el año 2015 fue particularmente intenso en ocurrencia de estos eventos.

Figura 3-23. Ocurrencia de eventos extremos de origen hidrometeorológico periodo 2006-2018.



Fuente: MOP, 2018.

13. Estos PMAL no necesariamente están integrados en los instrumentos de planificación territorial, situación que acrecienta la vulnerabilidad de las ciudades

4.5.1 Infraestructura hidráulica

El desborde de ríos hacía superficies que normalmente se encuentran secas afecta la población e infraestructura de asentamientos. Adicionalmente la infraestructura vial que cruza un cauce puede verse afectada, imponiendo una restricción en la conectividad de la ciudad[14]. Los elementos expuestos a inundaciones comprenden infraestructura de servicios críticos, infraestructura de tipo productivo, tanto industrial como comercial, además de infraestructura de transporte y residencial (Owusu-Ansah, 2016). Por otro lado, el impacto de acumulación de agua en zonas urbanas depende de la infraestructura de obras de evacuación y drenaje (Garofalo et al., 2017). Junto con esto, existen características de habitabilidad del territorio, con condiciones desfavorables para enfrentar eventos críticos, como la presencia de asentamientos humanos no planificados (campamentos); una alta segregación urbana y un alto nivel de urbanización sin planificación. En sectores donde se dan estas características, confluyen aspectos físicos y sociales asociados a pobreza, alta densidad poblacional, precarias condiciones de las viviendas, entre otros (Darabi et al., 2019). Las inundaciones son caracterizadas como el segundo impacto de mayor importancia en contexto de cambio climático para nuestro país (MMA, 2017). En Chile los eventos de inundación se concentran en las regiones de la macrozona sur del país, asociados con un impacto social alto. Además, es importante destacar la presencia de estos eventos en la macrozona norte, particularmente en las regiones de Arica y Parinacota y Atacama, que combinado con los efectos de remociones en masa, genera impactos catastróficos en los territorios (MOP, 2018).

Se presenta a continuación un análisis del impacto del cambio climático en la magnitud de eventos de inundación urbana, para ciudades del país considerando el cambio de la precipitación máxima diaria anual, asociada a las probabilidades de excedencia entre 20% y 2%, que en hidrología se conoce como aquellas asociadas a períodos de retorno entre 5 y 50 años, respectivamente. La Figura 24 muestra el factor promedio del cambio que experimenta la precipitación diaria máxima proyectada (periodo 2030 a 2060) asociada a los períodos de retorno analizados, respecto a aquella del período base (1985 a 2015). Se aprecia que, en aproximadamente, el 75% de las 44 ciudades analizadas el factor es superior a uno (1,0) lo que significa que en el futuro se proyecta un aumento de la magnitud de las lluvias diarias máximas asociada a los períodos de retorno entre 5 y 50 años, lo que se traduciría en una mayor extensión de la inundación en las ciudades, debido a la falla de los colectores. Mientras mayor es el periodo de retorno en análisis, los factores aumentan su magnitud, lo que se traduce en una radicalización de los eventos extremos.

14. Importante en este contexto destacar el trabajo de la Dirección de Vialidad del MOP en la determinación de la red crítica vial, que incorpora aspectos de cambio climático (http://www.dgop.cl/areasdgop/semat/Documents/2019_Seminario_Cambio_Climatico/DV_2_Red_Vial_Critica.pdf)

En lo relativo a los efectos de las inundaciones por desbordes de ríos, se han analizado los resultados de 99 puntos de control distribuidos a lo largo del país, en base a los resultados obtenidos del modelo hidrológico de carácter distribuido VIC, de DGA (2018). Las ventanas de análisis son consistentes con aquellas desarrolladas para el análisis de inundaciones urbanas (1985 a 2015 para el periodo histórico y 2030 a 2060 para periodo futuro). En particular, las series a analizar corresponden a Caudales Medios Diarios Máximos Anuales, donde se supone que el cambio en la escala diaria será representativo de los máximos instantáneos. Los resultados representados en la Figura 25, muestran una disminución de caudales para las crecidas de periodo de retorno bajos, como por ejemplo 5 o 10 años. Por otro lado, se constata un notable aumento focalizado en las crecidas para periodos de retorno alto, con especial énfasis en el sector centro-sur del país. Se debe prestar atención particular al análisis de periodo de retorno 100 años, asociado a la construcción de obras mayores, como son los puentes, los cuales juegan un rol fundamental en la conectividad de las ciudades. Para dicho periodo de retorno, se aprecia un aumento en la magnitud de los caudales de diseño, lo cual se traduce en una mayor vulnerabilidad de la infraestructura hidráulica existente.

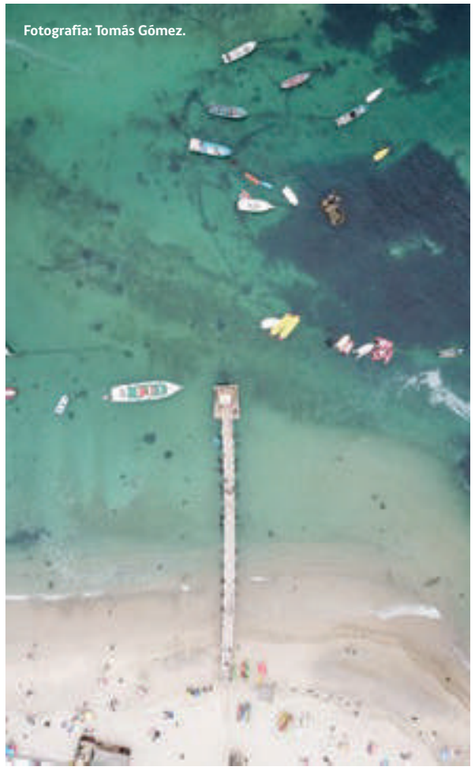
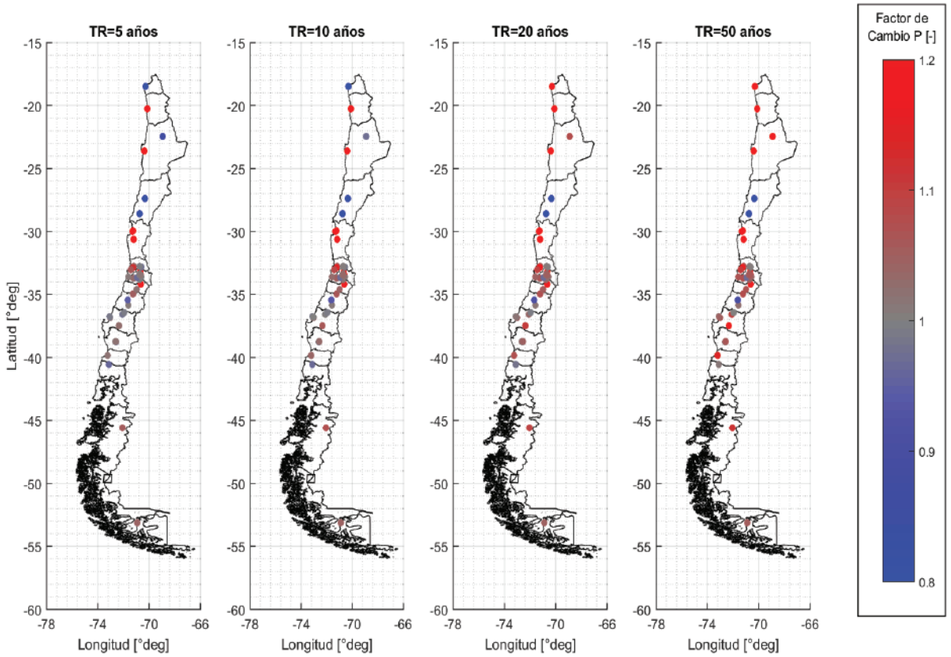

Fotografía: Tomás Gómez.

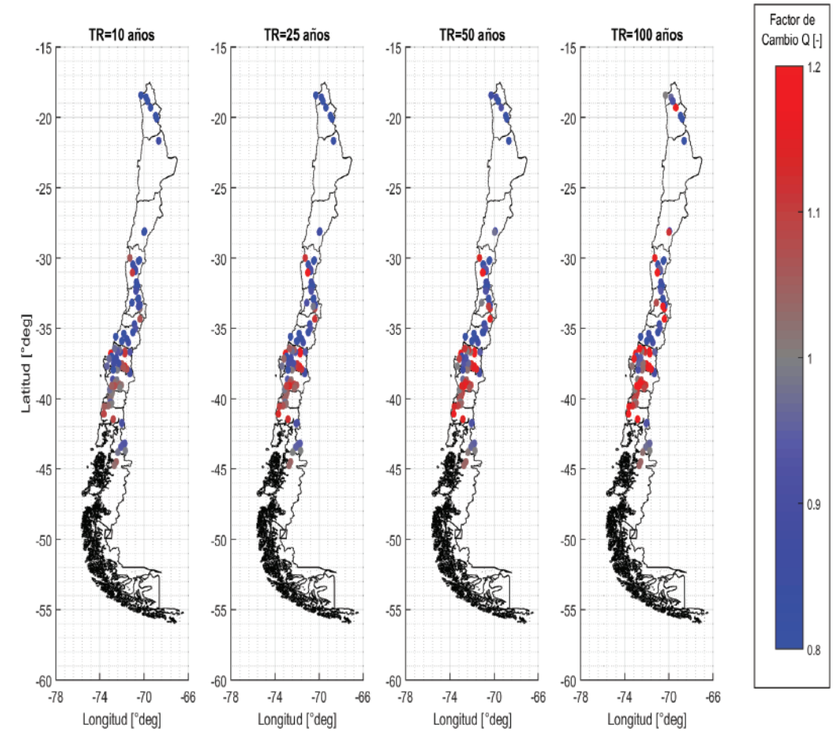
Figura 3-24. Factor de cambio (futuro/presente) de la magnitud de la precipitación diaria máxima asociada a períodos de retorno entre entre TR 5 y 50 años.



Fuente: Proyecto ARCLIM.

Fotografía: Tomás Gómez.

Figura 3-25. Factor de cambio (futuro/presente) de la magnitud de los caudales medios diarios máximos asociado a períodos de retorno entre TR 10 y 100 años.



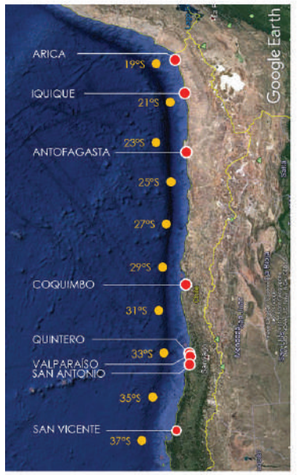
Fuente: Proyecto ARCLIM.

Actualmente, se encuentra en desarrollo en el Ministerio de Obras Públicas, el Plan de Inversión en Iniciativas Hídricas 2020-2050, herramienta que permitirá preparar al país para enfrentar los desafíos del mediano y largo plazo, para hacer frente al cambio climático y a la variabilidad climática. Con este plan se espera cubrir necesidades básicas de consumo humano; respetar los requerimientos medioambientales en cuanto a la ubicación de zonas protegidas, y los caudales ecológicos; cubrir las demandas de agua para el desarrollo productivo (agricultura, minería, industria); considerar obras y acciones innovadoras que permitan ampliar la visión en cuanto a las soluciones que podría ser posible incorporar en el futuro y realizar la planificación teniendo en vista la cuenca completa, con el objetivo de que este plan sea un instrumento de gestión integrada a nivel de cuenca.

4.5.1.1 Infraestructura costera (puertos)

Debido a la geomorfología costera del país, gran parte de las instalaciones de las costas están expuestas a los agentes oceánicos pues, salvo aquellos ubicados en la zona de los fiordos y canales, se encuentran abiertas al Océano Pacífico. Durante los episodios con condiciones meteorológicas desfavorables, los puertos se cierran para garantizar la seguridad de las naves, carga y operadores. Eventualmente, cuando las marejadas son muy fuertes, pueden incluso generar daños estructurales (Winckler et al., 2019). El cierre de puertos, facultad de los Capitanes de Puerto, comprende medidas para resguardar la seguridad de la navegación, que incluyen la suspensión total o parcial del tránsito o actividades marítimas, estado de alerta de la Capitanía de Puerto, de los remolcadores de servicio y botes salvavidas. Estos cierres pueden significar pérdidas económicas de millones de dólares a los actores de la cadena logística. La cantidad de cierres de puerto por año para 8 puertos estatales expuestos al Océano Pacífico (Figura 26) indica que los puertos con mayor cantidad de horas de cierres entre 2008 y 2018 fueron Antofagasta y Arica (Figura 26). Aun cuando estas estadísticas son relativamente cortas como para atribuir este comportamiento al cambio climático, se observa un incremento notorio en la mayoría de los puertos (MMA, 2019a).

Figura 3-26. Puertos donde se calcularon las horas de cierre históricas de puertos entre 2008 y 2018 .



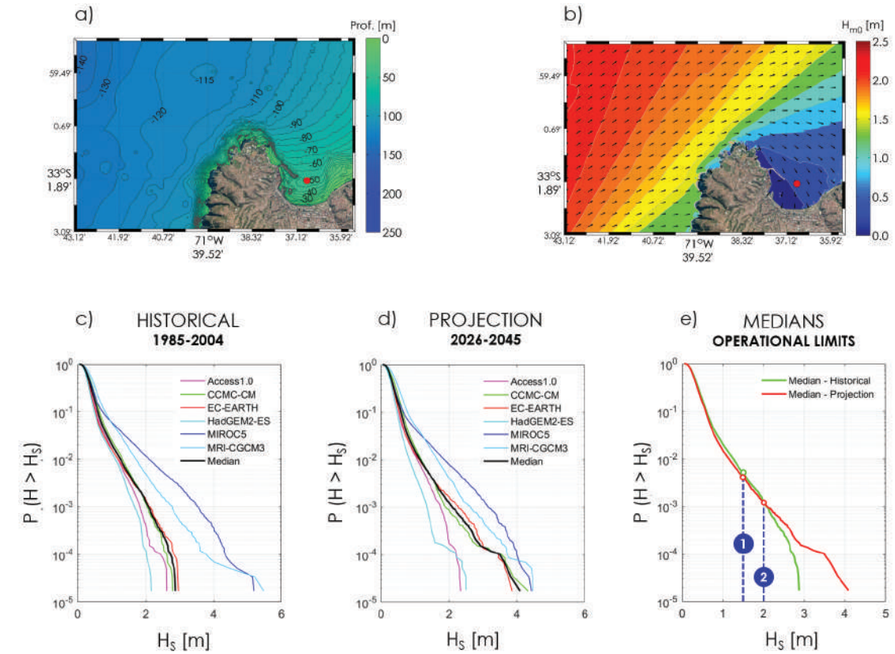
Year	Arica	Iquique	Antofagasta	Coquimbo	Quintero	Valparaíso	San Antonio	San Vicente	Total
2008	-	-	-	-	66	-	6	11	83
2009	31	31	-	-	102	-	6	-	170
2010	445	19	992	-	62	-	87	6	1611
2011	355	65	459	66	83	-	208	-	1236
2012	58	127	537	-	31	10	-	14	777
2013	161	-	842	-	-	-	5	-	1008
2014	184	208	1563	-	21	-	5	55	2036
2015	246	288	1726	100	102	41	-	22	2525
2016	599	155	2056	4	68	25	7	-	2914
2017	-	44	2262	-	281	-	-	-	2587
2018	1329	160	1533	-	47	-	-	-	3069
Total	**3408**	**1097**	**11970**	**170**	**863**	**76**	**324**	**108**	**18016**

Fuente: MMA, 2019a.

MMA (2019a) efectúa el primer estudio de impacto del cambio climático en los 9 puertos estatales expuestos al Océano Pacífico (Figura 27a), evaluando el tiempo en que el puerto no puede operar debido a marejadas, denominado downtime[3]. Para calcular el downtime el clima de oleaje en aguas profundas para el período histórico (1985-2004) y una proyección asociada al escenario RCP 8.5 (2026-2045) se transfiere a cada puerto mediante un escalamiento dinámico y el downtime expresado en horas de cierre por año, se calcula comparando el clima del oleaje local con límites operacionales para buques característicos de cada puerto. La Figura 27 muestra un ejemplo de este tipo de cálculo en el puerto de Valparaíso, donde se observa que, para el rango operacional de puerto, la mediana histórica y la proyección de la altura del oleaje son similares, en tanto que los valores extremos serán mucho mayores en la proyección, lo que sugiere un incremento probable de daños estructurales.

Fotografía: Sergio Muñoz De la Parra.

Figura 3-27. Estudio de downtime[15] en el puerto de Valparaíso. a) Batimetría en [m]. b) Altura significativa Hmo y dirección del oleaje. El nodo de evaluación se presenta en círculo rojo. Probabilidad de excedencia de Hmo para los 6 modelos en c) el período histórico 1985-2004 d) proyección 2026-2045 y e) la diferencia entre las medianas históricas y de la proyección, a partir de la cual se calcula el cambio del downtime asociado a dos criterios operacionales (Hmo = 1,5 y 2,0 m).



Fuente: Modificado de MMA, 2019a.

Algunos puertos mejorarán y otros empeorarán su operatividad y el clima extremo será más severo a mediados de siglo. La mejora operativa puede explicarse por el giro al sur del oleaje, que favorecería las condiciones de abrigo de puertos ubicados en el extremo sur de las bahías, como Valparaíso. En términos económicos, el análisis a nivel agregado para los puertos estatales analizados se traduce en pérdidas US$ 4,12 millones anuales y ganancias (esto es reducción del downtime futuro) por US$ 6,34 millones anuales, dando como resultado ganancias netas de US$ 2,22 millones anuales, como efecto del cambio climático. Estos valores son menores para el tamaño de la industria portuaria y sólo se enfocan en los efectos operacionales.

15. El estudio excluye los efectos que el incremento de las marejadas, en combinación con el aumento del nivel medio del mar, tendrá en las estructuras portuarias.

4.6 Energía

Los impactos del cambio climático sobre el sector energía respecto de amenazas tales como los cambios en los perfiles de temperaturas, precipitaciones, caudales de los ríos, recursos solar y eólico, y la ocurrencia de eventos extremos como marejadas, aluviones, incendios forestales, temperaturas extremas, vientos extremos, y sequías, presentan un extenso rango de sensibilidades, dependiendo del tipo de infraestructura y de su ubicación (Ministerio de Energía, 2018). Estos impactos podrían provocar la disminución de la operatividad de los sistemas energéticos encareciendo el costo de la energía, o cortes de suministro (Burillo et al., 2019; Rübbelke y Vögele, 2013).

Los hogares que se encuentran hoy en día en pobreza energética, especialmente aquellos que poseen un gasto excesivo en energía, son sensibles a las alzas del precio de la energía, lo que pone mayor presión en sus presupuestos familiares, acrecentado su condición de pobreza (Boardman, 1991; Heindl y Schuessler, 2015; Hills, 2012; Moore, 2012; Red de Pobreza Energéti-

ca, 2019a). De igual forma, aquellos hogares que se encuentran cerca del límite de esta condición, son más sensibles a caer bajo el umbral de pobreza energética. Se debe considerar que los impactos sobre la operación del sistema eléctrico pueden afectar a la demanda eléctrica en general (industria, comercio, hogares). Todo esto se traduce en condiciones de vulnerabilidad del sector energético frente al cambio climático, que requieren de análisis integrados desde múltiples disciplinas.

A continuación, se describen resumidamente los principales impactos esperados en términos de la disponibilidad de recursos naturales, la generación y la transmisión de energía eléctrica, la infraestructura asociada a combustibles, y la demanda energética.

Respecto a la generación de energía eléctrica, uno de los efectos más significativos guarda relación, con la reducción en la disponibilidad de recursos hídricos, lo que derivaría en una menor producción energética de las instalaciones hidroeléctricas, pudiendo afectar la función de regulación energética que se requiere en un contexto de mayor penetración de energías renovables variables, así como también, pudiendo aumentar la competencia por el agua (Ministerio de Energía, 2011, 2016a, 2016b; MMA 2016, 2017; McPhee et al., 2010). Respecto de los recursos solar y eólico, los impactos no son tan conclusivos como para el caso hídrico, ya que no se observan cambios significativos en la generación eólica y solar (Lorca et al., 2020), no obstante, la evidencia internacional muestra que se podrían esperar cambios en los perfiles de distribución espacial de dichos recursos (Ebinger y Vergara, 2011; Schaeffer et al., 2012). Por otra parte, para el recurso biomasa se esperan importantes impactos a partir de los aumentos en las temperaturas, y disminuciones en los niveles de precipitaciones y caudales, lo que inducirá menores rendimientos y cambios en la distribución geográfica de los cultivos (CONAF, 2016; Ebinger y Vergara, 2011; Lara et al., 2009), y además, la incidencia de distintos eventos, incluyendo incendios forestales y sequías, podría derivar en disminuciones de eficiencia de producción y aumentos de costos de operación, por la mayor necesidad de seguros, cuyo impacto específico en la generación de energía aún no ha sido estudiado (Ministerio de Energía, 2018). Adicionalmente, eventos extremos tales como inundaciones y sequías tendrán importantes repercusiones en términos de costos de mantención y operación, y posibles eventos de demanda eléctrica insatisfecha (Villarroel, 2013; Lagos, 2012; Schaeffer et al., 2012; Schneider, 2017; Asian Development Bank, 2012; Borowy y Salameh, 1994; Diyoke, 2019; Ebinger y Vergara, 2011; Nguyen y Le, 2014; Pryor y Barthelmie, 2010; Rosende et al., 2019; SERNAGEOMIN, 2015). Por otra parte, la generación termoeléctrica se verá afectada por los aumentos de temperatura, la reducción de precipitaciones y caudales, y algunos eventos extremos, lo que traerá como consecuencia mayores costos de operación y mantenimiento a partir de aspectos tales como la disminución en la eficiencia de sistemas enfriados por aire, aumento en los costos de refrigeración por agua, así como posibles daños por marejadas e inundaciones, entre otros (Asian Development Bank, 2012; Colbún, 2017; Schaeffer et al., 2012).

Los aumentos de temperatura causarán importantes efectos en el funcionamiento de las líneas de transmisión eléctrica. Ante una variación elevada de temperatura, para mantener la operación de las líneas de transmisión dentro de los requerimientos de seguridad, se debe considerar la corriente máxima que puede circular por la línea en régimen permanente, para determinada condición ambiental y tensión (conocido como límite térmico). La variación en la temperatura ambiente cambia el límite térmico de cada línea y por ende su capacidad de flujo máximo de potencia frente a distintas temperaturas (Ebinger y Vergara, 2011; Huang, 2017; Moreira et al., 2006; Panteli y Mancarella, 2015; Schaeffer et al, 2012). En otras palabras, a mayor temperatura, mayor congestión en la red de transmisión, con lo cual se vuelve necesario cambiar el punto de operación de la generación eléctrica, aumentando los costos operacionales del sistema. Adicionalmente, eventos extremos tales como heladas, vientos extremos, inundaciones, aluviones, y los incendios forestales, tendrán efectos en términos de daños y disrupciones a la infraestructura de transmisión y distribución, con consecuentes impactos sobre sus costos de operación y mantenimiento, y en la calidad del suministro final (Asian Development Bank, 2012; Schaeffer et al, 2012).

Respecto a la infraestructura asociada a combustibles, un factor difícil de cuantificar tiene relación con los impactos sobre los precios de los combustibles, lo que depende de los costos de almacenamiento y logística, así como de los impactos del cambio climático sobre los mercados internacionales. Por otra parte, impactos de origen oceánico, como el alza en el nivel medio del mar y la ocurrencia de marejadas, podría poner en riesgo la infraestructura portuaria encargada de recibir las importaciones de combustibles, así como las instalaciones de almacenamiento y transporte de combustibles ubicadas en las costas. El análisis de infraestructura vulnerable a nivel costero (MMA, 2019d) indica que 8 centros de distribución de energía por hidrocarburos, 1 central termoeléctrica y 2 subestaciones ubicadas en distintas zonas del país podrían pasar a ubicarse en zonas de inundación al año 2045, bajo un escenario de cambio climático severo, producto del alza del nivel medio del mar (ver Sección 4.10). Mayores análisis se deben realizar respecto de la vulnerabilidad de esta infraestructura frente a la ocurrencia de marejadas.

Además, eventos extremos tales como aluviones, podrían tener importantes impactos en términos de daños a la infraestructura energética asociada a combustibles en las zonas de montaña, con consecuentes aumentos en los costos de operación y mantenimiento de dicha infraestructura, así como posibles disrupciones en la cadena de suministro (Ministerio de Energía, 2018; Schaeffer et al., 2012).

Los análisis de cada uno de estos impactos se han realizado de manera puntual en los sistemas humanos y naturales ubicados bajo los 10 metros sobre el nivel del mar, organizados en seis categorías (población, infraestructura, equipamiento, economía, sistemas naturales y otros) pero es importante recalcar la interdependencia sistémica entre estas distintas componentes. Los impactos en algunas componentes podrían tener repercusiones en cascada a través del sistema energético, con consecuencias para los consumidores finales. En particular, el sub-sistema eléctrico balancea continuamente la oferta y la demanda de potencia eléctrica a través de la red de transmisión, y de esta forma, impactos en una parte de la red pueden tener efectos sobre el suministro eléctrico en otros sectores de ésta.

También se espera que la demanda energética se vea afectada por el cambio climático. Los aumentos de temperatura derivarán en una mayor demanda por refrigeración, la disminución de los caudales de los ríos disminuirá las capacidades de refrigeración en base a agua en algunas industrias, y eventos extremos tales como olas de calor podrían llevar a importantes cambios en los perfiles anuales de demanda eléctrica máxima, así como sobre las inversiones en equipos de refrigeración industriales y residenciales (Asian Development Bank, 2012; Girardi et al., 2015; MAPS-Chile 2016a, 2016b; Schaeffer et al, 2012).

Para analizar el impacto del cambio climático sobre el sistema eléctrico nacional, el proyecto ARCLIM consideró cuatro amenazas: la disminución de los recursos hídricos, los aumentos de temperaturas, la variación de radiación solar, y la variación en la velocidad del viento.

Se utilizó una representación matemático-computacional del funcionamiento del sistema eléctrico para el período 2035-2065 representando su configuración actual y esperada producto de la implementación de medidas de mitigación como el retiro anticipado de centrales a carbón[16], donde la energía eléctrica demandada en los distintos puntos del país se satisface de forma costo-eficiente, considerando todas las restricciones de operación del sistema. El efecto de cambio en la operación podría provocar variaciones en los costos marginales resultantes en la red y en algunos casos, en demanda eléctrica no satisfecha en algunas zonas del país.

Respecto de la variación de disponibilidad hídrica[17], en la simulación se considera como variables de entrada las variaciones en los afluentes y el valor del agua embalsada de los principales sistemas hídricos con generación eléctrica.

A partir de los resultados obtenidos se generó un mapa de exposición y mapas de sensibilidad asociados a los

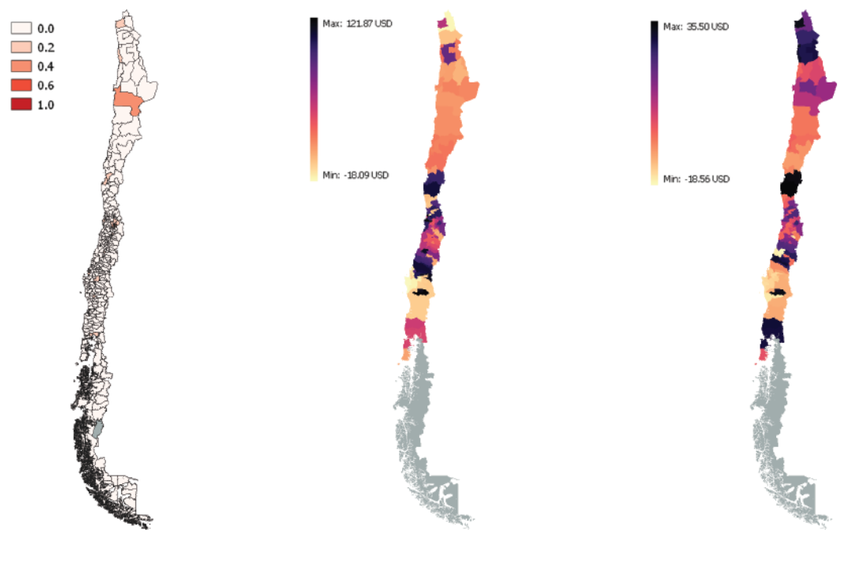
Fotografía: Tomás Gómez.

16. https://www.energia.gob.cl/mini-sitio/plan-de-descarbonizacion-de-la-matriz-electrica. Solo parte de esta descarbonización es incluida en el modelo, ya que para retirar el 100% de las centrales, se debe asumir la integración de nuevas tecnologías, además de estimar los costos asociados a estas para el largo plazo, lo cual no fue parte de los análisis de ArClim. (Lorca et al., 2020)

17. El estudio de Mapas de Riesgo Climático - sector recursos hídricos, analizó las cuencas de Copiapó, Limarí, Choapa, Ligua-Petorca,

factores de amenaza frente a la disponibilidad hídrica y aumento de temperaturas, los cuales se presentan en la Figura 28. Se observa que existe una tendencia al aumento de los costos marginales de la electricidad que podría generar efectos negativos en las tarifas de electricidad. Actualmente, la cantidad de hogares que gastan excesivamente en sus servicios energéticos[18] es de un 22,6% del total nacional (RedPE, 2019a), cifra que puede aumentar en un escenario futuro de cambio climático sin medidas de adaptación al cambio climático y de eficiencia energética implementadas tempranamente.

Figura 3-28. Impactos del cambio climático en sistema eléctrico: a) Mapa de exposición, índice de consumo eléctrico; b) Mapa de sensibilidad frente a la disponibilidad hidrológica, índice de variación de costos marginales c) Mapa de sensibilidad frente al aumento de temperaturas, índice de variación de costos marginales.



Fuente: Proyecto ARCLIM.

4.7 Minería

En un contexto internacional, Chile es el primer productor de cobre y el segundo de molibdeno, además de importante productor de minerales como el oro, plata, y hierro y minerales no metálicos como yodo y litio (SERNAGEOMIN, 2019). El año 2019, el sector minero contribuyó con un 9,4% del PIB (Banco Central, 2020). La actividad minera se concentra en las regiones al Norte y Centro del país, con una mayor producción y número de faenas en las regiones de Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo.

En la actualidad, las operaciones mineras enfrentan escenarios desafiantes ya que las plantas concentradoras, unidades esenciales para llevar a cabo el óptimo procesamiento y obtención de productos desde los minerales, deben procesar cada vez mayores volúmenes de recursos debido a la disminución en la ley de los minerales, lo que supone un aumento de la demanda de recursos hídricos (Ossa-Moreno et al., 2018). Otro factor que ha puesto a prueba a las plantas concentradoras es el uso de agua de mar, en las etapas de procesamiento de minerales, producto de la falta de disponibilidad de agua fresca, para las operaciones mineras especialmente en las regiones del Norte del país.

18. Se define que un hogar presenta un gasto excesivo en servicios energéticos cuando el ingreso disponible del hogar, una vez descontados los costos de vivienda y el gasto energético del hogar, es inferior a la línea de pobreza equivalente, ajustado al número de integrantes del hogar.

El cambio climático afectará la hidrología local, la calidad de las aguas y las condiciones de riesgo de las operaciones mineras (Northey et al., 2017), las que están expuestas a eventos de sequías (Bonnafous et al., 2017) e inundaciones más frecuentes e intensas (Sharma y Franks, 2013). Los cambios en la frecuencia e intensidad de eventos extremos, como altas precipitaciones, tormentas eléctricas, rachas de viento y prolongadas e intensas olas de calor, afectan directamente las operaciones (Asfura et al., 2008), pues afectan la disponibilidad y oportunidad de uso de los recursos hídricos. Los cambios en tales eventos climáticos, a nivel de operaciones mineras, impactan directamente la infraestructura existente en las faenas a nivel extractivo, como aquella infraestructura habilitante para el procesamiento del mineral a nivel logístico, por ejemplo el envío de material a la zona costera donde se prosigue el procesamiento. Otros impactos afectan a servicios de abastecimiento de las operaciones que pueden no depender directamente de sus operadores, como deslizamientos que obstaculicen la red vial de acceso de trabajadores a las operaciones, puertos y carreteras. El cambio climático, tiene efectos indirectos en las operaciones, puesto que afecta las condiciones de producción, cambios en la demanda, y precio de la energía. Estos impactos se derivan de la interrelación de mercados a nivel de cadenas de suministros (ver Sección 4.6).

Dentro de los efectos primarios a nivel de operaciones, se tiene la pérdida de productividad debido a daño en infraestructura propia y líneas de suministro, que lleva a la pérdida de horas de trabajo, seguridad de los trabajadores y productividad, como resultado de insuficiente disponibilidad de recursos hídricos. Las fallas o pérdidas de productividad también se producen por fallas en elementos habilitantes para el proceso productivo, que no necesariamente son operados o de propiedad de las empresas, como la infraestructura vial y la cadena de abastecimiento de las operaciones (las cuales se encuentran principalmente alejadas de zonas urbanas), que dependen de la resiliencia de la capacidad regional de mantener en acción las operaciones logísticas a nivel territorial. Por ejemplo, el aluvión del 25 de marzo de 2015 generó importantes daños en la ciudad de Copiapó y las operaciones mineras dentro de la Región de Atacama (SONAMI, 2016; Hernández et al., 2017). Se presentan además efectos indirectos en las operaciones, en cuanto a la relación con las comunidades y competencia por recursos, que afecta tanto la conflictividad, como la percepción de la sociedad civil sobre el uso de recursos. (Méndez, 2020; Herrera et al., 2019; Oyarzún y Oyarzún, 2011). Adicionalmente, un aumento en la intensidad y frecuencia de eventos extremos de precipitación aumentan el riesgo de fallas de pasivos ambientales, que llevan a efectos en corto y largo plazo sobre las propias operaciones y las comunidades.

En términos de vulnerabilidad y exposición, existe una alta variabilidad que depende de las especificidades de cada operación como el tamaño, organización y ubicación geográfica. Por ejemplo, un parámetro es la proporción de infraestructura crítica expuesta o vulnerable a eventos extremos. Por otra parte, la ubicación relativa de las operaciones y faenas mineras, otros pasivos ambientales respecto de comunidades, sitios poblacionales o de interés tanto cultural o de pueblos originarios determinará el potencial impacto de fallas en operaciones, como rotura de tranques, derrames a aguas superficiales y/o subterráneas. Así, dos operaciones en el mismo lugar y de similar tamaño, tendrán vulnerabilidades diferentes dependientes de la infraestructura propia de cada operación.

En ARCLIM se realizó un análisis del riesgo futuro de las operaciones mineras a nivel regional, sin considerar condiciones particulares de las distintas faenas. Se analizaron dos amenazas climáticas para la industria en Chile: condiciones de alta pluviometría y sequías, mediante el uso de índices de variabilidad de eventos extremos (Bonnafous et al., 2017; Northey et al., 2017; Asfura et al., 2008). La condición de alta pluviometría implica un incremento en la contaminación ambiental aguda e interrupción de la producción de minerales debido a inundaciones y deslizamientos de tierra, que pueden causar daños a la infraestructura y las redes de suministro, causando paralización de las faenas y que representan un riesgo para la salud y seguridad de los trabajadores (Janeras et al., 2013). Las condiciones de baja pluviometría implican escasez de suministro del recurso hídrico, lo que resulta, a su vez, en pérdida de productividad y aumento de la conflictividad a escala de mediano y largo plazo. El análisis no considera las operaciones mineras en detalle, sin embargo, se hace una diferenciación entre sitios mineros, que corresponden a minas a rajo abierto, minas subterráneas, faenas, plantas, campamentos y oficinas, según la clasificación del atlas de faenas mineras, disponibles en el sitio web del Servicio Nacional de Geología y Minería. La diferenciación corresponde a diferencias en vulnerabilidad identificadas, en tanto el tamaño de las operaciones se asocia a la capacidad de respuesta y el impacto de interrupciones en la operación.

Se requiere avanzar en una cuantificación más precisa de los impactos sobre las operaciones mineras (días perdidos por inundaciones, toneladas no procesadas por eventos de alta precipitación).

4.8 Ciudades

En Chile cerca del 90% de población vive en áreas urbanas (INE, 2018a). La proyección de crecimiento de superficie urbana también ha aumentado y seguirá al alza, especialmente en ciudades de tamaño medio. Muchas ciudades y localidades son especialmente vulnerables a los impactos de eventos extremos como tormentas, inundaciones, deslizamientos de tierra o incendios forestales, así como a eventos de lenta manifestación como sequías y avance de la desertificación.

El ranking del *Global Climate Risk Index* (Kreft et al., 2016), ubicó a Chile en el décimo lugar de los países más afectados por el cambio climático, justo detrás de países como Madagascar y Ghana. Esto se explica en parte por los impactos producidos por las lluvias excepcionales ocurridas en el norte de la Región de Atacama a fines de marzo de 2015 (ONEMI, 2015; Barrett et al., 2016; Wilcox et al. 2016). Una de las ciudades costeras más afectadas fue Chañaral, que volvió a ser impactada por el desborde del río Salado en mayo del año 2017. Por otro lado, el estudio de Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático en Latinoamérica y el Caribe (Mapplecroft, 2014) evalúa la vulnerabilidad de las poblaciones humanas a eventos climáticos extremos y cambios en los principales parámetros climáticos en los próximos 30 años, en base a índices de exposición, sensibilidad y de capacidad de adaptación. Este índice muestra, para el caso de ciudades chilenas, que Puerto Montt y Concepción son las más vulnerables el cambio climático (Tabla 4).

Estos resultados son coincidentes con el estudio de Henríquez et al. (2019a), que también ubica a las ciudades de Concepción, Puerto Montt y Valparaíso con la mayor cantidad de desastres hidrometeorológicos para el periodo 1965-2015. Del mismo modo reafirma las tendencias de aumento progresivo de días cálidos y disminución de precipitaciones como se presentó en la Sección 2.2. Uno de los eventos más desastrosos corresponde al gran incendio forestal de enero de 2017 que afectó a miles de hectáreas de bosques en la región central y central-sur, destruyendo completamente la localidad de Santa Olga (Henríquez et al., 2019a)

Se requiere avanzar hacia análisis de riesgo integrados, que permitan comprender las trayectorias e interdependencias de los distintos sistemas que componen una ciudad en sus múltiples escalas e interconexiones (Gunderson et al., 2017; Liu, 2017) considerando también la posible simultaneidad de las amenazas. Una ciudad debe ser entendida como un "sistema-de-sistemas" (Ernstson et al., 2010), es decir un sistema constituido por una multiplicidad de sub-sistemas con altos niveles de complejidad y auto-organización, los cuales a su vez tienen sus propios componentes y procesos. Un enfoque de riesgo integrado requiere considerar, a lo menos, dos escalas de riesgo: la primera, en relación con las perturbaciones específicas a los respectivos sub-sistemas y sus componentes, y los riesgos que esto implica respecto de los servicios provistos por el sistema; y la segunda, en lo asociado con las perturbaciones del sistema-de-sistemas y las interacciones entre los distintos riesgos, a los que se ven afectados los sub-sistemas que lo constituyen. Respecto de estas interacciones, es posible distinguir, a lo menos:

a) Sobreposición de múltiples amenazas simultáneas: por ejemplo, al diseñar infraestructura costera que permita enfrentar la amenaza de inundaciones, deben considerase diversas fuentes de amenaza a la vez, tanto de origen meteorológico directo (exceso de agua lluvia), como fluvial (desbordes de ríos) y marino (mareas, marejadas, aumentos en el nivel del mar, tsunamis y meteotsunamis) (Winckler, 2020)

Fotografía: Tomás Gómez.

Tabla 3-4. Índices climáticos y de vulnerabilidad para distintas ciudades en Chile.

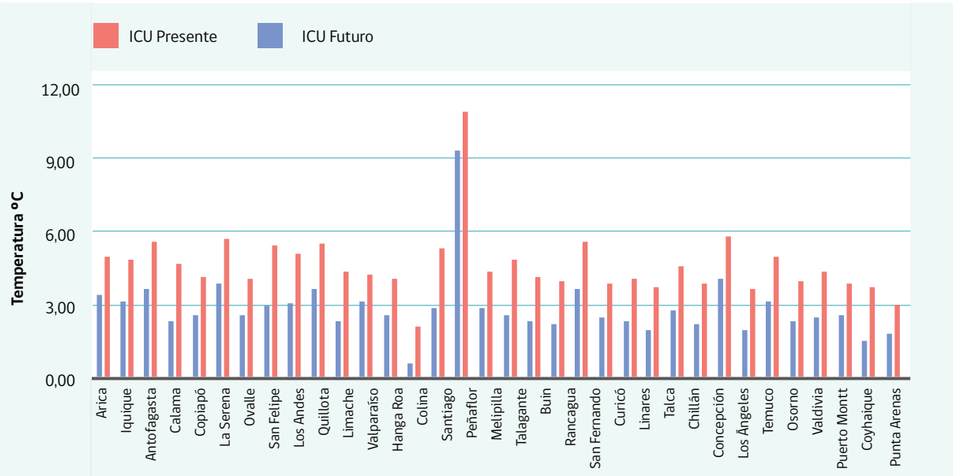
Administrative Area	Climate Change Vulnerability Index	Exposure Index	Sensitivity	Adaptive Capacity Index	City	Climate Change Vulnerability Index	Exposure Index	Sensitivity	Adaptive Capacity Index
Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	9.40	9.35	8.96	9.40	Coyhaique	7.78	6.90	7.85	9.40
Antofagasta	9.52	9.67	9.06	9.40	Antofagasta	8.48	9.31	5.76	9.40
Araucanía	8.81	8.61	6.77	9.40	Temuco	7.18	7.77	4.52	9.40
Arica y Parinacota	8.87	8.38	8.93	9.40	Arica	8.14	8.87	5.31	9.40
Atacama	9.54	9.78	8.90	9.40	Copiapó	8.77	9.83	5.85	9.40
Biobío	8.38	6.84	6.31	9.40	Concepción	3.60	2.60	3.70	9.40
Coquimbo	9.07	8.85	8.50	9.40	La Serena	8.37	9.22	5.41	9.40
Libertador General Bernardo O'Higgins	7.86	6.26	5.55	9.40	Rancagua	5.66	5.65	4.27	9.40
Los Lagos	9.17	7.96	8.08	9.40	Puerto Montt	3.76	2.23	4.65	9.40
Los Ríos	9.07	8.61	7.35	9.40	Valdivia	5.50	5.29	4.71	9.40
Magallanes y Antártica Chilena	9.36	9.29	9.05	9.40	Punta Arenas	7.21	7.58	5.22	9.40
Maule	8.08	6.69	6.21	9.40	Talca	6.85	7.69	3.64	9.40
Región Metropolitana de Santiago	8.30	7.81	5.09	9.40	Santiago	5.70	6.58	2.78	9.40
Tarapacá	9.52	9.49	9.21	9.40	Iquique	8.07	9.49	3.33	9.40
Valparaíso	8.29	6.86	5.86	9.40	Valparaíso	6.18	6.57	4.03	9.40

Fuente: Mapplecroft, 2014.

b) Impactos de cascada entre los impactos sufridos por un sistema y los otros sistemas que dependen del primero. Por ejemplo, los impactos sectoriales del cambio climático (ej. sobre generación y distribución de alimentos, energía, agua etc.) se convierte en una amenaza para la salud y bienestar de la población. Un ejemplo de interacción entre los sistemas de extracción y sanitización para agua potable, y los sistemas de generación y distribución de energía eléctrica, consiste en las perturbaciones en los flujos de agua, las que pueden amenazar la producción de energía, y las perturbaciones en la estabilidad del suministro eléctrico, las que pueden afectar el suministro de agua potable en asentamientos urbanos (GIZ, 2018). El efecto del cambio climático sobre los recursos hídricos asociados al suministro de agua potable en ciudades se analiza en el Recuadro 3.

En el proyecto ARCLIM se estima un cambio significativo en el efecto de Isla de Calor Urbana (ICU) en las principales ciudades del país, considerando el aumento de superficie y población urbana, destacando el caso de Santiago, donde aumentaría su ICU de 9,2°C en el presente a 10,8°C en el futuro (ver Figura 29) y junto con ello un aumento del *discomfort* térmico. El cambio climático también puede traer impactos positivos como una disminución en el número de días con heladas. Estos aspectos son de gran relevancia para la calidad de vida urbana, sin embargo, no se han abordado en profundidad en los instrumentos de planificación territorial (IPT). En este sentido, destacan los estudios de Smith y Henríquez en la determinación de los niveles de confort en espacios públicos por olas de calor en Chillán (Henríquez et al., 2019a, 2019b) y también en las ciudades costeras de Antofagasta, Valparaíso y Concepción (Henríquez et al., 2019b).

Figura 3-29. Variación del efecto de Isla de Calor Urbana presente y futuro en las principales ciudades chilenas.



Fuente: Proyecto ARCLIM.

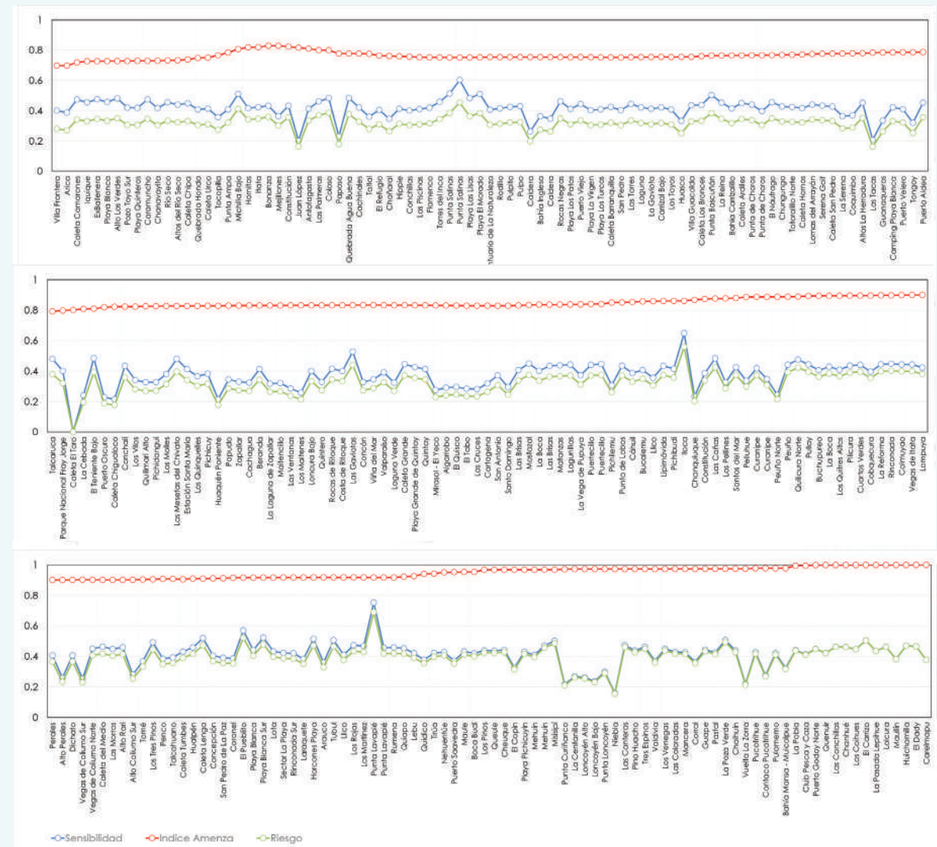
Fotografía: Patricio Winckler.

RECUADRO 3-4. Ciudades costeras..

En Chile existen 433 asentamientos humanos (ciudades, pueblos, aldeas y caseríos), emplazados en el litoral en las 100 comunas costeras y 2 comunas insulares. El cambio climático puede suponer importantes aumentos en el sobrepaso de obras costeras, inundación de sectores bajos y afectaciones por erosión costera en estos emplazamientos (Winckler et al., 2019). El sobrepaso puede significar un riesgo a la seguridad de las personas y vehículos, como es frecuente observar en las avenidas costeras de Viña del Mar, La Serena, Antofagasta y Arica durante los temporales de invierno (Igualt et al. 2019; Winckler et al., 2017). El cambio climático puede acarrear también importantes consecuencias en la estabilidad de los rompeolas y defensas costeras.

MMA (2019d) efectúa un análisis de la amenaza, exposición y vulnerabilidad de los asentamientos costeros. A partir de dicha información, en el proyecto ARCLIM, se efectúa una estimación de los riesgos para los asentamientos costeros, para el período 2026-2045 con el escenario RCP 8.5. En dicho estudio, la amenaza de los asentamientos se mide mediante un cambio en la cota de inundación[19], la exposición se mide por el tamaño de los emplazamientos y el número de viviendas, y la sensibilidad se mide por la densidad poblacional, densidad de vivienda y la fracción de tipos de vivienda (casa, departamento en edificio o precaria). En la Figura 30 se presenta el cálculo de los índices de amenazas, sensibilidad y riesgos para los asentamientos costeros desde Arica a la Región de Los Lagos. El análisis excluye aquellos asentamientos ubicados en la zona de fiordos y canales, pues no existe información topográfica adecuada y la cota de inundación no es un buen proxy para caracterizar los efectos del cambio climático en los asentamientos

Figura 3-30. Índices de amenazas, sensibilidad y riesgos para los asentamientos costeros desde Arica a la Región de Los Lagos.



Fuente: Proyecto ARCLIM.

19. La cota de inundación se obtiene como una combinación de aumento del nivel de mar y aumento de intensidad de las marejadas, según se explica en la sección COTA INUNDACION.

4.9 Salud

Una de las aristas más graves del cambio climático es su impacto en la salud de la población. Aumento de enfermedades cardiovasculares y respiratorias, lesiones asociadas a eventos hidrometeorológicos extremos, y un aumento en la incidencia de enfermedades transmitidas por vectores, agua y alimentos, son algunos de los efectos que se esperan para Chile. Estos efectos podrían verse agravados por una deteriorada calidad ambiental, que agudiza los niveles de vulnerabilidad de la población. En términos de calidad del aire, de acuerdo al Quinto Reporte el Estado del Medio Ambiente, en 2018 aproximadamente 9,7 millones de personas estuvieron expuestas a concentraciones de material particulado fino sobre el valor de la norma anual (MMA, 2019k). Esto tiene como consecuencia una mayor incidencia de enfermedades respiratorias, que se ven agravadas en periodos de calor (The Lancet Respiratory Medicine, 2018).

Los impactos en la salud e integridad de las personas se pueden clasificar en impactos directos productos del cambio en el clima y en los eventos hidrometeorológicos extremos (cambios de temperatura, olas de calor, tormentas, inundaciones, entre otros); e impactos indirectos, mediados por otros sistemas naturales (enfermedades transmitidas por vectores, contaminación atmosférica, entre otros); y otros impactos asociados a trastornos de los sistemas económicos y sociales en los sistemas humanos (impactos ocupacionales, estrés, entre otros) (IPCC, 2014b). Personas que viven en localidades especialmente impactadas por eventos climáticos extremos, cuyas viviendas no son suficientemente resilientes a ellos, que sufren de enfermedades preexistentes, cuya actividad u ocupación los exponen a las condiciones climáticas directamente, o que tengan un bajo nivel socioeconómico, son algunos de los grupos que se destacan como particularmente vulnerables a los efectos del cambio climático en la salud (IPCC, 2014b).

Una de las consecuencias más evidentes del cambio climático en los últimos años son las olas de calor, que impactan directamente en la morbilidad y mortalidad de la población (Ramamurthy et al., 2017; Juhyeon y Kim, 2018; Patel et al., 2019). En Chile es esperable una mayor ocurrencia de condiciones de temperaturas extremas, especialmente en la zona norte del país, así como en las comunas costeras del centro-norte y en los valles centrales de la zona centro y centro-sur. La población infantil y los adultos mayores, y las personas con enfermedades preexistentes son especialmente sensibles debido a sus características fisiológicas, las que influyen en su tolerancia al calor (Petkova et al., 2015; Mees et al., 2015; Auger et al., 2017; Juhyeon y Kim, 2018, Chung et al., 2017; Ho et al., 2017; Zhang et al., 2017). Las personas con una condición económica desfavorable o que trabajan en exteriores o en ocupaciones con alta demanda física, también forman parte de los grupos vulnerables a las altas temperaturas. (MMA y CCG UC, 2011; Petkova et al., 2015; Mees et al., 2015; Nicolay et al., 2016; Gatto, 2016; Runkle et al., 2019).

Un evento que ha llamado la atención en los últimos años son las intensas lluvias registradas en el norte del país, a las que se le atribuyen muertes, aumento de consultas por enfermedades respiratorias, enfermedades por el consumo de agua y alimentos contaminados, y pérdidas económicas para la población afectada. A esto se le suma la sequía que ha afectado a gran parte del territorio nacional, y que afecta particularmente a las familias que dependen de la agricultura, que habitan en zonas rurales o que no tienen acceso al agua potable.

Durante los últimos años se ha visto un aumento en la frecuencia y la extensión del área geográfica afectada por floraciones de algas precursoras de la "marea roja", las cuales tienen efectos dañinos en el ecosistema y en la salud de las personas que consumen alimentos del mar (Comisión Marea Roja y MINECON, 2016). En el año 2016, un evento de marea roja geográficamente muy extenso, alcanzó por primera vez a la Región de Los Ríos. Existe evidencia de una posible contribución del cambio climático para dicho evento, el que trajo como consecuencia importantes pérdidas económicas para la industria y pescadores locales del sector (León-Muñoz et al., 2018).

El proyecto ARCLIM estudió el aumento de temperatura y su afectación en la salud humana, considerando la mortalidad por causas no accidentales y el efecto rezagado de la exposición a altas y bajas temperaturas (Gasparrini, Armstrong, & Kenward, 2010) requiring the use of statistical models that are flexible enough to describe the additional time dimension of the exposure-response relationship. Here we develop the family of distributed lag non-linear models (DLNM. Se caracterizó el riesgo a nivel nacional en las ciudades de país, considerando sus variadas características climáticas, demográficas y económicas, y sus diferentes niveles de sensibilidad. Se espera que una ciudad con una mayor cantidad de adultos mayores y/o con menores ingresos, tenga un mayor riesgo de mortalidad debido al cambio en la temperatura, que una ciudad con una población más joven y/o de mayores ingresos. El análisis concluyó que, bajo el escenario de proyección RCP 8.5, y asumiendo que no hay cambios tecnológicos, que modifiquen de manera significativa la capacidad de adaptación de la población a los cambios en las temperaturas, durante la estación cálida, el aumento de la temperatura aumentaría la mortalidad diaria, mientras que en la estación fría, un aumento de la temperatura disminuiría la mortalidad. Dependiendo de la zona geográfica, la suma de estos dos efectos en el año completo aumenta o disminuye el riesgo neto de mortalidad. El riesgo neto de muerte aumenta en la zona norte y centro del país, con máximos en algunas comunas de las regiones de Antofagasta, Tarapacá, Coquimbo, Valparaíso y en toda la Región Metropolitana. Al sur de Santiago, el riesgo neto disminuye a medida que se avanza hacia regiones meridionales, aunque se mantiene elevado en los valles centrales, hasta la Región del Biobío. En general, las comunas más afectadas corresponden a las capitales regionales y otras ciudades importantes de todo el territorio nacional, las cuales tienen una mayor exposición y una mayor sensibilidad.

Al analizar las proyecciones climáticas y demográficas para el periodo 2035-2065 se concluye que esta distribución no se verá sustancialmente modificada a futuro, pero se observa un incremento generalizado del riesgo en toda la zona centro-norte del país y, en particular, un aumento significativo del riesgo en la zona central y especialmente de la Región Metropolitana, debido al efecto combinado del incremento en amenaza y exposición.

La población de la zona sur del país, se vería beneficiada por un alza en las temperaturas que aplacarían el efecto del frío extremo en el riesgo de muerte (Gasparrini, Guo, y Hashizume, 2015). Las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos tienen un bajo índice de riesgo asociado al aumento de la temperatura.

Desde la presentación de la 3CN, no se han registrado avances sustanciales en cuanto a la profundización de los impactos esperados en salud y las vulnerabilidades asociadas, y sus respectivas líneas de acción, existiendo una brecha para el desarrollo de estrategias concretas para enfrentar los riesgos actuales y futuros.

4.10 Zonas costeras

Las zonas costeras son ambientes de transición donde interactúan la hidrósfera, litósfera, atmósfera y tecnósfera en delicados equilibrios, de forma que cambios en el nivel del mar pueden provocar inundaciones de zonas litorales bajas, el incremento de eventos extremos en la atmósfera puede aumentar la frecuencia de inundaciones en las desembocaduras de ríos y marejadas que erosionan el litoral, y así el emplazamiento de diferentes actividades humanas incrementar su vulnerabilidad. Chile posee uno de litorales más extensos del planeta, por lo que resulta relevante dimensionar los elementos que actualmente se encuentran expuestos. En este sentido el estudio MMA (2019e) desarrolló el primer análisis integral de los riesgos asociados a estas amenazas, elaborando como parte del análisis de exposición, un inventario de los sistemas humanos y naturales ubicados bajo los 10 metros sobre el nivel del mar (msnm), generado a partir de información disponible en los servicios públicos, levantamientos en terreno y talleres efectuados en las ciudades de Antofagasta, Valparaíso y Concepción. Este inventario catastra más de 18.000 entradas, separadas en 6 categorías: población, infraestructura, equipamiento, economía, sistemas naturales y otros; subdivididas a su vez en 76 tipos de entidades. En síntesis, el inventario identifica un total de 972.623 personas habitando en los primeros 10 [msnm] según cifras del censo de población y vivienda del año 2017, lo que corresponde a un 5,53% de la población nacional. En dicha área se ubican 546 caletas de pescadores, 1.692 humedales, 256 campos dunares, 1172 playas, 156 lugares de interés para la biodiversidad, 1.198 equipamientos (colegios, jardines infantiles, carabineros, entre otros), 171 terminales marítimos, 475 elementos de infraestructura costera y 477 asentamientos, entre otros elementos. Asimismo, se identifican un total de 482.122 viviendas bajo la cota de 10 [msnm], lo que corresponde a un 7,42% del total nacional. Del total de viviendas, 99,51% son particulares y 0,49% son colectivas, con una composición promedio de 2,97 personas por hogar para las primeras.

A partir del inventario y mediante el juicio experto, se definieron 12 comunas críticas en las cuales se debieran priorizar las acciones de adaptación al cambio climático: Antofagasta, Coquimbo, Viña del Mar, Valparaíso, Pichilemu, Talcahuano, Coronel, Arauco, Puerto Saavedra, Valdivia, Rapa Nui y el Archipiélago Juan Fernández.

Los impactos físicos que puede provocar el cambio climático en el territorio costero pueden asociarse a las siguientes amenazas: inundación de las zonas bajas, cambios en la dinámica y desaparición de humedales, erosión de playas y acantilados, efectos en la dinámica de las dunas, efectos en la hidrodinámica y morfodinámica de estuarios, efectos sobre la operación de puertos y caletas, daños más frecuentes sobre las obras marítimas, intrusión salina en acuíferos.

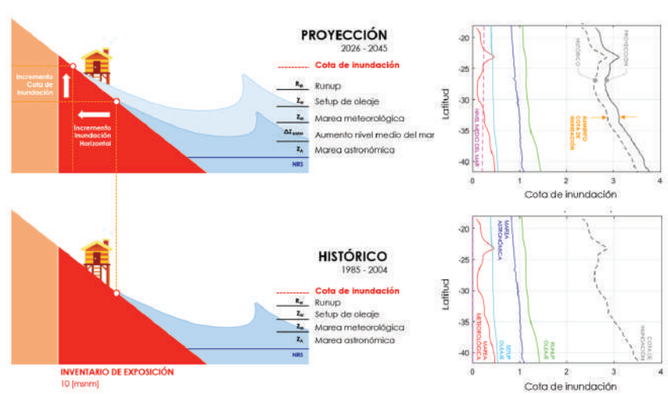
Estos impactos se deben al incremento de la temperatura de la atmósfera y el océano, variaciones del nivel medio del mar, cambios en la frecuencia e intensidad de las tormentas, alteraciones en el régimen de pre-

4°Comunicación Nacional de Chile ante la CMNUCC Ministerio del Medio Ambiente

cipitaciones, cambios en las corrientes oceánicas y cambios en la hidrología de las cuencas (que afectan la cantidad de agua fresca disponible pero también al aporte de sedimentos y nutrientes), entre otros. Los impactos físicos pueden traducirse en impactos en el comercio, producción de energía, ecosistemas, el paisaje, los recursos hídricos y la acuicultura, entre otros (Winckler et al., 2019). A continuación, se entrega el análisis de los impactos de inundación asociado al alza del nivel medio del mar. Importante es destacar que adicionalmente a este análisis se caracterizó la vulnerabilidad y eventualmente el riesgo de puertos (MMA, 2019a), caletas de pescadores (MMA, 2019b), playas (MMA, 2019c) y humedales (MMA, 2019f). Además, se analiza la vulnerabilidad en Rapa Nui y Archipiélago Juan Fernández (MMA, 2019g).

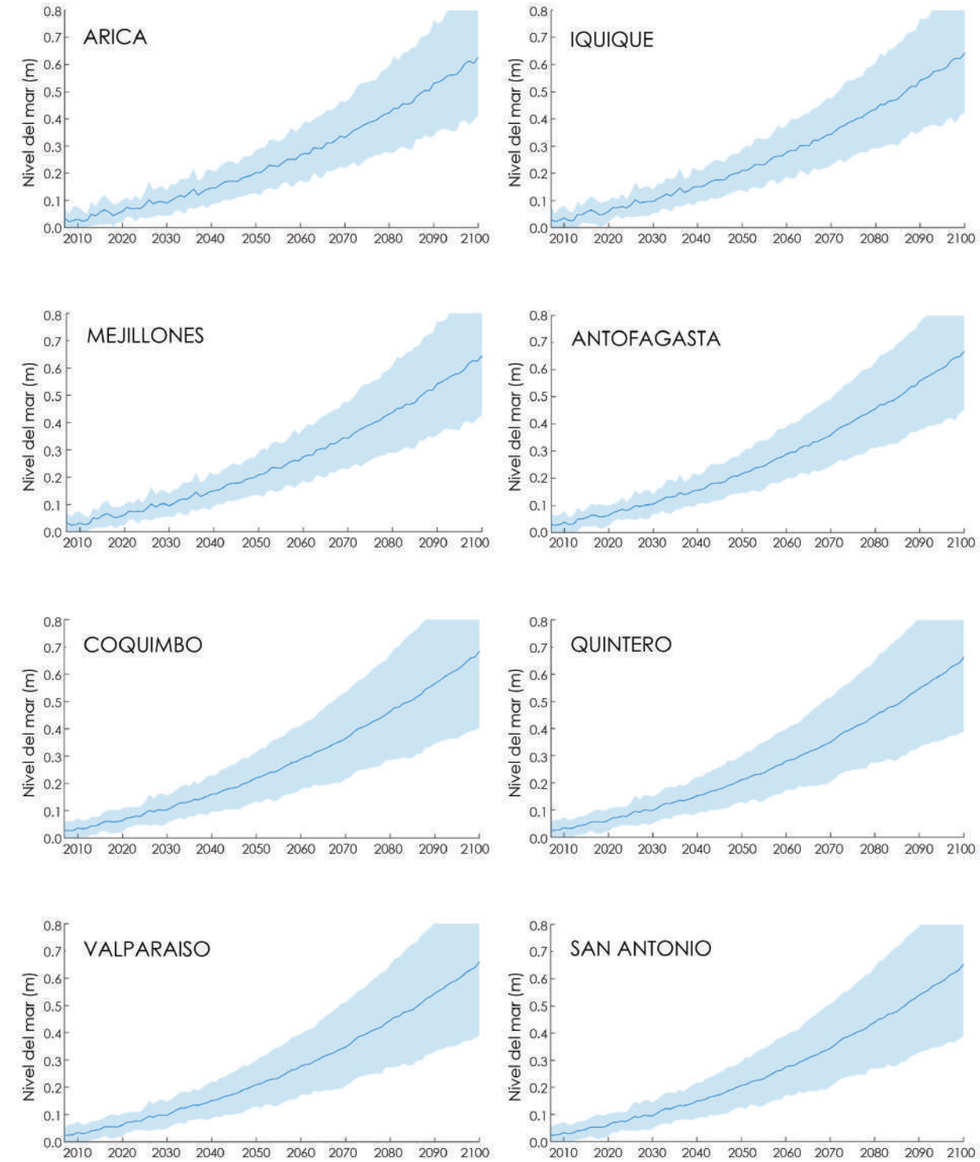
El cambio climático supone importantes aumentos en la inundación en los paseos marítimos de las ciudades costeras (Recuadro 4). Ello puede significar un riesgo a la seguridad de las personas y bienes y daños en las obras costeras. Un indicador para cuantificar el impacto de este tipo de fenómenos en las ciudades costeras es la cota de inundación, que se puede descomponer como la contribución de las dinámicas de los cambios del nivel medio del mar, la marea astronómica, la marea meteorológica, el oleaje, las ondas infragravitatorias y el efecto de los caudales efluentes en ríos, entre otros. En el estudio MMA (2019h) se estima la cota de inundación asociada al percentil 99% cada 5 km, en la costa continental de Chile. La Figura 31 muestra la cota de inundación y las componentes utilizadas en su cálculo. De acuerdo con los análisis realizados con escenarios proyectados de los efectos del cambio climático sobre el nivel medio del mar (ver Sección 2.3.1), la cota de inundación que fluctúa en el período histórico (1985-2004), entre 2,5 m en el extremo norte y ~3,5 m, en el Canal Chacao, se incrementará en el periodo futuro (2026-2045) a valores entre 2,8 m y 3,8 m. El aumento de la cota de inundación se debe principalmente al aumento del nivel del mar (Figura 32). La marea meteorológica y la contribución del oleaje, si bien son importantes en determinar la cota de inundación, no experimentan cambios sustantivos entre ambos períodos en el percentil correspondiente. No obstante, estos procesos pueden ser significativamente mayores para eventos más extremos. Este impacto ha sido revisado en el análisis de operación en puertos. Respecto del impacto del alza del nivel medio del mar el estudio de vulnerabilidad costera (MMA, 2019d) se orienta a los sistemas humanos y naturales identificados en el estudio de exposición (MMA, 2019e). Dada la gran cantidad de categorías (6) y entidades existentes (76), el análisis se reduce a evaluar si cada objeto del inventario de exposición será o no inundado durante una proyección a mediados de siglo (2026-2045). El estudio concluye que 589 manzanas censales, 46.357 personas y 18.338 viviendas que no están analizadas en la actualidad pasarían a ubicarse en zonas de inundación. Lo mismo ocurriría 17 puentes, 4245 puntos de la red vial, 8 centros de distribución de energía por hidrocarburos, 1 central termoeléctrica, 2 subestaciones y 53 elementos de infraestructura sanitaria. Con respecto al equipamiento comunal, 10 estaciones de bomberos, 7 establecimientos de salud, 49 de educación y 5 de policía se ubican en zonas inundables a futuro. Por último, se identifican 358 elementos asociados al turismo en dichas zonas.

Figura 3-31. Cota de inundación entre Arica y el Canal Chacao para la proyección 2026-2045 (abajo) y para el período 1985-2004 (abajo). En el panel de arriba se muestra también la cota de inundación histórica para facilitar la comparación entre ambos períodos. La cota de inundación corresponde al percentil 99% y está referida al nivel de reducción de sondas (NRS).



Fuente: MMA, 2019d.

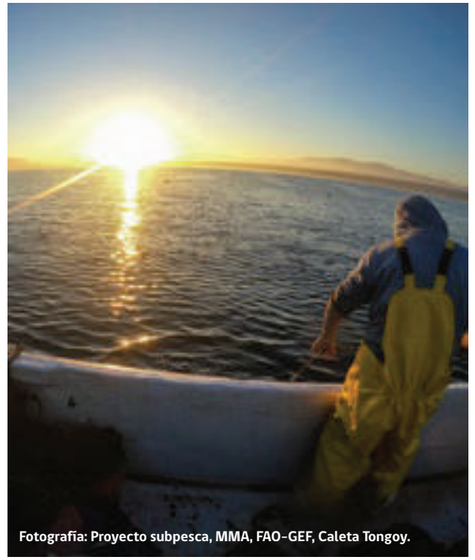
Figura 3-32. Proyecciones de elevación del nivel del mar respecto al promedio 1986-2005 en [m], a partir de 21 modelos del CMIP5 (AR5). Las líneas corresponden a la mediana y el celeste las bandas de error.



Fuente: MMA, 2019h.

4.11 Pesca y acuicultura

El análisis realizado en esta sección se centra en la acuicultura y la pesca artesanal, ambas actividades asociadas a zonas de interfaz continente-océano. En función de esta aproximación espacial, la pesca pelágica industrial y semi-industrial, sólo se aborda de forma tangencial. Sin embargo, es relevante destacar que existe información científica sobre patrones climáticos en el océano y posibles impactos de diferentes forzantes. El presente análisis enfatiza los impactos y vulnerabilidad de los recursos desembarcados o cosechados, a escala relevante para la gestión de la pesca y la acuicultura, como es el caso de los barrios acuícolas, las caletas y las comunas; y se basa principalmente en forzantes climáticos atmosféricos, que permiten mirar la situación comparativa a lo largo del país. Se incluye al final de la sección algunos antecedentes relacionados con el proceso de acidificación en el océano, frente a las costas de Chile.



Fotografía: Proyecto subpesca, MMA, FAO-GEF, Caleta Tongoy.

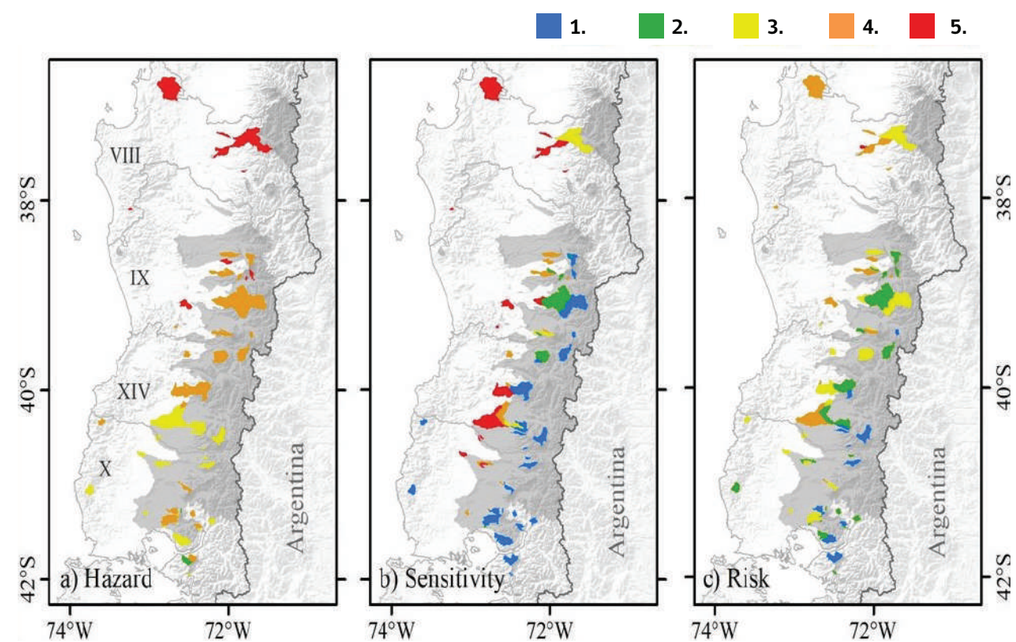
4.11.1 Acuicultura

En relación con la acuicultura, la salmonicultura y mitilicultura, explican más del 98% de la producción nacional y se concentran fuertemente en la zona sur de Chile. De forma conjunta, ambas industrias destacan por disponer y facilitar bases de información ambiental y productiva relevantes. Chile se encuentra entre los primeros 10 productores mundiales de especies acuícolas, siendo el productor y exportador más importante de América Latina. En el periodo 2015-2017 Chile produjo anualmente en promedio 1,1 millones de toneladas (14 recursos cosechados), con un valor superior a los US$6 mil millones. Según datos de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, los principales recursos cosechados correspondieron a salmón del atlántico, chorito (desde ahora mejillón), y salmón del Pacífico, los cuales aportaron 53%, 25,3% y 13,4%, del volumen total capturado, respectivamente. A nivel territorial, 98,9% de esta cosecha se concentró en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes. La cosecha restante se produjo principalmente en la zona norte del país (regiones de Atacama y Coquimbo) donde se desarrollan cultivos de ostiones, algas y abalones, pilar que a nivel localizado es relevante para la actividad económica de pequeña escala. Las exportaciones desde la salmonicultura chilena, principalmente salmón del Atlántico, salmón del Pacífico y trucha arcoíris, aportan alrededor del 7% de las exportaciones totales de Chile, demandando más de 21.000 puestos directos de trabajo (Cerda, 2019). La mitilicultura por otra parte se desarrolla fundamentalmente en torno al cultivo del chorito o mejillón Patagónico (*Mytilus chilensis*). Su crecimiento ha sido importante durante los últimos 20 años, siendo actualmente el segundo productor mundial de mejillones (> 300 mil toneladas por año) y primer mercado exportador. A nivel local, el desarrollo de esta actividad ha impactado fuertemente en la economía de la Región de Los Lagos, que concentra casi la totalidad de las actividades de producción. Este sector también ha generado un creciente impacto social, especialmente en la fase de captación de semilla que involucra principalmente pescadores artesanales y comunidades locales.

Históricamente, la salmonicultura ha sido altamente susceptible a shocks ambientales y sanitarios, con fuertes caídas en producción durante los años 2008 y 2016 (Chávez et al., 2019). El primer shock debido al virus ISA y el segundo debido a las mareas rojas o floraciones algales nocivas (FAN) durante el fenómeno de El Niño 2015-2016. Estos antecedentes demuestran una alta dependencia de la actividad, respecto a variables potencialmente alteradas en escenarios futuros de cambio climático, en particular, por variaciones de precipitación y temperatura del agua. En la fase de agua dulce, gran parte del éxito de la salmonicultura chilena se ha basado en el acceso a fuentes de agua dulce de alta calidad, provistas por cuencas dominadas por bosque nativo, e influenciadas por altos niveles de precipitación. Estas condiciones han permitido sostener una alta y constante producción de ovas, alevines y smolts. Sin embargo, el paisaje cada vez está más intervenido y el clima menos lluvioso para la zona, implicaría una reducción en los niveles de provisión de agua dulce de los cuales, hasta ahora, se ha beneficiado la salmonicultura chilena. Por otra parte, para la fase de engorda en el mar, estudios preliminares indican que la reducción de las precipitaciones genera menores ingresos de agua dulce a los mares interiores, especialmente en la Patagonia Norte, generando una condición más propicia para la proliferación e impacto de enfermedades (ISAv, SRS, caligidosis) y plagas (FANs) (León-Muñoz et al., 2018; Soto et al., 2019, Aguayo et al., 2019). Esta última amenaza es también relevante para la mitilicultura, pudiendo afectar: i) los bancos semilleros y los patrones de circulación de los sistemas estuarinos donde se realiza la captación de semilla, ii) o bien limitando la comercialización del producto final en presencia de eventos FAN, por ejemplo, debido a la presencia de la microalga toxica *Alexandrium catenella*.

En el marco del proyecto ARCLIM se estimó el nivel de riesgo de la salmonicultura y mitilicultura al cambio climático, utilizando la metodología descrita por Soto et al. (2019), para evaluar el riesgo de pérdida de biomasa/producción de salmones debido a la reducción de precipitaciones causando a) reducción de disponibilidad de agua dulce para la etapa de pisciculturas, b) pérdida de biomasa por incremento de enfermedades y parasitismo en la etapa de engorda y b) pérdida de biomasa por incremento de eventos FAN en etapa de engorda. El análisis de la información por barrio o ACS se agrupó luego por comuna. El análisis de riesgo realizado a pisciculturas del centro-sur de Chile (36.5ºS - 42ºS), en función a su producción (exposición), el uso de suelo de las cuencas que las abastecen (sensibilidad) y las amenazas que producen las tendencias hidro-climáticas, mostró que a lo menos 1/4 de la producción actual de ovas, alevines y juveniles-smolts se desarrolla en áreas donde los niveles de provisión de agua dulce debiesen decrecer, dada la sinergia entre un clima futuro más seco y cálido (T: 0.4 a 1.9°C; PP: 4.5 a -28.5%) y la existencia de altos niveles de deforestación, habilitación y sustitución del bosque nativo en las cuencas.

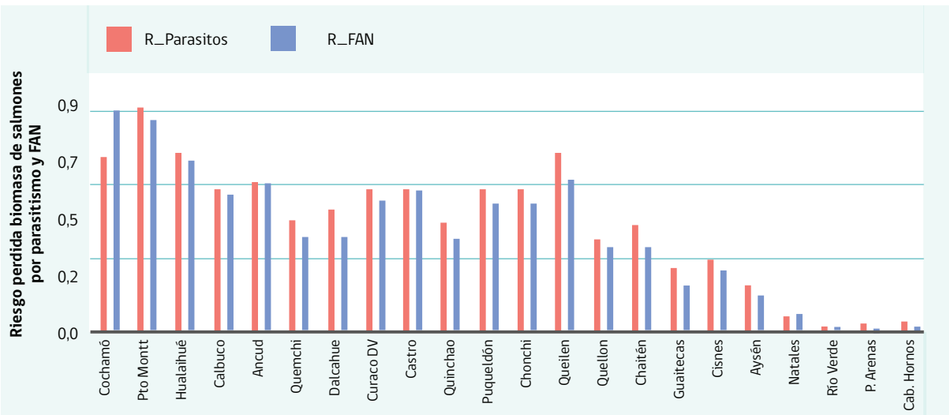
Figura 3-33. Amenaza, sensibilidad y riesgo de las pisciculturas del centro-sur de Chile al cambio climático. El polígono gris oscuro representa el área de drenaje de todos los puntos de captación de agua a los cuales se le delimitó una cuenca tributaria (n: 172). Los polígonos con clases de riesgo corresponden a las unidades de estudio de este trabajo. Las clases de riesgo se presentan en escala de 1 a 5, donde 5 es la condición más negativa/indeseada o que implica mayor pérdida.



Fuente: Proyecto ARCLIM.

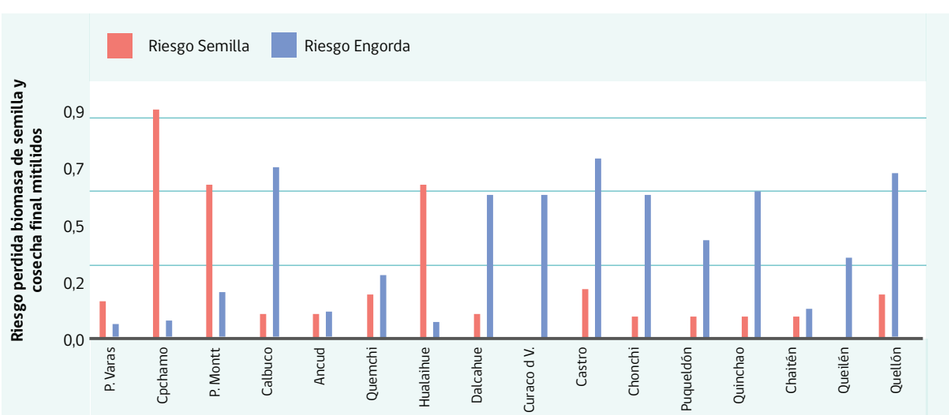
La tendencia a la reducción de precipitaciones especialmente en la Patagonia Norte, entre Cochamó y Chaitén, presentaría un riesgo para la fase de engorda de salmones especialmente en aquellas agrupaciones de concesiones de salmón (ACS) o "barrios" que se encuentran actualmente en áreas con influencia de agua dulce, representadas por las comunas de Cochamó, Puerto Montt y Hualaihué. Ello ocurriría principalmente por incremento de salinidad lo cual facilitaría la presencia de parásitos como cáligus y amebiasis branquial en el salmón, especialmente en aquellas áreas que hoy tienen alguna influencia de agua dulce (Soto et al., 2019) particularmente Cochamó en el Estero Reloncavi, Puerto Montt, Hualaihué. Por otra parte, la reducción de precipitaciones daría lugar a una mayor disponibilidad de luz para el fitoplancton y esto podría incrementar la frecuencia e intensidad de FANs, lo cual se ha observado con consecuencias muy negativas para la salmonicultura, en particular durante El Niño 2015-2016, que trajo largos períodos sin precipitaciones (León-Muñoz et al., 2018; Garreaud et al., 2019). Así, los niveles de riesgo de incremento FAN debido a esta amenaza asociada al cambio climático[20] tienden a ser mayores en la Región de los Lagos y se minimizan hacia el sur (Figura 34).

Figura 3-34. Nivel de Riesgo de perder biomasa de salmones por Comuna (de norte a sur) en las Regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes por incremento de parasitismo (barras rojo oscuro) y por incremento de FAN (barras azules) debido a incremento de salinidad (parasitismo) e incremento disponibilidad de luz (FAN), asociados a reducción de precipitaciones.



Fuente: Proyecto ARCLIM.

Figura 3-35. Nivel de Riesgo de perder biomasa de semilla (barras rojo oscuro) debido a incremento de salinidad por reducción de precipitaciones a nivel de comunas. Nivel de Riesgo de perder biomasa para cosecha y comercialización por eventos FAN (barras azules).



Fuente: Proyecto ARCLI).

20. Es importante enfatizar que este es el riesgo de incremento de frecuencia e intensidad de FAN en las comunas estudiadas debido a la amenaza descrita. Ello no quiere decir que los eventos FAN sigan existiendo más al sur, asociados a otros fenómenos. La tendencia de reducción de precipitaciones no se manifiesta al sur de Aysén y en Magallanes donde más bien se observa un incremento

4.11.2 Pesca

En Chile la pesca se puede separar entre pesca industrial y artesanal. En 2019, el desembarque total desde pesquerías chilenas alcanzó 2,37 millones de toneladas, con una contribución de un 57,5% de la pesca artesanal y un 42,5% de la pesca industrial[21]. Los recursos más desembarcados por el sector artesanal son peces pelágicos (anchoveta, sardina) seguidos por las algas y moluscos, especialmente en la zona norte del país. La pesca artesanal se desarrolla en caletas de pescadores, con actividad variable dependiendo del tipo de recurso objetivo y alternativo. La pesca artesanal tiene reservadas las primeras cinco millas desde la costa, llamada Área de Reserva para la Pesca Artesanal, y puede realizar su labor más allá de esta delimitación, sin embargo la pesca industrial no opera en esta franja. La Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA) establece la primera milla marítima para el uso exclusivo de embarcaciones de menos de 12 metros de eslora, desde el límite norte del país hasta el límite sur de la isla de Chiloé. Se rige por el régimen general de acceso, el que se complementa con varios sistemas especiales, dependiendo de la situación del recurso o su forma de administración. En este último se destacan las Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERBs), el Régimen Artesanal de Extracción (RAE) y los planes de manejo, incorporados en la LGPA vigente. La importancia de la pesca artesanal radica en su contribución a la fuerza laboral, a las economías territoriales y al abastecimiento de productos pesquero para consumo en fresco y, por ende, es de gran importancia social, económica y cultural.

Los riesgos comparativos de la pesca artesanal al cambio climático a lo largo de Chile se entienden como la probabilidad de perder la producción pesquera actual o desembarque en relación con el volumen del recurso y a las condiciones o factores que lo hacen más frágil o susceptible. Para la pesca artesanal, se analizó el riesgo de las caletas de pescadores, abarcando toda la costa chilena donde se desembarcan y/o registran los productos extraídos. En el Recuadro 5 se presenta una síntesis de estos análisis.

Fotografía: Proyecto subpesca, MMA, FAO-GEF, Caleta Tongoy.

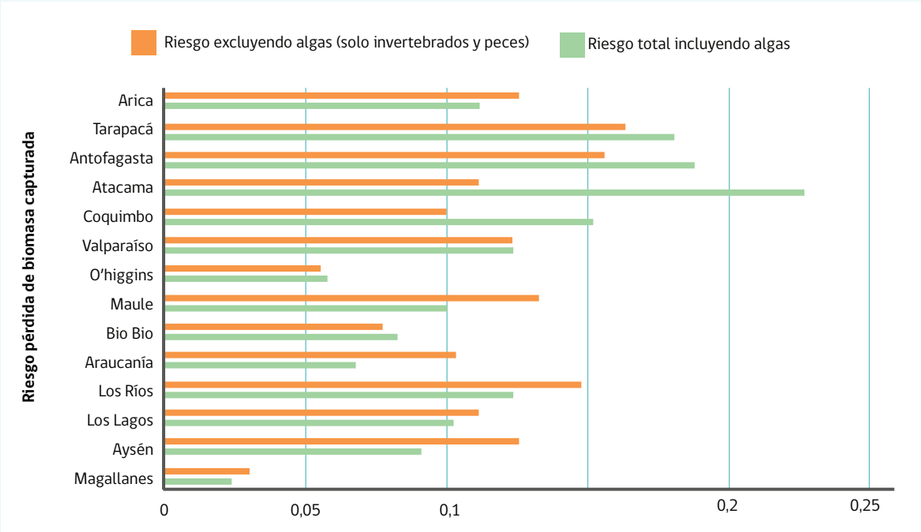
21. http://www.sernapesca.cl/sites/default/files/2019_0301_desembarque_total.pdf

Recuadro 3-5. Caletas de pescadores.

Al año 2019, el número de pescadores(as) inscritos(as) en Chile ascendió a 91.379, donde el 24% (22.188) corresponde a mujeres y el 76% (69.191) a hombres, siendo el desembarque artesanal total registrado para dicho año de 1.363.247 toneladas, un 13% mayor al desembarque registrado para el subsector el año 2018[22].

El cambio climático puede afectar la distribución de los recursos que explotan los pescadores artesanales, principalmente por la hipótesis de tropicalización de los océanos (Winckler et al., 2019) pero también por cambios específicos en el ecosistema marino a nivel local (Yáñez et al., 2018). En particular los recursos pesqueros pueden ser afectados por el cambio climático principalmente debido a: i) cambios[23] en la temperatura del mar que afecten directamente los limites fisiológicos de las especies o de sus alimentos o de sus hábitats y ii) reducción de precipitaciones afectando los ingresos de agua dulce hacia las zonas costeras y estuarinas cuya productividad pesquera dependa de estos aportes. El análisis de la situación de riesgo de pérdida de biomasa capturada, de 370 caletas a lo largo de Chile muestra valores mayores en caletas de las regiones norte a centro -norte (Tarapacá a Coquimbo) especialmente debido a la dependencia relativa mayor del recurso macroalgas. En tanto de las regiones del Maule hacia el sur el riesgo de pérdida es mayor pesando más la abundancia relativa de peces e invertebrados (moluscos y crustáceos) en los desembarques totales (Figura 36).

Figura 3-36. Riesgo promedio por región de pérdida de biomasa capturada por caleta (370 caletas a lo largo de Chile). Barras verdes representan el riesgo total incluyendo el recurso algas, las barras naranjas representan el riesgo total excluyendo algas.



Fuente: Proyecto ARCLIM.

Desde la perspectiva operacional, la pesca artesanal incluye una variedad de actividades extractivas como el buceo, la recolección y la pesca. Debido a su geomorfología costera, gran parte de las caletas de Chile están expuestas a los agentes oceánicos pues, salvo aquellas ubicadas en la zona de los fiordos y canales, se encuentran abiertas al Océano Pacífico. Al igual que en los puertos, durante los episodios de mal tiempo, las actividades de la pesca artesanal se detienen. Estas horas o días en que la actividad extractiva no se desarrolla puede significar pérdidas importantes en toneladas capturadas y en el ingreso de los pescadores. El estudio MMA (2019b) realizo un análisis del impacto del cambio climático en las caletas, evaluando el tiempo en que estas no pueden operar debido a marejadas (downtime de pesca)[24]. En el estudio se analizan 546 caletas agrupadas cada 2° de latitud, considerando los límites operacionales definidos en base a focus groupsy encuestas para diferentes

22. http://www.sernapesca.cl/sites/default/files/2019_030201_subsector_artesanal.pdf

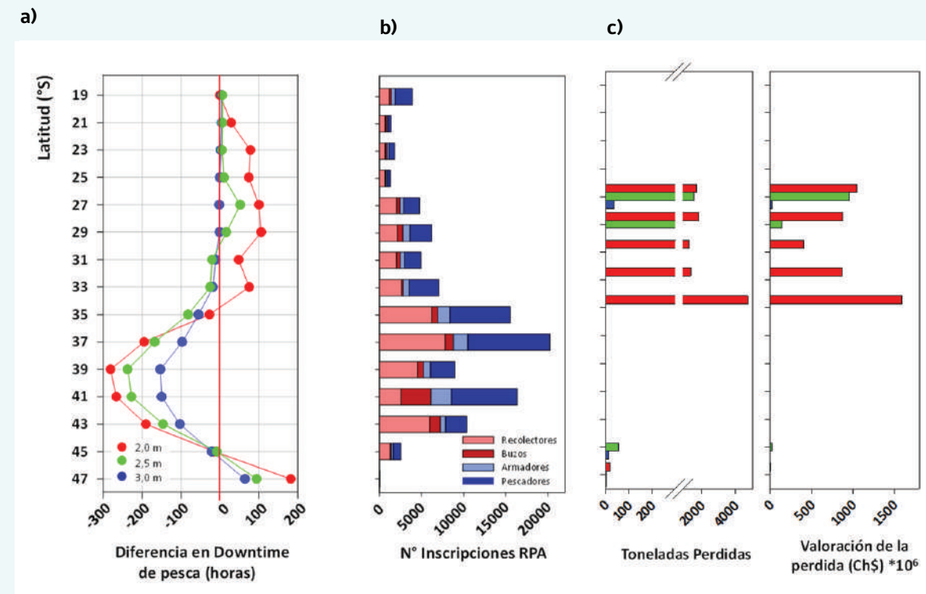
23. Es importante destacar que se habla de cambio (y no incremento) puesto que el forzante utilizado es la temperatura del aire y cambios en calentamientos de la atmosfera podrían incluso incrementar las surgencias lo cual produce reducción de las temperaturas del mar, que puede afectar a los recursos a nivel local (Yáñez et al., 2018)

24. El estudio excluye los efectos que el incremento de las marejadas, en combinación con el aumento del nivel medio del mar, tendrá en las estructuras portuarias.

actividades (buzos, recolectores, embarcaciones de eslora inferior y superior a 12 m). El oleaje en aguas profundas se transfiere a la costa utilizando una metodología simplificada que rescata la física de la zona costera, pero no las condiciones locales en cada caleta. La Figura 37a muestra el cambio en periodo futuro en el downtimecada 2° para umbrales operacionales de 2, 2,5 y 3 m, que se asocian a diferentes actividades. Se observa que al sur de los 35°S, las caletas mejorarán sus condiciones operacionales en tanto que aquellas ubicadas al norte las empeorarán. La Figura 37b muestra el número de inscripciones en el Registro Pesquero Artesanal, donde un 23% de los registros pesqueros artesanales se encuentran en zonas con aumento en downtime (19°S a 34°S).

La Figura 37c muestra las toneladas perdidas y su valoración económica. Los buzos y recolectores se verán afectados fuertemente por downtime asociado a un umbral de 2 m, en tanto que armadores y pescadores serán más afectados por downtimeasociado a un umbral de 2,5 y 3 m. Considerando los valores de desembarque y de precios en playa del año 2017, se estima una pérdida que podría fluctuar entre los US$ 1,3 y 7,6 millones anuales para las caletas ubicadas entre los 19°S y 34°S, dependiendo del escenario. Las pérdidas en desembarque representan alrededor de un 2-5% de capturas actuales. Este análisis no está corregido en relación a los periodos de veda para los diferentes recursos lo cual podría modificar significativamente el downtime si este ocurre en periodos en que la pesca está abierta.

Figura 3-37. a) Diferencia entre downtime de pesca histórico y proyectado cada 2° de latitud para un umbral operacional de 2,0 m(rojo), 2,5 m (verde) y 3,0 m(azul). b) Variables descriptivas de pesca artesanal: número de inscripciones en el Registro Pesquero Artesanal. c) Estimación de pérdidas y valoración de desembarque para umbrales de 2,0 2,5 y 3,0 m de altura significativa de oleaje, frente a un escenario donde la flota puede operar el 50% de las horas disponibles.

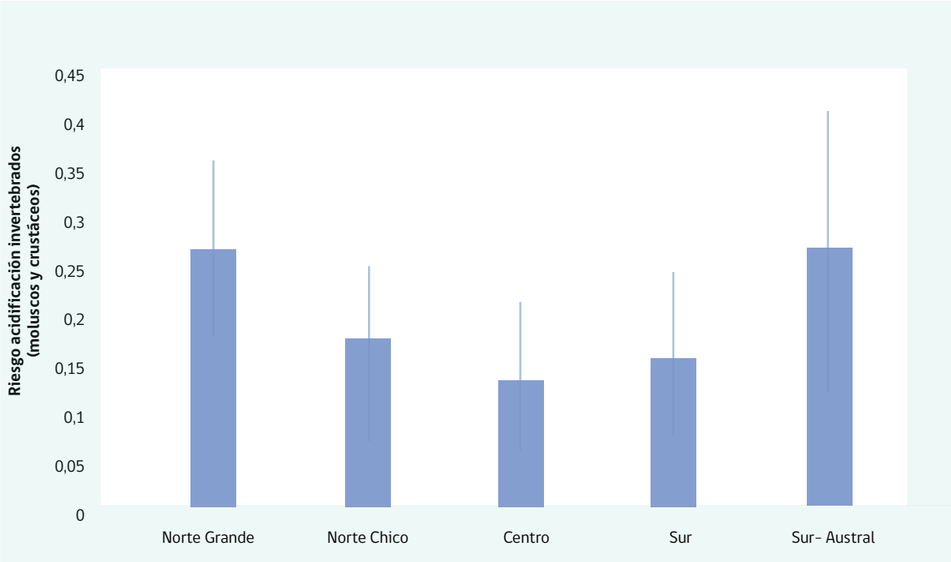


Fuente: Proyecto ARCLIM.

4.11.3 Acidificación

Si bien no se realizaron análisis o proyecciones cuantitativas sobre las tendencias futuras de la acidificación del océano a lo largo de las costas de Chile, se presenta una evaluación preliminar de riesgo para los recursos invertebrados (moluscos y crustáceos) que serían más afectados considerando los mismos valores de exposición y sensibilidad utilizados en este estudio y otorgando un valor constante 0,8[25] a la amenaza acidificación, para las zonas Norte Grande, Norte Chico y Central, un valor 0,7 para la zona Sur y Sur-Austral, considerando que poblaciones que han estado sujetas a salinidades costeras más bajas podrían tener mayor capacidad de adaptación ante una reducción de pH (Vargas et al., 2016). Se observa en ese caso que las caletas del norte grande y Sur Austral presentan niveles mayores de riesgo (Figura 38) principalmente porque aportan la mayor pesca relativa de crustáceos y moluscos.

Figura 3-38. Riesgo promedio de las caletas por macro región considerando igual reducción del pH (incremento de acidificación del océano) para las zonas norte a centro y algo menor para las macrozonas sur y austral.



Fuente: Proyecto ARCLIM.

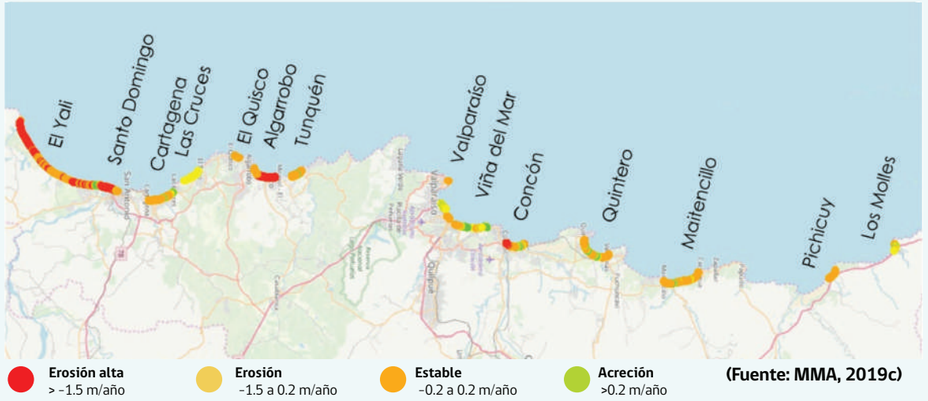
Fotografía: Daniel Pineda.

25. Valor alto en la escala considerada para la amenaza entre 0 y 1

Recuadro 3-6. Playas.

El cambio climático puede suponer una variación en la cota de inundación en una playa y un retroceso o avance de la línea de costa. Los cambios en la posición de la línea de costa pueden ser atribuibles a factores oceanográficos (marejadas, cambios en la dirección del oleaje y nivel del mar), geofísicos (subsidencia/solevantamiento durante terremotos y cambios lentos durante el ciclo sísmico), antrópicos (cambios en el aporte sedimentario de ríos debidos a la expansión urbana, extracción de arenas, construcción de embalses, construcción de obras costeras y extracción de algas) e hidrológicos (sequías). Estos cambios pueden significar una merma en actividades vinculadas con el turismo y efectos importantes en la eficiencia y estabilidad de las obras costeras que colindan con las playas, entre otros. Martínez et al. (2018) determina los cambios en la posición de la línea litoral para 4 playas de la Región de Valparaíso, lo que es posteriormente ampliado a 35 playas en las regiones de Antofagasta, Coquimbo, Valparaíso, O'Higgins y Biobío (MMA 2019c), utilizando fotografías aéreas, imágenes satelitales y levantamientos topográficos de líneas litorales disponibles en las últimas 4 décadas. Cabe notar que el procedimiento no establece las causas de la erosión y por lo tanto las tasas de erosión no se pueden vincular directamente al cambio climático. Los resultados indican que el 80% de las playas analizadas presentan estados erosivos (Figura 39), 9% de las cuales presenta erosión alta, 71% erosión, 11% un estado estable y solo un 9% acreción. Las playas con erosión alta se desarrollan en extensos litorales arenosos, asociados a antiguos campos dunares y humedales costeros. Algunas playas experimentaron una marcada erosión producto de una subsidencia causada por el terremoto del 27/02/2010 (Pichilemu, Santo Domingo) y otras un aumento (Tubul y Llico) producto del solevantamiento costero en la Región del Biobío. La Figura 39 muestra un ejemplo de resultados para la Región de Valparaíso.

Figura 3-39. Cambios en la línea litoral para playas de la Región de Valparaíso.



(Fuente: MMA, 2019c)

Mediante una metodología simplificada, MMA (2019c) estudia la evolución de la línea de costa en el escenario RCP 8.5 para la proyección (2026-2045), indicando que las playas ubicadas entre Arica y el Canal Chacao experimentarán retrocesos medios de entre 3 y 25 m. Playas con sedimentos finos experimentarán mayores retrocesos que las de arena gruesa, en tanto que playas con menor altura de la berma serán más erosionadas que aquellas con mayor altura. Asimismo, las playas tenderán a girar en sentido antihorario, enfrentando direcciones más hacia el suroeste y experimentando erosión en sus extremos sur y acreción en sus extremos norte. Asimismo, MMA (2019c) efectúa cálculos precisos en 9 playas en la bahía de Valparaíso que permiten constatar la erosión y basculamiento para medio siglo, pero en cuantías menores a las calculadas con la metodología simplificada. El daño económico asociado a la pérdida de área de estas playas, utilizando el número de pernoctaciones (990'048) en verano obtenidas de la encuesta mensual de alojamiento turístico del INE y SERNATUR para 2017, permite estimar una pérdida económica cercana a los 500 mil dólares anuales.

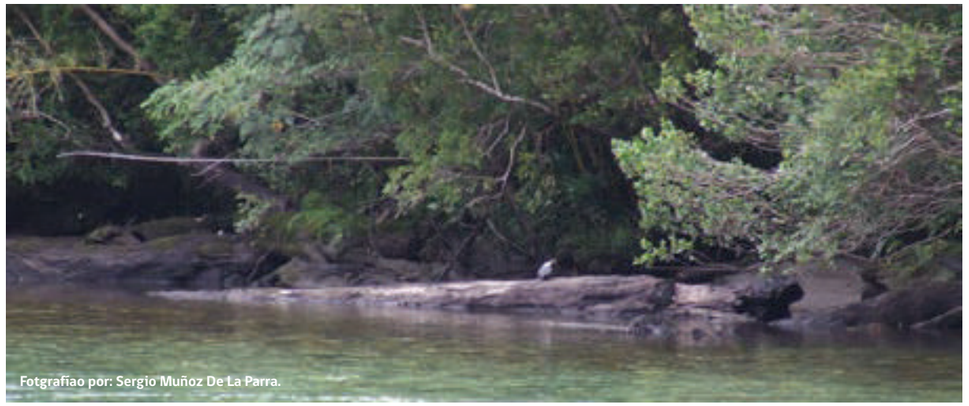
4.12 Turismo

La industria turística en Chile ha mostrado en la última década desde 2009 a 2019 un crecimiento promedio anual de 5,1% en el arribo de turistas extranjeros (turismo receptivo), donde los atractivos de naturaleza son el motivo de viaje declarado por el 63,2% de los turistas que ingresan al país[26]. De acuerdo con las estadísticas macroeconómicas nacionales de turismo, en el año 2019 el sector contribuyó un 3,3 % al PIB del país de manera directa (estimaciones preliminares División de Estudios Subturismo), con un aporte al empleo que representa un 7,2% del empleo total nacional (INE, 2019). El crecimiento del sector responde, entre otras cosas, a que Chile es reconocido nacional e internacionalmente por su riqueza en recursos naturales, con una geografía y climas variados y una diversidad de atractivos turísticos a lo largo y ancho del país. Efectivamente, la multiplicidad de climas da origen a cuatro macrobioclimas: tropical, mediterráneo, templado y antiboreal, dentro de los cuales se distribuyen 127 ecosistemas terrestres y 96 ecosistemas marinos a lo largo de la costa (MMA, 2016).

En búsqueda de fortalecer la planificación y gestión de los destinos turísticos en Chile, la Subsecretaría de Turismo, el Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR) y sus Direcciones Regionales han trabajado en la delimitación de destinos turísticos. El objetivo de esta delimitación es priorizar, para focalizar recursos en el marco del Plan Nacional de Turismo Sustentable y determinar prioridades para el sector privado, para el incentivo de nuevas inversiones en equipamiento y servicios turísticos. Se han delimitado 89 destinos turísticos prioritarios en Chile, clasificados en 41 destinos consolidados, 34 emergentes y 14 potenciales, abarcando alrededor de 200 comunas del país, y representando cerca del 84% de las ventas de empresas relacionadas con actividades características del turismo. Estos destinos fueron considerados en el Plan de Adaptación del Sector Turismo, recientemente aprobado. (MMA, 2019i). Los destinos turísticos priorizados cubren un amplio espectro de atractivos, entornos geográficos, condiciones socioeconómicas y culturales a lo largo del país, lo cual presenta grandes desafíos como abordar múltiples necesidades y coordinar a múltiples actores. Según sus características geográficas, vocación y atractivos turísticos, los destinos se categorizan por tipos de destinos turísticos: litorales, urbanos, rural y de naturaleza, de montaña, lacustres y fluviales, insulares. (SST/SERNATUR, 2018). Dependiendo de sus características y ubicación geográfica se verán afectados de distintas formas producto de las amenazas del cambio climático (MMA, 2019i).

La Estrategia Nacional de Turismo 2012-2020 indica que el turismo es una actividad que aumenta su valor con la conservación de los atractivos naturales y culturales, razón por la que adquiere un carácter estratégico el impulso de la sustentabilidad hacia el resto de las industrias (MMA, 2019i). Por otro lado, la OMT, en su reporte de 2017 destaca la importancia del turismo para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), y que a su vez los propósitos de los ODS son particularmente relevantes para el turismo sostenible (UNWTO, 2017).

En este contexto, en el marco del proyecto ARCLIM se abordó el análisis de riesgo del sector, considerando al destino turístico como unidad de exposición al cambio climático, identificando geográficamente los destinos y atractivos turísticos, las zonas protegidas pertenecientes al SNASPE, así como de las zonas de interés turístico (ZOIT), las que en su conjunto permiten comprender la exposición del sector. En el marco del mismo proyecto se cuenta con un listado de potenciales amenazas, estructuradas bajo las definiciones del AR5 (GIZ, 2017), que permiten priorizar estudios específicos para el sector. En la Tabla 5 se resume para cada amenaza el impacto sobre el subsistema identificado.


Fotgrafiao por: Sergio Muñoz De La Parra.

26. Perfil del Turista Extranjero Vía Aérea Año 2019: http://www.subturismo.gob.cl/wp-content/uploads/2015/10/Cuadros-Perfil-Turismo-Receptivo-A%-C3%A9reo-2019.xlsx

Tabla 3-5. Resumen de amenazas y riesgos identificados, que se asocian al sector turismo.

Tipología destino turístico	Amenaza	Subsistema	Riesgos (Impactos)
Montaña	Disminución de cobertura nival (↓PP; ↑T°)	Centros de Ski	Disminución de visitantes; Menor oferta de pistas de Ski; Menor duración de las temporadas de Ski
	Aumento de frecuencia de eventos extremos de Exceso Hídrico (↑T°)	Centros de Ski; Termas; Cabeceras de cuencas con glaciares; circuitos de senderos	Pérdida de infraestructura de acceso (caminos, puentes, etc.); Pérdida de infraestructura turística; Interrupción del suministro de servicios básicos; Pérdida de vidas humanas
Lacustre y fluvial	Sequia hidro-met (↓PP; ↑T°)	Lagos, lagunas y esteros	Disminución de visitantes; Disminución de la calidad del atractivo; Disminución de la oferta de actividades acuáticas
	Sequia hidro-met (↓PP; ↑T°)	Ríos y arroyos	Disminución de visitantes; Disminución de la calidad del atractivo; Disminución de la oferta de actividades acuáticas
	Aumento de frecuencia de eventos extremos de Exceso Hídrico (↑T°)	Ríos y arroyos	Pérdida de infraestructura de acceso (caminos, puentes, etc.); Pérdida de infraestructura turística; Interrupción del suministro de servicios básicos; Pérdida de vidas humanas
Litoral (sol y playa)	Marejadas (↑T°)	Costas	Disminución de visitantes; Disminución de la extensión de las playas (erosión de playas); Pérdida de vidas humanas
Rural y de naturaleza	Incendios forestales (↑T°)	Parques nacionales y reservas de flora y fauna	Disminución de visitantes; Pérdida del patrimonio turístico natural; Pérdida de la calidad de los atractivos naturales; Disminución de la oferta de atractivos naturales; Pérdida de vidas humanas

Fuente: Proyecto ARCLIM.

Considerando la diversidad de territorios y diferentes atractivos naturales en el país una de las amenazas que merece especial preocupación en el sector turismo corresponde al caso de los incendios forestales sobre bosques nativos, la que tiene el potencial de afectar directamente las visitas a las áreas pertenecientes al SNASPE, pero no sería la única relevante para el sector, como se aprecia en la Tabla 5.

Un desafío significativo para el análisis de riesgo del sector turismo es la capacidad de contar con indicadores que permitan modelar la causalidad entre la pérdida o ganancia de atractivo(s) turístico(s) y la pérdida o ganancia en el desarrollo del sector. La mayoría de los indicadores disponibles son de carácter económico y agregados, por lo cual solo permiten reflejar la salud económica del sector a escala regional y comunal, pero no permiten análisis de causalidad.

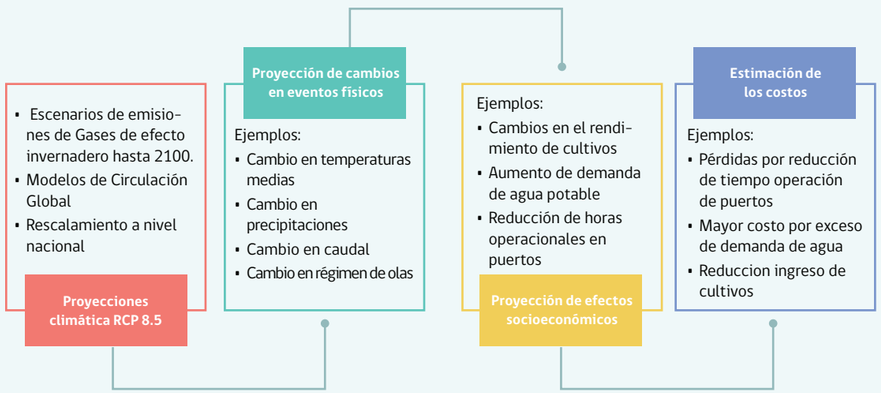
Siendo el turismo de naturaleza el principal producto turístico en Chile, una diminución de sus atractivos se reflejará en una disminución de la demanda turística en el país y de competitividad y sostenibilidad del sector. El análisis de riesgo del sector se puede asociar al análisis de riesgo de otros sectores que son habilitantes para la oferta turísticas, como son las playas, la biodiversidad, el bosque nativo, los recursos hídricos, entre otros. No obstante, permanece el desafío de contar con indicadores específicos, que permitan comprender la causalidad entre el riesgo de dichos sectores y su impacto en el sector turismo.

Entre las acciones consideradas, destaca en el componente de capacidades, la propuesta de creación de una unidad de Coordinación Ejecutiva para cambio climático, cuya función es articular, coordinar y dar seguimiento a las acciones del plan sectorial. La labor de esta unidad, es fortalecida mediante el desarrollo de una serie de estudios que buscan caracterizar los impactos esperados, así como el desarrollo de modelos predictivos para enfermedades vectoriales o zoonóticas asociadas al cambio climático, entre otros.

Recuadro 3-7. Estudio de Costos de la Inacción.

Este estudio iniciado en 2020, con apoyo de CEPAL, busca cuantificar los costos de la inacción, hasta fines de siglo, frente al escenario RCP 8.5 de cambio climático en Chile, en ocho sectores clave del país: Agricultura, Agua Potable, Biodiversidad, Energía, Minería, Pesca y Acuicultura, Puertos y Playas, y Salud. En cierta medida, este estudio representa una actualización del estudio "La Economía del Cambio Climático en Chile" (CEPAL, 2012).

Figura 3-40. Esquema simplificado de la metodología general que se desarrolló en cada sector



A pesar de que todos los sectores siguen la misma metodología general, existen pasos adicionales para enriquecer la información sobre el cálculo del valor económico de la inacción ante el cambio climático en cada sector. Una vez identificados los efectos físicos del cambio climático en el sector estudiado se evaluaron económicamente esos efectos.

Los estudios sectoriales analizaron el impacto económico del cambio climático, y en algunos casos se analizaron efectos socioeconómicos, como empleo, y se revisaron estudios a nivel nacional e internacional que abordan los efectos en el sector. Esto permitió evaluar los datos usados en las modelaciones, los resultados obtenidos y las brechas de información existente. En algunos casos el estudio orienta respecto a las ventajas y desventajas de las distintas metodologías utilizadas. Adicionalmente, algunos estudios revisaron las políticas públicas que pueden tener injerencia en los efectos del cambio climático en cada sector, tanto reduciéndolos como potenciándolos.

Tabla 3-6. Resumen metodológico de estimaciones para todos los sectores - Estudio Costos de la Inacción

Sector	Efecto del clima	Costo asociado	Proyecciones socioeconómicas	Periodo estimación
Agricultura	Cambio en rendimiento cultivos	Efecto en el ingreso neto agrícola nacional	-	2050
	Cambio en uso del suelo			
Agua potable	Oferta: cambio en caudales	Cambio en el costo de provisión de agua	Proyección de población	2050
	Demanda: efecto temp. y ppt		Consumo de agua potable por hogar	

Sector	Efecto del clima	Costo asociado	Proyecciones socioeconómicas	Periodo estimación
Biodiversidad y turismo	Impacto en la distribución de especies de flora y fauna como indicador de Formaciones Vegetales/ ecosistemas	Cambios en la provisión de servicios ecosistémicos	-	2050
		Pérdida de atractivo turístico		
Energía	Disminución en caudales para generación de energía hidroeléctrica	Cambios en el costo operacional de la red de distribución de energía eléctrica	-	Décadas en 2020-2100
	Variación en la temperatura			
Minería	Reducción de agua continental	Cambios en la producción minera	Estimación del precio del cobre a largo plazo	Anual 2020-2100
Pesca y acuicultura	Artesanal: Cambio en el régimen de olas	Restricción a la operación de muelles y caletas	-	Estimación para 2050 y 2100
	Jurel: Cambio en stocks asociados al fenómeno del Niño	Cambio en pesca y costo operación	-	2050
	Mejillones: Acidificación del océano	Cambio en valor del producto	Estimación de comportamiento de los consumidores a mercados futuros	2100
	Salmon: Cambios en la frecuencia de eventos FAN	Pérdida de la producción	-	2050
Puertos y playas	Puertos: Cambio en el régimen de olas	Paralización de puerto	-	Estimación para 2050 y 20100
	Playas: Erosión de playas	Perdida bienestar usuarios	-	
Salud	Cambios extremos en la temperatura	Costos asociados a la mortalidad y egresos hospitalarios	Proyección de población	Cuantificación anual en periodos del 2035 -2069 y 2010 -2099

Los resultados preliminares, indican que hay importantes costos de inacción en algunos de los sectores estudiados. No obstante, se debe tener en cuenta que en ningún caso es una estimación exhaustiva ya que no se consideraron todos los sectores y subsectores sensibles al cambio climático. En varios sectores (salud, agricultura, agua potable y playas) los principales costos se presentan en la zona central del país, debido principalmente a la concentración de la población en esa zona. Los resultados del estudio también reflejan la resiliencia al cambio climático de los sectores analizados. En algunos de ellos, por ejemplo, energía, son capaces de ajustar su operación y minimizar estos costos. En otros como el de agricultura, también se ha modelado la capacidad de adaptarse a los cambios en el clima, cambiando el portafolio de cultivos. Pero pese a incorporar una capacidad de adaptación endógena de los sectores, algunos de ellos muestran importantes efectos, como en biodiversidad por pérdida de ecosistemas, el aumento en la mortalidad por olas de calor, la reducción de rendimientos en agricultura y la disminución en caudales en agua potable.

5. ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

5.1 Introducción

En respuesta a los impactos del cambio climático diversos actores de la sociedad han avanzado en el diseño e implementación de acciones de adaptación, a distintas escalas: a nivel nacional a través de acciones sectoriales; a escala territorial (regional y comunal) y acciones específicas en respuesta a impactos puntuales. Esta sección presenta los avances en materia de adaptación de los distintos actores y sectores de relevancia, considerando lo desarrollado por el sector público y la política gubernamental, las acciones de las empresas privadas en distintos rubros económicos, aquellas ejecutadas por actores encargados de la administración de los territorios como lo son los municipios, así como iniciativas impulsadas por la sociedad civil organizada, a través de ONG.

Los insumos para esta caracterización consideran elementos transversales, como la revisión de la literatura disponible en materia de adaptación en el contexto nacional y el informe de la mesa de adaptación del Comité Científico COP25. Asimismo, y bajo la coordinación del Ministerio del Medio Ambiente se contó con un formulario distribuido de manera amplia, entre los distintos actores, con el objeto de recoger iniciativas desarrolladas por el sector público (a nivel nacional y subnacional), sector privado, gobiernos locales, Organizaciones No-Gubernamentales, Universidades y Centros de Investigación. Este instrumento buscó identificar actividades concernientes al desarrollo y transferencia de tecnología, observación del clima, investigación, educación, sensibilización, gestión territorial, creación de capacidades, integración de enfoque de género, entre otros.

Adicionalmente, se revisó el nivel de avance y desarrollo de las políticas, planes y acciones contenidas en instrumentos de gestión del sector público. Para el caso del sector privado se revisó un ejercicio de sistematización sobre los avances de sus acciones de adaptación, desarrollado para Acción Empresas, titulado "Los desafíos de una Adaptación Sostenible al Cambio Climático en las Empresas de Chile" (Acción Empresas, 2019). Este ejercicio, inédito en Chile por sus características y alcance, plantea un marco teórico para entender la adaptación desde el punto de vista de las empresas, y realiza un levantamiento de acciones a través de distintos instrumentos de investigación, tales como la revisión de reportes de sustentabilidad, encuestas a actores claves, entrevistas a empresas representativas de distintos sectores, así como talleres de trabajo colaborativo. En lo que respecta a los gobiernos locales, se recopilaron acciones por medio de la encuesta descrita anteriormente, así como también la revisión de los instrumentos de gestión municipal como Planes Locales de Cambio Climático.

Finalmente, se desarrollaron 4 talleres de trabajo con cada tipo de actor. Para el caso del sector público se trabajó con los representantes de los organismos públicos que conforman el Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC). En el caso de las empresas se contó con el apoyo de Acción Empresas, organización que agrupa a más de 130 empresas de relevancia nacional, mientras que para el caso de Municipios se contó con la colaboración de la ONG Adapt-Chile, quienes mediante la coordinación de la Red de Municipios por el Cambio Climático, agrupan a 59 municipios del país con interés en materia de cambio climático. Como representantes de la sociedad civil, se contó con el apoyo de la Mesa Ciudadana de Cambio Climático, quienes agrupan a distintas organizaciones que desarrollan e impulsan iniciativas en esta materia.

En estos talleres se presentaron y validaron las acciones identificadas, y se realizó un trabajo práctico vinculado a la identificación de obstaculizadores, facilitadores, necesidades y brechas que cada sector considera como necesarias, para avanzar de mejor forma en la implementación de acciones de adaptación.

5.2 Políticas, estrategias y planes

El **Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático** (NAP) publicado el año 2014, proporciona la estructura operativa, para la coordinación y coherencia de las acciones de los diferentes sectores, y niveles administrativos territoriales y tiene por misión "fortalecer la capacidad de Chile para adaptarse al cambio climático profundizando los conocimientos de sus impactos y de la vulnerabilidad del país, generando acciones planificadas que permitan minimizar los efectos negativos y aprovechar los efectos positivos, para su desarrollo económico y social y asegurar su sustentabilidad" (MMA, 2014).

En 2017 se actualizó el **Plan de Acción Nacional de Cambio Climático** (PANCC), para el periodo 2017-2022, en el cual se incluyeron lecciones aprendidas del anterior PANCC y la gestión y los avances a la fecha de su publicación en el año 2017. Este plan considera 4 ejes de acción: Adaptación, Mitigación, Medios de implementación y Gestión del cambio climático a nivel regional y comunal. El eje de adaptación se elaboró considerando los avances del NAP a la fecha y considera 3 objetivos específicos, 4 líneas de acción y 17 medidas. Los objetivos y líneas de acción priorizadas se presentan a continuación:

Obj.1: Evaluar periódicamente la vulnerabilidad de sistemas humanos y naturales frente a los impactos del cambio climático, estableciendo los riesgos y oportunidades que presenta este fenómeno.

- **LA1:** Generación, análisis y actualización de la información climática.
- **LA2:** Generación, análisis y actualización sobre la vulnerabilidad y riesgo frente al cambio climático.

Obj.2: Adaptarse al cambio climático, mediante la implementación de medidas dirigidas a reducir la vulnerabilidad y aumentar la capacidad adaptativa de los sistemas humanos y naturales del país.

- **LA3:** Elaboración, implementación y actualización de planes sectoriales de adaptación.

Obj.3: Monitorear y reportar periódicamente el avance de la adaptación en el país, para establecer mejoras en la planificación mediante políticas de adaptación.

- **LA4:** Desarrollo de un sistema de monitoreo y reporte para la adaptación en Chile.

En el marco del NAP, se han elaborado ocho Planes Sectoriales de Adaptación al Cambio Climático (PSACC) para los sectores: Silvoagropecuario, Biodiversidad, Pesca y Acuicultura, Salud, Infraestructura, Ciudades, Energía y Turismo, y tres planes se encuentran en distintas etapas de diseño, para los sectores Recursos Hídricos, Minería y Zonas Costeras.

Los planes aprobados desde la publicación de la 3CN se describen brevemente, a continuación:

El P**lan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Salud** (2016-2020) tiene como objetivo "fortalecer la capacidad del país en el sector salud para responder al desafío del cambio climático, identificando e implementando medidas a corto, mediano y largo plazo, que permitan aminorar las consecuencias negativas que este fenómeno provocará en la salud de la población, y asegurar el funcionamiento adecuado de los servicios y redes de salud, considerando las nuevas condiciones climáticas y los impactos proyectados". Para alcanzar estos objetivos, se identificaron ocho ejes de acción, los cuales pueden ser agrupados en 3 categorías:

- Capacidades: Fortalecimiento de la institucionalidad; Fortalecimiento del capital humano; Estudios.
- Prevención: Vigilancia; Promoción de la salud en la ciudadanía; Disminución de la Vulnerabilidad.
- Operación: Respuesta ante situaciones de emergencia; Atención de salud.

En el ámbito de la preparación ante riesgos derivados del cambio climático, la promoción de la salud en la población considera el empoderar y educar respecto a la relación entre los impactos del cambio climático y la salud de las personas.

El **Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático** (2017-2022) tiene como objetivo específico del eje de Adaptación "adaptar los servicios de Infraestructura a los impactos proyectados por cambio climático, bajo un enfoque de blindaje climático preventivo, diseñando y construyendo infraestructura resiliente" (MOP y MMA, 2017). Para cumplir con este objetivo, se plantean cuatro líneas de acción: i) Cambios metodológicos para incorporar la gestión del riesgo hidroclimático futuro en la evaluación, diseño y planificación de servicios de infraestructura, ii) Monitoreo de amenazas, iii) Monitoreo de vulnerabilidad de la infraestructura, y iv) Incorporación en los procesos de planificación ministerial de las implicancias del cambio climático, para los servicios de infraestructura del Ministerio de Obras Públicas. Dentro de estas líneas de acción, se incluyen medidas ante eventos extremos que afectan a distintas zonas del país. Para el caso de aluviones e inundaciones, que impactan en su mayoría a las macrozonas norte y sur de Chile, el plan presenta las siguientes medidas:

- Generar programas de protección del territorio frente a lluvias intensas.
- Mejoras en monitoreo de caudales extremos.
- Revisión periódica de obras fluviales, de drenaje y viales.

La infraestructura portuaria se ve influenciada principalmente ante eventos extremos de marejadas, lo cual ha aumentado su frecuencia en la última década. En respuesta a lo anterior, el plan incluye tres medidas para hacer frente ante estos riesgos:

- Incorporación de cambios metodológicos en la etapa de desarrollo de obras de infraestructura en zonas costeras.
- Mejoras en monitoreo de amenazas costeras.
- Incorporación de monitoreo semi-continuo del impacto de obras de infraestructura costera.

El **Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades** (2018 - 2022), tiene por objetivo "proponer lineamientos de adaptación para las ciudades frente al cambio climático, fortaleciendo, con una mirada prospectiva, la capacidad de respuesta y la de sus habitantes frente a sus diferentes impactos, propen-

diendo mejorar el nivel de equidad territorial" (MMA y MINVU, 2018). Este plan cuenta con 5 ejes estratégicos, donde cada eje despliega líneas de acción, medidas y acciones. Uno de los ejes que se destaca es el Eje 3 sobre reducción y gestión del riesgo de desastres asociados al cambio climático, el cual desprende medidas como:

- Fortalecer la gobernanza del sistema de alerta temprana a escalas subnacionales ante riesgos de desastres vinculados al cambio climático.
- Promover la actualización de los planes de emergencia comunales en el marco de esta agenda de adaptación al cambio climático y la reducción de riesgo de desastres.

El plan presenta otros ejes que contienen medidas tanto a nivel de planificación territorial como inversión estructural y gestión local respecto al riesgo ante desastres:

- Perfeccionar la identificación del riesgo en las distintas escalas de planificación territorial.
- Fortalecer la adaptación al cambio climático desde las inversiones en infraestructura pública, reduciendo el riesgo de desastres, y asegurando el funcionamiento de los servicios.
- Potenciar acciones para la reducción de riesgo de desastres en barrios.

Dado que muchas de las amenazas que presenta el cambio climático son transversales a los distintos sectores y sistemas presentes en las ciudades, el plan destaca la necesidad de fortalecer la coordinación intersectorial para abordar los desafíos del cambio climático a nivel de ciudades.

El **Plan de Adaptación al Cambio Climático en el sector Energía** (2018 - 2022), tiene por objetivo "promover el desarrollo de un sistema energético resiliente, generando y fortaleciendo la capacidad de prevención y respuesta del sector energético a los impactos del cambio climático"[37]. Este plan cuenta con cinco lineamientos de acción, para sentar las bases para adaptar al sector energía al cambio climático:

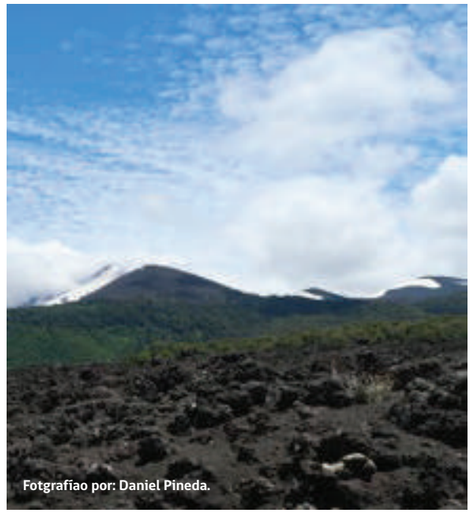
- Una oferta energética más resiliente al cambio climático en las distintas escalas territoriales
- Hacia un transporte de energía mejor adaptado al cambio climático y a eventos climáticos extremos.
- Un sector energía mejor preparado ante aumentos de demanda energética producto del cambio climático.
- Arreglos institucionales y alianzas intersectoriales que propicien la adaptación del sector energético al cambio climático.
- Capacidades técnicas a la vanguardia y difusión del Plan.

El Plan de Adaptación al Cambio Climático del sector Turismo (2020-2024) tiene como objetivo "instalar las capacidades necesarias para adaptarse y enfrentar los efectos actuales y futuros del cambio climático". El Plan establece medidas para orientar a la industria turística en la toma de decisiones y promover buenas prácticas en los proveedores de servicios turísticos, los turistas, las comunidades, y los actores transversales, público y privados, de la industria del turismo (MMA, SUBTURISMO y SERNATUR, 2019). Se estructura en seis líneas de acción, dentro de las cuales se definen 21 medidas, para hacer frente a las diferentes amenazas y riesgos del cambio climático, estas líneas son:

- Instalar capacidades en la Subsecretaría de Turismo, Sernatur, Sernatur regional, y de los gestores públicos relacionados, en materia de cambio climático y turismo.
- Incluir el cambio climático en la planificación del sector turismo.
- Mejorar la coordinación entre actores de diversos sectores, públicos y privados, en materias de cambio climático.
- Generar y gestionar información necesaria para la acción climática en la industria turística.
- Informar y orientar a los prestadores de servicios turísticos y a los turistas sobre las oportunidades de adaptación y mitigación al cambio climático.
- Promover y gestionar medidas de adaptación del sector.

Fotgrafiao por: Daniel Pineda.

27.http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/2017/consulta_ciudadana/11/adaptacion/documento.pdf


Fotgrafiao por: Daniel Pineda.

Respecto de los avances en la implementación de los planes de adaptación, según el Quinto Reporte del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático de 2020, se registran avances importantes en la implementación del NAP, con un nivel de avance promedio del 80%. Respecto de los planes sectoriales, al 2019, el plan Silvoagropecuario presentó una implementación promedio del 84%; Biodiversidad 74%; Pesca y Acuicultura 71%; Salud 43%; Infraestructura 51%; Energía 9% y Ciudades 43%.

En abril de 2020, Chile presentó la actualización de su **Contribución Determinada a Nivel Nacional** (NDC). Respecto de adaptación, la NDC incorpora importantes avances respecto de lo comprometido en 2015. Adicionalmente a los compromisos en el ámbito de políticas, estrategias y planes, la nueva NDC incluye compromisos en las áreas específicas de 'agua y saneamiento' y 'gestión del riesgo de desastre', definidas como de mayor urgencia en la acción climática. Se suman a estos focos temáticos el avance en el desarrollo de los Planes Regionales de Cambio Climático, de los cuales cuatro se encuentran actualmente en desarrollo, esperando contar con un total de 10 al 2025 y un 16 al 2030. Estos planes, junto con los demás compromisos considerados en esta NDC consideran el fortalecimiento de las capacidades y la institucionalidad vinculada al cambio climático, la actualización del conocimiento sobre la vulnerabilidad y riesgo a escala regional y evaluaciones del riesgo al cambio climático para grupos vulnerables del país, con especial atención en pueblos originarios, pobreza y género para el 2025 (Gobierno de Chile, 2020).

Un aspecto adicional que genera oportunidades de vinculación para los esfuerzos de mitigación y adaptación es la inclusión en la NDC de 2020 de 'compromisos de Integración' para los ámbitos de océanos y humedales costeros, turberas, bosques y economía circular. La explicitación de los co-beneficios que genera la conservación y protección de ecosistemas naturales es un avance, generando la oportunidad futura de incluir otros sistemas relevantes como el ecosistema mediterráneo en Chile central y moverse hacia un mayor énfasis en las soluciones basadas en la naturaleza o biodiversidad.

Para enfrentar los impactos, consecuencias y riesgos al cambio climático el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, configuró durante el año 2019 el Comité Científico COP25 del cual es parte la Mesa Adaptación. Esta mesa tuvo como objetivo evaluar los avances y desafíos de la implementación de la adaptación en Chile y generar recomendaciones que sirvan para apoyar la toma de decisiones (Vicuña et al., 2019). A partir del trabajo realizado, se redactaron dos documentos "Adaptación al cambio climático en Chile: Brechas y recomendaciones" y "Lineamientos para el desarrollo de planes de adaptación al cambio climático: Aplicación a los recursos hídricos".

El primer documento consta de tres secciones principales: i) necesidades de implementación de medidas de adaptación a nivel global y nacional; ii) revisión crítica de las políticas públicas para la implementación de la adaptación en Chile, y iii) análisis sobre algunas brechas relevantes. De los tópicos tratados anteriormente, se elaboraron recomendaciones para apoyar la toma de decisiones, donde se destacan el requerimiento de una mayor participación por parte de los actores privados, sociedad civil y gobiernos locales, mantener el nivel de motivación y compromiso luego de la COP25.

El segundo documento tiene como objetivos entregar una propuesta para el Plan de Adaptación al Cambio Climático en Recursos Hídricos, junto a lineamientos generales para el diseño, desarrollo y actualización de planes de adaptación al cambio climático, tanto para distintos sectores como escalas territoriales. Esto se realizó a través de un proceso participativo en 2019, basado en talleres con la comunidad científica.

A partir de la revisión de los planes disponibles bajo estos criterios se pudo identificar que uno de los elementos que estuvo poco presente, siendo relevante su incorporación, fue la descripción del proceso de elaboración y metodología de cada uno de los planes publicados, ya que aporta transparencia. Dentro de esta sección, se detalla el análisis de la gobernanza, diseño y metodología, y resultados del proceso anterior de los planes. Gran parte de los planes describen de buena manera la gobernanza relacionada con la política pública de cambio climático, y justifican la necesidad de su realización, pero el diseño y metodología utilizados

en los planes, no fue descrito en todos, pues la mayoría no demuestra si hubo o no un proceso participativo con los distintos actores en los respectivos sectores, sin perjuicio de que todos los planes han sido sometidos a consulta ciudadana antes de su aprobación.

Dentro de los componentes y contenidos de un plan, la articulación con otros planes, las necesidades transversales para el desarrollo y transferencia tecnológica e indicadores fueron los elementos de desempeño más bajos. Aun cuando la mayoría de los planes cuenta con estrategias o medidas en común con los otros planes sectoriales, unos pocos incorporan el vínculo dentro de sus procesos. De igual forma, el desarrollo y transferencia tecnológica suele ser clave en el avance de los planes, aun así, se presentan pocas acciones referidos a este aspecto. También, como muchas de las medidas propuestas son difíciles de cuantificar, evaluarlas a través de indicadores resulta complejo, es aquí donde los planes deberían incluir una acción con el propósito de diseñar estos indicadores.

Fotgrafiao por: Daniel Pineda.

5.3 Implementación de acciones de adaptación

Las instituciones públicas, los municipios, las ONG y el sector privado han avanzado en la implementación de acciones de adaptación en distintos ámbitos. Se identifican acciones de coordinación, regulación y/o colaboración entre distintos actores, así como de respuesta específica, para mejorar la información disponible, el conocimiento y la capacidad de adaptación a los distintos desafíos producto del cambio climático. Asimismo, se cuenta con acciones directas sobre los territorios, ecosistemas, comunidades y actividades económicas, para disminuir los riesgos y aumentar la resiliencia a los impactos de clima.

Se logró identificar un total de 146 acciones de adaptación de municipios, ONG y sector privado. La caracterización y análisis de lo identificado a partir de este proceso se presenta más adelante según cada tipo de actor. Un aspecto para destacar del levantamiento de iniciativas es la consideración de enfoque de género. A partir de las encuestas, fue posible identificar que, si bien un bajo número de acciones considera explícitamente el enfoque de género en su definición, más del 70% de ellas están lideradas por mujeres. En el caso de los municipios, en un 29% de las acciones identificadas se declara explícitamente la incorporación del enfoque de género en su definición, mientras que esto alcanza un 50% de las acciones reportadas por Organismos No-Gubernamentales. En el caso de las acciones del sector privado, el catastro no permite caracterizar este elemento. Aun cuando la consideración del enfoque de género es incipiente, en la materia de adaptación en nuestro país, es importante destacar los esfuerzos que distintos actores están haciendo, con tal de acortar la brecha de la participación de la mujer, en la definición e implementación de las acciones de adaptación.

5.3.1 Instituciones Gubernamentales

Al alero de los instrumentos de planificación como lo son el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, el Plan Nacional de Adaptación y los Planes Sectoriales, las distintas reparticiones del estado han respondido a la necesidad de la adaptación. Estas acciones combinan intervenciones directas en el territorio, vinculadas a sectores específicos, así como iniciativas de carácter transversal que permiten apoyar las acciones de otras organizaciones.
Se catastraron 170 iniciativas reportadas por 12 instituciones de gobierno. En la Tabla 7 se presenta algunos ejemplos de iniciativas implementadas por distintas instituciones públicas.

Tabla 3-7. Algunos ejemplos de acciones e iniciativas de adaptación desarrolladas por instituciones públicas.

Institución	Ejemplo de Iniciativa
Ministerio de Agricultura	Subsidio a la contratación del Seguro Agrícola (Agroseguros)
	Potenciamiento de los mecanismos del Programa de Sistemas de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios (ODEPA)
	Sistemas de alerta y control integrado de plagas y enfermedades.
	Fomento estatal a las inversiones privadas en obras de riego y drenaje.
	Sistema Nacional de Gestión de Riesgos Agroclimáticos (modelo de trabajo SEGRA).
Ministerio de Obras Públicas	Diagnóstico de la vulnerabilidad de las obras del MOP y medidas de adaptación al cambio climático
	Plan estratégico de gestión hídrica en las cuencas de Choapa, Elqui y Limarí
Ministerio de Desarrollo Social y Familia	Incorporación Riesgo de Desastres en evaluación de la inversión pública
Armada de Chile	Reducción de riesgos y enfrentamiento del cambio climático en zonas costeras: Taller sobre estrategias de adaptación al cambio climático y el papel de la colaboración público-privada (Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante - DIRECTEMAR)
	Monitoreo Climático Costero (Servicio Hidrográfico y Oceanográfico -SHOA)
Ministerio de Defensa Nacional	Sistema de Gestión en materia de seguridad Operacional y Medio Ambiente.
Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático	Acuerdos Voluntarios de Gestión de Cuencas
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura	Proyecto "Fortalecimiento de la capacidad de adaptación en el sector pesquero y acuícola chileno al cambio climático "
Ministerio de Energía	Mesa público-privada de adaptación al cambio climático del sector energía.

Fuente: Elaboración propia.

Del total de acciones identificadas un 78% se encuentra en ejecución mientras que un 12% se encuentra ya finalizada.

Un primer grupo de iniciativas considera la dimensión de instrumentos de gestión y políticas públicas que, si bien incluyen la adaptación al cambio climático como un elemento importante en su definición, posee un alcance más amplio. Se incluyen planes, programas estrategias u otros, los cuales permiten delinear y/o coordinar el actuar de otros organismos, ya sean del mismo estado, o en asociación con el sector privado y comunidades. Destacan en esta categoría los Acuerdos Voluntarios para la Gestión de Cuencas (AVGC), impulsados por la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático. Estos acuerdos se configuran como un Convenio de colaboración entre empresas, organismos públicos competentes y otras organizaciones en los territorios, con el objetivo de fomentar la producción limpia, coordinar acciones entre los distintos actores y fomentar el uso y gestión sustentable de los recursos en las cuencas.

Respecto a iniciativas con un foco específico de adaptación, destacan las acciones impulsadas por el Ministerio de Agricultura, en el ámbito del mejoramiento genético específico para condiciones bajo cambio climático por parte del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), y la implementación de un sistema de alerta y control integrado de plagas y enfermedades por parte del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)[28]. De estas iniciativas, la del SAG tiene como objetivo el establecer alertas y pronósticos fenológicos a partir de información meteorológica y agroclimática, alimentar modelos biológicos de desarrollo de plagas y enfermedades, y así estimar las áreas de riesgo para el establecimiento los cultivos, como la determinación del momento oportuno de control de acuerdo al modelo de desarrollo de la plaga. El Sistema Nacional de Gestión del Riesgo Agroclimático es un modelo de trabajo con más de 10 años de vida que fue implementado por la Sección de Emergencias y Gestión de Riesgos Agrícolas (SEGRA) desde 2009, con el fin de abordar un nuevo enfoque: gestión del riesgo en lugar de la gestión de la crisis como estrategia de adaptación a la variabilidad y cambio climático. Este nuevo énfasis está en la acción permanente de gestionar los riesgos para reducir los efectos de los eventos climáticos y manejo acotado, rápido y eficiente de las emergencias; y el traslado del eje, es decir, de la responsabilidad y respuesta del Estado a aumentar la capacidad y responsabilidad de los agricultores para enfrentar por sí mismos los riesgos climáticos[29].

28. https://tizon.inia.cl/

29. Más información sobre el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo Agroclimático en http://dgir.minagri.gob.cl/wp-content/uploads/2019/09/Memoria-Sub-Dpto-IMP-2009-2018-VFINAL.pdf

Recuadro 3-8. Iniciativa de adaptación "Red de Pronóstico Fitosanitario".

Implementada por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), dependiente del Ministerio de Agricultura, se desarrolló el "Sistemas de Alerta Fitosanitario". Este sistema es un conjunto de herramientas sistematizadas compuestos por diferentes capas de información agroclimática, geográfica y biológica que permiten modelar y pronosticar la acumulación térmica diaria, para diferentes áreas agrícolas, por ende, determinar el desarrollo fenológico de plagas claves en los distintos huertos hortofrutícolas del territorio nacional, con el objetivo de alertar y sugerir momentos oportunos de monitoreo y control fitosanitario. Actualmente se encuentra disponible para alertas y pronósticos fenológicos de la plaga *Lobesia botrana*. El fortalecimiento de esta plataforma se realiza a través de proyectos e investigaciones en desarrollo que van a permitir ampliar la información, para estimar el desarrollo de un mayor número de plagas de importancia agrícola en el país. Este sistema permite relacionar variables agroclimáticas con modelos biológicos de desarrollo de la plaga, al estar conectada con la Red Agroclimática Nacional (RAN) y a la Dirección Meteorológica de Chile, agrupando 445 estaciones meteorológicas a nivel nacional. A partir de esto es posible estimar las áreas de riesgo y determinar el momento oportuno de control de acuerdo al desarrollo modelizado.

Si bien estas actividades están enfocadas en la protección fitosanitaria nacional, presentan importantes co-beneficios en materia de adaptación al cambio climático, al proveer alertas tempranas agroclimatológicas, permitiendo la disminución del uso de plaguicidas, ser eficiente en el control de plagas, disminuir los rechazos cuarentenarios en las exportaciones nacionales, disminuir los costos productivos, disminuir la huella de carbono de los sistemas productivos, prever riesgos fitosanitarios, ser más eficiente en el uso de los recursos públicos, mejorar la productividad nacional, disminuir la contaminación entre otras externalidades positivas.

Fuente: http://www.sag.cl/sites/default/files/manual_de_usuario_portal_rpf.pdf.

Fotgrafiao por: Daniel Pineda.

Recuadro 3-9. Mejorando la resiliencia de la pequeña agricultura en la Región de O'Higgins a los impactos del cambio climático.

El Proyecto "Mejoramiento de la Resiliencia al Cambio Climático de la Pequeña Agricultura en la Región de O'Higgins", es financiado por el Fondo de Adaptación, ejecutado por los Ministerios de Agricultura y Medio Ambiente e implementado por Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AGCID). El objetivo principal del proyecto es aumentar la resiliencia a la variabilidad y el cambio climático de las comunidades rurales agrícolas, en el secano costero e interior de la Región de O'Higgins, una de las zonas agrícolas más vulnerables a los impactos del cambio climático, beneficiando a las comunas de Paredones, Pichilemu, Marchigüe, La Estrella, Litueche, Navidad, Lolol y Pumanque. Con el proyecto se implementan soluciones de adaptación holísticas, considerando los diversos rubros de las pequeñas comunidades agrícolas de la zona.

Una de los componentes del proyecto, implementado por la Sección de Emergencias y Gestión de Riesgos Agrícolas (SEGRA), se ha centrado en robustecer el sistema de monitoreo agroclimático. En este sentido, además de mejorar las tecnologías para el monitoreo, se motiva a que los agricultores manejen su propia información (enfoque de ciencia ciudadana) y la usen para sus decisiones de campo (enfoque de adaptación).

Destaca la instalación de las Mesas Agroclimáticas Participativas (MAP), inéditas en Chile, en la Comuna de Marchigüe-La Estrella, con participación exitosa de técnicos y agricultores y sesiones permanentes de trabajo. Los participantes analizan información agroclimática y emiten un boletín agroclimático con sus propias recomendaciones, que son compartidas bajo el concepto de comunidad en redes de WhatsApp, incluyendo información agroclimática, pronósticos y alertas, experiencias y recomendaciones productivas para la temporada. Dado el éxito alcanzado, como estrategia de Extensionismo Rural Moderno comenzaron a funcionar otras MAPs en las comunas de Lolol-Pumanque y Navidad-Litueche.

En el marco de estas MAPs se busca la implementación de prácticas de agricultura regenerativa, Manejo Holístico, Sistema Keyline, Efecto Manada y Ciencia Ciudadana como medidas de acción para la adaptación al cambio climático en zonas de secano.

En materia de fortalecimiento de capacidades, se ha realizado actividades presenciales y cursos on-line que han integrado a personas de las comunas del proyecto en materias de gestión de riesgos e información agroclimática, monitoreo agroclimático, y medidas de prevención.

Se construirá además un Observatorio Agroclimático para la región de O'Higgins con información local, vinculado a redes de información meteorológica e hidrológica.

*En el Extensionismo Rural Moderno la extensión no es una estructura monolítica, sino que un proceso continuo, educacional por el que se comunica información útil a la población y luego se le ayuda a adquirir conocimientos, y aptitudes para aprovecharla ventajosamente y construir una vida mejor para sí mismos, sus familias y la comunidad. Se brinda apoyo técnico en el manejo de los predios con la identificación de problemas, asesorías y conservación del medio ambiente.

Fotografía: Mesa Agroclimática Participativa de Marchigüe.

Fuente: http://cambioclimatico-ohiggins.cl/ .

Para el ámbito de la infraestructura, se reporta un importante número de acciones vinculadas a la planificación, gestión y protección de cuencas, cauces e infraestructura hídrica en respuesta a la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos, así como de apoyo a comunidades rurales para la construcción de obras de aprovisionamiento de agua potable.

Respecto del fortalecimiento de capacidades, existe una serie de acciones de capacitación a los equipos técnicos de reparticiones públicas; la ejecución de Diplomados en cambio climático; la colaboración con organizaciones locales y el desarrollo de capacidad de adaptación de actores específicos. En este sentido destaca el proyecto titulado "Fortalecimiento de la capacidad de adaptación en el sector pesquero y acuícola chileno al cambio climático" (Recuadro 10) y la iniciativa regional "Fortalecimiento de los sistemas nacionales y regional de monitoreo y gestión de riesgos de la sequía e inundaciones en un contexto de cambio climático y desertificación en los países andinos", financiada por el Proyecto EUROCLIMA+ y coordinada dentro del país por la Dirección Meteorológica de Chile (Recuadro 11).

Recuadro 3-10. Iniciativa de adaptación en el Sector Pesquero y Agrícola Chileno.

El sector pesquero artesanal se considera como uno de los más vulnerables ante los impactos del cambio climático, lo que, sumado a la sobreexplotación, pesca ilegal, no declarada y no reglamentada y la degradación y contaminación del hábitat marino, pone de manifiesto la urgente necesidad de tomar acciones concretas a corto plazo. En este escenario, la adaptación al cambio climático es fundamental para el desarrollo sustentable de la pesca y la acuicultura en Chile.

El proyecto "Fortalecimiento de la Capacidad de Adaptación en el Sector Pesquero y Acuícola Chileno al Cambio Climático", ejecutado por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) y el Ministerio del Medio Ambiente, e implementado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) con financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), tiene el objetivo central de reducir la vulnerabilidad y aumentar la capacidad de adaptación al cambio climático del sector pesquero artesanal y acuícola de pequeña escala. El proyecto se inició en abril del 2017 y se implementará hasta junio de 2021, en cuatro caletas piloto: Riquelme (Tarapacá), Tongoy (Coquimbo), Coliumo (Biobío) y El Manzano-Hualaihué (Los Lagos).

Para el logro de sus objetivos, se ejecutan acciones que apuntan a generar e instalar capacidades de adaptación a nivel nacional, regional y local, mediante cuatro componentes: 1. Fortalecimiento de las capacidades institucionales públicas y privadas, que incluye coordinación; diseño de sistemas de información para la toma de decisiones; y programas de capacitación para funcionarios públicos y tomadores de decisión; 2. Mejoravmiento de la capacidad de adaptación de la pesca artesanal y la acuicultura de pequeña escala, mediante el desarrollo de programas de fortalecimiento y capacitación de comunidades y organizaciones pesqueras y acuícolas en materia de cambio climático; implementación de monitoreo local de variables ambientales de cambio climático; desarrollo de prácticas productivas y ambientales, que incorporen tecnología, innovación y mejoramiento de la gestión; 3. Fortalecimiento del conocimiento y la sensibilización sobre el cambio climático y las comunidades pesqueras y acuícolas y 4. Monitoreo, evaluación y diseminación de la información.

Fotografía: Caleta El Manzano, Proyecto SUBPESCA, MMA, FAO-GEF.

Fuente: http://www.subpesca.cl/portal/617/articles-97383_recurso_2

Recuadro 3-11. Gestión de riesgos de la sequía e inundaciones en un contexto de cambio climático.

Con el objetivo de reducir los impactos sociales y económicos asociados a las inundaciones y sequías en los países del oeste de Sudamérica, se desarrolla desde enero del 2019 el proyecto "Fortalecimiento de los sistemas nacionales y regional de monitoreo y gestión de riesgos de la sequía e inundaciones en un contexto de cambio climático y desertificación en los países andinos", financiado por el Componente de EUROCLIMA+: Gestión de Riesgo.

El Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño, CIIFEN, es la agencia implementadora de este proyecto, que además cuenta con la colaboración de la Agencia Estatal de Meteorología del Gobierno de España, AEMET, y la Organización Meteorológica Mundial, OMM.

El proyecto tiene un período de ejecución de 36 meses y los países involucrados en las actividades son: Bolivia, Colombia, Chile, Ecuador, Perú y Venezuela.

El proyecto busca fortalecer los servicios climáticos regionales y los sistemas nacionales para la gestión de los riesgos de desastres por sequías e inundaciones, e implementar sistemas locales de información, alerta temprana y mitigación de los impactos de estos eventos, en áreas designadas en cada país.

Con este proyecto se espera contribuir difundiendo sus acciones, logros e impactos en cada país a través de los socios y co-ejecutores nacionales y sus redes institucionales; las redes de contactos y difusión del CIIFEN a nivel regional y sus vínculos institucionales con las agencias del Sistema de Naciones Unidas y sus equipos de comunicación: OMM, UNISDR, así como organismos intergubernamentales como la SGCAN; las redes iberoamericanas con las que los SMHN y el CIIFEN tienen especial interacción como la CIMHET, la RIOCC y la CODIA. Además se publicarán guías técnicas y tutoriales virtuales.

Fuente: http://ciifen.org/euroclimaplus/

5.3.2 Empresas

La implementación de acciones de adaptación y su caracterización en las Comunicaciones Nacionales se ha concentrado en el ámbito del sector público. Sin embargo, a partir de cómo ha aumentado la relevancia del tema en las empresas y actividades privadas, además del desarrollo de diversas instancias de intercambio y colaboración con organismos del Estado, se hace importante reportar sus avances en la implementación de acciones de adaptación. Dependiendo de su actividad y el sector al cual pertenecen, las empresas pueden verse fuertemente afectadas ya sea por impactos directos o indirectos sobre sus propias operaciones o sobre otros componentes de su cadena de valor, afectando a sus clientes, proveedores, a su entorno territorial y las comunidades en donde desarrollan sus actividades o debido a cambios normativos o los patrones de consumo de sus productos (Acción Empresas, 2018). Asimismo, las empresas se encuentran en una excelente posición respecto a visualizar y capitalizar los potenciales beneficios de la adaptación al clima a partir de nuevas condiciones.

En el levantamiento de acciones privadas de adaptación, se logró identificar un total de 48 iniciativas, siendo 22 de estas de los sectores silvoagropecuario (23%), energía (19%), producción industrial (17%), minería (13%) y servicios sanitarios (13%), así como en menor medida en otras empresas de servicios, *retail*, transporte, salud y servicios financieros (Tabla 8).

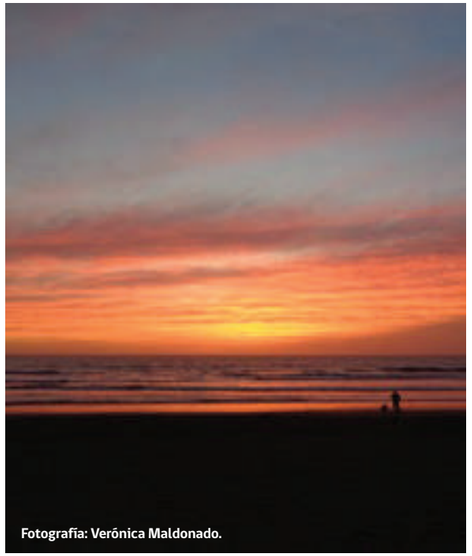

Fotografía: Verónica Maldonado.

Tabla 3-8. Ejemplos de acciones e iniciativas de adaptación desarrolladas por las empresas según sector.

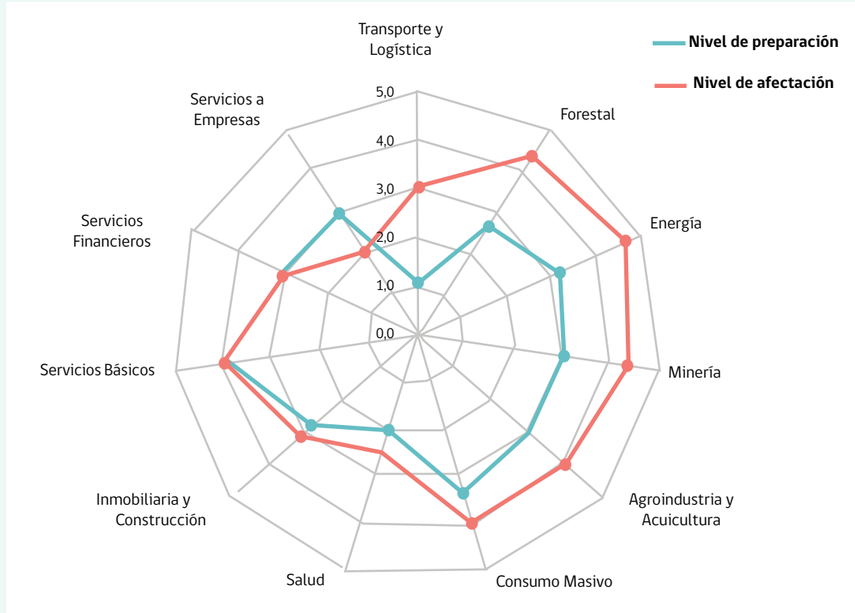
Sector	Empresa	Ejemplo de Iniciativa
Energía	Enel Chile	Plan de conservación para la cuenca del Maule en el cual se investiga el potencial de conservación de áreas naturales funcionales a la conservación del recurso hídrico y definir un plan de acción colaborativo
	Colbún	Diseño e implementación de un equipo de limpiezas de sedimentos en cámara de carga para proteger las turbinas de desgaste debido a gran cantidad de sedimentos en períodos de deshielo.
	Transelec	Mejoras en la vinculación con actores relevantes para combatir incendios: CONAF, ONEMI, Ejército de Chile, entre otros
	ENAP	Instalación de turbina a gas natural en Planta cogeneradora de Aconcagua que operará con un ciclo cerrado de condensado/vapor con la refinería situada en la misma cuenca del Río Aconcagua, permitiendo mantener constante el consumo global de agua respecto a la situación actual.
Minería	Anglo American Chile	Evaluación de impacto del cambio climático en el negocio mediante estudios de modelación climática de última generación para Los Bronces
	Minera Escondida	Desarrollo de plantas desalinizadoras de agua para incorporar en las minas de cobre. Entregando un marco de referencia para plantas desalinizadoras de agua a nivel industrial y grandes escalas
Otros servicios	Deuman	Desarrollo de Planes de Adaptación que consta de análisis de situación actual, análisis de vulnerabilidad, Plan de acción y hoja de ruta de corto plazo
	Consultora Técnica Sustrend	Recarga de Acuíferos artificial para la Comunidad de Aguas Subterráneas en el valle de Copiapó
Producción Industrial	CCU	Mejoras CD Copiapó reforzando muro perimetral contra aluviones
	Cristal Chile	Regeneración de ablandadores de agua debido a las alzas de temperatura
Retail	Cencosud S.A.	Plan Reducción hídrica en las operaciones, reduciendo consumo en 10%
Salud	BUPA	Para reducir el consumo de agua se propone utilizar grifos con aireadores de flujo
Servicios financieros y seguros	RaboFinance	A nivel casa matriz se definió una Climate Action Plan con 8 iniciativas principales. Algunas son aplicables localmente, otros son más aplicable a nivel del grupo /casa matriz (como el TFCD reporting).
Servicios Sanitarios	Aguas Andinas	Construcción de mega estanque de Pirque con el fin de aumentar el número de horas de autonomía del servicio de abastecimiento hasta 34 horas, en respuesta a fenómenos hidrometeorológicos extremos
		Implementación de sistemas de búsqueda de fugas dentro del sistema de distribución de agua utilizando gas Helio e implementación de indicadores de rotura
Silvoagropecuario	CMPC	Nuevas formas de Financiamiento Verde para proyectos de eficiencia energética, prevención de contaminación, manejo forestal sostenible, edificios verdes, biodiversidad y conservación, agua, y productos eco-eficientes
		Desarrollo de Proyecto Eucahydro, destinado a optimizar el uso del agua mediante una selección temprana de genotipos de *eucalyptus globulus, nitens* e híbridos. Iniciativa que promueve utilizar selectivamente los genotipos de menor impacto ambiental en situaciones y sitios de escasez de agua
	Granja AgroAcuicola Diaguitas EIRL	Sistemas biointegrados de producción animal y vegetal que recircula el agua y nutrientes que producen los peces, luego se envía a sistemas hidropónicos para después retornar el agua otra vez a los peces
	IANSA	Mediante el sistema Aquasat se monitorean las superficies de siembra de remolacha para generar mapas de evapotranspiración a través de imágenes satelitales, de esta forma gestionar de forma eficiente el riego

Sector	Empresa	Ejemplo de Iniciativa
Transporte	METRO S.A.	Incorporación de aire acondicionado en gran parte de la flota de trenes, y pasillos de inter-circulación para transportar un mayor número de personas por viaje

Fuente: Elaboración propia a partir de Acción Empresas (2018), encuestas MMA y tallares de trabajo 4CN).

En línea con lo anterior, existe una importante diversidad en los niveles de afectación y preparación declarados por las empresas de distintos sectores, tal como se presenta en la Figura 41.

Figura 3-41. Auto declaración de nivel de afectación y preparación frente al cambio climático .



Fuente: Acción Empresas, 2018.

Fotografía: Valeria Pizarro.

En términos del nivel de avance en el desarrollo de medidas en respuesta a estas condiciones, aquellos sectores más directamente vinculados a los recursos naturales como los sectores forestal, agrícola, de energía o servicios sanitarios, presentan un mayor grado de avance y diversidad en las acciones desarrolladas, combinando iniciativas de evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo, el diseño de medidas de adaptación e implementación de las acciones resultantes.

Recuadro 3-12. Iniciativa de adaptación "Adaptación en infraestructura de provisión de agua potable".

CEl agua potable cumple la normativa de calidad que le permite ser consumida sin riesgo para la salud de la población. Las interrupciones en el servicio son, sin dudas, de un gran impacto en la población, por lo que son eventos a evitar permanentemente. Las causas de dichas interrupciones son variadas, entre las que se incluye más recientemente el cambio climático. La generación de eventos con altas turbiedades en ríos que son las fuentes superficiales de abastecimiento de agua potable, es uno de los fenómenos que provocan el cierre de plantas de tratamiento y, por ende, la interrupción del servicio. Fenómenos de este tipo, que están ocurriendo en el río Maipo, desde donde se abastece la ciudad de Santiago de Chile, han aumentado su frecuencia en los últimos años, obligando a Aguas Andinas a estudiar el fenómeno e implementar medidas de adaptación, que disminuyan el riesgo de cortes de suministro. Las acciones implementadas en una primera etapa fueron variadas, y consideraron la construcción de un acueducto de conexión entre la Laguna Negra y la Planta Las Vizcachas, la construcción de una primera batería de estanques de respaldo por un total de 225.000 m^3 y la perforación de pozos con una capacidad de 300 l/s, permitieron aumentar la autonomía de la producción de agua potable desde 4 a 9 horas en caso corte del suministro. Debido a que los eventos de alta turbiedad continuaron aumentando en número y duración del evento de corte, se debió avanzar en una segunda etapa que considera la construcción de seis estanques de agua cruda con capacidad de 1,5 millones de metros cúbicos, con lo cual se aumenta la autonomía desde 9 a 32 horas.

Fuente: Vicuña et al, 2020.

Por la naturaleza de sus actividades, gran parte de las medidas de adaptación implementadas por las empresas poseen un alcance territorial local y con algunas iniciativas de alcance regional. Destaca el rol de las agrupaciones de empresas con foco en la temática de cambio climático, como lo son Acción Empresas y Líderes Empresariales por la Acción Climática (CLG-Chile), como articuladores y promotores de la temática de cambio climático y adaptación en el contexto nacional. Así mismo, existen acciones coordinadas en el territorio colaborativas con el sector público como es el caso del Acuerdo Voluntario para la Gestión de Cuencas impulsado por la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático, en el cual se generó un espacio de desarrollo multiactor, donde las diferentes organizaciones firmaron voluntariamente acuerdos y compromisos para fomentar la producción limpia y el desarrollo sustentable en cuencas con actividades productivas.

5.3.3 Gobiernos locales y comunidades

Los gobiernos locales tienen un rol clave a la hora de enfrentar los riesgos y amenazas que presenta el cambio climático, ya que los impactos se exhiben a escalas territoriales pequeñas, a partir de la expresión de la amenaza climática en el territorio, la exposición de sus distintos elementos, la vulnerabilidad y la capacidad de respuesta del sistema social o natural en cuestión.

En el ámbito municipal se identificaron un total de 35 iniciativas desde 14 Municipios y 3 Gobiernos Regionales, donde destacan los ámbitos de conservación del medio ambiente (34%), iniciativas vinculadas a la difusión, educación y comunicación ambiental (23%), así como iniciativas vinculadas a un mejor conocimiento del clima, y la protección y/o generación de nuevas fuentes de agua (11%). Como es de esperar, la mayoría de las medidas cuentan con un alcance territorial comunal, con algunas excepciones como lo es la iniciativa "Ruta del Agua", impulsada por un importante conjunto de municipios asociados al área Metropolitana de Concepción (Recuadro 13) en materia de protección de recursos hídricos. Del total de iniciativas identificadas, un 65% se encuentran en ejecución, un 31% aprobadas sin ejecutar y un 4% ya finalizadas. En lo que respecta al financiamiento un alto número de las iniciativas cuenta con financiamiento propio del municipio, así como también participación de fondos públicos de origen regional o nacional. La Tabla 9 presenta algunas iniciativas destacadas implementadas por municipalidades a lo largo de Chile.

Tabla 3-9. Ejemplos de iniciativas de adaptación desarrolladas por gobiernos subnacionales.

Gobierno/Municipio	Nombre iniciativa
Varios municipios del área del Gran Concepción (Ver Recuadro 13)	Ruta del Agua: Protección y puesta en valor de los humedales urbanos del área Metropolitana de Concepción
Municipalidad de Carahue	Construcción de piscinas acumuladoras de agua lluvia para riego en sectores rurales de la comuna
Municipalidad de Gorbea	Educación y comunicación mediante TI sobre diferentes variables climáticas a la población con el fin de adaptarse a los cambios y reducir riesgos
Municipalidad de Lo Prado	Conformación de Gabinete ante el cambio climático, plan local ante el cambio climático, Proyecto ESCO.
Municipalidad de Los Lagos	Programa de sensibilización ciudadana como estrategia de adaptación al cambio climático
Municipalidad de María Pinto	Diseño de Bosque en Plazas de María Pinto que aporte a los corredores biológicos, a través de densidades de plantación de árboles nativos
Municipalidad de Nueva Imperial	Construcción de pequeños y medianos reservorios o tranques de agua
Municipalidad de Peñalolén	Paisaje de Conservación, modelo de gestión que incentive buenas prácticas ambientales en el corredor biológico de montaña
Municipalidad de Pintana	Estrategia local de Cambio Climático
Municipalidad de San Pedro de la Paz	Plan Regulador Comunal que identifique áreas relevantes según recursos naturales y de cara a la mitigación a la crisis climática
Municipalidad de Renca	Programa Noche Digna que entrega hogar temporal a personas en condición de calle para protegerlos de condiciones climáticas extremas
Municipalidad de Talcahuano	Educación y prevención de riesgos provocados por fenómenos naturales hacia la ciudadanía
Municipalidad de Torres del Paine	Plan Local de Cambio Climático Comuna Torres del Paine que orienta la integración del cambio climático en gestión local a través de distintas acciones, medidas de adaptación y mitigación
Gobierno Regional de Valparaíso	Elaboración Plan de Gestión Reserva Biósfera *La Campana-Peñuelas*, apunta a un modelo de gestión, gobernanza y administración, en el cual se aplica una cartera de acciones para mejorar la calidad del desarrollo sostenible del área de la reserva
Gobierno Regional de Los Lagos	Plan de Acción Metropolitano Puerto Montt - Puerto Varas, estudios de mitigación y vulnerabilidad al Cambio Climático, a través de análisis de riesgos y amenazas, análisis probabilísticos de inundación y definición de escenarios

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas MMA y tallares de trabajo 4CN.

Recuadro 3-13. Iniciativa de adaptación "Ruta del Agua"

Conscientes del valor ambiental, histórico, cultural y paisajístico de los humedales urbanos, los desafíos de ordenamiento territorial que enfrentan las ciudades, así como la lucha contra el cambio climático, los municipios de Coronel, Lota, San Pedro de la Paz, Penco, Talcahuano, Hualpén y Concepción han desarrollado el proyecto metropolitano "Ruta del Agua", cuyo objetivo es poner en valor el sistema hídrico del área metropolitana de Concepción protegiendo y promocionando los humedales como espacios urbanos de valor ecológico y social, para así poder hacer frente a los desafíos que plantea el cambio climático, como la disminución del recurso hídrico disponible para consumo humano y los desastres, entre otros.

Este proyecto contempla un protocolo de Conservación y Protección de los Humedales Urbanos del Área Metropolitana, que incluye una serie de iniciativas a ser implementadas por los distintos municipios y que significará la protección de 3.517 hectáreas. Se considera la conservación y restauración ecológica de la Laguna Playa Negra en Penco, con una inversión de CLP$7 mil millones; en el caso de Talcahuano, el proyecto contempla el Parque Santa Clara, la Laguna Recamo - Redacamo, la habilitación de un Buffer Industrial y una zona de protección de marisma, Boulevard Manuel Montt y Área Verde Mirador, por un total de CLP$15 mil millones. En el caso de Concepción, los recursos estimados en CLP$23 mil millones estarán dirigidos a la habilitación del humedal Tucapel, de los bordes exteriores del humedal Paicaví y el corredor verde Cerro Chepe - Humedal Paicaví.

Con CLP$14 mil millones, se intervendrá el humedal Vasco de Gama, la limpieza y habilitación de la Laguna Price, y el eje verde peatonal y ciclista de acceso al humedal. En la comuna de San Pedro de la Paz se propone la construcción de los Boulevard Laguna Chica y Laguna Grande, la recuperación de la Laguna Villa San Pedro, el Parque Los Batros y la recuperación de dicho humedal, con una inversión de CLP $16 mil millones. Por su parte en Lota y Coronel, el proyecto incluye trabajos por más de CLP$38 mil millones, destinados a un Teleférico conexión con Fuerte Viejo, recuperación del Estado Colcura, corredor verde en el mismo sector (canal y humedal) y en Coronel, intervenciones en el Parque Humedal Boca Maule, Calabozo, paseos recreativos en el Estero La Posada y Villa Mora.

Fuente: http://www.ecoronel.cl/wp-content/uploads/2014/01/PROTOCOLO-HUMEDALES-2017.pdf.

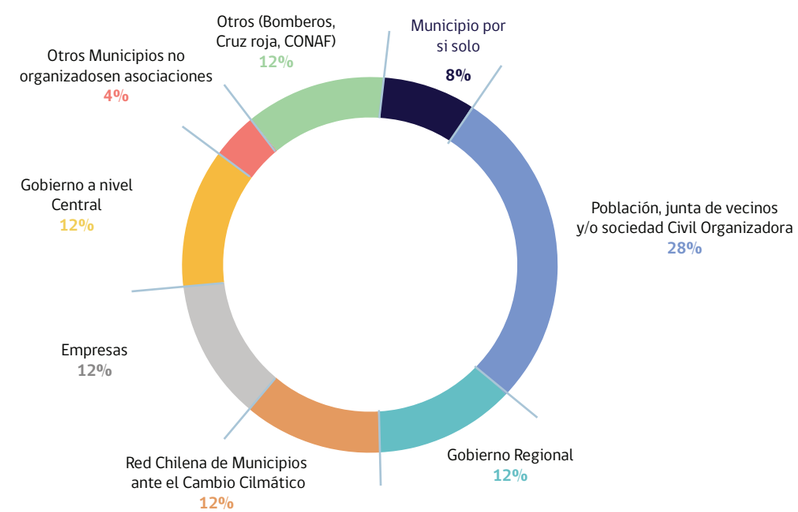
Fotografía: Verónica Maldonado.

Destaca la alta proporción de iniciativas que responde a algún instrumento de planificación, ya sea regional o comunal. Por otra parte, existe un importante avance desarrollado en el marco de la Red de Municipios ante el Cambio Climático que ha permitido que en el periodo 2015 a 2020, 32 municipios a lo largo del país cuenten con Planes Locales de Cambio Climático. Estos planes consideran una agenda en las áreas temáticas de agua, energía, ecosistemas, salud, gestión de residuos, transporte y movilidad, cultura e identidad, infraestructura, crítica y gestión del riesgo de desastres.

Un aspecto muy interesante para destacar es que casi la totalidad de las acciones desarrolladas por los municipios (92%) se realizan en colaboración con otros actores de la sociedad, entre los que se cuentan ONG, asociaciones comunitarias como juntas de vecinos, redes de colaboración municipal (como la Red de Municipios ante el Cambio Climático o Comuna Energética), empresas, y otros estamentos de gobierno (Figura 42).

Fotografía: Roberto Lopez.

Figura 3-42. Porcentaje de las acciones de municipios según colaboración con otros actores de la sociedad.



Fuente: Elaboración propia.

Recuadro 3-14. Soluciones basadas en la naturaleza de Chile.

La NDC Chilena (MMA, 2020) incorpora un pilar social de transición justa y desarrollo sostenible, para asegurar su adecuada implementación. Entre los criterios que deben ser considerados en el diseño, implementación y seguimiento de cada compromiso, se incluyen las soluciones basadas en la naturaleza (SbN)

Diversas iniciativas en el país, dan cuenta de la incidencia y relevancia cada vez mayor, que se le otorga a esta temática.

A continuación se mencionan dos proyectos que utilizan el concepto de soluciones basadas en la naturaleza como eje estructurante de su diseño. Estos proyectos representan diferentes escalas de intervención urbana, así como también diferentes formas de gobernanza.

El proyecto "Plan de infraestructura verde urbana de Llanquihue", responde a la necesidad de restaurar humedales urbanos localizados en la ciudad de Llanquihue, Región de Los Lagos. Este proyecto surge en el marco de una investigación aplicada desarrollada por el magister de arquitectura del paisaje de la pontificia Universidad Católica de Chile (PUC) y la Fundación Legado de Chile. Desde el año 2017, se implementa el "Plan de Acción Medioambiental" el cual utiliza una metodología innovadora en Chile integrando la participación de juntas de vecinos, establecimientos educacionales, autoridades municipales y secretarias regionales ministeriales para la planificación de ecosistemas urbanos. En este contexto, emerge el plan de infraestructura verde urbana, como una estrategia prioritaria para abordar la restauración de humedales urbanos de la ciudad de Llanquihue que se encontraban en estado de degradación y abandono.

El Plan de Infraestructura Verde de Llanquihue aborda tres objetivos estratégicos: restaurar, habitar y conectar. En primera instancia, busca restaurar la ecología de borde de los ecosistemas urbanos, entendida como pieza clave para su puesta en valor e integración a nivel de ciudad. De forma complementaria, los proyectos detonantes del Plan buscan habitar estos espacios, integrando programas sociales en las iniciativas de restauración y rehabilitación de los ecosistemas urbanos, promoviendo la apropiación sustentable por parte de la comunidad.

Por último, la acción de conectar los diversos ecosistemas urbanos mediante una red continua de espacios públicos está orientada a conformar circuitos y corredores que enlazan social y ecológicamente las diversas unidades (Moreno 2019:87).

El plan contempló la consolidación de un "proyecto detonante" denominado Parque humedal Baquedano. Este humedal de una hectárea de superficie, se encontraba en estado de degradación, debido a la presencia de microbasurales y a la perdida de vegetación nativa. El proyecto consideró la restauración de los ecosistemas de borde, la recuperación de la lámina de agua, la habilitación de circulaciones y áreas programática (Moreno 2019)

Un segundo proyecto que utiliza el concepto de soluciones basadas en la naturaleza es el parque Kaukari localizado en el lecho del río Copiapó, en la ciudad de Copiapó, Región de Atacama. Este proyecto es un buen ejemplo de una medida de adaptación ante la amenaza de aluviones, al mismo tiempo que configura un espacio público de calidad utilizando el concepto de SbN. El parque Kaukari comenzó a gestarse en el año 2011 y su primera fase de construcción se completó el año 2013. El proyecto total contempla la consolidación de 60 hectáreas lo cual lo sitúa como uno de los parques más grandes de Chile.

El lecho del río Copiapó se encontraba en un estado de abandono y alta degradación debido a la presencia de microbasurales, extracción de áridos y relaves mineros. El objetivo del proyecto, a cargo Teodoro Fernández Arquitectos, fue recuperar el lecho del río en cuanto a su condición de espacio público, sistema hidrológico y corredor verde. Para ello, se incorporaron estrategias de intervención tales como: paseos de borde, plazas aterrazadas, revegetación de riberas y arboledas, con especial atención en el uso de especies aptas para subsistir en contextos áridos y de materialidades coherentes con la estética y cultura del desierto. Uno de los aspectos más sobresalientes del diseño del parque fue la conexión que se hizo entre el lecho del río y la ciudad mediante rampas, escaleras y taludes. Este aspecto permite que los habitantes de Copiapó puedan circular y disfrutar del río como un espacio público de calidad (Fernández & Courard 2018).

Ambos proyectos representan buenos ejemplos de SbN. Por un lado, el parque Kaukari es un proyecto de gran escala que, si bien fue demandado por la comunidad local, se construyó por iniciativa estatal (Top Down) y en un plazo de varios años. En cambio, el plan infraestructura verde urbana de Llanquihue surge como una iniciativa del magister de arquitectura UC y la Fundación Legado de Chile (Bottom up) que luego fue financiada por Innova CORFO, a través de fondos adjudicados en la convocatoria Prototipos de Innovación Social Región de Los Lagos 2017.

Fotografía: Tomás Gómez.

Fotografía: MAPA UC y FLC, 2018.

Fuente: http://www.ecoronel.cl/wp-content/uploads/2014/01/PROTOCOLO-HUMEDALES-2017.pdf.

5.3.4 Organizaciones No Gubernamentales

Las organizaciones de la sociedad civil, agrupadas en diversos Organismos No Gubernamentales u ONG, son actores clave a la hora de entender la expresión del cambio climático en los territorios, las necesidades de sus habitantes y los sistemas naturales que los albergan, y desde esa posición, proponer y ejecutar acciones y recomendaciones de adaptación.

Se identificaron 15 iniciativas de adaptación al cambio climático, de las cuales el 85% se encuentran vinculadas de manera importante al ámbito de conservación y biodiversidad, lo que se explica en gran medida por el foco temático de estas organizaciones. Estas soluciones incluyen acciones directas en el territorio, como la implementación de sistemas de captación de aguas lluvia, en respuesta a la sequía para comunidades rurales, y recuperación y restauración de ecosistemas naturales. Asimismo, una parte importante de las iniciativas considera el levantamiento de información sobre impactos del cambio climático, su difusión y uso en acciones de educación ambiental o en la configuración de planes de acción y capacitación en conjunto con otros actores, como municipios o comunidades locales. La Tabla 10 presenta algunas iniciativas registradas.

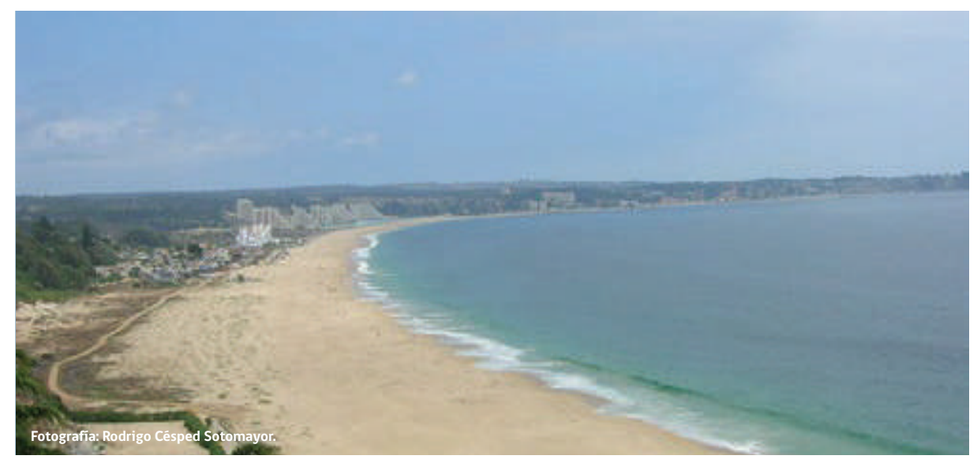

Fotografía: Rodrigo Césped Sotomayor.

Tabla 3-10. Ejemplos de acciones de adaptación desarrolladas por Organismos No-Gubernamentales (ONGs).

ONG	Nombre iniciativa
Fundación CRATE	Captación de aguas lluvias para una mejor calidad de vida de las familias en el Secano Interior de la Diócesis de Talca: Implementación de sistemas de acumulación de agua lluvias, para el riego de pequeñas huertas en épocas de verano.
Caritas Chile	Respuestas locales de adaptación comunitaria al cambio climático: aumentar la resiliencia en una serie de comunidades para hacer frente a las consecuencias del cambio climático.
Wildlife Conservation Society Chile	Análisis de vulnerabilidad y plan de acción de biodiversidad ante el cambio climático para una compañía minera, con el objetivo de establecer un plan de acción que permita contribuir a la adaptación de dichos componentes a los efectos del Cambio Climático.
WWF	Desarrollo de alianzas para la gestión de la restauración de bosques a escala de paisaje en Nahuelbuta, en asociación con el Gobierno Regional del Biobío, junto a la Asociación de Municipalidades de dicha región, Fundación Nahuelbuta.
Fundación Ciudad Emergente	Capacitación a Municipios en el "Desafío de las Ciudades", consiste en ingresar a la plataforma CDP todas las acciones de mitigación y adaptación realizadas por los gobiernos locales para optar de esa forma una asesoría para mejorar sus acciones para enfrentar el cambio climático.
CODEFF	Plan de acción de cambio climático en Aves y Biodiversidad en Chile. Impacto del CC en los pingüinos de Humboldt y Magallanes.
Océana	Áreas marinas protegidas y capacitación de sus comunidades: Gestión que involucra capacitación y apoyo a las comunidades costeras para la creación de AMPs con lo cual logramos identificar y luego conservar lugares únicos a lo largo de chile. Lugares que poseen una biodiversidad extraordinaria y que además logran mitigar y adaptar al cambio climático comunidades costeras de pescadores artesanales.
TERRAM	Levantamiento de información y publicación de análisis sobre pérdida de bosque esclerófilo en la zona central de Chile, procesos de erosión y agua entre las regiones de Coquimbo y O'Higgins.
Fundación Mongeal Mapu	Desarrollo sustentable para adaptación al cambio climático en el valle de Colchagua (Chépica y alrededores), a través de talleres participativos teórico-prácticos enfocados en el manejo de recursos hídricos.
Corporación de Desarrollo Rural Colchagua	Formación de líderes juveniles para la adaptación y mitigación del cambio climático, y así promover la acción regular de generación de propuestas, vigilancia y control de la ciudadanía sobre la acción pública.

Fuente: Elaboración propia a partir de información MMA, y tallares de trabajo 4CN.

Sobre el alcance territorial, la mayoría de las medidas se concentraron en comunas específicas a lo largo de Chile o enfocadas en sistemas naturales característicos como la Cordillera de Nahuelbuta, el bosque esclerófilo de la zona central del país, o asociadas a áreas naturales protegidas. Del total de acciones la mayor parte se encuentra en ejecución y siendo un porcentaje mayoritario financiadas a partir de fondos internacionales. En este sentido se hace evidente la necesidad de fortalecer los mecanismos y la oportunidad de acceso a financiamiento local a estas organizaciones, toda vez que, como se presentó anteriormente, poseen un valioso nivel de vinculación e integración con organizaciones comunitarias y del territorio.

6. BRECHAS, OBSTÁCULOS Y NECESIDADES

6.1 Introducción

En respuesta a los cada vez más evidentes y diversos riesgos derivados del cambio climático, se hace necesario identificar aquellos factores limitantes de la acción climática. Estos factores limitantes se abordan en esta sección separándolos de la siguiente manera: (1) brechas y desafíos para avanzar en la adaptación en Chile; (2) obstaculizadores que se encuentran en el contexto donde operan los diversos actores; y (3) las necesidades que pasan a ser limitantes al funcionamiento de estos diversos actores. Las dos primeras categorías son amplias ya que afectan a distintos actores de forma transversal. La última categoría es más específica a la manera de operar de cada actor y por eso se ha separado su descripción en función del tipo de actor.

6.2 Brechas

En el marco del trabajo de la Mesa de Adaptación del Comité Científico COP25, durante el año 2019, se identificaron y caracterizaron brechas para la adaptación al cambio climático, en un esfuerzo de síntesis de las contribuciones de la comunidad científica nacional al quehacer en la materia.

Se categorizaron cuatro ámbitos para las brechas identificadas. El primero, referido a brechas asociadas a conocimiento y capacidades, que dan cuenta de la identificación de las necesidades de adaptación, y de diseñar e implementar las medidas de adaptación requeridas de manera participativa, estas incluyen: (1) mejorar, actualizar y ampliar los análisis de amenazas y riesgos asociados al cambio climático a una escala espacial de región y comuna; (2) fortalecer la participación de distintos actores sociales y en todos los niveles administrativos del territorio nacional, con énfasis en el nivel local y sus comunidades; (3) medir el avance en la adaptación, a través de metas e indicadores; y (4) generar las capacidades tanto para el desarrollo como la implementación y adopción de tecnologías requeridas para la adaptación.

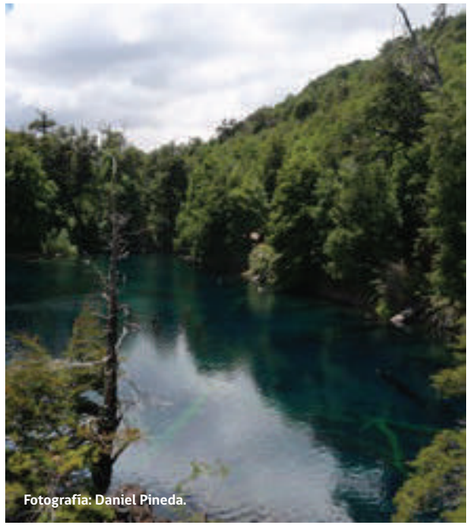
El segundo ámbito incluye aquellas brechas asociadas a instrumentos de políticas públicas, éstas son principalmente: (1) reforzar la implementación de las acciones comprometidas en el Plan Nacional de Adaptación y en los Planes Sectoriales de Adaptación; y (2) reforzar el desarrollo de Planes de Acción Regionales (PARCC).

En tercer término están las brechas relacionadas a elementos que pueden considerarse obstaculizadores o facilitadores para la adaptación, dependiendo de si se manifiestan de un modo que retrase o impida la implementación de medidas. Los principales elementos identificados son: arquitectura-estructura institucional, recursos económicos, sistema de gobernanza, visión de corto plazo, iniciativas en paralelo y voluntad política.

Por último, están las brechas asociadas a la incorporación de temas emergentes, es decir, a temáticas que están surgiendo en el ámbito de la adaptación al cambio climático en Chile; a temáticas que, a pesar de existir, necesitan más énfasis; o a temáticas en las que hay un vacío, ya que no han sido consideradas[30].

6.3 Obstaculizadores

Además de las brechas, se profundizó el ejercicio de identificación de obstaculizadores de la adaptación, más allá de lo realizado por la academia bajo el marco del Comité Científico COP25, bajo la perspectiva y experiencia de municipios, organizaciones no-gubernamentales (ONG) y empresas. Estos factores, de ser atendidos, permitirán una adaptación al cambio climático más transversal y efectiva. La Tabla 11 presenta los obstaculizadores más relevantes para estos actores, los argumentos por los cuales los definen como obstaculizador, así como propuestas para su solución. La definición detallada de los distintos factores obstaculizadores y facilitadores se presenta en Aldunce y Vicuña, (2019a).



Fotografía: Daniel Pineda.

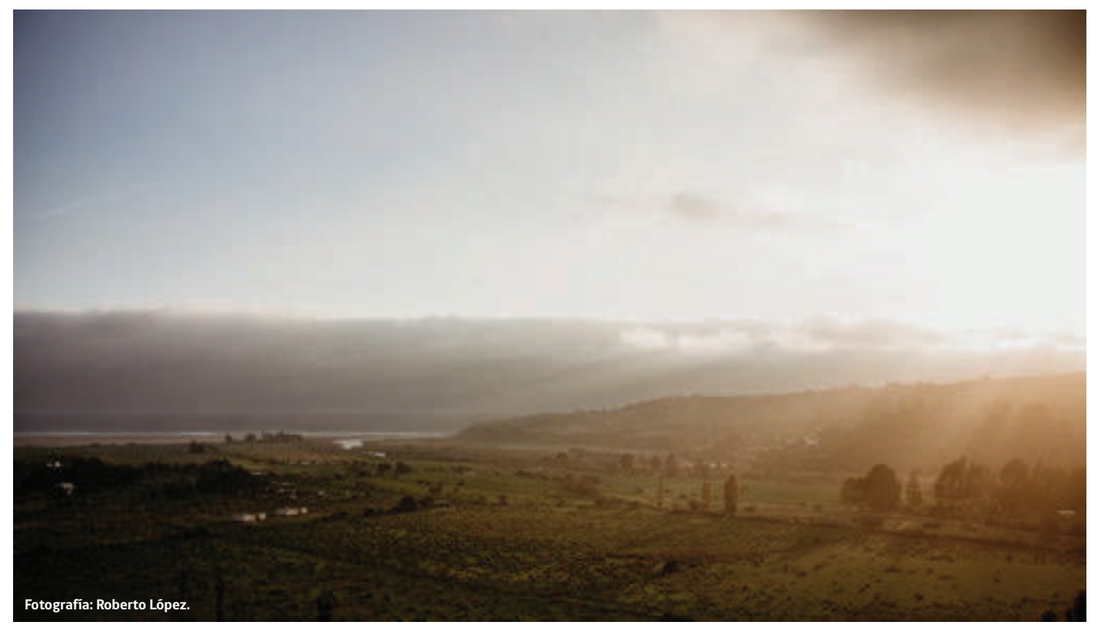
30. Más información se puede consultar en el reporte del Comité Científico para la COP25: "Adaptación al cambio climático en Chile: Brechas y recomendaciones", disponible en: https://www.minciencia.gob.cl/comitecientifico/documentos/mesa-adaptacion/1.Adaptacion-Brechas-Aldunce.pdf

Tabla 3-11. Principales obstaculizadores para la implementación de acciones de adaptación, su descripción y recomendaciones.

Actor	Factor obstaculizador	Características obstaculizadoras identificadas	Recomendaciones
Gobiernos Locales	• Financiamiento	• Fondos relacionados a cambio climático y medio ambiente son escasos. • Los procesos de acceso y administración de fondos son largos y complejos, afectando con esto principalmente a comunas más pequeñas y de menores recursos. Bases para acceder a fondos no consideran estas particularidades.	• Bases y concursos que faciliten la formulación de proyectos. • Entrega de fondos específicos para abordar la adaptación, que no compita con otras necesidades locales. • Incorporación de criterios sociales de vulnerabilidad y riesgo al cambio climático para la postulación a fondos.
	• Arquitectura-estructura institucional	• Acciones municipales sujetas voluntades políticas, dificultando su continuidad en el largo plazo. • Informalidad de las redes de colaboración entre municipios, las que carecen de instancias de evaluación y seguimiento de las acciones. • Limitada participación de municipios en Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC), sin tener una estructura de participación estandarizada.	• Dotar a los municipios de mayores competencias y capacidad para la gestión, con mayores atribuciones en la temática ambiental. • Instrumentos normativos vinculados a cambio climático, con propuesta concreta de acciones, definición de roles y responsabilidades. • Fortalecer la coordinación de entre los CORECC y municipalidades.
	• Participación Ciudadana	• Procesos participativos con resultados que no siempre se incorporan y/o consideran. • Limitada representatividad de estos procesos como resultado del punto anterior.	• Considerar espacios permanentes de participación ciudadana. • Identificación de líderes locales/comunitarios que colaboren en estos procesos. • Fortalecimiento de equipos técnicos en el trabajo participativo.
	• Cambio del entorno institucional	• Normativas desconectadas de la realidad de los gobiernos locales, dificultando que se hagan operativas en el entorno local.	• Necesidad de un organismo central que articule necesidades de los gobiernos locales y aúne respuestas ante el cambio climático.
Organizaciones No Gubernamentales	• Sistema de Gobernanza	• Falta de coordinación y/o articulación de iniciativas entre actores no-estatales (ONG, Empresas) y el Ministerio del Medio Ambiente. • Falta de claridad de los espacios de intervención que posee el esquema de gobernanza para la incorporación de visiones de actores no estatales. Esto se expresa en limitaciones a la participación efectiva dadas las diferencias en las capacidades de distintos actores relevantes. Procesos de elaboración de la política pública extendidos en el tiempo, con alta carga burocrática.	• Mejorar la gobernanza para responder a este obstaculizador, utilizando la evidencia disponible, siguiendo recomendaciones desde la experiencia comparada. • Ajustar mecanismos de participación, incluyendo a distintos actores con capacidad decisional. Clave la consideración de los territorios / Municipios y comunidades locales pertinentes.
	• Arquitectura institucional	• Necesidad de mayor coordinación al interior del estado en el desarrollo de iniciativas, generando en ocasiones brechas entre la expectativa generada en los grupos interesados y realidad de las acciones implementadas. Se asocia a diferencias entre decisiones de carácter técnico y político. Políticas públicas con limitaciones en su continuidad y visión de largo plazo, con una mayor necesidad de seguimiento.	• Despolitización del sistema, con foco y mayores competencias en elementos técnicos. • Fortalecimiento del Comité Científico como aporte en la incorporación evidencia científico-técnica en la elaboración de la política pública. • Arquitectura institucional coherente con una visión de largo plazo en la temática de cambio climático.
	• Financiamiento	• Importantes limitaciones en el financiamiento público a iniciativas del ámbito medio ambiental. Condición de país miembro de la OCDE genera limitaciones de acceso a fondos internacionales. • Limitaciones en las capacidades de ONG nacionales, para acceder a fuentes de financiamiento relevantes. • Necesidad de equilibrar con mayores fondos disponibles para la temática ambiental, esto en relación de programas de apoyo a actividades económicas con potencial efecto negativo sobre el medio ambiente.	• Ampliar y apoyar el acceso a fondos internacionales de cambio climático (ej., GEF) a ONG o instituciones pertinentes. • Inclusión de una mayor diversidad de actores en proyectos operados desde Ministerios. • Muy importante el que instrumentos y normativas cuenten con financiamiento adecuado para su implementación.

Actor	Factor obstaculizador	Características obstaculizadoras identificadas	Recomendaciones
Empresas	• Cambios del entorno institucional, gobernanza, normativa e instrumentos de política pública	• Alta variabilidad en la aplicación la normativa para distintos sectores y/o territorios. Instrumentos de ley con deficiencias y/o con falencias en su continuidad. • Ausencia de incentivos movilizadores de la acción.	• Homogenizar requisitos a implementadores de acciones y/o intervenciones. • Construir sinergias a partir de los objetivos del estado y las empresas.
	• Sistema de gobernanza	• Necesidad de avanzar en espacios compartidos entre los distintos actores. • No considerar solo el sistema de gobernanza, sino también los canales de relación institucional, con miras a una mayor sinergia y colaboración entre las acciones del estado y agentes privados. • Escasa visión de futuro para abordar la temática de cambio climático por parte de distintos actores involucrados (públicos, privados).	• Aumentar y estandarizar exigencias con miras a un sistema coherente con las necesidades del país. • Políticas públicas que consideren incentivos económicos. • Fortalecer al estado en su capacidad de relacionamiento con otros actores y seguimiento de acciones.
	• Voluntad Política	• La ausencia de voluntad en algunos ámbitos genera desconfianza, formulación deficiente en el desarrollo de instrumentos regulatorios.	• Definir claramente la voluntad de impulsar acciones y su prioridad en la agenda nacional. Vinculación con compromisos internacionales e involucramiento de la ciudadanía como agente movilizador.
	• Promoción de la ciencia y la tecnología	• Se hacen necesarios más estudios que sustenten y aporten evidencia sobre los impactos esperados en sectores específicos. También mayores esfuerzos en promover el desarrollo tecnológico vinculado a la adaptación.t	• Fortalecer las relaciones entre la academia y las empresas en la búsqueda de soluciones concretas. • A partir de la evidencia ya disponible, hacer una bajada con foco en las necesidades de los demás actores.

Fuente: Elaboración propia a partir de talleres de trabajo con actores.



Fotografía: Roberto López.

6.4 Necesidades

A continuación se presenta el levantamiento de las necesidades para la implementación de acciones de adaptación, desde la perspectiva de los principales actores nacionales, en relación con el propio funcionamiento al interior de sus organizaciones. Estas necesidades fueron identificadas a partir de formularios en línea dirigidos a diversos actores, y partir del trabajo en espacios participativos, caracterizándolas en los ámbitos de la gobernanza, el financiamiento, las capacidades institucionales y necesidades en el ámbito técnico.

6.4.1 Instituciones Gubernamentales

Para el ámbito de **Gobernanza**, y con miras a mejorar aspectos de coordinación, se identifica la necesidad de fortalecer el vínculo entre los actores de los distintos niveles de la administración del Estado: nacional, regional y local, y en los ámbitos intra e interinstitucional, de manera de dar respuesta a las necesidades de adaptación en territorios. Aumentar la independencia y otorgar mayor flexibilidad a los organismos regionales, se visualiza como una estrategia que ayudaría a abordar los aspectos de coordinación. Vinculado a lo anterior, se considera importante fortalecer la comunicación interinstitucional para el monitoreo de las acciones climáticas, de manera de identificar las sinergias entre iniciativas o déficits en áreas relevantes, mejorando la coherencia entre las acciones locales, nacionales y los compromisos asumidos por el país.

En lo que respecta a la interacción con otros actores, se necesita fortalecer los vínculos entre el sector público, empresas, academia y sociedad civil. Se plantea como una oportunidad el direccionar instrumentos de agencias de Fomento (CORFO), con un rol coordinador de acciones con el sector empresas. Asimismo, la necesidad de incorporar en etapas tempranas a la sociedad civil en los procesos de elaboración de la política pública de cambio climático.

Como elementos específicos se identifica la necesidad de incorporar el cambio climático en la Ley General de Pesca y Acuicultura, así como también el fortalecer a la Corporación Nacional Forestal (CONAF), transformándola en un Servicio Forestal Público, que permita profundizar sus actividades relacionadas a la mitigación y adaptación al cambio climático.

Para el eje de **Financiamiento**, un aspecto que surge de manera transversal y consistente son las dificultades, para financiar la implementación y/o ejecución, de las medidas o acciones consideradas en los instrumentos de planificación.

Respecto a necesidades financieras específicas, se hacen necesarios recursos para la implementación de las medidas de acción de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV), liderada por CONAF, en la cual se define un presupuesto condicional del 84% del cual sólo se ha logrado el 20% en base a auto-gestión. Además, se hace necesaria la promulgación de una nueva Ley de Fomento Forestal, la propuesta de Ley de Bosques Quemados y Forestación, la modificación a la Ley de Bosque Nativo, todas iniciativas que apoyarían las actividades sectoriales establecidas en la NDC.

Adicionalmente, se requiere vincular instrumentos de mercado asociados a mitigación, como de precio al carbono, con iniciativas de adaptación. Por ejemplo, en la fase de pago por resultados, en el marco de la ENCCRV, se desarrolló un sistema de co-beneficios como herramienta de apoyo para los proyectos de implementación de la estrategia, el cual pretende monitorear la generación y distribución de beneficios no-carbono de ocho de sus veintiséis medidas, considerando siete directas y una facilitadora.

Finalmente, se requiere alinear instrumentos financieros de crédito con objetivos de adaptación hacia una agenda verde, en concordancia con la Estrategia Climática de Largo Plazo y definir criterios transversales de adaptación al cambio climático y soluciones basadas en la naturaleza en los instrumentos públicos y de financiación, así como también los de la Banca privada.

En el ámbito de las **Capacidades**, se hace necesario fortalecer la capacidad estatal para evaluar las necesidades de adaptación, la identificación de co-beneficios y su consideración en los instrumentos de financiamiento y/o fomentos existentes. En esa misma línea, el transferir capacidades a formuladores de proyectos de inversión pública de nivel local para la consideración del cambio climático y su vínculo con la evaluación social de proyectos de inversión pública, se visualiza como una oportunidad, para mejorar los flujos de financiamiento, y la pertinencia de las acciones a nivel local.

Asimismo, la necesidad de potenciar la Investigación, Desarrollo e Innovación vinculada a la adaptación, teniendo especial atención en las particularidades territoriales locales, conectando con las capacidades locales instaladas en Universidades y Centros de Investigación regionales. En este sentido los Planes Regionales de Cambio Climático actualmente en elaboración, avanzan en la dirección correcta.

Otro aspecto relevante es fortalecer el involucramiento de la ciudadanía como un actor relevante, en la identificación de la problemática ambiental asociada a cambio climático. Se reconoce, sin embargo, que en general la ciudadanía no posee necesariamente las capacidades para implementar prácticas de adaptación. Existe por tanto la oportunidad de desarrollar, por parte de los organismos públicos, instancias de transferencia en la educación formal, informal y no formal, en donde será requerida la capacidad estatal, como agente promotor y/o coordinador. Aquí también se hace relevante contar con programas continuos de capacitación a los equipos técnicos de los ministerios (a nivel central y en regiones), teniendo en consideración la importante rotación de funcionarios asociados a los cambios en la administración.

Para el caso de necesidades **Técnicas**, se han identificado desafíos compartidos en distintos estamentos públicos, vinculados a las áreas de Defensa, Educación, Minería, Medio Ambiente, Obras Públicas y Pesca. Se plantea la necesidad de fortalecer las capacidades técnicas de los servicios que permitan una adecuada evaluación de la efectividad y pertinencia de las medidas de adaptación y la búsqueda de las opciones más costo-eficientes. Se requiere contar con equipos profesionales capacitados para evaluar estos aspectos, considerando, por ejemplo, aislar el efecto de las medidas de adaptación de otros efectos exógenos o el identificar co-beneficios de medidas implementadas por el Estado.

Se hace necesario fortalecer la relación de estamentos gubernamentales con otros actores de la sociedad, mejorando los mecanismos de vinculación y articulación entre el conocimiento científico y el proceso de toma de decisiones, así como también fortalecer las vías de apoyo para la incorporación del cambio climático en instrumentos de planificación y gestión territorial como la Evaluación Ambiental Estratégica y guías sectoriales existentes.

En el ámbito sectorial, se hace importante estudiar, analizar e identificar las vulnerabilidades del sector minero nacional, por una parte, respecto al uso y consumo de recursos hídricos, y por otra parte a la gestión de depósitos de relaves, que permita estructurar un plan de adaptación al cambio climático para la minería.

Otras necesidades técnicas se identifican en el documento "LatinoAdapta: Fortaleciendo vínculos entre la ciencia y Gobierno nacionales para el desarrollo de políticas climáticas en América Latina"[31], el que identificó las distintas dimensiones respecto a las necesidades de conocimiento para la implementación de acciones de adaptación en seis países de Latinoamérica (Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Paraguay y Uruguay; Ryan y Bustos, 2019), siendo implementada en Chile por el Centro de Cambio Global y Adapt-Chile.

31. Para más información, visite: http://www.cambioclimaticoydecisiones.org/proyecto-latinoadapta/

6.4.2 Empresas

En el eje de **Gobernanza** surge la necesidad de avanzar en el involucramiento de los niveles gerenciales en la temática de cambio climático. Se observa que dicha temática por lo general está liderada por gerencias ambientales o de asuntos corporativos, siendo necesario un mayor involucramiento de áreas operativas y/o financieras mediante la definición de indicadores e incentivos adecuados. Esto habilitaría el desarrollo de liderazgos internos, además de favorecer el monitoreo y reporte de avances.

Si bien empresas pertenecientes a sectores con mayores impactos ya incorporan la necesidad de adaptarse al clima en su planificación futura, aún se presenta una visión reactiva ante los impactos del cambio climático. Se hace necesario considerar una visión de más largo plazo que permita anticiparse a los cambios en el clima y aprovechar las posibles oportunidades que se generan. Tal como se presentó anteriormente, el proyecto de Acción Empresas (2018) sobre adaptación al cambio climático avanza en esta dirección identificando las necesidades de adaptación, considerando los impactos directos sobre la empresa, sus proveedores y cadena de suministro, sus clientes, el marco regulatorio, y de manera muy importante, los territorios y las comunidades con quienes comparten riesgos y oportunidades.

Un ámbito emergente es la necesidad de fortalecer su relación con el sector público, de manera de contar con mejor información acerca de las implicancias para las empresas de las regulaciones, tales como, de la Ley Marco de Cambio Climático, la NDC, la forma de operar del SEIA, entre otros. Para las empresas es necesario entender con mayor precisión, cuál es el marco regulatorio y cuáles son los grandes lineamientos, y cómo se espera que estas respondan.

En el eje de **Financiamiento** surge la necesidad de congeniar los desafíos de largo plazo, con las contingencias actuales propias de cada rubro, lo que se hace aún más complejo, ante un escenario de alta incertidumbre. En ese sentido, y vinculado a los aspectos técnicos, es relevante entender riesgos de carácter financiero (ej. dificultad de acceso crédito producto de mayor riesgo climático).

En el ámbito de las **Capacidades** y necesidades **Técnicas**, un elemento clave es incluir el cambio climático en la gestión del riesgo de las compañías, pasando de la reacción a eventos, hacia una planificación basada en la evidencia disponible, sobre las tendencias del clima hacia el futuro. El proyecto de Acción Empresas (2018) sobre adaptación al cambio climático avanza en esta dirección, al considerar los distintos tipos de riesgos y los ámbitos en donde las

4°Comunicación Nacional de Chile ante la CMNUCC Ministerio del Medio Ambiente

empresas pueden recibir impactos. Esto conlleva la necesidad de fortalecer equipos técnicos en materia de cambio climático al interior de las compañías, así como los mecanismos de comunicación y procesos de decisión entre componentes corporativos y operacionales.

6.4.3 Gobiernos locales y Organizaciones No Gubernamentales

En el ámbito de la **Gobernanza**, se identifica la necesidad de fortalecer las atribuciones municipales para implementar acciones de adaptación. La escasez de recursos económicos limita el contar con equipos que tengan funciones y competencias, para abordar la adaptación. Para hacer frente a esta situación se busca fortalecer la vinculación de los distintos estamentos al interior de los municipios (direcciones municipales) que permita articular acciones y adquirir compromisos de manera transversal. Asimismo, fortalecer los vínculos público-privados se hace necesario, para abordar los desafíos compartidos en el territorio.

Respecto al **Financiamiento**, se identifica una alta competencia por recursos, los que no son suficientes para atender los desafíos de adaptación. En el caso de las ONG, esto genera impedimentos en la mantención de equipos profesionales capacitados en el tiempo, dificultando aún más el acceso a financiamiento, mediante la presentación de propuestas a fondos disponibles.

A partir de la gran diversidad en el tipo de organizaciones que pertenecen a esta categoría, se hacen evidentes las desigualdades en sus **capacidades**, así como en el nivel de conocimiento técnico sobre cambio climático. Esto genera consecuencias limitando la participación en espacios de debate y diálogo técnico, haciendo relevante el considerar instancias de capacitación, entre otros, sobre el acceso a recursos disponibles y espacios de asociación público-privada.

En el caso de ONG, dado su importante rol de vinculación entre distintos tipos de actores, como lo son comunidades, organismos públicos y empresas, se reconoce la necesidad de fortalecer los mecanismos de comunicación e intercambio de experiencias relativas a cambio climático. Esto permitiría la generación de sinergias con distintas iniciativas, y el complementar acciones con otros grupos, que posean intereses comunes.

En los aspectos **Técnicos**, se reconocen necesidades relevantes en lo que respecta al entendimiento, de los aspectos internacionales sobre cambio climático, y por tanto el involucramiento de las ONG en los espacios de negociación internacional. A partir de la organización de la COP25 en Chile durante el año 2019, se generó un alto interés en estos espacios haciendo evidente esta necesidad.

Fotografía: Tomás Gómez.

Referencias y bibliografía

Acción Empresas. (2019). *Empresas y cambio climático en Chile: el camino hacia una adaptación sostenible.* Preparado por Centro de Cambio Global UC.

Adams, E., Stoler, J., & Adams, Y. (2020). Water insecurity and urban poverty in the Global South: Implications for health and human biology. *AMERICAN JOURNAL OF HUMAN BIOLOGY, 32*(1), e23368. doi:10.1002/ajhb.23368

ADAPT-Chile e Ilustre Municipalidad de Renca. (2019). *Plan Local de Cambio Climático Comuna de Renca.* Santiago de Chile.

ADAPT-Chile y Ilustre Municipalidad de Santiago. (2015). *Plan Local de Cambio Climático Comuna de Santiago.* Santiago de Chile.

AGRIMED. (2008). *Análisis de vulnerabilidad del sector silvoagropecuario, recursos hídricos y edáficos de Chile frente al cambio climático. Obtenido de* https://research.csiro.au/gestionrapel/wp-content/uploads/sites/79/2016/11/An%C3%A1lisis-de-Vulnerabilidad-Silvoagropecuario-cap%C3%ADtulo-4-Informe-y-resumen-ej.pdf

AGRIMED. (2014). *Atlas del cambio climático en las zonas de régimen árido y semiárido.* Centro de Agricultura y Medio Ambiente. Obtenido de https://issuu.com/agrimed_u.chile/docs/climate_change_atlas_small-size

Aguayo, R., León-Muñoz, J., Vargas-Baecheler, J., Montecinos, A., Garreaud, R., Urbina, M., . . . Iriarte, J. (2019). The glass half-empty: climate change drives lower freshwater input in the coastal system of the Chilean Northern Patagonia" in Climatic Change.

Alarcón, D., & Cavieres, L. (2015). In the Right Place at the Right Time: Habitat Representation in Protected Areas of South American Nothofagus-Dominated Plants after a Dispersal Constrained Climate Change Scenario. *PLOS ONE, 10*(3), e0119952. doi:10.1371/journal.pone.0119952

Alarcón, D., & Cavieres, L. (2018). Relationships between ecological niche and expected shifts in elevation and latitude due to climate change in South American temperate forest plants. *Journal of Biogeography, 45*(10), 2272-2287.

Aldunce, P., & Vicuña, S. (2019a). *Adaptación al cambio climático en Chile: Brechas y recomendaciones. Informe de las mesas Adaptación y Agua.* Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, Santiago, Chile.

Aldunce, P., & Vicuña, S. (2019b). *Transformación: Un tema emergente en la adaptación al cambio climático en Chile. Informe de la mesa de Adaptación.* Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, Santiago, Chile.

Aldunce, P., Bello, F., Bórquez, R., Farah, M., Echeverría, I., Indvik, K., . . . Rudnick, A. (2014). *Evaluación de término del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, PANCC 2008-2016.* Licitación N° 608897-101-LE14 del Ministerio del Medio Ambiente.

Aldunce, P., González, M., Lampis, A., Pardo-Buendía, M., Poats, S., Postigo, J., . . . Yañez Fuenzalida, N. (2020). *Sociedad, gobernanza, inequidad y adaptación.* En: Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países RIOCC - Informe RIOCCADAPT. [J.M. Moreno, C. Laguna-Defior, V. Barros, E. Calvo Buendía, J.A. Marengo y U. Oswald Spring (eds.)]. Madrid, España (en prensa, ISBN 9788448621643): McGraw Hill.

Allen, C. B., & McDowell, N. (2015). On underestimation of global vulnerability to tree mortality and forest die-off from hotter drought in the Anthropocene. *Ecosphere, 6*(8), 1-55. doi:10.1890/ES15-00203.1

Allen, C., Macalady, A., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M., . . . Cobb, N. (2010). A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management, 259*, 660-684.

Altamirano, A., Salas, C., Yaitul, V., Smith-Ramirez, C., & Ávila, A. (2013). Influencia de la heterogeneidad del paisaje en la ocurrencia de incendios forestales en Chile Central. *Revista de Geografía Norte Grande*, 157-170.

Alvez, A., Aitken, D., Rivera, D., Vergara, M., McIntyre, N., & Concha, F. (2020). At the crossroads: can desalination be a suitable public policy solution to address water scarcity in Chile's mining zones? *Journal of Environmental Management, 258*, 110039.

Amigo-Jorquera, C., Guerrero-González, M., Sannazzaro, J., & Urquiza-Gómez, A. (2019). Does energy poverty have a female face in Chile? *Tapuya: Latin American Science, Technology and Society, 2*(1), 378-390.

Anderegg, L., Anderegg, W., & Berry, J. (2013). Not all droughts are created equal: translating meteorological drought into woody plant mortality. *Tree Physiol, 33*, 672-683.

Arrese, M., & Wells, G. (2016). Territory and non-conventional renewable energy: Lessons for the construction of public policy from the case of Rukatayo Alto, Region of Los Ríos, Chile. *Gestión Y Politica Pública, 25*(1), 165-202.

Arriagada, R., Aldunce, P., Blanco, G., Ibarra, C., Moraga, P., Nahuelhual, L., . . . Gallardo, L. (2018). Climate change governance in the Anthropocene: Emergence of Polycentrism in Chile. *Elementa: Science of the Anthropocene, 6*(68).

Arroyo, M., & Cavieres, L. (1997). The mediterranean type-climate flora of central Chile- what do we know and how can we assure its protection? *Noticiero de Biología, 5*(2), 48-56.

Arroyo, M., Marquet, P., Marticorena, C., Simonetti, J., Cavieres, L., Squeo, F., . . . Massardo, F. (2006). *El Hotspot chileno, prioridad mundial para la conservación.* Saball, P., Arroyo, M. K., Castilla, J.C., Estades, C., Ladrón De Guevara, J. M., Larraín, S., Moreno, C., Rivas, F., Rovira, J., Sánchez, A., y Sierralta, L. (edits), Biodiversidad de Chile. Patrimonio y desafíos, 94-99. Santiago, Chile: Comisión Nacional del Medio Ambiente.

Arroyo, M., Pauchard, A., Alarcón, D., Armesto, J., Bozinovic, F., Bustamante, R., . . . Rozzi, R. (2019). «Impactos del cambio climático en la biodiversidad y las funciones ecosistémicas en Chile». En P.A. Marquet et al. (Ed.). *Biodiversidad y cambio climático en Chile: Evidencia científica para la toma de decisiones. Informe de la mesa de Biodiversidad.* Santiago, Chile: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

Asfura, A., Mery, J., Salas, R., & Ugarte, G. (2008). Vulnerabilidad de Proyectos Mineros por Efectos Meteorológicos en Zonas de Montaña: Identificación de Riesgos y Estimación de su Magnitud. *Revista de la Construcción, 7*(1), 47-59.

Asian Development Bank. (2012). *Climate Risk and Adaptation in the Electric Power Sector.* Obtenido de http://www20.iadb.org/intal/catalogo/PE/2012/12152.pdf

Auger, N., Rhéaume, M., Bilodeau-Bertrand, M., Tang, T., & Kosatsky, T. (2017). Climate and the eye: Case-crossover analysis of retinal detachment after exposure to ambient heat. *Environmental Research, 157*, 103-109.

Azócar, G. (2018). Vulnerabilidad y resiliencia como condiciones de intervención de crisis Socio-ecológicas. *Intervención, 8*(2), 74-91. Obtenido de https://intervencion.uahurtado.cl/index.php/intervencion/article/view/62

Bambach, N., Meza, F., Gilabert, H., & Miranda, M. (2013). Impacts of climate change on the distribution of species and communities in the Chilean Mediterranean ecosystem. *Regional Environmental Change, 13*(6), 1245-1257.

Bannister, J., Vidal, O., Teneb, E., & Sandoval, V. (2012). Latitudinal patterns and regionalization of plant diversity along a 4270-km gradient in continental Chile: PATTERNS OF PLANT DIVERSITY IN CHILE. *Austral Ecology, 37*, 500-509.

Barbosa, J., & Asner, G. (2016). Effects of long-term rainfall decline on the structure and functioning of Hawaiian forests. *Environmental Research Letters, 12*, 094002.

Beguería, S., Vicente Serrano, S., Reig, F., & Latorre, B. (2014). Standardized precipitation evapotranspiration

index (SPEI) revisited: parameter fitting, evapotranspiration models, tools, datasets and drought monitoring. *International Journey of Climatology, 34*(10), 3001-3023. doi: https://doi.org/10.1002/joc.3887

Bellisario, A., Ferrando, F., & Janke, J. (2013). Water resources in Chile: The critical relation between glaciers and mining for sustainable water management. *Investigaciones Geográficas*(46), 3.

Beyá, J., Álvarez, M., Gallardo, A., Hidalgo, H., & Winckler, P. (2017). Generation and validation of the Chilean Wave Atlas database. *Ocean Modelling, 116*, 16-32.

Beyá, J., Álvarez, M., Gallardo, A., Hidalgo, H., Aguirre, C., Valdivia, J., . . . Molina, M. (2016). *Atlas de Oleaje de Chile.* Escuela de Ingeniería Civil Oceánica - Universidad de Valparaíso. Valparaíso, Chile: Primera edición.

Billi, M., Delgado, V., Jímenez, G., Morales, B., Neira, C., Silva, M., & Urquiza, A. (2020). Gobernanza policéntrica para la resiliencia al cambio climático: análisis de regulaciones en Chile y en el mundo. *Revista CEP (en prensa).*

Boardman, B. (1991). *Fuel Poverty: From Cold Homes to Affordable Warmth.* London: Belhaven Press.

Boisier, J., Alvarez-Garretón, C., Cordero, R., Damiani, A., Gallardo, L., Garreaud, R., . . . Rondanelli, R. (2018). Anthropogenic drying in central-southern Chile evidenced by long-term observations and climate model simulations. *Elem Sci Anth, 6*(1), 74. doi:http://doi.org/10.1525/elementa.328

Boisier, J., Rondanelli, R., Garreaud, R., & Muñoz, F. (2016). nthropogenic and natural contributions to the Southeast Pacific precipitation decline and recent megadrought in central Chile. *Geophysical Research, 43*, 413-421.

Bonelli, S., Vicuña, S., Meza, F., Gironás, J., & Barton, J. (2014). Incorporating climate change adaptation strategies in urban water supply planning: The case of central Chile. *J. Water Clim. Chang, 5*(3), 357-376. doi:doi.org/10.2166/wcc.2014.037

Bonnafous, L., Lall, U., & Siegel, J. (2017). An index for drought induced financial risk in the mining industry. *Water Resources Research, 53*(2), 1509-1524.

Borowy, B., & Salameh, Z. (1994). Optimum photovoltaic array size for a hybrid wind/pv system. *IEEE Transactions on energy conversion, 9*(3), 482-488.

Botín, J., Guzmán, R., & Smith, M. (2011). A methodological model to assist in the optimization and risk management of mining investment decisions. *Dyna, 78*(170), 221-226.

Bowman, D., Moreira-Muñoz, A., Kolden, C., Chávez, R., Muñoz, A., Salinas, F., . . . Johnston, F. (2019). Human-environmental drivers and impacts of the globally extreme 2017 Chilean fires. *Ambio, 48*, 350-362. doi:https://doi.org/10.1007/s13280-018-1084-1

Braun, M., Malz, P., Sommer, C., Farías-Barahona, D., Sauter, T., Casassa, G., . . . Seehaus, T. (2019). Constraining glacier elevation and mass changes in South America. *Nature Climate Change, 9*(2), 130-136.

Bréda, N., Huc, R., Granier, A., & Dreyer, E. (2006). Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences. *Annals of Forest Science, 63*, 625-644. doi:10.1051/forest:2006042

Burillo, D., Chester, M., V., Pincetl, S., & Fournier, E. (2019). Electricity infrastructure vulnerabilities due to long-term growth and extreme heat from climate change in Los Angeles County. *Energy Policy, 128*(December 2018), 943-953. doi:https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.12.053

Buschmann, A., Farías, L., Tapia, F., Varela, D., & Vásquez, M. (2016). *Informe final: Marea roja.* Universidad de Los Lagos. Obtenido de [Documento en línea]: https://www.economia.gob.cl/wp-content/uploads/2016/11/InfoFinal_ComisionMareaRoja_24Nov2016-1.compressed.pdf

Camarero, J., & Fajardo, A. (2017). Poor acclimation to current drier climate of the long-lived tree species Fitzroya cupressoides in the temperate rainforest of southern Chile. *Agricultural and Forest Meteorology, 239*, 141-150. doi:https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.03.003

Camarero, J., Gazol, A., Sangüesa-Barreda, G., & Fajardo, A. (2018). Coupled climate-forest growth shifts in the Chilean Patagonia are decoupled from trends in water-use efficiency. *Agricultural and Forest Meteorology, 259*, 222-231. doi:https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.04.024

CASEN. (2018). *Pobreza y distribución de ingresos.* Ministerio de Desarrollo Social, Encuesta de Caracterización Socioeconómica. Obtenido de http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casen-multidimensional/casen/docs/Presentacion_Sintesis_de_Resultados_Casen_2017.pdf

Cavieres, L., Chacón, P., Peñaloza, A., Molina-Montenegro, M., & Arroyo, M. (2006). Leaf litter of Kageneckia angustifolia D. Don (Rosaceae) inhibits seed germination in sclerophyllous montane woodlands of central Chile. *Plant Ecology, 190*(1), 13-22.

Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2). (2014). *Género y Cambio Climático: Experiencia y perspectivas desde el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia.* Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Santiago, Chile.

CEPAL (2012). La economía del cambio climático en Chile. Obtenido de https://www.cepal.org/es/publicaciones/35372-la-economia-cambio-climatico-chile

CEPAL. (2020). *COVID-19: Towards an inclusive, resilient and green recovery —building back better through regional cooperation.* Obtenido de https://www.cepal.org/es/node/51387

Chadwick, C., Gironás, J., Vicuña, S., Meza, F., & Mcphee, J. (2018). Using a statistical preanalysis approach as an ensemble technique for the unbiased mapping of GCM changes to local stations. *J. Hydrometeorol.* doi:10.1175/JHM-D-17-0198

Clark, J., Iverson, L., Woodall, C., Allen, C., Bell, D., Bragg, D., . . . Zimmermann, N. (2016). The impacts of increasing drought on forest dynamics, structure, and biodiversity in the United States. *Global Change Biology, 22*, 2329-2352.

CMNUCC. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.* Naciones Unidas. Obtenido de https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

Colbún. (2017). *Memoria Anual Integrada Colbún 2016.* Obtenido de https://www.colbun.cl/wp-content/uploads/2017/07/memoria_colbun_2017_abril.pdf

Comisión Marea Roja y MINECON. (2016). doi:http://www.subpesca.cl/portal/616/articles-95146_documento.pdf

Comisión Nacional de Energía. (2018a). *Norma técnica de seguridad y calidad de servicio.* Obtenido de https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2015/06/NTSyCS_May18.pdf

CONAF. (2020). *Cifras oficiales Catastros Usos de Suelo y Recursos Vegetacionales noviembre de 2018.* Recuperado el Mayo de 2020, de http://sit.conaf.cl/

Contreras-López, M., Torres, R., & Cevallos, J. (2017). "Tendencias del Nivel Medio del Mar en el litoral del Pacífico Sur Oriental". 165-176. En Botello, A., Villanueva, S., Gutiérrez, J. y Rojas, J.L. (eds.) Vulnerabilidad de las zonas costeras de Latinoamérica al cambio climático: Editorial Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) - Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) - Universidad Autónoma de Campeche (UAC).

Cordero, R., Asencio, V., Feron, S., Damiani, A., Llanillo, P., Sepulveda, E., . . . Casassa, G. (2019). Dry-Season Snow Cover Losses in the Andes (18°-40°S) driven by Changes in Large-Scale Climate Modes. *Scientific Reports, 9*(1), 1-10.

Corporación Nacional Forestal (CONAF). (2016). *Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017-2025.* Obtenido de http://portal.mma.gob.cl/wp-content/doc/ENCCRV-2017-2025-web.pdf

CR2. (2014). *Género y Cambio Climático: Experiencia y perspectivas desde el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia.* Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

CR2. (2015). *La megasequía 2010- 2015: Una lección para el futuro.* Universidad de Chile, Facultad de Ciencias

Físicas y Matemáticas, Santiago, Chile.

CR2 y MMA. (2018). *Marco de Evaluación de la Vulnerabilidad.* Universidad de Chile, Santiago, Chile.

CRED y UNISDR. (2018). *Economic Losses, Poverty & Disasters (1998 - 2017).* Obtenido de https://www.cred.be/sites/default/files/CRED_Economic_Losses_10oct.pdf

CRED y UNISDR. (2018). *Economic Losses, Poverty and Disasters. 1998-2017.* Obtenido de https://www.emdat.be/publications

Cuyckens, G., Christie, D., Domic, A., Malizia, L., & Renison, D. (2016). Climate change and the distribution and conservation of the world's highest elevation woodlands in the South American Altiplano. *Global and Planetary Change, 137*(137), 79-87.

Darabi, H., Choubin, B., Rahmati, O., Torabi Haghighi, A., Pradhan, B., & Kl ve, B. (2019). Urban flood risk mapping using the GARP and QUEST models: A comparative study of machine learning techniques. *Journal of Hydrology, 569*(February), 142-154.

de la Barrera, F., Barraza, F., Favier, P., Ruiz, V., & Quense, J. (2018). Megafires in Chile 2017: Monitoring multiscale environmental impacts of burned ecosystems. *Science of the Total Environment, 637-638*, 1526-1536.

Delgado, G., Aragón-Durand, F., Di Bella, J., Franco, C., Henríquez, C., & Hernández-Pedraza, G. (2020). *Evaluación de Actuaciones de Adaptación al Cambio Climático en los Países RIOCC.* Madrid.

DGA. (2017a). *Actualización del Balance Hídrico Nacional, SIT N° 417.* Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, División de Estudios y Planificación, Realizado por: Universidad de Chile y Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

DGA. (2017b). *Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile, SIT N° 419.* Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, División de Estudios y Planificación, Realizado por: Hídrica Consultores SPA y Aquaterra Ingenieros Ltda, Santiago, Chile.

DGA. (2018). *Aplicación de la metodología de actualización del balance hídrico nacional a las cuencas de las macrozonas norte y centro. SIT N° 435.* Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, División de Estudios Planificación, Realizado por Fundación para la Transferencia Tecnológica y Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R., Molnár, Z., . . . Schröter, M. (2018). Assessing nature's contributions to people. *Science, 359*, 270-272.

Díaz-Hormazábal, I., & González, M. (2016). Análisis espacio-temporal de incendios forestales en la Región del Maule, Chile. *Bosque (Valdivia), 37*(1), 147-158.

Diyoke, C. (2019). A new approximate capacity factor method for matching wind turbines to a site: case study of Humber region, UK. *International Journal of Energy and Environmental Engineering, 10*(4), 451-462.

DMC. (2019). *Reporte anual de la evolución del clima en Chile.* Documento elaborado por la Oficina Cambio Climático de la Sección de Climatología de la Dirección Meteorológica de Chile, Dirección General de Aeronáutica Civil.

DMC. (2020). *Reporte anual de la evolución del clima en Chile. Documento elaborado por la Oficina Cambio Climático de la Sección de Climatología de la Dirección Meteorológica de Chile.* Dirección General de Aeronáutica Civil.

Donat, M., Alexander, L., Yang, H., Durre, I., Vose, R., Dunn, R., . . . Hewitson, B. (2013). Updated analyses of temperature and precipitation extreme indices since the beginning of the twentieth century: The HadEX2 dataset. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 118*(5), 2098-2118.

Dottori, F., Szewczyk, W., Ciscar, J., Zhao, F., Alfieri, L., Hirabayashi, Y., . . . Feyen, L. (2018). Increased human and economic losses from river flooding with anthropogenic warming. *Nature Climate Change, 8*(9), 781-786. doi:https://doi.org/10.1038/s41558-018-0257-z

Dowling, P. (2013). The impact of climate change on the European energy system. *Energy Policy, 60*, 406-417.

Ebinger, J., & Vergara, W. (2011). *Climate Impacts on Energy Systems, key issues for energy sector adaptation.* The World Bank, Washington, DC. Obtenido de http://documents1.worldbank.org/curated/en/580481468331850839/pdf/600510PUB0ID181mpacts09780821386972.pdf

Emodi, N., Chaiechi, T., & Beg, A. (2019). The impact of climate variability and change on the energy system: A systematic scoping. *Science of The Total Environment, 676*, 545-563. doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.294

Environmental Justice Atlas. (2020). *Global Atlas of Environmental Justice.* Obtenido de https://ejatlas.org/

Espinosa, M., Gouin, N., Squeo, F., López, D., & Bertin, A. (2018). Landscape connectivity among remnant populations of guanaco (Lama guanicoe Müller, 1776) in an arid region of Chile impacted by global change. PeerJ 6:e4429.

Estay, S., Chávez, R., Rocco, R., & Gutiérrez, A. (2019). Quantifying massive outbreaks of the defoliator moth Ormiscodes amphimone in deciduous Nothofagus dominated southern forests using remote sensing time series analysis. *Journal of Applied Entomology, 143*, 787-796.

Fajardo, A., Gazol, A., Mayr, C., & Camarero, J. (2019). Recent decadal drought reverts warming triggered growth enhancement in contrasting climates in the southern Andes tree line. *Journal of Biogeography, 46*(7), 1367-1379.

Falvey, M., & 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 of Geophysical Research: Atmospheres, 114*(D4), 1984-2012. doi: https://doi.org/10.1029/2008JD010519

Farías-Barahona, D., Vivero, S., Casassa, G., Schaefer, M., Burger, F., Seehaus, T., . . . Braun, M. H. (2019). Geodetic mass balances and área changes of Echaurren Norte Glacier (Central Andes, Chile) between 1955 and 2015. *Remote Sensing, 11*(3), 260.

Feeley, K., Wright, J., Nur Supardi, M., Kassim, A., & Davies, S. (2007). Decelerating growth in tropical forest trees. *Ecology Letters, 10*(6), 461-469. doi:10.1111/j.1461-0248.2007.01033.x

Fernández, E., Whitney, C., Cuneo, I., & Luedeling, E. (2020). Prospects of decreasing winter chill for deciduous fruit production in Chile throughout the 21st century. *Climatic Change, 159*, 423-439.

Fuentes Castillo, T., Scherson, R., Marquet, P., Fajardo, J., Corcoran, D., Román, M. J., & Pliscoff, P. (2019). Modelling the current and future biodiversity distribution in the Chilean Mediterranean hotspot. The role of protected areas network in a warmer future. *Diversity and Distributions, 25*(12), 1897-1909. doi:10.1111/ddi.12988

Fundación Amulen. (2019). *Pobres de Agua. Radiografía del agua rural de Chile: Visualización de un problema oculto.* Preparado por Centro UC Derecho y Gestión del Agua y Centro de Cambio Global UC.

Fuster, R., Escobar, C., Silva, K., & Astorga, K. (2017). *Estudio de Seguridad Hídrica en Chile en un contexto de Cambio Climático para la elaboración del Plan de Adaptación de los recursos hídricos al Cambio Climático. Informe Final.* Documento preparado por el Laboratorio de Análisis Territorial (LAT), Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Garreaud, R., Alvarez-Garreton, C., Barichivich, J., Boisier, J., Christie, D., Galleguillos, M., . . . Zambrano-Bigiarini, M. (2017). The 2010-2015 megadrought in central Chile: impacts on regional hydroclimate and vegetation. *Hydrology and Earth System Sciences, 21*, 6307-6327. doi:10.5194/hess-21-6307-2017

Garreaud, R., Boisier, J., Rondanelli, R., Montecinos, A., Sepúlveda, H., & Veloso Aguila, D. (2019). The Central Chile Mega Drought (2010-2018): A climate dynamics perspective. *International Journal of Climatology, 40*(1), 421-439. doi: https://doi.org/10.1002/joc.6219

Gazol, A., Camarero, J., Vicente-Serrano, S., Sánchez-Salguero, R., Gutiérrez, E., de Luis, M., . . . Galván, J. (2018). Forest resilience to drought varies across biomes. *Global Change Biology, 24*(5), 2143-2158. doi:10.1111/

gcb.14082

Germanwatch. (2019). *Global Climate Risk Index 2020. Who Suffers Most From Extreme Weather Events? Weather-related Loss Events in 2018 and 1999 to 2018.* Obtenido de https://germanwatch.org/sites/germanwatch.org/files/20-2-01e%20Global%20Climate%20Risk%20Index%202020_14.pdf

Gómez-González, S., González, M., Paula, S., Díaz-Hormazábal, I., Lara, A., & Delgado-Baquerizo, M. (2019). Temperature and agriculture are largely associated with fire activity in Central Chile across different temporal periods. *For. Ecol. Manag, 433*, 535-543.

González, D., Monsalve, M., Moris, R., & Herrera, C. (2018a). Risk and Resilience Monitor: Development of multiscale and multilevel indicators for disaster risk management for the communes and urban áreas of Chile. *Applied Geography, 94*, 262-271. doi:10.1016/j.apgeog.2018.03.004

González, M., Gómez-González, S., Lara, A., Garreaud, R., & Díaz-Hormazábal, I. (2018b). The 2010-2015 Megadrought and its influence on the fire regime in central and south-central Chile. *Ecosphere, 9*, e02300.

González, M., Lara, A., Urrutia, R., & Bosnich, J. (2011). Cambio climático y su impacto potencial en la ocurrencia de incendios forestales en la zona centro-sur de Chile (33o - 42o S). *Bosque Valdivia, 32*, 215-219.

González, M., Sapiains, R., Gómez-González, S., Garreaud, R., Miranda, A., Galleguillos, M., . . . Castillo, I. (2020). *Incendios forestales en Chile: causas, impactos y resiliencia.* Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Universidad de Chile, Universidad de Concepción y Universidad Austral de Chile.

Grantham Research Institute on Climate Change. (2020). *Climate Change Laws of the World.* Obtenido de https://climate-laws.org/cclow/legislation_and_policies

Grossiord, C., Granier, A., Ratcliffe, S., Bouriaud, O., Bruelheide, H., Checko, E., . . . Gessler, A. (2014). Tree diversity does not always improve resistance of forest ecosystems to drought. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 111*(41), 14812-14815. doi:10.1073/pnas.1411970111

Hallegatte, S., Fay, M., & Barbier, E. (2018). Poverty and climate change: introduction. *Environment and Development Economics, 23*(3), 217-233. doi:10.1017/S1355770X18000141

Hanke, H., & Barkmann, J. (2017). Insurance function of livestock: farmer's coping capacity with regional droughts in south western Madagascar. *World Development, 96*, 264-275. doi:10.1016/J.WORLDDEV.2017.03.011.

Hannah, L., Roehrdanz, P., Ikegami, M., Shepard, A., Shaw, M., Tabor, G., . . . Hijmans, R. (2013). Climate change, wine, and conservation. *PNAS, 110*(17), 6907-6912.

Harley, M. (2017). *Coastal storm definition. Coastal Storms: Processes and Impacts.* Edited by: Ciavola, P. and Coco, G., John Wiley and Sons, Chichester, UK.

Heilmayr, R., Echeverría, C. R., & Lambin, E. (2016). A plantation-dominated forest transition in Chile. *Applied Geography, 75*, 71-82. doi:10.1016/j.apgeog.2016.07.014

Henríquez, C., Aspee, N., & Qüense, J. (2016). Zonas de catástrofe por eventos hidrometeorológicos en Chile y aportes para un índice de riesgo climático. *Revista de geografía Norte Grande, 63*, 27-44. doi:10.4067/S0718-34022016000100003

Holz, A., Paritsis, J., Mundo, I., Veblen, T., Kitzberger, T., Williamson, G., . . . Quezada, J. (2017). Southern Annular Mode drives multicentury wildfire activity in southern South America. *Proc. Natl. Acad. Sci, 114*, 9552-9557.

Huynh, P., & Resurreccion, B. (2014). Women's differentiated vulnerability and adaptations to climate-related agricultural water scarcity in rural central Vietnam. *Climate and Development, 6*(3), 226-237. doi:10.1080/17565529.2014.886989

INDH. (2016). *Mapa de conflictos socioambientales en Chile 2015.* Obtenido de http://bibliotecadigital.indh.cl/handle/123456789/989

INE, (2019). Encuesta Nacional de Empleo. Obtenido de: https://www.ine.cl/estadisticas/sociales/mercado-laboral/empleo-en-las-actividades-caracteristicas-del-turismo

INFOR. (2019). Anuario Forestal 2018. *Boletín Estadístico Nº 163*, 177. Santiago de Chile. Obtenido de https://wef.infor.cl/publicaciones/anuario/2018/Anuario2018.pdf.

IPCC. (2014). *Chapter 11. Human Health: Impacts, Adaptation, and Co-benefits.*

IPCC. (2019). *Special Report. Global Warming of 1.5°C.* Obtenido de https://www.ipcc.ch/sr15/

Jara, V. (2019). *Estimación del impacto del cambio climático en la productividad de las praderas permanentes en el sur de Chile.* Informe Residencia. Ingeniero Agrónomo, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Jernerck, A. (2015). Understanding Poverty: Seeking Synergies Between the Three Discourses of Development, Gender, and Environment. *SAGE Open*, 1-16.

Jiménez, M., Jaksic, F., Armesto, J., Gaxiola, A., Meserve, P., Kelt, D., & Gutiérrez, J. (2011). Extreme climatic events change the dynamics and invasibility of semi arid annual plant communities. *Ecology Letters, 14*, 1227-1235. doi:10.1111/j.1461-0248.2011.01693.x

Joshi, K. (2019). The impact of drought on human capital in rural India. *Environment and Development Economics, 24*(4), 413-436. doi:10.1017/S1355770X19000123

Khatibi, S., Golkarian, A., Mosaedi, A., & Qeidari, H. (2019). Assessment of resilience to drought of rural communities in Iran. *Journal of Social Service Research, 45*(2), 151-165. doi:10.1080/01488376.2018.1479342

Krellenberg, K., Link, F., Welz, J., Harris, J., Barth, K., & Irarrazaval, F. (2014). Supporting local adaptation: The contribution of socio-environmental fragmentation to urban vulnerability. *Applied Geography, 55*, 61-70. doi:10.1016/j.apgeog.2014.08.013

Krellenberg, K., Müller, A., Schwarz, A., Höfer, R., & Welz, J. (2013). Flood and heat hazards in the Metropolitan Region of Santiago de Chile and the socio-economics of exposure. *Applied Geography, 38*(1), 86-95. doi:10.1016/j.apgeog.2012.11.017

Lara, A., Urrutia-Jalabert, R., Reyes, R., González, M., Miranda, A., Altamirano, A., & Zamorano-Elgueta, C. (2019). *Bosques Nativos.* En: Gligo N. Informe Pais. Estado del Medio Ambiente en Chile 2018, Universidad de Chile, Instituto de Asuntos Públicos (INAP), Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP).

Lesjak, J., Calderini, D., & French, R. (2017). Increased Night Temperature Negatively Affects Grain Yield , Biomass and Grain Number in Chilean Quinoa. *Frontiers in Plant Science, 8*, 1-11.

Lorentzen, H., Benfield, T., Stisen, S., & Rahbek, C. (2020). COVID-19 is possibly a consequence of the anthropogenic biodiversity crisis and climate changes. *Danish Medical Journal, 67*(5), A205025.

Luebert, F., & Pliscoff, P. (20017). *Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile, Segunda Edición.* Santiago, Chile: Editorial Universitaria.

Marchezini, V., & Wisner, B. (2017). *Frameworks for Understanding Vulnerability.* In: Reduction of Vulnerability to Disasters: From Knowledge to Action, [Marchezini, V., B. Wisner, R. L. Liciana and M. S. Silvia (eds.)]. São Paulo, Brasil: RiMa Editora.

Marquet, P. A., Arroyo, M., Fernández, M., Gelcich, S., Górski, K., Habit, E., . . . Smith-Ramírez, C. (2019). *Biodiversidad y cambio climático en Chile: Evidencia científica para la toma de decisiones.* Informe de la mesa de Biodiversidad. Comité Científico COP25, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, Santiago.

Marquet, P., Tognelli, M., Barria, I., Escobar, M., Gariny, C., & Soublette, P. (2004). How well are Mediterranean ecosystems protected in Chile? Insights from gaps in the conservation of Chilean vertebrates. *Proceedings of the 10th ME- DECOS Conference*, (págs. 1-4). Rhodes, Grecia.

Martínez, C., Contreras-López, M., Winckler, P., Hidalgo, H., Godoy, E., & R., A. (2018). Coastal erosion in central Chile: A new hazard? *Ocean & Coastal Management, 156*(2018), 141-155. doi:10.1016/J.OCECOAMAN.2017.07.011

Martínez-Vilalta, J., Prat, E., Oliveras, & I. y Piñol, J. (2002). Xylem hydraulic properties of roots and stems of nine Mediterranean woody species. *Oecologia, 133*, 19-29. doi:10.1007/s00442-002-1009-2

Mascareño, A., Cordero, R., Azócar, G., Billi, M., Henríquez, P., & Ruz, G. (2018). Controversies in social-ecological systems: lessons from a major red tide crisis on Chiloe Island, Chile. *Ecology and Society, 23*(4), 15.

McWethy, D., Pauchard, A., García, R., Holz, A., González, M., Veblen, T., . . . Currey, B. (2018). Landscape drivers of recent fire activity (2001-2017) in south-central Chile. *PLOS ONE, 13*, e0201195.

Medrano, F., Barros, R., Norambuena, H., Matus, R., & Schmitt, F. (2018). *Atlas de las aves nidificantes de Chile.* Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile, Santiago,Chile.

Mertens, A., Balakrishnan, K., Ramaswamy, P., Rajkumar, P., Ramaprabha, P., Durairaj, N., . . . Arnold, B. (2019). Associations between high temperature, heavy rainfall, and diarrhea among young children in rural Tamil Nadu, India: A prospective cohort study. *Environmental Health Perspectives, 127*(4). doi:10.1289/EHP3711

Meza, F., Vicuña, S., Jelinek, M., Bustos, E., & Bonelli, S. (2014). Assessing water demands and coverage sensitivity to climate change in the urban and rural sectors in central Chile. *J. Water Clim. Chang, 5*(2), 192-203. doi:10.2166/wcc.2014.019

MICITEC. (2020). *Comité Científico de Cambio Climático.* Santiago, Chile. Recuperado el 5 de junio de 2020, de http://www.minciencia.gob.cl/comitecientifico/

Mills-Novoa, M., Pszczólkowski, P., & Meza, F. (2016). The Impact of Climate Change on the Viticultural Suitability of Maipo Valley, Chile. *The Professional Geographer, 68*(4), 561-573.

Miranda, A., Altamirano, A., Cayuela, L., Lara, A., & González, M. (2017). Native forest loss in the Chilean biodiversity hotspot: revealing the evidence. *Regional Environmental Change, 17*, 285-297. doi:10.1007/s10113-016-1010-7

Miranda, A., Lara, A., Altamirano, A., Di Bella, C., González, M., & Julio Camarero, J. (2020). Forest browning trends in response to drought in a highly threatened mediterranean landscape of South America. *Ecological Indicators, 115*, 106401. doi:10.1016/j.ecolind.2020.106401

MMA. (2014). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.*

MMA. (2016). *Tercera Comunicación Nacional de Chile.* Santiago, Chile.

MMA. (2017). *Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022.*

MMA. (2019). *Resumen ejecutivo, en "Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile".* Documento preparado por: Winckler, P.; Contreras-López, M.; Vicuña, S.; Larraguibel, C.; Mora, J.; Esparza, C.; Salcedo, J.; Gelcich, S.; Fariña, J. M.; Martínez, C.; Agredano, R.; Melo, O.; Bambach, N.; Morales, D., Marinkovic, C.; Pica, A., Santiago, Chile.

MMA. (2019a). *Volumen 5: Vulnerabilidad y riesgo en puertos, en "Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile".* Documento preparado por: Winckler, P.; Contreras-López, M.; Vicuña, S.; Larraguibel, C.; Mora, J.; Esparza, C.; Salcedo, J.; Gelcich, S.; Fariña, J. M.; Martínez, C.; Agredano, R.; Melo, O.; Bambach, N.; Morales, D., Marinkovic, C.; Pica, A., Santiago, Chile.

MMA. (2019h). *Volumen 1: Amenazas, en "Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile".* Documento preparado por: Winckler, P.; Contreras-López, M.; Vicuña, S.; Larraguibel, C.; Mora, J.; Esparza, C.; Salcedo, J.; Gelcich, S.; Fariña, J. M.; Martínez, C.; Agredano, R.; Melo, O.; Bambach, N.; Morales, D., Marinkovic, C.; Pica, A., Santiago, Chile.

MMA. (2019b). Volumen 7: Vulnerabilidad y Riesgo en Caletas Pesqueras, en "Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile", Documento preparado por: Winckler, P.; Contreras-López, M.; Vicuña, S.; Larraguibel, C.; Mora, J.; Esparza, C.; Salcedo, J.; Gelcich, S.; Fariña, J. M.; Martínez, C.; Agredano, R.; Melo, O.; Bambach, N.; Morales, D., Marinkovic, C.; Pica, A., Santiago, Chile.

MMA. (2019c). Volumen 4: Vulnerabilidad y riesgos en playas, en "Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile", Documento preparado por: Winckler, P.; Contreras-López, M.; Vicuña, S.; Larraguibel, C.; Mora, J.; Esparza, C.; Salcedo, J.; Gelcich, S.; Fariña, J. M.; Martínez, C.; Agredano, R.; Melo, O.; Bambach, N.; Morales, D., Marinkovic, C.; Pica, A., Santiago, Chile.

MMA. (2019d). Volumen 3: Vulnerabilidad de sistemas humanos y naturales, en "Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile", Documento preparado por: Winckler, P.; Contreras-López, M.; Vicuña, S.; Larraguibel, C.; Mora, J.; Esparza, C.; Salcedo, J.; Gelcich, S.; Fariña, J. M.; Martínez, C.; Agredano, R.; Melo, O.; Bambach, N.; Morales, D., Marinkovic, C.; Pica, A., Santiago, Chile.

MMA. (2019e). Volumen 2: Exposición, en "Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile", Documento preparado por: Winckler, P.; Contreras-López, M.; Vicuña, S.; Larraguibel, C.; Mora, J.; Esparza, C.; Salcedo, J.; Gelcich, S.; Fariña, J. M.; Martínez, C.; Agredano, R.; Melo, O.; Bambach, N.; Morales, D., Marinkovic, C.; Pica, A., Santiago, Chile.

MMA. (2019f). Volumen 6: Vulnerabilidad en humedales, en "Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile", Documento preparado por: Winckler, P.; Contreras-López, M.; Vicuña, S.; Larraguibel, C.; Mora, J.; Esparza, C.; Salcedo, J.; Gelcich, S.; Fariña, J. M.; Martínez, C.; Agredano, R.; Melo, O.; Bambach, N.; Morales, D., Marinkovic, C.; Pica, A., Santiago, Chile.

MMA. (2019g). Volumen 8: Vulnerabilidad en Rapa Nui y Archipiélago Juan Fernández, en "Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile", Documento preparado por: Winckler, P.; Contreras-López, M.; Vicuña, S.; Larraguibel, C.; Mora, J.; Esparza, C.; Salcedo, J.; Gelcich, S.; Fariña, J. M.; Martínez, C.; Agredano, R.; Melo, O.; Bambach, N.; Morales, D., Marinkovic, C.; Pica, A., Santiago, Chile.

MMA. (2019i). Plan de Adaptación al Cambio Climático del sector Turismo en Chile. Elaborado por el Ministerio del Medio Ambiente, la Subsecretaría de Turismo y el Servicio Nacional de Turismo. Aprobado por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Comité de Ministros del turismo el 19 de diciembre de 2019.

MMA. (2019k). Quinto reporte del Estado del Medio Ambiente 2019. Santiago, Chile.

MMA. (2020). *Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) Chile.* Santiago, Chile.

MMA, Subsecretaría de Turismo y SERNATUR. (2020). *Plan de Adaptación al Cambio Climático del sector Turismo en Chile (en proceso de diseño).* Obtenido de https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/01/Plan-de-Adaptacion-al-Cambio-Climatico-del-sector-Turismo-en-Chile-VF-9-enero-2020.pdf

Molina, M., Contreras, M., Winckler, P., Salinas, S., & Reyes, M. (2011). Consideraciones sobre las variaciones de mediano y largo plazo de oleaje en el diseno de obras maritimas. *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, 123*(3), 77-88.

Montalba, R., Fonseca, F., García, M., Vieli, L., & Altieru, M. (2015). Determinación de los niveles de riesgo socioecológico ante sequías en sistemas agrícolas campesinos de La Araucanía chilena. Influencia de la diversidad cultural y la agrobiodiversidad. *Papers: revista de sociología, 100*(4), 607-624.

Montaña, E., Diaz, H., & Hurlbert, M. (2016). Development, local livelihoods, and vulnerabilities to global environmental change in the South American Dry Andes. *Reg Environ Chang, 16*(8), 2215-2228.

MOP. (2018). *Diagnóstico de la vulnerabilidad de las obras del MOP y medidas de adaptación al cambio climático.* Preparado por DEUMAN. Obtenido de http://www.dgop.cl/centro_documental/Documents/VulnerabilidadObrasMOPyMedidasdeAdaptacionalCCMOP.pdf

MOP. (2020). *Mesa Nacional del Agua, Primer Informe.* Obtenido de https://www.mop.cl/Prensa/Documents/Mesa_Nacional_del_Agua_2020_Primer_Informe_Enero.pdf

MOP y MMA. (2017). *Plan de adaptación y mitigación de los servicios de infraestructura al cambio climático 2017-2022.* Elaborado en el marco del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático. Nomviembre de 2017, Ministerio de Obras Públicas y Ministerio del Medio Ambiente.

Moreno, J., Laguna-Defior, C., Barros, V., Calvo-Buendía, E., Marengo, J., & Spring, U. (2020). *Adaptación frente a*

los riesgos del cambio climático en los países iberoamericanos – Informe RIOCCADAPT. Madrid, España: McGraw Hill.

Morueta-Holme, N., Engemann, K., Sandoval-Acuña, P., Jonas, J., Segnitz, R., & Svenning, J. (2015). Strong upslope shifts in Chimborazo's vegetation over two centuries since Humboldt. *112*(41), 12741-12745. doi:10.1073/pnas.1509938112

Muñoz, A., Klock-Barría, K., Alvarez-Garreton, C., Aguilera-Betti, I., González-Reyes, Ã., Lastra, J., . . . LeQuesne, C. (2020). Water Crisis in Petorca Basin, Chile: The Combined Effects of a Mega-Drought and Water Management. *Water, 12*(3), 648. doi:10.3390/w12030648

Myers, N., Mittermeier, R., Mittermeier, C., Da Fonseca, G., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature, 403*, 853-858.

ND-Gain. (2018). *Índice de vulnerabilidad y preparación frente al cambio climático.* University of Notre Dame. Obtenido de https://gain.nd.edu/our-work/country-index/rankings/

OCDE. (2020). *OECD Data: Income Inequality.* Obtenido de https://data.oecd.org/inequality/income-inequality.htm

ODEPA. (2017). Boletín de empleo. Obtenido de https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2018/01/Bolet%C3%ADn-de-empleo-noviembre-2017.pdf

ODEPA. (2019). Panorama de la Agricultura Chilena. Obtendo de https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/09/panorama2019Final.pdf

ODEPA. (2020). *Índice Cultivos Anuales. Estimación superficie sembrada a nivel nacional Periodo 2019-2020.* Obtenido de https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2020/05/cultivosAnualesHistorico_18.05.2020.xls

Ojeda, L., Bacigalue, G., & Pino, A. (2018). Co-production after an urban forest fire: post-disaster reconstruction of an informal settlement in Chile. *Environment and Urbanization, 30*(2), 237-556. doi:10.1177/0956247818790731

Parmesan, C. (2006). Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 37*(1), 637-669. doi:10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110100

Pavez-Fox, M., & Estay, S. (2016). Correspondence between the habitat of the threatened pudú (Cervidae) and the national protected-area system of Chile. *BMC Ecology, 16*, 1. doi:10.1186/s12898-015-0055-7

Paz, S., Negev, M., Clermont, A., & Green, M. (2016). Health Aspects of Climate Change in Cities with Mediterranean Climate, and Local Adaptation Plans. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 13*(4).

Pecl, G., Araújo, M., Bell, J., Blanchard, J., Bonebrake, T., Chen, I.-C., . . . Williams, S. (2017). Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being. *Science, 355*(6332).

Pinto, R. (2007). Estado de conservación de Eulychnia iquiquensis (Schumann) Britton et Rose (Cactaceae) en el extremo norte de Chile. *Gayana Botánica, 64*(1), 98-109. doi:10.4067/S0717-66432007000100010

Piticar, A. (2019). Changes in agro-climatic indices related to temperature in Central Chile. *Int. J. Biometeorol, 63*, 499-510.

Pliscoff, P. Z. (2017). Efectos sobre la flora y vegetación del evento de precipitación extremo de agosto 2015 en Alto Patache, Desierto de Atacama, Chile. *Revista de Geografía Norte Grande, 68*, 91-103. doi:10.4067/S0718-34022017000300091

Pliscoff, P., Arroyo, M., & Cavieres, L. A. (2012). Changes in the main vegetation types of Chile predicted under climate change based on a preliminary study: Models, uncertainties and adapting research to a dynamic biodiversity world. *Anales del Instituto de La Patagonia, 40*(1), 81-86.

Porter, J. X. (2014). *Food security and food production systems. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects.* Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi,..., and L.L.White (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

(s.f.). *Proyecto ARCLIM.*

Quevedo, P., von Hardenberg, A., Pastore, H., Álvarez, J., & Corti, P. (2017). Predicting the potential distribution of the Endangered huemul deer Hippocamelus bisulcus in North Patagonia. *Oryx, 51*(2), 315-323. doi:10.1017/S0030605315001106

Randell, H., & Gray, C. (2016). Climate variability and educational attainment evidence from rural Ethiopia. *Global Environmental Change, 41*, 111-123. doi:10.1016/J.GLOENVCHA.2016.09.006

Red de Pobreza Energética. (2019a). *Acceso equitativo a energía de calidad en Chile. Hacia un indicador territorializado y tridimensional de pobreza energética.* Obtenido de http://redesvid.uchile.cl/pobreza-energetica/wp-content/uploads/2019/07/ACCESO-EQUITATIVO-A-ENERG%C3%8DA-DE-CALIDAD-EN-CHILE.pdf

Red de Pobreza Energética. (2019b). *Policy Paper. Pobreza Energética: el acceso desigual a la energía de calidad como barrera para el desarrollo en Chile.* Obtenido de http://redesvid.uchile.cl/pobreza-energetica/wp-content/uploads/2019/12/11-28-2019-POLICY-PAPER-RedPE-digital-final.pdf

Rojas, M., Aldunce, P., Farías, L., González, H., Marquet, P., Muñoz, J., . . . Vicuña, S. (2019). *Evidencia científica y cambio climático en Chile: Resumen para tomadores de decisiones.* Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, Santiago.

Romero-Lankao, P., Hughes, S., Qin, H., Hardoy, J., Rosas-Huerta, A., ..., & Lampis, A. (2014). Scale, urban risk and adaptation capacity in neighborhoods of Latin American cities. *Habitat International, 42*, 224-235.

Rood, S., Patiño, S., Coombs, K., & Tyree, M. (2000). Branch sacrifice: cavitation-associated drought adaptation of riparian cottonwoods. *Trees, 14*, 248-257. doi:10.1007/s004680050010

Rozzi, R., & Jiménez, J. (2014). *Ornitología Subantártica de Magallanes: Primera Década de Estudios de Aves en el Parque Etnobotánico Omora, Reserva de Biosfera Cabo de Hornos.* Denton y Punta Arenas: UNT Press-Ediciones Universidad de Magallanes.

Rüttinger, L., Smith, D., Stang, G., Tänzler, D., & Vivekananda, J. (2015). A New Climate for Peace. *Taking Action on Climate and Fragility Risks*. Obtenido de https://www.newclimateforpeace.org/

Saavedra, F., Kampf, S., Fassnacht, S., & Sibold, J. (2018). Changes in Andes snow cover from MODIS data, 2000-2016. *The Cryosphere, 12*(3), 1027-1046.

Salas, C., Donoso, P., Vargas, R., Arriagada, C., Pedraza, R., & Soto, D. (2016). The Forest Sector in Chile: An Overview and Current Challenges. *Journal of Forestry*, 562-571.

Schneider, W., Donoso, D., Garcés-Vargas, J., & Escribano, R. (2017). Water-column cooling and sea surface salinity increase in the upwelling region off central-south Chile driven by a poleward displacement of the South Pacific High. *Progress in Oceanography, 151*, 38-48. doi:10.1016/j.pocean.2016.11.004

Schulz, N., Aceituno, P., & Richter, M. (2011). Phytogeographic divisions, climate change and plant dieback along the coastal desert of northern Chile. *Erdkunde, 65*(2), 169-187.

Seidl, R., Thom, D., Kautz, M., Martin-Benito, D., Peltoniemi, M., Vacchiano, G., . . . Reyer, C. (2017). Forest disturbances under climate change. *Nature Climate Change, 7*, 395-402. doi:10.1038/nclimate3303

SERNAGEOMIN. (s.f.). *Aluvión Villa Santa Lucía.* Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago, Chile. Obtenido de Recuperado de https://www.sernageomin.cl/aluvion-villa-santa-lucia/

Skansi, M., Brunet, M., Sigró, J., Aguilar, E., Arevalo Groening, J., Bentancur, O., . . . Martínez, R. (2013). Warming and wetting signals emerging from analysis of changes in climate extreme indices over South America. *Global and Planetary Change, 100*, 295-307. doi:10.1016/j.gloplacha.2012.11.004

Slangen, A., Carson, M., Katsman, C., Van de Wal, R., Köhl, A., Vermeersen, L., & Stammer, D. (2014). Projecting twenty-first century regional sea-level changes. *Climatic Change, 124*, 317-332. doi:10.1007/s10584-014-1080-9

Smith, P. y. (2019b). Public Spaces as Climate Justice Places? Climate Quality in the City of Chillán, Chile. *Environmental Justice, 12*(4), 164-174.

Smith, P., & Henríquez, C. (2019a). Perception of thermal comfort in outdoor public spaces in the medium-sized city of Chillán, Chile, during a warm summer. *Urban Climate, 30*, 100525.

Smith, P., & Romero, H. (2016). Factores explicativos de la distribución espacial de la temperatura del aire de verano en Santiago de Chile. *Revista de geografía Norte Grande, 63*, 45-62. doi:10.4067/S0718-34022016000100004

Stehr, A., & Aguayo, M. (2017). Snow cover dynamics in Andean watersheds of Chile. *Hydrology and Earth System Sciences, 21*, 5111-5126. doi:10.5194/hess-21-5111-2017

Stehr, A., Alvarez, C., Alvarez, P., Arumi, J., Baeza, C., Barra, R., . . . Yevenes, M. (2019). *Recursos hídricos en Chile: Impactos y adaptación al cambio climático.* Informe de la mesa Agua, Comite Cientifico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnologia, Conocimiento e Innovacion, Santiago.

Sulla-Menashe, D., Woodcock, C., & Friedl, M. (2018). Canadian boreal forest greening and browning trends: an analysis of biogeographic patterns and the relative roles of disturbance versus climate drivers. *Environmental Research Letters, 13*(1), 014007.

The Fund for Peace. (2020). *Fragility in the world.* Fragile Sates Index, Washington, UE. Obtenido de https://fragilestatesindex.org/

Thomas, C., Williams, S., Cameron, A., Green, R., Bakkenes, M., Beaumont, L., . . . Phillip, O. (2004). Extinction risk from climate change. *Nature, 427*(6970), 145-148. doi:10.1038/nature02121

Uribe-Rivera, D., Soto-Azat, C., Valenzuela-Sánchez, A., Bizama, G., Simonetti, J., & Pliscoff, P. (2017). Dispersal and extrapolation on the accuracy of temporal predictions from distribution models for the Darwin's frog. *Ecological Applications, 27*(5), 1633-1645. doi:10.1002/eap.1556

Urquiza, A., & Billi, M. (2018). Water markets and social-ecological resilience to water stress in the context of climate change: an analysis of the Limarí Basin, Chile. *Environment, Development and Sustainability, 22*, 1929-1951.

Urquiza, A., Amigo, C., Billi, M., Cortés, J., & Labraña, J. (2019). Gobernanza policéntrica y problemas ambientales en el siglo XXI: Desafíos de coordinación social para la distribución de recursos hídricos en Chile. *Persona y Sociedad, 33*(1), 133-160.

Urrutia-Jalabert, R., González, M., González-Reyes, Ã., Lara, A., & Garreaud, R. (2018). Climate variability and forest fires in central and south-central Chile. *Ecosphere, 9*, e02171.

Urrutia Jalabert, R., Malhi, Y., Barichivich, J., Lara, A., Delgado Huertas, A., Rodríguez, C., & Cuq, E. (2015). Increased water use efficiency but contrasting tree growth patterns in Fitzroya cupressoides forests of southern Chile during recent decades. *J. Geophys. Res. Biogeosciences, 120*, 2505-2524. doi:10.1002/2015JG003098

Valdivieso, P. (2017). Municipal Governance, Environmental Management and Disaster Risk Reduction in Chile. *Bulletin of Latin American Research, 36*(4), 440-458.

Venegas-González, A., Juñent, F., Gutiérrez, A., & Filho, M. (2018). Recent radial growth decline in response to increased drought conditions in the northernmost Nothofagus populations from South America. *Forest Ecology and Management, 409*, 94-104. doi:10.1016/j.foreco.2017.11.006

Venegas-González, A., Roig, F., Peña-Rojas, K., Hadad, M., Aguilera-Betti, I., & Muñoz, A. (2019). Recent Consequences of Climate Change Have Affected Tree Growth in Distinct Nothofagus macrocarpa (DC.) FM Vaz & Rodr Age Classes in Central Chile. *Forests, 10*(8), 653. doi:10.3390/f10080653

Vicuña, S. G. (2018b). Water option contracts for climate change adaptation in Santiago, Chile. *Water Int.* doi:10.1080/02508060.2017.1416444

Vicuña, S., Aldunce, P., Stehr, A., Cid, F., Rivera, A., Alencar, K., . . . Winckler, P. (2019). *Lineamientos para el desarrollo de planes de adaptación: Aplicación de recursos hídricos. Informe de las mesas Adaptación y Agua.* Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, Santiago.

Vicuña, S., Barranco, L., Berroeta, C., Marengo, J., Pacheco, P., Perez, J., . . . Tomasella, J. (2020). *Recursos Hídricos.* En: Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países RIOCC - Informe RIOCCADAPT, [J.M. Moreno, C. Laguna-Defior, V. Barros, E. Calvo Buendia, J.A. Marengo y U. Oswald Spring (eds.)]. Madrid, España: McGraw Hill.

Vicuña, S., Redwood, M., Dettinger, M., Noyola, A., Ferguson, D., Guereca, L., . . . Major, D. (2018a). *Urban Water Systems.* In: Rosenzweig, C., Solecki, W., Romero-Lanako, P., Mehrotra, S., Dhakal, S., Ali Ibrahim, S. (Eds.), Climate Change and Cities: Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network, Cambridge University Press, New York.

Villalba, R., Lara, A., Masiokas, M., Urrutia, R., Luckman, B., Marshall, G., . . . Aravena, J. (2012). Unusual Southern Hemisphere tree growth patterns induced by changes in the Southern Annular Mode. *Nature Geoscience, 5*, 793-798.

Welz, J., & Krellenberg, K. (2016). Vulnerabilidad frente al cambio climático en la Región Metropolitana de Santiago de Chile: posiciones teóricas versus evidencias empíricas. *EURE (Santiago), 42*(125), 251-272. doi:10.4067/S0250-71612016000100011

World Bank. (2014). *Climate Change and Poverty – an Analytical Framework.* The World Bank Group, Policy Research Working Papers, Washington, DC.

World Meteorological Organization. (2019). *WMO Provisional Statement on the State of the Global Climate in 2019.* Obtenido de https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10108

Yáñez, M., Baetting, R., Cornejo, J., Zamudio., F., Guajardo, J., & Fica, R. (2017). Urban airborne matter in central and southern Chile: Effects of meteorological conditions on fine and coarse particulate matter. *Atmospheric Environment, 161*, 221-234. doi:10.1016/j.atmosenv.2017.05.007

Zambrano, F., Lillo-Saavedra, M., Verbist, K., & Lagos, O. (2016). Sixteen Years of Agricultural Drought Assessment of the BioBío Region in Chile Using a 250 m Resolution Vegetation Condition Index. *Remote Sensing, 8*(6), 1-20.

Zhao, Y., Feng, D., Yu, L., Wang, X., Chen, Y., Bai, Y., . . . Radke, J. D. (2016). Detailed dynamic land cover mapping of Chile: Accuracy improvement by integrating multi-temporal data. *Remote Sensing of Environment, 183*, 170-185.

Zhou, L., Tian, Y., Myneni, R., Ciais, P., Saatchi, S., Liu, Y., . . . Hwang, T. (2014). Widespread decline of Congo rainforest greenness in the past decade. *Nature, 509*, 86-90. doi:10.1038/nature13265

Fotografía: Tomás Gómez.

4 Políticas y acciones de mitigación de Gases de Efecto Invernadero

1. INTRODUCCIÓN

El aumento observado de temperatura a nivel global está fuertemente correlacionado al aumento de la concentración de gases de efecto invernadero, por lo tanto, reducir las emisiones atmosféricas de este tipo de gases o aumentar su captura se vuelve crítico para enfrentar este problema. La mitigación, en el contexto del cambio climático, se entiende como una intervención humana encaminada a reducir las fuentes o potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero (IPCC WG3, 2014).

Según el Quinto Informe de Evaluación (AR5) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), no se logrará una mitigación efectiva si los distintos agentes anteponen sus propios intereses de forma independiente. El cambio climático tiene las características de un problema de acción colectiva a escala mundial, puesto que la mayoría de los gases de efecto invernadero (GEI) se acumulan con el tiempo y se combinan globalmente, y las emisiones realizadas por cualquier agente (p. ej., personas, comunidades, empresas o países) afectan a los demás agentes. Por tanto, es necesaria la cooperación internacional para mitigar con efectividad las emisiones de GEI y abordar otras cuestiones del cambio climático (IPCC WG3, 2014).

En los últimos años y dado el aumento sostenido de la concentración de GEI en la atmósfera, se ha reconocido que estamos en una época crítica para la acción climática. Según el reporte especial del IPCC sobre 1.5 °C [1], alcanzar sólo 1,5 °C de aumento de temperatura es físicamente posible, pero requiere un gran esfuerzo para conseguir reducciones de emisiones de GEI ambiciosas, además de cambios rápidos, profundos y sin precedentes en todos los aspectos del desarrollo de las sociedades, adoptando nuevos modelos de producción y consumo. Este reporte también destaca las grandes diferencias en los impactos causados por un aumento de 1,5 °C en la temperatura global y uno de 2 °C. Para no sobrepasar entonces el aumento de 1,5 °C, el informe analiza que las emisiones netas globales de CO_2 causadas por la actividad humana deben reducirse en aproximadamente 45% con respecto a 2010 en 2030 y lograr emisiones netas cero en 2050.

Por esto, en 2019 el secretario general de las Naciones Unidas hizo un llamado especial para el aumento de la ambición de los compromisos de las partes firmantes del Acuerdo de París, donde básicamente solicita que cada país comprometa una mayor mitigación de sus emisiones comparada con los compromisos presentados en 2015, aprovechando la primera ronda de actualización de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC).

La importancia de la mitigación en el contexto del cambio climático no solo radica en la reducción neta de emisiones de GEI a la atmósfera sino también en los beneficios que las acciones de mitigación conllevan, muchas veces aportando directamente a mejoras en procesos productivos, mejor planificación, ahorros energéticos entre otros. Hay que destacar que dichos beneficios son clave para el diseño de nuevas políticas que permitan a los países aumentar su nivel de ambición con miras a cumplir los objetivos de temperatura acordados bajo el Acuerdo de París.

El desafío que enfrentó Chile al ser presidencia de la COP25, llevó a que la discusión sobre ambición en la acción climática incluida la mitigación de GEI fuera abordada transversalmente y considerada en las discusiones de política pública futura considerando además las demandas sociales que se hicieron visibles y prioritarias desde octubre de 2019. El escenario económico y social post pandemia supondrá un gran desafío, pero también una gran oportunidad para considerar una nueva forma de planificación que incluya la mitigación de emisiones de GEI y la acción climática en general como un elemento central para el desarrollo sostenible del país, entendiendo además los beneficios económicos de invertir en acción climática.

En este capítulo se presenta información sobre las políticas y acciones de mitigación desarrolladas en Chile, explicando cómo estas se han desarrollado desde los distintos contextos sectoriales, además analiza los nuevos desafíos y próximos pasos a seguir en el país.

2. CONTEXTO INTERNACIONAL: EL ACUERDO DE PARÍS Y LAS NEGOCIACIONES CLIMÁTICAS

En 2011 las Partes de la CMNUCC lanzan la Plataforma de Durban de Acción Reforzada (ADP),[2] una instancia para aumentar la ambición de la respuesta global al cambio climático y cuya finalidad era definir un nuevo protocolo u otro instrumento legal que fuera aplicable a todas las Partes y que permitiera conseguir efectivamente el objetivo último de la CMNUCC y la meta global de limitar el aumento de la temperatura promedio del planeta a no más de 2 °C, meta definida en la COP15 en Copenhague durante 2009.[3]

La ADP representó un cambio fundamental respecto del marco previo definido por la CMNUCC y el Protocolo de Kioto: ahora no solo los países desarrollados tendrían obligaciones legales de reducir sus emisiones de GEI, sino que todas las Partes serían llamadas a contribuir y tendrían obligaciones legales de reducir sus emisiones.

1. https://www.ipcc.ch/sr15/
2. Naciones Unidas, "Novedades del Grupo de Trabajo Especial sobre la Plataforma de Durban para una acción reforzada". Recuperado de https://unfccc.int/resource/docs/2011/cop17/spa/l10s.pdf.
3. CMNUCC, "Copenhagen Climate Change Conference", diciembre de 2009. Recuperado de http://unfccc.int/meetings/copenhagen_dec_2009/meeting/6295.php.

Fotografía: Valeria Pizarro.

El nuevo instrumento vinculante para limitar las emisiones mundiales de GEI se adoptó en la 21ª Conferencia de las Partes (COP21) en diciembre de 2015, en lo que se conoce como Acuerdo de París.

El Acuerdo de París por primera vez involucra a todas las Partes en la causa común de combatir el cambio climático y adaptarse a sus efectos. Su objetivo central es fortalecer la respuesta global a la amenaza del cambio climático, para lo cual propone un límite de aumento de la temperatura global menor de 2 °C hacia finales de siglo (con respecto a los niveles preindustriales) y aumentar el esfuerzo para mantenerlo incluso debajo de los 1,5 °C. En cuanto a la mitigación, hace un llamado a todas las Partes a dirigir sus mejores esfuerzos en sus respectivas Contribuciones Nacionales Tentativas y establece que los países deben reportar regularmente sus emisiones y sus esfuerzos de implementación de medidas, y que cada cinco años se espera que informen de sus metas de mitigación, que en cada oportunidad deberían ir aumentando en ambición.

En 2018, durante la COP24 de Katowice, Polonia, se concretó uno de los productos más esperados y necesarios para la implementación del Acuerdo de París, el Libro de reglas del acuerdo o *"Katowice Rulebook"*. Este documento es el manual operativo para la etapa de implementación del Acuerdo de París. El libro de reglas contiene las indicaciones de como los países deben reportar información en distintos aspectos como su INGEI, sus contribuciones en materia de financiamiento climático, entre otros.

Las reglas poseen dos hilos conductores principales que fueron acordadas durante las negociaciones: primero debían ser comunes para todas las partes, dejando de lado el concepto de diferenciación, aunque manteniendo el principio de las responsabilidades comunes pero diferenciadas de la Convención a través de flexibilidad en la aplicación de dichas reglas. Segundo, debía existir el suficiente financiamiento para ayudar a que los países en desarrollo puedan colaborar con los objetivos del Acuerdo de París.

La COP25, bajo la organización de Chile, se propuso desde su génesis como la COP de la ambición, como respuesta a la creciente preocupación por la brecha entre los compromisos actuales (NDC) y los que se necesitaría para cumplir con los objetivos de París. El llamado a compromisos de neutralidad de emisiones en 2050, hecho por la presidenta de la COP, la ministra Carolina Schmidt, y apoyado por el secretario general de las naciones unidas, Sr. Antonio Guterres, se materializó en el lanzamiento de la "Alianza por la Acción Climática" durante la COP25.

3. CHILE FRENTE A LA MITIGACIÓN

La CMNUCC, en vigor desde marzo de 1994, es el marco internacional dentro del cual se busca estabilizar las emisiones de GEI para evitar que tenga consecuencias negativas e inmanejables en el sistema climático. Uno de los principios rectores de esta convención es las "responsabilidades comunes pero diferenciadas y las capacidades respectivas", es decir, la necesidad de que todas las Partes aborden el problema, pero diferenciando los esfuerzos para dejar en manos de los países desarrollados la mayor responsabilidad de reducir las emisiones, además de apoyar a los países en desarrollo y menos desarrollados a crecer de manera sustentable. Todas las Partes deben informar a través de una Comunicación Nacional sus esfuerzos para implementar la convención.

En 2002, Chile ratificó el Protocolo de Kioto, que entró en vigor recién en 2005. Este instrumento establece que los países incluidos en el Anexo I de la CMNUCC deben cumplir con un porcentaje de reducción con respecto a 1990. Como Chile pertenece al grupo de países en desarrollo No Anexo I, no posee compromisos vinculantes de reducción de emisiones bajo este protocolo, pero puede participar en los mecanismos flexibles que establece, específicamente en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

En el contexto internacional Chile no es un emisor relevante de GEI. Su aporte al total mundial de emisiones es de aproximadamente 0,24%[4] . El promedio mundial de emisiones de CO_2 por persona es de 4,4 toneladas para el 2017 (IEA, 2019); según los cálculos del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), Chile sobrepasa por muy poco esa cifra, con 4,6 tCO_2/pp, y está muy por debajo del promedio de los países de la OCDE, que es de 8,9 tCO_2/pp (IEA, 2019). La OCDE en su evaluación ambiental de Chile de 2016[5], señala que se dado el crecimiento de las emisiones de GEI del país en los últimos años, se prevé que estas continúen aumentando. En consecuencia, propone fortalecer y formalizar la base institucional de la política sobre cambio climático, adoptar e implementar un conjunto de políticas nacionales sobre cambio climático, y ejecutar un marco de monitoreo y evaluación de las políticas de adaptación y mitigación.

En relación con el último Informe Bienal de Actualización (IBA) de 2018, los avances en políticas de mitigación han sido significativos dado el mayor involucramiento sectorial, esto ha permitido el desarrollo de nuevas políticas públicas que apuntan a apoyar la reducción de emisiones de GEI. Además, el creciente involucramiento del sector privado permitirá la implementación de acciones concretas que lleven al país a cumplir con sus compromisos e incrementar su ambición.

4. https://ourworldindata.org/grapher/total-ghg-emissions-excluding-lufc?tab=table

5. http://www.oecd.org/chile/oecd-environmental-performance-reviews-chile-2016-9789264252615-en.htm

En 2019 el gobierno de Chile anunció la intención de que el país se convirtiera en carbono neutral en 2050 siguiendo con las recomendaciones de la ciencia y en línea con el Acuerdo de París. Este anunció se materializó en un objetivo concreto que se incluyó en el proyecto de ley de cambio climático, convirtiendo a Chile en el primer país en desarrollo en dejar este tipo de compromiso plasmado en un instrumento legal. Para cumplir con este ambicioso objetivo de mitigación, el gobierno además anunció un plan de cierre de todas las centrales térmicas a carbón en un plazo máximo de 20 años (a 2040).

La neutralidad al 2050 es una visión y meta del país, no sólo desde el punto de vista climático, sino que tiene implicancias económicas, sociales y ambientales, por lo que se requieren esfuerzos de todos los sectores para poder materializarla, y así disminuir los impactos del cambio climático. La inclusión de la meta de neutralidad en el proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, demuestra la intención de Chile de hacer de la problemática del cambio climático una política de estado.

La visión a largo plazo definida en la ley debe entenderse como el trabajo de Chile en dos líneas de acción que son igualmente relevantes: i) conseguir una disminución sostenida de emisiones de GEI; y ii) aumentar y mantener los sumideros naturales de carbono. Estas líneas de trabajo están abordadas en los instrumentos que la ley crea para la gestión del cambio climático. En primer lugar, reconoce la NDC como la principal meta internacional de Chile y la consecuente obligación de cumplirla, además define la elaboración de una estrategia climática de largo plazo que orientará la transición del país hacia la neutralidad en 2050, dando lineamientos para planes sectoriales de mitigación y metas de reducción específica para los sectores emisores.

Con respecto a la disminución de emisiones, se requerirá de un esfuerzo multisectorial en la aplicación de políticas y medidas que permitan la reducción efectiva y permanente de las emisiones de GEI de Chile en el tiempo. En relación con las capturas, el país deberá trabajar en la aprobación de instrumentos de gestión que permitan proteger, mantener e incrementar los sumideros naturales de carbono, considerando además los múltiples servicios ecosistémicos que proveen (conservación y protección de la biodiversidad, de recursos hídricos, de ecosistemas, disminución de impactos por desastres naturales, entre otros).

6. https://mapschile.mma.gob.cl/documentos-de-interes/

3.1. Compromiso voluntario 20/20 de Chile para la mitigación de sus emisiones de GEI

Con el objetivo de lograr un nuevo acuerdo sobre cooperación de largo plazo entre las Partes, en 2009 se realizó en Copenhague la Conferencia de las Partes COP15 de la CMNUCC. En esa instancia, la ministra presidenta de la Comisión Nacional del Medio Ambiente de Chile (CONAMA) planteó que Chile estaba dispuesto a contribuir a los esfuerzos mundiales de mitigación a través de una desviación significativa de la línea base (proyectada desde 2007) hasta en un 20% a 2020, financiada significativamente con recursos nacionales.

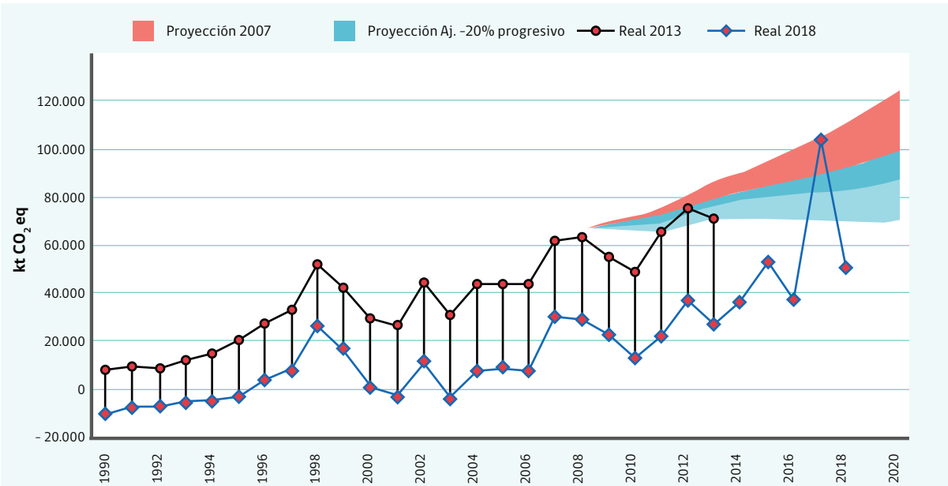
El compromiso voluntario planteó que "Chile realizará acciones nacionalmente apropiadas de mitigación de modo de lograr una desviación de 20% por debajo de su trayectoria creciente de emisiones *business as usual* en el 2020, proyectadas desde 2007", y que "Para lograr este objetivo, Chile requerirá de un nivel relevante de apoyo internacional". Además, se transmitió que "las medidas de eficiencia energética, energías renovables y medidas de uso de suelo, cambio de uso de suelo y forestales serán el foco principal de las acciones nacionalmente apropiadas de mitigación de Chile".

Con ayuda del proyecto MAPS-Chile[6], en su primera fase (2012), se desarrolló una línea base "Business as usual" que considera la mejor información disponible hasta el año 2007, de forma de plantear una trayectoria nacional de emisiones sin el impacto de políticas o medidas de mitigación, y contar con esta necesaria referencia con miras a cumplir lo comprometido en la COP15.

Reconociendo la necesidad de conocer el estado de avance del compromiso 2020, durante 2017, el Ministerio de Medio Ambiente desarrolló un estudio de modelación simplificado para actualizar el BAU estimado por MAPS-Chile y proyectar las emisiones del país hasta 2020. Esto significó hacer una proyección basada en la información disponible hasta 2007 y según las expectativas de desarrollo económico que se definieron en MAPS fase 1, pero con información mejorada y actualizada respecto de los sectores y basada en el INGEI oficial de Chile. La línea base y el compromiso de reducciones fueron nuevamente revisados en función de la nueva actualización del INGEI incluida en este reporte.

La actualización del inventario contenida en este reporte considera nuevos elementos metodológicos, principalmente del sector UTCUTS, que modifican la serie nacional de emisiones en su totalidad, por lo tanto, los análisis prospectivos realizados en base a la información del inventario 1990-2013 no son homologables a la nueva metodología. La Figura 1 refleja estas diferencias.

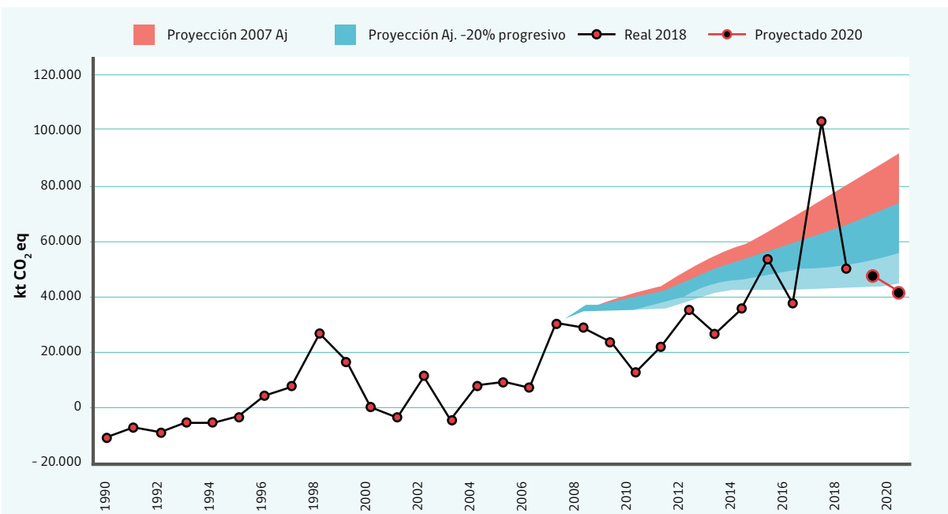
Figura 4-1. Proyecciones del balance de GEI 1990-2016 comparado con balance de GEI 1990-2018.



Fuente: Elaboración propia en función del INGEI 1990-2013, el INGEI 1990-2018 y BAU revisadot (MMA - E2Biz, 2017).

Para poder disponer de una métrica de comparación de las emisiones proyectadas hasta el 2020 se considera sólo parte de la información generada el año 2017 con el inventario 1990-2013. Antes, se reconoce que el principal impacto del cambio metodológico es la incorporación de un importante volumen de absorciones del sector UTCUTS, desplazando verticalmente la serie del INGEI. Bajo esta lógica la proyección de las emisiones, representadas por las áreas roja y verde, pueden ajustarse por el delta de emisiones del año 2007 resultante de comparar ambas metodologías. De esta forma el análisis queda como en la Figura 2.

Figura 4-2. Balance de GEI 1990-2018 comparado con BAU 2007-2020 ajustada y desviación progresiva del 20% del BAU.



Fuente: Elaboración propia en función del INGEI 1990-2016 y BAU revisado (MMA - E2Biz, 2017).

Los años 2019 y 2020 se construyen considerando las proyecciones realizadas para la actualización de la NDC recientemente entregada por Chile. Para proyectar las emisiones totales no-UTCUTS se consideró el crecimiento de las emisiones respecto del año anterior del análisis NDC, y para el sector UTCUTS se considera el delta de absorciones del año 2018, con el cual se ajustan en términos absolutos las proyecciones del sector.

La tendencia a la baja pronosticada es consecuencia de incorporar en las proyecciones los impactos de la crisis social que vivió el país a partir de octubre del año 2019, sin embargo, esta proyección no alcanza a incluir los impactos de la crisis sanitaria global vivida durante el año 2020, por lo que es de esperarse que el balance de emisiones del 2020 sea aún menor que el indicado en la figura.

Comparando los datos del presente inventario (INGEI 1990-2018) y la línea base revisada y ajustada (BAU 2007-2020) presentados en la Figura 2, se observa un cambio en la tendencia de las emisiones de GEI (a la baja). Este cambio obedece a varios factores, entre ellos mayor eficiencia energética y medidas de mitigación en los distintos sectores, sin embargo, el principal causante de este quiebre en la tendencia es el crecimiento económico que se vio disminuido en comparación con lo esperado en 2007.

Si se compara el balance de emisiones con la proyección 2007 del BAU, se da cuenta que salvo en 2015 y 2017, siempre el balance de emisiones está bajo la proyección BAU 2007 (área roja), incluso en la mayoría de los años incluyendo 2020, el balance está por debajo del BAU ajustado en un 20% (área verde) que es el área donde se cumple el compromiso.

Es fundamental destacar del análisis, la fragilidad del balance de emisiones respecto a la ocurrencia, cada vez más copiosa de importantes pérdidas de biomasa provocada por incendios forestales. Este fenómeno se refleja firmemente en los años 2015 y 2017 de la serie del inventario con sendos incendios que afectaron el país.

Esta dispersión además evidencia la debilidad de los compromisos anuales respecto de proyecciones futuras, por una parte, por las dificultades predictivas que impiden precisar cuantitativamente el volumen del esfuerzo requerido para el cumplimiento de una meta, y por otra parte por la incertidumbre propia y de gran impacto, como la que agrega al balance la categoría asociada a las pérdidas de biomasa por incendios.

3.2. Actualización de la Contribución Determinada a nivel Nacional de Chile (NDC)

Para avanzar hacia los objetivos del Acuerdo de París, se establece que las Partes deben presentar, cada cinco años, sus compromisos y medidas de mitigación a través de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (Artículos 4.2 y 4.9). La NDC sucesiva de cada país representará una progresión con respecto a la NDC vigente y reflejará la mayor ambición posible teniendo en cuenta sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales (Artículo 4.3).

El Acuerdo solicita a los países actualizar o presentar nuevas NDC en 2020, manteniendo el plazo de implementación original de 2025 o 2030, según corresponda (Decisión 1/CP.21, párrafos 23 y 24). En la COP25 (Decisión 1/CMA.2 párrafos 5, 6 y 7) las Partes recalcaron con grave preocupación la necesidad urgente de fortalecer los compromisos de mitigación considerando la gran brecha que han evidenciado los informes del IPCC respecto a las NDC actuales y el objetivo de limitar el aumento de temperatura en 1,5 °C, y se reiteró el llamado a actualizar con la ambición más alta posible las actuales NDC, considerando las responsabilidades comunes pero diferenciadas, a la luz de las circunstancias nacionales.

En septiembre de 2015 Chile presentó su primera NDC, con un compromiso de mitigación representado por un indicador de carbono Intensidad. Esta primera NDC se elaboró con la mejor información que existía en ese momento, considerando la realidad de emisiones del país y los costos de mitigación asociados. Reconociendo un cambio en el escenario mundial y nacional en cuanto a la urgencia climática y a la baja importante en los precios de la energía renovable, entre otras cosas. Chile comenzó con un proceso de análisis que permitiera actualizar su NDC y presentar un compromiso que estuviera en línea con los objetivos del acuerdo, siguiendo el llamado a la ambición hecho por la ONU.

Cuando se considera la ambición de una NDC deben tomarse en consideración dos aspectos claramente diferenciados: el primero es cómo se reporta la información, es decir, qué metodología se utiliza para elaborar y reportar el compromiso de mitigación; el segundo es cuál es el compromiso reportado y hasta qué punto este compromiso contribuye al objetivo de estabilizar el aumento de la temperatura global. Elaborar una contribución en base a presupuestos de GEI contribuye a un aumento de la ambición en ambos aspectos ya que constituye un ejercicio de transparencia y también permite evaluar hasta qué punto se contribuye al objetivo global de temperatura (Alcaraz, 2019).

Los últimos informes del IPCC afirman muy claramente que el aumento de temperatura está directamente relacionado con las emisiones acumuladas de CO_2 y no con el nivel de dichas emisiones en un determinado año. Esto permite establecer las emisiones acumuladas de CO_2 que conllevan un determinado aumento de temperatura; esta cantidad se conoce como presupuesto global de carbono (PGC). Dado que desde el inicio de la revolución industrial la humanidad ya ha venido emitiendo y por lo tanto consumiendo este PGC, una cuestión clave ante los compromisos de los países en el marco del acuerdo de París es: ¿qué parte del PGC restante toma cada país? y yendo un paso más allá: ¿qué parte del PGC restante sería justo que cada país emitiera? (Alcaraz, 2019).

Que un país informe del presupuesto de carbono (PC) en su NDC constituye un ejercicio de transparencia y de ambición metodológica muy notable. Con respecto a la justicia de los compromisos, el AR5 establece que deben considerarse cuatro principios: igualdad, responsabilidad, capacidad y derecho al desarrollo (Alcaraz, 2019).

Cuando se analizan las series de datos de emisiones de Chile se constata que es un país con unas emisiones per cápita que históricamente han estado por debajo de las mundiales y que solamente en los últimos años han rebasado ligeramente la media mundial. Sin embargo, si se hace el ejercicio metodológico considerando los distintos criterios de justicia y equidad para encontrar las posibles trayectorias de emisiones que debiese tener Chile, se puede determinar que el compromiso de 2015 era insuficiente y llevaba a una trayectoria de temperatura superior al aumento máximo de 2 °C.

La nueva NDC de Chile presenta una estructura más integral, además de los componentes de mitigación y adaptación, presenta 2 nuevos tipos de compromisos específicos: 1) un componente de compromisos integrados, que son aquellos compromisos que tienen un impacto tanto en adaptación como en mitigación y 2) un pilar social de transición justa y desarrollo sostenible.

En materia de mitigación, se ha avanzado significativamente con respecto a la NDC de 2015, en línea con lo solicitado por el acuerdo de París, considerando un aumento de ambición en el compromiso en línea además con una trayectoria hacia la neutralidad de GEI al 2050. Este aumento de ambición es coherente con lo promovido y resaltado por el país durante la COP25, lo que se ve reflejado por las Partes a través de la decisión 1/CP.25 (MMA, 2020).

Considerando los requerimientos sobre transparencia en la presentación de las metas incorporadas en las NDC, a partir del Marco Reforzado de Transparencia y las directrices emanadas de la COP24 de Polonia, junto con el análisis del indicador actual de la NDC, y la revisión sobre diferentes tipos de NDC a nivel internacional, se presenta la siguiente meta de mitigación de niveles de emisión, sin incluir al sector UTCUTS (MMA, 2020).

Tabla 4-1. Contribución en Mitigación de GEI.

Contribución	ODS
M1) Chile se compromete a un presupuesto de emisiones de GEI[7] que no superará las 1.100 $MtCO_2eq$, entre el 2020 y 2030, con un máximo de emisiones (peak) de GEI al 2025, y a alcanzar un nivel de emisiones de GEI de 95 $MtCO_2eq$ en 2030.	

Fuente: Actualización NDC 2020. MMA, 2020.

Se deben desatacar tres elementos importantes de este nuevo compromiso para Chile:

1. Define una meta absoluta de emisiones en el año 2030, este indicador es transparente y de fácil entendimiento.
2. Define un presupuesto de emisiones entre 2020 y 2030. Por lo explicado anteriormente, el presupuesto de emisiones es un tipo de métrica que permite hacer una relación directa entre el nivel de emisiones y el aumento de temperatura atmosférica. Según las distintas metodologías de asignación del presupuesto global, y considerando distintos principios de igualdad, responsabilidad histórica y capacidad, Chile debiese tener entre 2020-2030 un máximo de 1110 Mt CO_2eq para estar en línea con los 2 °C.
3. Se fija un año máximo para que Chile alcance su máximo de emisiones, esto es relevante porque el país se está comprometiendo a cambiar la trayectoria creciente de emisiones que ha tenido históricamente y empezar un decrecimiento de éstas para alcanzar la neutralidad en 2050.

Otro ámbito relevante en actualización de la NDC se refiere a la integración de políticas públicas entre clima y aire limpio, con el fin de mitigar los contaminantes climáticos de vida corta[8], específicamente el carbono negro (BC), el cual, si bien no es un gas de efecto invernadero (GEI), contribuye al calentamiento global y a la contaminación local. Por lo tanto, conscientes de la importancia de vincular los objetivos climáticos con la calidad del aire y favoreciendo que las personas perciban localmente los beneficios en su calidad de vida es que se incluye el siguiente compromiso.

7. El presupuesto de emisiones se entenderá como la sumatoria de las emisiones anuales, de en un periodo de años determinado, excluyendo el sector UTCUTS.

8. Ver definición de contaminantes de vida corta o de forzadores climáticos de vida corta del IPCC en: https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WGI_AR5_glossary_ES.pdf

Tabla 4-2. Contribución en materia de carbono negro.

Contribución	ODS
M2) Una reducción de al menos un 25% de las emisiones totales de carbono negro a 2030, con respecto a 2016. Este compromiso se implementará principalmente a través de las políticas nacionales asociadas a calidad del aire. Además, será monitoreado a través de un trabajo permanente y periódico en la mejora de la información del inventario de carbono negro.	

Fuente: Actualización NDC 2020 MMA, 2020.

La metodología de construcción de la componente de mitigación de la NDC se basó en un proceso y gobernanza participativa donde se evaluaron escenarios prospectivos para alcanzar la neutralidad al 2050 y visualizar la NDC como un hito o meta intermedia en esa trayectoria. Toda la información metodológica y técnica de esta actualización fue incluida en el documento de la NDC como parte de la "Información para la Claridad, transparencia y entendimiento", esta información se incluye en el libro de reglas de Katowice como parte del Marco reforzado de transparencia del Acuerdo de París (art.13) y Chile lo ha incluido como una buena práctica de presentación de los compromisos climáticos. En la siguiente sección se entrega más información sobre este proceso.

3.3. Evaluación prospectiva para la evaluación de la Neutralidad de GEI

En el marco de la actualización de la NDC de Chile, el Ministerio del Medio Ambiente en conjunto con el Ministerio de Energía, Ministerio de Hacienda, Ministerio de Relaciones Exteriores y de diferentes ministerios sectoriales (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Ministerio de Agricultura y Ministerio de Minería), trabajaron en el desarrollo de una proyección de largo plazo con el objetivo de determinar una ruta para alcanzar la meta de neutralidad de GEI al 2050 establecida en el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático[9] y de acuerdo con el compromiso adquirido como país para el cierre de centrales de carbón al 2040. La actualización de la Contribución surge como un hito intermedio de este trabajo, identificando los resultados de la planificación a 2030, lo cual es consistente con la mirada de largo plazo. Asimismo, ha sido posible lograr un entendimiento común de la metodología, fuentes de información, herramientas de simulación y criterios de decisión empleados[10].

La visión del país en torno a la gestión del cambio climático se definirá bajo dos horizontes:

a) Mediano plazo (en línea con NDC): año 2030 "Cada Parte deberá preparar, comunicar y mantener las sucesivas contribuciones determinadas a nivel nacional que tenga previsto efectuar" (Artículo 4.2 del Acuerdo de París)".

La visión a mediano plazo, será definida como parte de la etapa de actualización de la NDC, proceso que será implementado durante el presente año, bajo la coordinación del Ministerio del Medio Ambiente, y con la colaboración de partes interesadas provenientes del sector público, privado, la academia y la sociedad civil.

b) Largo plazo: año 2050 "Todas las Partes deberían esforzarse por formular y comunicar estrategias a largo plazo para un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero" (Artículo 4.19 del Acuerdo de París).

La visión de largo plazo para el país será delineada a través de un proceso participativo a ejecutar durante 2020, en el marco del diseño de la Estrategia Climática de Largo Plazo a 2050 para Chile.

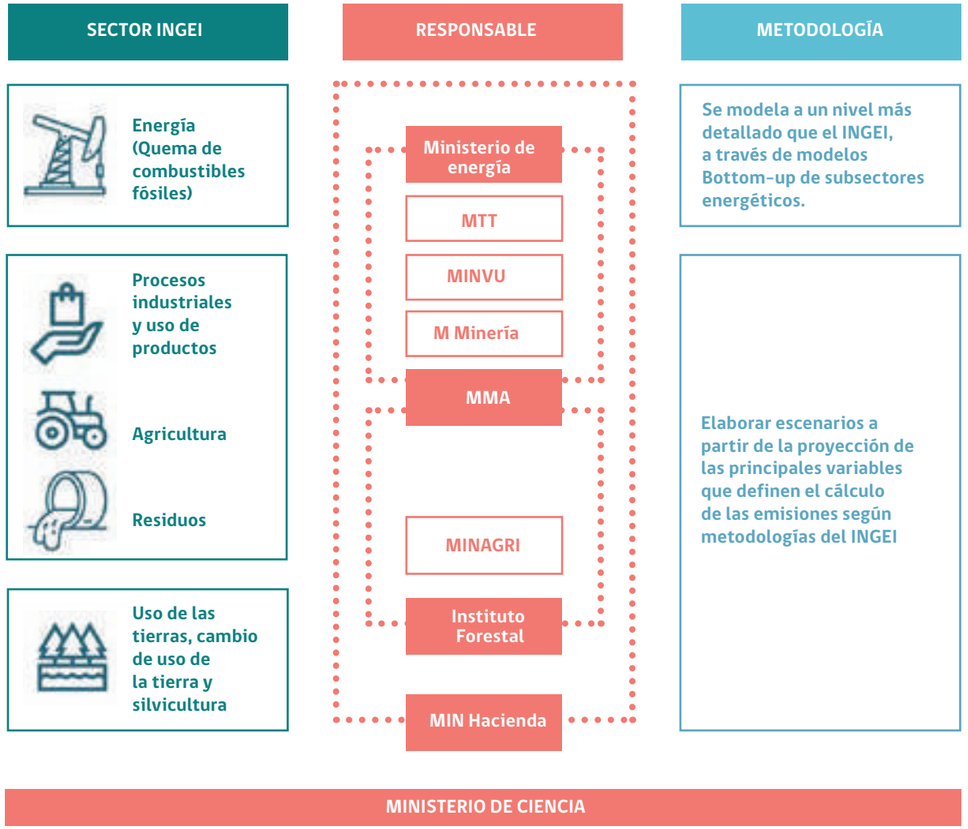
Con objeto de alinear la definición de la NDC con la visión 2050 anunciada por Chile, y que los compromisos de mitigación sean hitos intermedios en la trayectoria hacia la neutralidad de GEI, el Ministerio del Medio Ambiente coordinó distintas mesas de trabajo intersectoriales. Estas mesas tenían como propósito explorar el potencial de mitigación a través de la proyección escenarios del país basándose en criterios políticos, tecnológicos y económicos.

La Figura 3 muestra un diagrama del trabajo colaborativo en la construcción de escenarios y la modelación:

9. http://www.senado.cl/appsenado/templates/tramitacion/index.php?boletin_ini=13191-12

10. Detalles del proceso técnico y colaborativo entre ministerios y la academia, fue documentado en un whitepaper llamado: "Chilean NDC Mitigation Proposal: Methodological approach and supporting ambition", desarrollado por la Mesa de Mitigación y Energía del Comité Científico de la COP25. https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/03/Mitigation_NDC_White_Paper.pdf

Figura 4-3. Marco de trabajo en la elaboración de proyecciones y escenarios de mitigación para la neutralidad y NDC.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

La proyección de los escenarios a 2050 se desarrolló considerando la modelación de los cinco sectores del INGEI (Energía, IPPU, Agricultura, UTCUTS y Residuos), el cual a su vez se elabora de acuerdo con las Directrices del IPCC 2006. Se trabajaron los cinco sectores de manera individual, para luego ser integrados.

En el caso del sector Energía, este es proyectado con las herramientas que dispone el Ministerio de Energía para evaluar escenarios de demanda y oferta energética, que son las herramientas principales sobre las cuales este Ministerio elabora los escenarios de su Planificación Energética de Largo Plazo (PELP)[11].

Por otra parte, para los sectores no energía (IPPU, Agricultura, UTCUTS y Residuos), se utilizaron los mismos modelos con los cuales se elabora el INGEI, pero proyectados en el largo plazo de acuerdo a la proyección de variables fundamentales de cada categoría o sector, por ejemplo: el PIB, la población, las cabezas de ganado, hectáreas de forestación esperada, etc.

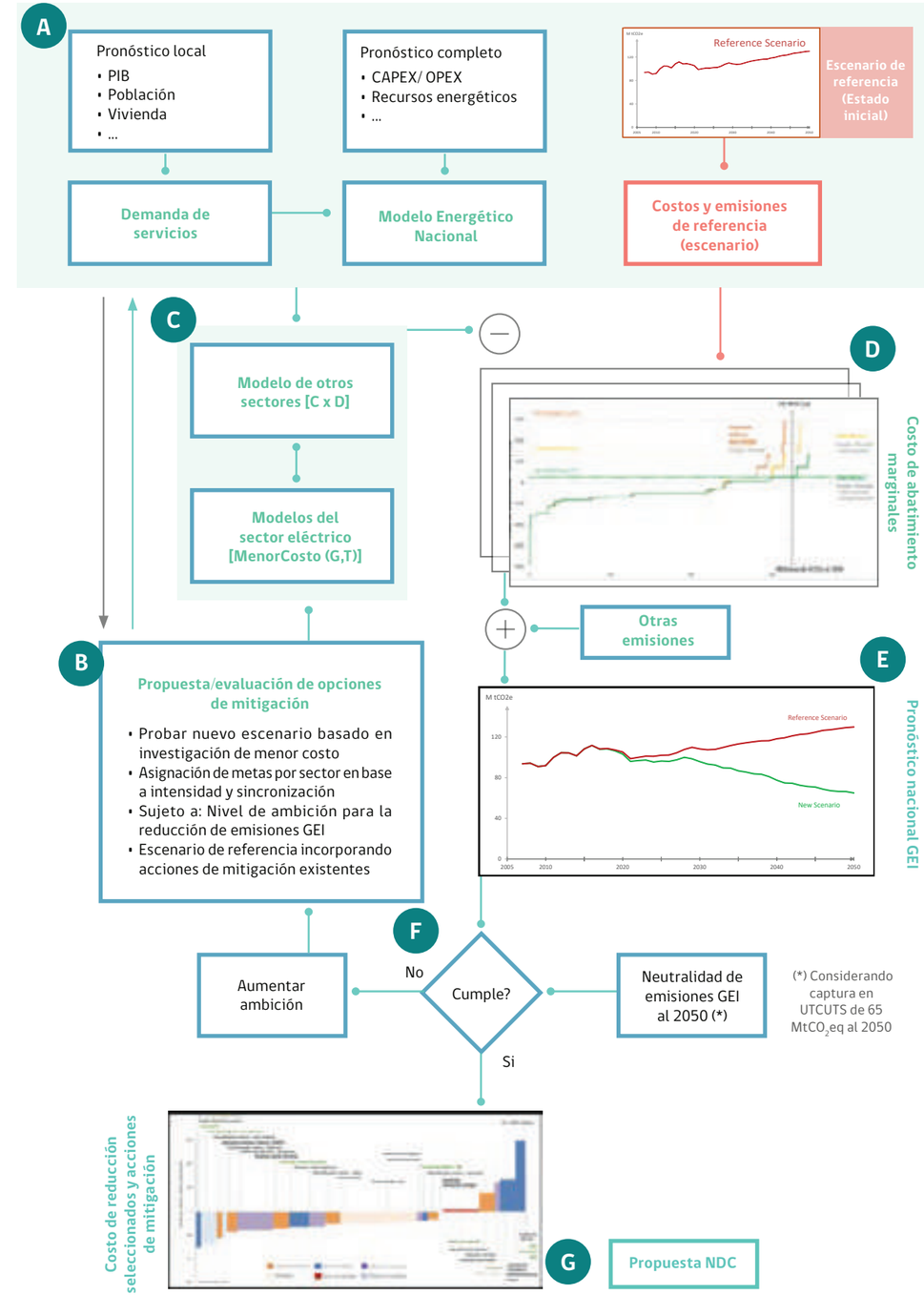
En general, consistió en una modelación de dos escenarios: i) El primero proyectando las emisiones de GEI nacionales con las políticas y acciones actuales (hasta mayo 2019), y ii) un escenario de neutralidad que incluye medidas y consideraciones que potencialmente pueden llevar a Chile a alcanzar la neutralidad de GEI en 2050.

Para el sector energía, el marco general usado en el proceso y un detalle de los modelos es presentado en el documento *"Chilean NDC Mitigation Proposal: Methodological approach and supporting ambition"*, desarrollado por la Mesa de Mitigación y Energía del Comité Científico de la COP25[12]. De él se extrae la Figura 4 que explica el flujo de información e interacción de los modelos y desarrollo de escenarios:

11. Proceso establecido en la Ley General de Servicios Eléctricos, según se estipula en el respectivo Reglamento (DS 134 del 5 de enero de 2017)

12. Chilean NDC Mitigation Proposal: Methodological Approach and Supporting Ambition. Mitigation and Energy Working Group Report. Santiago: COP25 Scientific Committee; Ministry of Science, Technology, Knowledge and Innovation.

Figura 4-4. Marco metodológico para la modelación de escenarios de GEI sector energía.



Fuente: Chilean NDC Mitigation Proposal: Methodological Approach and Supporting Ambition. Mitigation and Energy Working Group Report. Santiago: COP25 Scientific Committee.

La figura ilustra el proceso de análisis energético incluyendo sus principales componentes. Cada sección del diagrama muestra los pasos lógicos del enfoque metodológico y cada bloque del diagrama representa modelos específicos, un supuesto común de las variables proyectadas, y el criterio usado durante el proceso. En la **Sección A** del proceso, se establecen las principales proyecciones micro y macroeconómicas, otras variables locales y complementarias fueron integradas para alimentar las proyecciones de la demanda nacional de servicios energéticos. Esta demanda por servicios son convertidas en necesidades energéticas usando modelos específicos por sector económico, y el inventario de emisiones del sector energía como punto de partida. El escenario de políticas actuales fue calculado considerando esta información y fue posteriormente usado como base de referencia para comparar emisiones y niveles de costos para distintos escenarios de mitigación **(Sección B).**

En la **Sección C**, la generación de electricidad se proyecta mediante un modelo uninodal determinístico de expansión a mínimo costo. Los otros sectores de la demanda energética se modelan considerando un criterio de costo efectividad el cual se construye mediante la elaboración de una curva de costos marginales de abatimiento.

Las alternativas de mitigación incluyen diversas adopciones de tecnología, intensidades, tiempo de implementación, gestión de la demanda y reasignación de la demanda entre los sectores. Estas alternativas son propuestas, compiladas y analizadas en la **Sección B**.

Como escenario de referencia, el proceso iterativo parte con el cálculo de las emisiones de GEI y los costos bajo políticas nacionales dependiendo de la adopción de la tecnología. En la **Sección D**, el resultado del cálculo de los costos de abatimiento es usado como guía para hacer una nueva corrida que se analizó nuevamente en cada módulo. La salida, finalmente, permite refinar la curva de costo marginal de abatimiento y el cálculo de las emisiones. Las emisiones proyectadas en el escenario propuesto, más las emisiones de las otras fuentes no-energía se comparan para cumplir el objetivo del proceso: La neutralidad de GEI al 2050 (La que asume una captura desde el sector UTCUTS de 65MtCO_2 en 2050, niveles similares al 2016).

Las medidas consideradas en los escenarios analizados se encuentran enumeradas en la siguiente tabla:

Tabla 4-3. Medidas consideradas en los escenarios proyectados.

Descripción			Escenario de Referencia	Escenario de Carbono Neutralidad
Ámbito	Medida	Sector		
Retiro de Centrales.	Energías renovables en reemplazo de centrales térmicas.	Energía	Retiro de 2.500 MW al 2050.	Retiro de 5.500 MW al 2040..
Edificación Sostenible.	Fomento a renovación energética de viviendas.	Energía	OGUC.	OGUC & 57% de casas (70% deptos) calefaccionan con electricidad al 2050.
	SST - residencial y público.	Energía	Sin medidas asociadas.	52% en usos de ACS en hogares y 10% en hospitales al 2050.
	Generación distribuida.	Energía	1278 GWh en Residencial al 2050 y 3633 GWh en Comercial.	1.800 GWh en Residencial al 2050 y 5.657 GWh en Comercial.
	RT viviendas vulnerables.	Energía	Sin medidas asociadas.	Reacondicionamiento a 20.000 viviendas al año.
	MEPS nuevos.	Energía	Sin medidas asociadas.	MEPS de TV, Lavavajillas, Secadoras, Hornos Eléctricos y Microondas.
	Calefacción eléctrica público y comercial.	Energía	Sin medidas asociadas.	Supermercados, multitiendas y clínicas usan de 84%, 76% y 48% al 2050, respectivamente.
	Geotermia.	Energía	Sin medidas asociadas.	35 GWh a nivel nacional, cifra que se mantiene hasta el año 2050.
	Calefacción distrital.	Energía	Sin medidas asociadas.	0,2% en la matriz de consumo energético para el uso calefacción.

Descripción			Escenario de Referencia	Escenario de Carbono Neutralidad
Ámbito	Medida	Sector		
Transporte y Electro - movilidad	Taxis 100% eléctricos.	Energía	21% taxis colectivos a 2050.	100% taxis colectivos a 2050.
	Transporte público - RM.	Energía	20% de buses en RM a 2050.	100% de buses de transporte público urbano en Chile a 2040.
	Transporte público - Regiones.	Energía	0% de buses en regiones no RM a 2050.	100% de buses de transporte público urbano en Chile a 2040.
	Vehículos particulares 60%.	Energía	21% vehículos particulares a 2050.	58% vehículos particulares a 2050.
	Vehículos comerciales 60%.	Energía	21% vehículos particulares a 2050.	58% vehículos particulares a 2050.
	Cambio modal transporte.	Energía	Sin medidas asociadas.	Disminución de transporte privado motorizado por cambio a buses y bicicleta.
Hidrógeno	Transporte de carga.	Energía	Sin medidas asociadas.	71% en transporte de carga a 2050.
	Usos motrices en industria y minería.	Energía	Sin medidas asociadas.	12% en usos motrices en industria y minería a 2050.
	Usos térmicos vía gasoductos .	Energía	Sin medidas asociadas.	7% en de hogares y 2% en industria a 2050.
Industria Sostenible	SST Industria y minería.	Energía	Sin medidas asociadas.	10% de usos térmicos en Industria y 16% en minería de cobre.
	Electrificación motriz - resto minería.	Energía	Sin medidas asociadas.	52% en minería (no cobre) a 2050.
	Electrificación motriz - industria.	Energía	Sin medidas asociadas.	67% en industrias varias a 2050.
	Electrificación motriz - comercial.	Energía	Sin medidas asociadas.	56% en sector comercial a 2050.
	Electrificación motriz - minería cobre.	Energía	Sin medidas asociadas.	57% en minas de rajo a 2050 y 74% en subterráneas a 2050.
	Generación biogás.	Energía	Sin medidas asociadas.	Rellenos sanitarios nuevos con centrales eléctricas.
	Electrificación térmica.	Energía	Sin medidas asociadas.	25% adicional en usos térmicos en industria y minería.
	Sistemas de Gestión de Energía.	Energía	Ahorro anual de 0,6% para todo el periodo.	Ahorro anual escalonado (0,6% a 2,5%).
	MEPS Motores hasta 100HP.	Energía	Sin medidas asociadas.	Recambio de total de motores al 2030.
No energía	Captura o uso de biogás de rellenos sanitarios.	Residuos	Sólo proyectos actuales.	El año 2035 100% de los residuos domésticos urbanos son depositados en rellenos sanitarios con sistemas de quema o uso de biogás.
	Usos de lodos de plantas de tratamientos de aguas servidas, como bioestabilizador forestal.	Residuos	Sin medidas asociadas.	Nuevas plantas de tratamiento en el Gran Concepción y el Gran Valparaíso para 2035, con gestión del metano y uso de lodos.
	Biodigestores de purines porcinos.	Agricultura	Sin proyectos adicionales.	Población porcina destina sus purines a biodigestores horizonte a definir.
	Asistencia técnica al uso eficiente de fertilizantes.	Agricultura	Sin medidas asociadas.	Fomentar las buenas prácticas en el uso de fertilizantes nitrogenados.

Fuente: Chilean NDC Mitigation Proposal: Methodological Approach and Supporting Ambition. Mitigation and Energy Working Group Report. Santiago: COP25 Scientific Committee.

MEPS: Estándares mínimos de eficiencia energética, RT: Reacondicionamiento térmico, SST: Sistemas solares térmicos .
Todas las medidas consideradas del sector Energía fueron analizadas por el Ministerio de Energía.

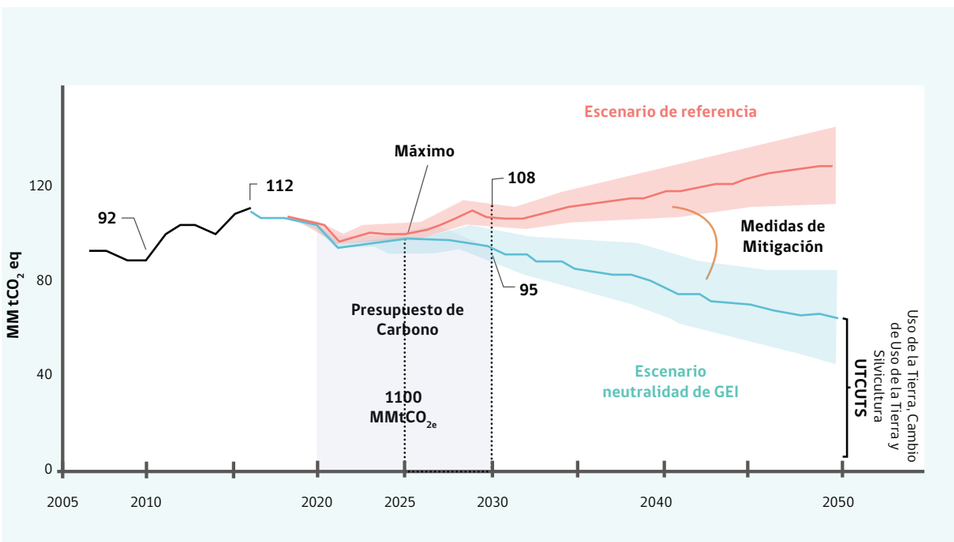
Para los sectores no-energía, la importancia relativa de estos sectores necesariamente irá creciendo respecto de las emisiones nacionales. A 2016, los sectores de Agricultura, Industrias y Uso de Productos y Residuos, representan el 21% de las emisiones, al año 2050 su participación se estima llegará a 36%. Los resultados en el escenario de neutralidad implican impactos significativos en IPPU y Residuos respecto de un escenario BAU y sin considerar la Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal, y esto sin considerar un cambio de conducta importante en la generación de residuos, producido por el incremento de la conciencia y educación sobre la crisis climática.

En el sector agricultura se brindan opciones para reducir la magnitud de las emisiones y también mejorar la absorción de carbono. Estas opciones mejoran la productividad de los cultivos, el estado de los nutrientes del suelo, la gestión de los residuos orgánicos, el microclima o la biodiversidad y, por lo tanto, apoyan la adaptación al cambio climático. En el sector no fueron consideradas intervenciones a la demanda, modificaciones de la selección de alimentos, reducción de pérdidas y residuos de alimentos. Estas opciones también reducen las emisiones de GEI y mejoran la resiliencia de los sistemas alimenticios. Estas medidas en combinación con las medidas de mitigación en la oferta, pueden permitir la implementación de estrategias de adaptación y mitigación de gran escala sin amenazar la seguridad alimentaria que se produciría debido a una mayor competencia por la tierra para la producción de alimentos, y precios más altos.

En general, las opciones de mitigación de los sectores no energéticos no dependen de cambios tecnológicos ni de altos costos, sus dificultades radican, por un lado, en los cambios organizacionales y cambios de paradigma, y por otro, en plantear nuevas normativas y reglas que se enfrenten a los métodos tradicionales y que establezcan reglas donde antes no existían, forzando y educando una conducta climática más sostenible. En este escenario las acciones de mitigación pueden ser adelantadas, sin embargo, la atomicidad de los actores, la dificultad cultural arraigada, o el cambio de reglas en algunos servicios, pueden ser barreras complejas de sobrepasar.

Con estos ejercicios prospectivos, la proyección de los dos escenarios de emisiones propuestos permitió finalmente la construcción de las metas cuantitativas de la NDC.

Figura 4-5. Ejercicio de proyección de emisiones para la neutralidad de GEI.



Fuente: Chilean NDC Mitigation Proposal: Methodological Approach and Supporting Ambition. Mitigation and Energy Working Group Report.

3.4. Proyectos internacionales de apoyo a la mitigación en Chile

3.4.1 Proyecto NDC Support Programme

En 2017, y basándose en lo construido con el programa *Low Emission Capacity Building* (LECB), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) lanzó formalmente el proyecto global de apoyo a la implementación del NDC (NDC Support Programme) al cual contribuyen el Ministerio Federal de Medio Ambiente (BMUB) de Alemania, el Ministerio Alemán de Desarrollo Económico (BMZ), la Unión Europea y el Gobierno de España, como parte del NDC Partnership.

La misión del NDC Support Programme es promover la implementación de cambios reales y positivos en las generaciones actuales y futuras, para avanzar hacia un desarrollo resiliente y cero en emisiones[13]. Este proyecto ha contribuido a más de 39 países, para lograr cambios transformadores usando la implementación de las Contribuciones Nacionales Determinadas (NDC), como un mecanismo que permita ampliar la inversión en cambio climático y apoyar al desarrollo sustentable, incluido en el Acuerdo de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Esta iniciativa, está apoyando a diez países (entre ellos Chile), en la integración de medidas del enfoque de género en la planificación e implementación del NDC.

En Chile, la implementación del NDC Support Programme se materializa a través de la continuidad del proyecto Low Emission Capacity Building-Chile (LECB-Chile) implementado por el Ministerio del Medio Ambiente, bajo el cual se espera avanzar en las siguientes áreas:

- Evaluación de los compromisos de Chile y fortalecimiento de la gobernanza para el cumplimiento del NDC.
- Fortalecimiento del sistema de monitoreo, reporte y verificación (MRV) de las acciones de mitigación para la implementación del NDC.
- Estrategia para aumentar la participación del sector privado en la implementación de acciones incorporando el enfoque de género.
- Implementación de una estrategia de sensibilización en cambio climático considerando el enfoque de género.

13.UNPD. (07 de 07 de 2020). www.ndcs.undp.org. Obtenido de www.ndcs.undp.org; https://www.ndcs.undp.org/content/ndc-support-programme/en/home/about/our-strategy.html

14. https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/10a01.pdf

3.4.2 Proyecto Capacity Building Initiative for Transparency (CBIT)

En el párrafo 84 de la decisión 1/CP.21 de la Conferencia de las Partes donde se adopta el Acuerdo de París[14], se decidió establecer "una Iniciativa para el Fomento de la Capacidad de Transparencia con el fin de mejorar la capacidad institucional y técnica, tanto antes como después de 2020" con que se "ayudará a las Partes que son países en desarrollo que así lo soliciten a cumplir oportunamente los requisitos reforzados de transparencia que se definen en el artículo 13 del Acuerdo". Según lo establecido en el párrafo 85 de dicha decisión, la Iniciativa para el Fomento de la Capacidad de Transparencia (CBIT) tiene por objeto:

a) Fortalecer las instituciones nacionales para las actividades relacionadas con la transparencia, de acuerdo con las prioridades nacionales;

b) Ofrecer herramientas, capacitación y asistencia para el cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 13 del Acuerdo;

c) Ayudar a mejorar la transparencia con el tiempo.

Esto se traduce en un fondo a cargo del Global Environmental Facility (GEF) que apunte a cumplir con los objetivos definidos en la decisión. Chile postuló a este fondo a través del proyecto: *"Strengthening Chile's Nationally Determined Contribution (NDC) Transparency Framework"* por un monto de USD 1.232.000; cuyo objetivo principal es **Fortalecer las capacidades nacionales para un sistema de seguimiento transparente al NDC de Chile.** Las componentes y los resultados esperados del proyecto se muestran en la Tabla 4:

Fotografía: Valeria Pizarro.

Tabla 4-4. Componentes y resultados esperados del proyecto CBIT-Chile.

Componente	Resultados
1: Fortalecer el marco de transparencia existente en Chile para acciones de mitigación y adaptación .	1.1. El análisis de datos climáticos es integrado en la elaboración de políticas y reporte internacional.
	1.2. La NDC de Chile está siendo monitoreada y evaluada .
2: Institucionalización del reporte de gasto público climático.	2.1. Instituciones públicas son capaces de reportar su gasto climático y apoyo recibido.

Fuente: Equipo técnico coordinador MMA, 2020.

Las consultorías y ejercicios relativos a gasto público en cambio climático, realizados bajo el Programa CBIT corresponden a ejercicios preliminares para apoyar y nutrir al Ministerio de Hacienda y a su Dirección de Presupuestos en los esfuerzos de incorporar la identificación y evaluación del gasto público en cambio climático de conformidad con nuestros compromisos internacionales, los procedimientos y normativa interna de formulación del presupuesto y el principio de eficiencia en la asignación de los recursos fiscales.

CBIT Chile comenzó a implementarse en octubre de 2018, y ha representado un aporte relevante para el país en la gestión del cambio climático, a través de la generación de productos que contribuyen al cumplimiento de los compromisos internacionales, el fortalecimiento de la coordinación y colaboración entre diversas entidades, y el intercambio y aprendizaje conjunto en Latino América y el Caribe.

En relación con los avances del Componente 1: "Fortalecer el marco de transparencia existente en Chile para acciones de mitigación y adaptación", focalizados principalmente en materia de análisis prospectivo, CBIT Chile ha desempeñado un rol tanto técnico como estructural en la organización de las actividades prospectivas, lo cual se puede resumir principalmente en dos líneas de trabajo:

1) **Sistema Nacional de Prospectiva (SNP) con el cual se busca coordinar y normalizar la capacidad de análisis prospectivo en materia de cambio climático para los instrumentos nacionales.**

El SNP, en desarrollo actualmente, es un instrumento que tiene como principal objetivo elaborar una dinámica para la coordinación y normalización de las actualizaciones de proyecciones nacionales de emisiones de GEI de vida larga y corta, considerando además sus impactos socioeconómicos y relevando como atributos fundamentales del proceso, la transparencia de la información de entrada y salida del sistema, la participación de los diversos actores sociales y la mejor integración posible de las herramientas de análisis; de manera de generar escenarios prospectivos multisectoriales validados en su elaboración y resultados.

El desarrollo del Sistema contempla la elaboración de arreglos institucionales entre los organismos públicos relevantes, estos son principalmente los Ministerios de Energía y Ministerio de Agricultura, así como de departamentos claves del Ministerio del Medio Ambiente y otros cinco Ministerios. Además de las definiciones institucionales que buscan garantizar los atributos de transparencia, integración y participación, la elaboración del Sistema implica el desarrollo de herramientas técnicas para la cuantificación prospectiva de impactos climáticos de todos los sectores. Actualmente se están desarrollando herramientas para facilitar la elaboración escenarios prospectivos en los sectores UTCUTS, Agricultura, IPPU y residuos, además de herramientas que consideran emisiones e impactos locales de escenarios de mitigación en todos los sectores. Se espera en el año 2021 concluir su elaboración con el establecimiento del reglamento del Sistema el que será desarrollado por todos los sectores definidos por el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático.

2) **Construcción de los escenarios prospectivos considerados en la actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), recientemente actualizada por el país.**

CBIT Chile tuvo un importante rol en los análisis prospectivos desarrollados para la actualización de la NDC, tanto en las proyecciones de emisiones de carbono negro incluidos por primera vez en los compromisos nacionales, como en los análisis y proyecciones de emisiones de GEI de los sectores no energéticos. A través de CBIT se lideró un estudio financiado por la Coalición por el Aire Limpio y el Clima (CCAC) para el desarrollo de escenarios de emisiones de carbono negro nacionales alineadas con los escenarios prospectivos del sector energía, estudio que además permitió incorporar acciones de bajo impacto en CO_2 equivalente pero muy relevantes en la mitigación de carbono negro, dando origen a los escenarios que determinan lo comprometido en la NDC.

A través de la iniciativa se desarrollaron modelos de análisis prospectivo en los sectores Residuos, Agricultura e IPPU, basados en las metodologías del INGEI consistentes con las directrices del IPCC. Estas herramientas, en conjunto con la exploración de las visiones de los actores relevantes en estos sectores, permitieron elaborar los escenarios considerados en la actualización de la NDC.

En el caso del sector UTCUTS se lideró un estudio de proyección de escenarios financiado por el Ministerio del Medio Ambiente y elaborado por INFOR, que fue la base para la definición del balance de emisiones del sector y le permitió a la Oficina de Cambio Climático contar con la capacidad para analizar los impactos en emisiones de GEI de múltiples opciones evaluadas para el establecimiento del compromiso del sector. Todos estos desarrollos permitieron la construcción de los análisis prospectivos que finalmente dan origen a los compromisos suscritos por Chile en su NDC.

En cuanto a los avances vinculados al Componente 2 de CBIT Chile "Institucionalización del reporte de gasto público climático", se destacan las siguientes actividades llevadas a cabo:

- Definición de una propuesta de marco conceptual de contabilidad del gasto climático.
- Establecimiento de las opciones metodológicas de compilación del gasto climático.
- Clasificación del gasto climático en el marco de la Clasificación Funcional de Gobierno (COFOG).
- Elaboración de una propuesta de guía de compilación del gasto climático en el sector público.
- Desarrollo de herramientas de procesamiento de información del gasto climático: directorio, tablas de clasificación, taxonomías, plataformas de base de datos.
- Elaboración de un ejercicio de levantamiento de información: Inversión climática 2018-2019 a base de los datos del Banco Integrado de Proyectos (BIP) del Sistema Nacional de Inversiones (SNI) que gestiona el Ministerio de Desarrollo Social y Familia; y Transferencias climáticas 2019 según Ley Nº 18.985 del Ministerio de Hacienda.
- Propuesta de elementos para la actualización de la Norma de Carácter General Nº30 de la Comisión para el Mercado Financiero (CMS): Alcances sobre requerimientos de información ambiental y climática en los reportes de responsabilidad social y desarrollo sostenible.
- Modelamiento de la NDC 2020 para los sistemas MRV: Elementos para estructurar los objetivos, actividades, metas e indicadores de cumplimiento de la NDC en base de datos.
- Modelamiento del Financiamiento Climático: Propuesta de elementos para estructurar las fuentes e instrumentos financieros que permitan el cumplimiento de los objetivos establecidos en el NDC.
- Intercambio Técnico sobre MRV de financiamiento climático en la Alianza del Pacífico.

Finalmente, cabe destacar que CBIT Chile apoyó el proceso participativo de elaboración del Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, instrumento que establece la gobernanza climática, facultades y obligaciones de los organismos del Estado para la acción climática, a nivel vertical (nacional a municipal) como a nivel horizontal (distintos sectores). El Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, institucionaliza los diversos productos de CBIT Chile, otorgándoles continuidad y legitimidad en el tiempo.

A su vez, el equipo CBIT en Chile, ha apoyado directamente el proceso participativo de construcción de la Estrategia Climática de Largo Plazo para Chile que se encuentra liderando el Ministerio del Medio Ambiente, y que será publicada en 2021. Dicha contribución se traduce en apoyo en el diseño metodológico e implementación del proceso participativo, la coordinación interministerial, la entrega de insumos asociados a prospectiva de emisiones, el modelamiento y gasto climático, y los avances en el monitoreo del fortalecimiento de la capacidad adaptativa del país en el mediano y largo plazo.

En relación a los próximos pasos del proyecto CBIT Chile, durante el año 2021 se estará trabajando en lo siguiente:

- Elaboración de indicadores para medir la acción de adaptación al cambio climático en Chile, en los sectores prioritarios, a nivel nacional y subnacional, en el mediano y a largo plazo.
- Desarrollo del marco institucional que permita aplicar la metodología de identificación del gasto climático ex ante basado en microdatos de fuentes de información ya abordadas; y crear capacidades en otros ministerios.
- Revisión de los resultados del ejercicio de levantamiento de la inversión y transferencias climáticas año 2018-2019, completar la serie 2018-2020 y estimar en un nuevo ejercicio el gasto climático en bienes y servicios y gastos de personal 2018-2020.
- Contar con escenarios nacionales validados de

emisiones multisectoriales de GEI de larga y corta vida y sus impactos, con estándares de transparencia, integración y participación; en el marco del Sistema Nacional de Prospectiva actualmente en desarrollo.

- Apoyo en la definición de un presupuesto nacional de emisiones de gases de efecto invernadero al año 2030 y 2050, y de los presupuestos de emisión para cada uno de los sectores priorizados por el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático.

3.4.3 Supporting National Action and Planning on Short-Lived Climate Pollutants (SNAP)

Chile a través del Ministerio del Medio Ambiente forma parte de la Climate & Clean Air Coalition (CCAC) desde 2013. La CCAC es una coalición global que une a países, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, con el objetivo de aunar esfuerzos para avanzar con una visión integrada sobre los beneficios de mitigar los contaminantes climáticos locales, denominados Short-lived climate pollutants (SLCPs); y cumplir internacionalmente con el desafío del cambio climático. A 2018, integran la CCAC cerca de 54 países, 18 organismos intergubernamentales y 60 organismos no gubernamentales[15].

En términos de coordinación en 2017, el Programa de las Naciones Unidas y el Ministerio del Medio Ambiente firmaron un Memorándum de Entendimiento para la Cooperación[16], documento que incluye entre otras materias "avanzar en acciones de política para la mitigación de los contaminantes climáticos de vida corta".

En tal contexto, se ejecuta el proyecto SNAP S*upporting National Action and Planning on Short Lived Climate Pollutants (SLCPs)*, el cual aportó a Chile un total de USD $184.000, presupuesto administrado por ONU-Medio Ambiente. Los objetivos del proyecto comprenden: 1) evaluar la contribución determinada (NDC) del Acuerdo de París (numeral 2.6) utilizando LEAP-IBC; 2) proponer un nuevo NDC para carbono negro a incluirse en la actualización de la NDC: y 3) contar con un Plan Nacional de Mitigación de SLCP's a fines del 2020. El periodo de implementación del proyecto es del 2016 al 2020.

Durante 2019 y gracias al apoyo financiero de la CCAC, se desarrolló un estudio llamado "Mitigación de carbono negro en la actualización de la Contribución Nacionalmente Determinada de Chile"[17], que estuvo a cargo del Centro de Clima y Resiliencia de la Universidad de Chile CR2. Este estudio evaluó las medidas de mitigación que se consideraron en los análisis y proyecciones de la neutralidad de GEI a 2050, determinando su potencial para reducir el carbono negro durante el periodo 2016-2050. Adicionalmente, este estudio consideró medidas específicas de los planes de descontaminación de aire. Como resultado, si bien la neutralidad da como resultado reducciones significativas a nivel nacional de partículas, incluyendo carbono negro y sus precursores, la misma no implica una mejora significativa en la calidad del aire o los efectos climáticos regionales relevantes. Esto se debe al tiempo de residencia muy diferente de LLGG y partículas, incluido el carbono negro. Por esta razón se consideró que políticas a escala serán relevantes para conseguir la meta impuesta en la nueva NDC con respecto a la disminución de este contaminante.

Las mejoras que este estudio hizo al inventario de carbono negro son un insumo clave para la actualización de este y su inclusión como información de base para la estrategia climática de largo plazo.

3.5 Proyectos Transversales de Apoyo a la Acción Climática

3.5.1 Asistencia Técnica del PNUD – Elaboración de un marco fiscal para la medición del gasto en cambio climático nacional, tanto público como privado, en el marco de las Contribuciones Nacionales Determinadas (NDC)

En octubre de 2019 el Ministerio de Hacienda firmó un acuerdo de asistencia técnica con el PNUD, el cual tiene carácter de acuerdo internacional. La asistencia técnica financiada por el gobierno alemán comenzó su ejecución en mayo de 2020. La cooperación permitirá llevar a cabo una serie de iniciativas que se detallan a continuación:

a. ***Implementación de un marco marco fiscal que integre el cambio climático en las finanzas públicas:*** Durante la Conferencia de las Partes de 2015 celebrada en París (COP21), nuestro país comprometió su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés), donde uno de sus componentes es el financiamiento climático, el cual considera el "*análisis periódico del gasto público y privado en cambio climático tanto directo como indirecto, actualizable todos los años a partir de 2020*". Este compromiso fue ratificado en la actualización de la NDC presentada en abril de 2020 a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

La contabilización del gasto público en cambio climático es reconocida como una poderosa herramienta para alinear el gasto público dentro del ciclo presupuestario anual, así como un proceso necesario para evaluar la eficiencia y efectividad del gasto. También es una herramienta que permite dar transparencia y coherencia al gasto en un contexto de disponibilidad limitada de recursos públicos y en algunos casos un componente de las NDC, como es el caso de Chile.

La integración de la dimensión climática en el proceso presupuestario requiere del desarrollo de un marco presupuestario robusto que apoye las políticas y objetivos del Estado en materia climática y que permita reportar en forma periódica y transparente el gasto y las inversiones realizadas por el Estado para hacer realidad la trayectoria de una economía baja en emisiones y resiliente al clima.

En términos prácticos, se espera que la asistencia técnica no solo apoye a la identificación del gasto público en cambio climático, sino que también permita examinar el nivel de eficacia y eficiencia de ese gasto público, considerando las mejores prácticas internacionales. Asimismo, existe la necesidad de tener una mirada integrada entre la identificación del gasto y la clasificación presupuestaria del gasto que sea consistente con los sistemas de clasificación de estadísticas públicas internacionales, responsabilidad que recae en la Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda.

La cooperación con el PNUD permitirá avanzar en la elaboración de este marco fiscal, considerando la metodología CPEIR (*Climate Public Expenditure and Institutional Review*), CBT (*Climate Budget Tagging*) e integrar los principios de presupuestos verdes de la OCDE. A la fecha este ejercicio ha permitido crear las capacidades necesarias al interior de la Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda, aprender de otras Direcciones de Presupuestos sobre la implementación de estas metodologías, así como de la

Fotografía: Verónica Maldonado.

15. http://www.ccacoalition.org/en/partners

16. Con toma de razón por la Contraloría el 14 de diciembre de 2017.

17. http://www.cr2.cl/carbononegro

incorporación de las mejores prácticas internacionales, entre las que se destacan:

i. Liderazgo de los Ministerios de Hacienda en conjunto con las Direcciones de Presupuestos con el fin de dar coherencia al proceso y lograr una incorporación del proceso en la planificación presupuestaria.

ii. Gradualidad en la implementación, lo cual implica iniciar la aplicación en algunos ministerios o servicios, lo que permita identificar los obstáculos que se podrían enfrentar al momento de universalizar la implementación de estas metodologías.

iii. Creación de capacidades en los departamentos de administración y finanzas de los ministerios y servicios para que el proceso sea exitoso.

iv. Transparencia y responsabilidad: es fundamental que el proceso sea claro y transparente y permita una adecuada mejora en la rendición de cuentas y la transparencia al informar sobre los gastos relacionados con la acción climática.

La experiencia ha permitido aplicar el piloto en forma gradual al Ministerio de Energía y la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático. Durante el año 2021 está previsto avanzar en la medición del gasto en los Ministerios de Agricultura, Transporte y Obras Públicas.

b. ***Implementación de la Metodología IFF al Plan de Carbono Neutralidad 2050***

La contabilización del gasto público en cambio y el marcaje climático no son suficiente para lograr los objetivos climáticos y la experiencia internacional indica que deben formar parte de un marco más amplio y combinado con otras herramientas de planificación. En este contexto, es importante vincular la formulación de políticas, la planificación y la inversión - con la elaboración de presupuestos y la presentación de informes. Entre las herramientas que complementan la información del gasto público en cambio climático se encuentra la aplicación de la metodología de flujos de inversión y financiamiento (I&FF por sus siglas en inglés) en el sector energía, en particular a las medidas del Plan de Carbono Neutralidad 2050.

La aplicación de la metodología corresponde a una experiencia piloto que se realiza en colaboración con el Ministerio de Energía y se espera profundizar y complementar el análisis y priorización de las medidas del Plan de Carbono Neutralidad 2050, identificando los requerimientos de flujos de inversión y financiamiento tanto público como privados.

Como resultado de estos ejercicios se espera avanzar en la implementación de identificación del gasto público en cambio climático ex ante, ex post, así como en los mecanismos de evaluación de programas e iniciativas que contemplen un objetivo claro de acciones de cambio climático en mitigación, adaptación y desastres naturales asociados al cambio climático y de esta manera institucionalizar estos procesos dentro del ciclo presupuestario.

3.5.2 Otras actividades de apoyo para identificar infraestructura crítica expuesta al Cambio Climático

Durante 2020, se exploraron algunas metodologías en conjunto con el Ministerio de Obras Públicas y con apoyo del PNUD para identificar infraestructura pública crítica que se encuentra en riesgo ante desastres producto de los efectos del cambio climático en la región de Atacama. Durante el 2021, se espera implementar un piloto que proporcione al Estado una herramienta de priorización de inversiones nacionales en base a indicadores de exposición económica y social a riesgos climáticos actuales y futuros.

Actualmente, se trabaja en la fase de diagnóstico para determinar alcance, resultados esperados, entregables, impactos a ser abordados, selección de metodología, así como el tipo de red de infraestructura y el nivel del análisis tanto en temas de información climática disponible y escala territorial del estudio.

4. ACCIONES Y POLÍTICAS ASOCIADAS A LA MITIGACIÓN EN CHILE

Según el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile (INGEI de Chile) (ver capítulo 2), en 2018, el balance de emisiones y absorciones de GEI[18] de Chile contabilizó 48.321 kt CO_2eq, mientras que las emisiones de GEI totales[19] del país contabilizaron 112.313 kt CO_2eq, las que se incrementaron en un 128 % desde 1990 y en un 2 % desde 2016 (Tabla 5). Los principales causantes de la tendencia del balance de GEI (Figura 2) son las emisiones de CO_2 generadas por la quema de combustibles fósiles (contabilizadas en el sector Energía) y las absorciones de CO_2 de las tierras forestales (contabilizadas en el sector UTCUTS); los valores observados que escapan de la tendencia del balance de GEI (en 1998, 2002, 2007, 2012, 2015 y especialmente 2017) son consecuencias, principalmente, de las emisiones de GEI generadas por los incendios forestales (contabilizadas en el sector UTCUTS) y los cambios en la participación de los principales energéticos consumidos en el país (diésel, gasolina, gas natural y carbón).

18. El término «balance de GEI» o «emisiones netas» refiere a la sumatoria de las emisiones y absorciones de GEI, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO2 eq). Este término incluye al sector UTCUTS en su totalidad.

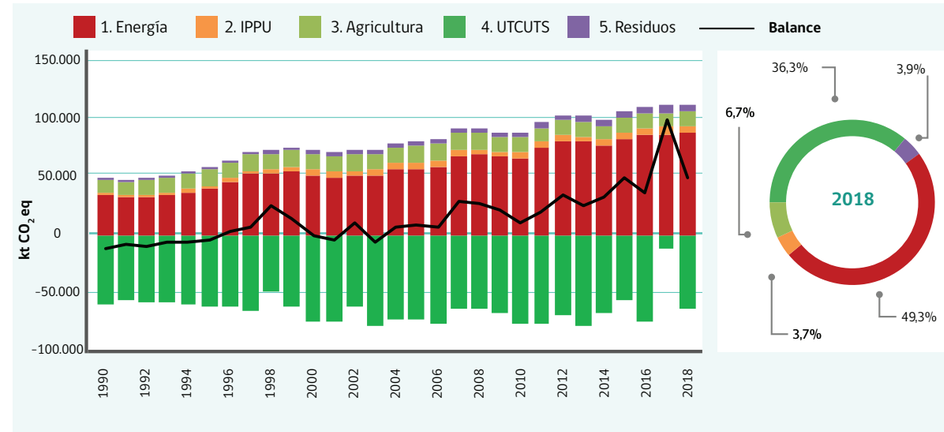
19. En el presente informe, el término «emisiones de GEI totales» refiere solo a la sumatoria de las emisiones de GEI nacionales, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO_2eq). Este término excluye las fuentes de emisiones y sumideros de absorción del sector UTCUTS.

Tabla 4-5. INGEI de Chile: emisiones y absorciones de GEI (kt CO_2eq) por sector, serie 1990-2018.

Sector	1990	2000	2010	2013	2016	2017	2018
1. Energía	33.631,4	51.746,4	66.607,7	79.901,3	86.191,0	86.896,1	86.954,3
2. IPPU	2.224,2	4.803,6	4.279,6	5.084,5	5.977,1	6.079,8	6.611,3
3. Agricultura	11.834,8	13.708,9	12.921,1	12.597,4	11.881,3	11.724,0	11.789,4
4. UTCUTS	- 60.152,6	- 73.364,3	-76.966,4	-77.561,5	-74.697,9	- 11.710,3	-63.991,9
5. Residuos	1.519,0	2.742,6	4.133,6	5.095,1	6.106,6	6.515,7	6.957,6
Balance	- 10.943,1	-362,9	10.975,6	25.116,9	35.458,2	99.505,3	48.320,7
Total	**49.209,5**	**73.001,4**	**87.942,1**	**102.678,4**	**110.156,0**	**111.215,6**	**112.312,6**

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

Figura 4-6. INGEI de Chile: emisiones y absorciones de GEI (kt CO_2eq) por sector, serie 1990-2018.

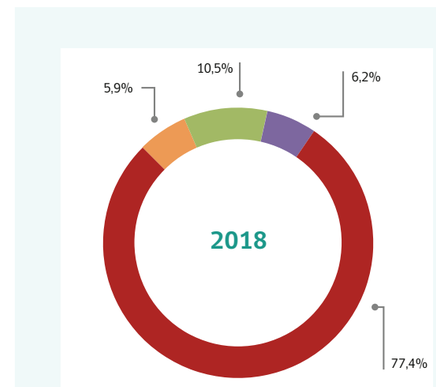


Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

A nivel sectorial, el sector *Energía* representó un 77 % de las emisiones totales de GEI, seguido del sector *Agricultura* (11 %), del sector *Residuos* (6 %), y finalmente del sector *IPPU* (6 %).

La información presentada en el inventario entrega el contexto y la base para entender la relevancia de las acciones de mitigación sectoriales, dado que la gradualidad de la implementación de estas acciones se podría reflejar en la tendencia de las emisiones de GEI del país.

Figura 4-7. Distribución de las emisiones de GEI totales de Chile por sector, año 2018.



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

4.1. Acciones sectoriales de mitigación

Una serie de acciones -políticas, leyes, programas y proyectos específicos- diseñadas con propósitos sectoriales han tenido un impacto en las emisiones de GEI del país. Así, cada sector que las ha desarrollado ha medido su ejecución y progreso, sea en términos cualitativos o cuantitativos.

Si bien algunas medidas contemplan estimaciones de su impacto en la reducción de emisiones de GEI, se reconoce la necesidad de evaluar los impactos de todas las medidas, así como de calcular su impacto como aporte a las metas de reducción del país.

Con respecto al 3er IBA entregado en 2018, las políticas sectoriales han avanzado a incluir el cambio climático cada vez más como variable de análisis. De la misma forma los sectores emisores han empezado a diseñar políticas específicas que permitan la reducción de las emisiones de GEI en el mediano plazo.

A continuación, se describen las principales acciones que aportan a la reducción de emisiones de los principales sectores del país. En el anexo 5 de este documento se presentan más detalles asociados a la información solicitada por las directrices de la elaboración de Informes Bienales de Actualización, para aquellas medidas y sectores en las que se cuenta con ella.

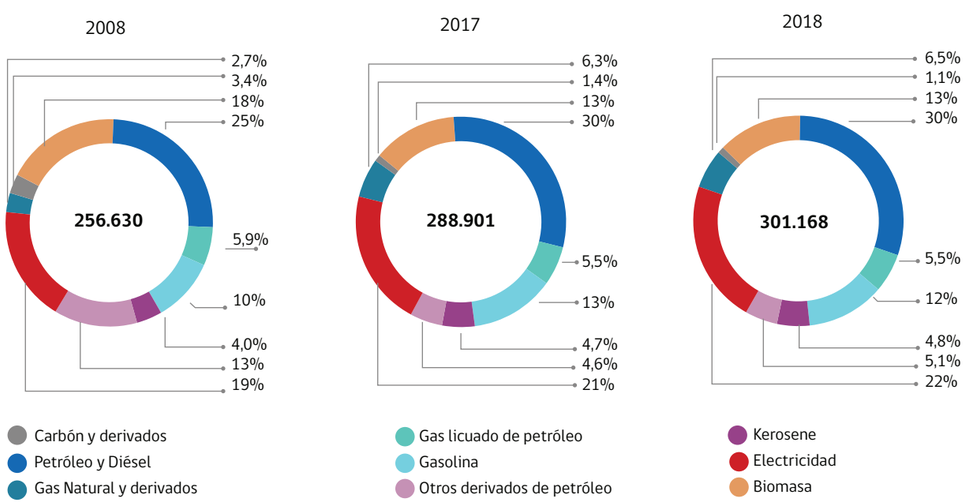
4.1.1. Sector Energía

En este sector, el rol normativo y regulatorio lo ejerce el Estado a través del Ministerio de Energía y sus instituciones dependientes o relacionadas, mientras que mayoritariamente los privados son los responsables de realizar las inversiones.

El sector energía es el principal emisor de GEI del país, representando en el 2018 el 77 % de las emisiones totales. Sus emisiones derivan principalmente de las actividades de generación de electricidad, del consumo de energía para transporte de carga y de pasajeros, y del consumo de energía por parte de los distintos agentes de la economía (industria, minería, comercio y sector residencial).

En 2018 el consumo energético en el país alcanzó las 301.168 Tcal, donde las principales fuentes de energía son petróleo diésel con un 30%, un 22% electricidad y un 13% de biomasa. Entre 2008 y 2018 el consumo energético nacional aumentó en un 17% (Figura 8).

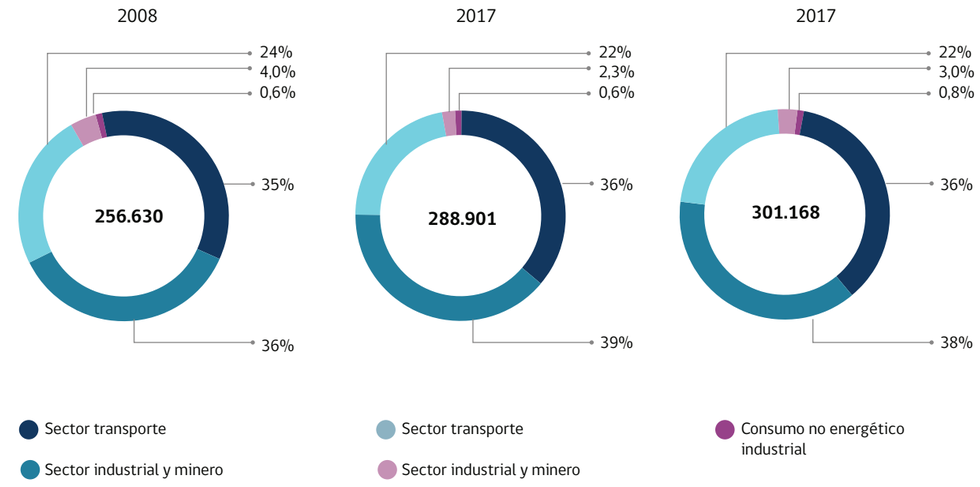
Figura 4-8. Consumo final de energía nacional en [Tcal] por fuente energética secundaria.



Fuente: Comisión Nacional de Energía (CNE), 2020.

La distribución de este consumo energético, tal como se puede apreciar en la Figura 9, se ha mantenido estable en su composición sectorial, donde para el año 2018 un 38% de la energía la consumió el sector industrial y minero, un 36% el sector transporte y un 22% el sector comercial, público y residencial.

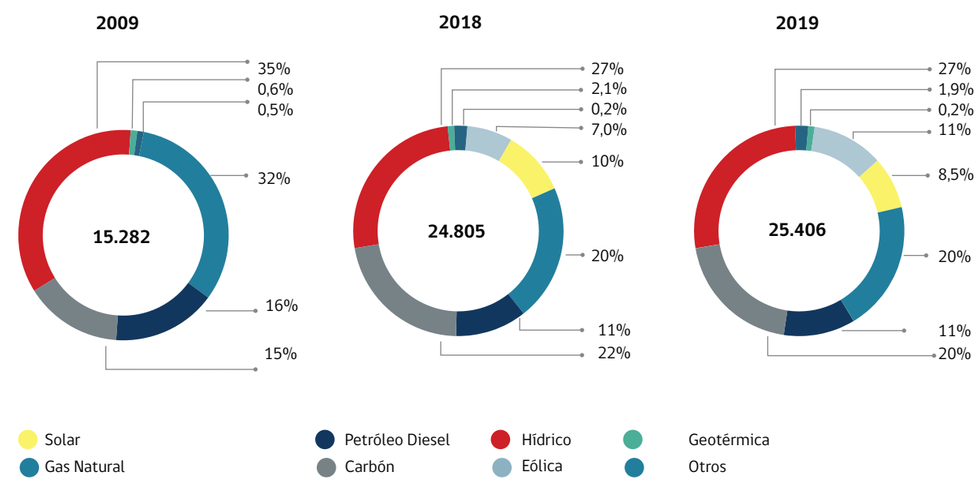
Figura 4-9. Consumo energético por sectores en [Tcal].



Fuente: Comisión Nacional de Energía (CNE), 2020.

Respecto al sector eléctrico, a diciembre de 2019, la capacidad instalada bruta de generación eléctrica a nivel nacional asciende a un total de 25.406 MW. El **51%** corresponde a instalaciones **termoeléctricas,** distribuidas en 20% de carbón, 20% de gas natural, 11% petróleo (3.191 MW), incluyendo las centrales de cogeneración. El **49%** restante lo ocupan las instalaciones de carácter renovable, donde se destaca un 27% de hidroeléctricas, un 11% eólicas y un 8,5% solar.

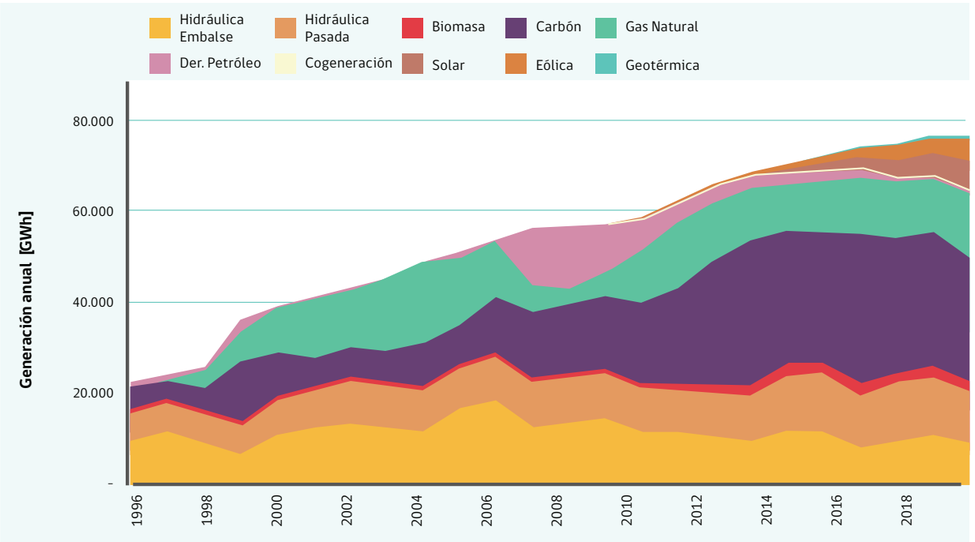
Figura 4-10. Capacidad instalada [MW] en Chile a diciembre 2019.



Fuente: Comisión Nacional de Energía (CNE), 2020.

En cuanto a la participación de generación renovable, en el período 1996 a 2019 fue de un 45% promedio y fue disminuyendo, comenzando con un 58% en 1996 y terminando en un 44,2% el 2019, tal como se ve en la Figura 11:

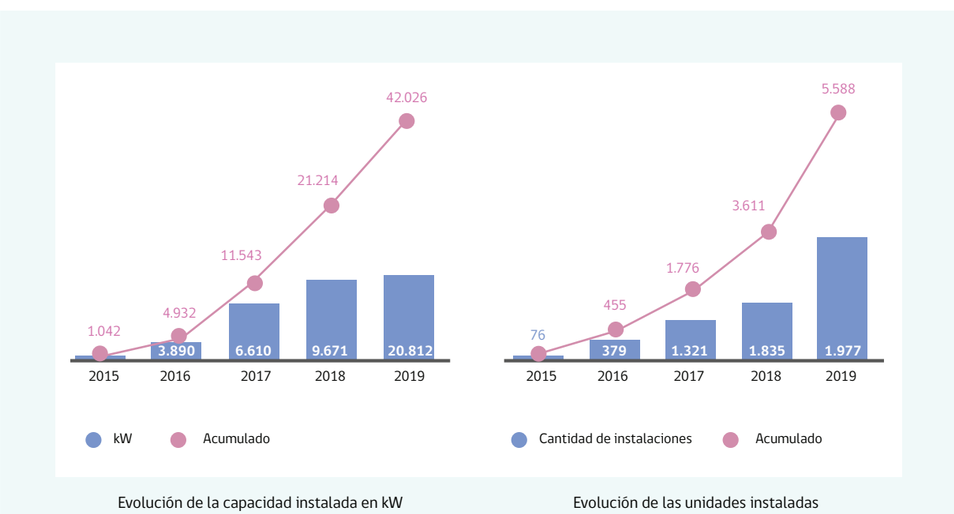
Figura 4-11. Evolución de matriz de generación eléctrica Chile 1996 -2019.



Fuente: Comisión Nacional de Energía (CNE), 2020.

Adicionalmente, se están realizando esfuerzos para aumentar la generación distribuida, para de esta forma apoyar la descarbonización de la matriz energética y aumentar los índices de seguridad energética. Una acción específica es la ley de Net Billing o ley de generación distribuida, que en un principio permitía la instalación de autogeneración de sistemas basados en energías renovables de hasta 100 kW, pero que en una modificación reciente se aumentó dicho límite a 300 kW. Durante 2019 se instalaron 42 MW distribuidas en 1977 instalaciones. La evolución de los sistemas de autogeneración se muestra en la Figura 12.

Figura 4-12. Evolución de los sistemas de autogeneración.



Fuente: Comisión Nacional de Energía (CNE), 2020.

La energía es un motor esencial del desarrollo económico y social, por lo que es de suma importancia asegurar el suministro a futuro. La manera en cómo se obtiene y utiliza la energía tiene también incidencia directa en el crecimiento económico, pero a su vez, genera un efecto en el cuidado del medio ambiente y en las oportunidades de desarrollo de las personas. Es por ello que se requieren definiciones de política y un rol activo del Estado, conducentes a un sector energético seguro, inclusivo, competitivo y sostenible, cuyos beneficios se extrapolen a todos los ámbitos de la vida de los chilenos (Ministerio de Energía, 2017).

A fines del año 2015, el Ministerio de Energía publicó la *Política Energética de Chile*, documento que fue elaborado a través de un proceso participativo, denominado Energía 2050, el cual involucró al sector público, privado, la academia y la sociedad civil, en base a un debate profundo, confrontación respetuosa de ideas y búsqueda de consensos, por cerca de dos años.

La Política Energética propone una visión del sector energético al 2050 que corresponde a un sector confiable, sostenible, inclusivo y competitivo, aportando así un enfoque sistémico que integra todas las dimensiones de la sustentabilidad. Esta visión se sustenta a su vez en cuatro pilares, presentados a continuación.

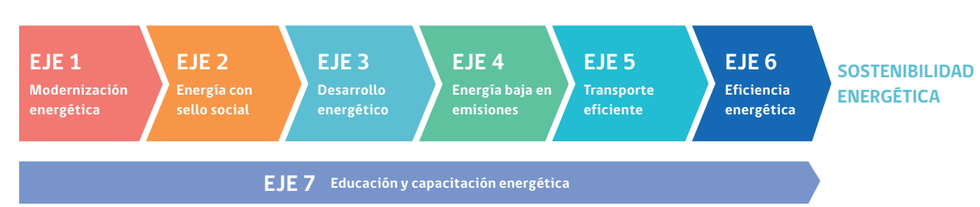
Figura 4-13. Pilares de la Política Energética Nacional.

Fuente: Ministerio de Energía, 2015.

Complementariamente, pero esta vez, como herramienta con un horizonte de corto plazo, se elaboró durante 2018 la *Ruta Energética 2018 – 2022*. Esta Ruta Energética se construyó mediante un proceso de participación y diálogo ciudadano a lo largo del país, es decir, escuchando a los diferentes actores, provenientes tanto del sector público como de la sociedad civil, incluyendo el mundo académico, ONGs, grupos ambientalistas, juntas de vecinos, gremios, empresas y representantes de comunidades y pueblos indígenas, bajo la convicción de que son agentes fundamentales para lograr un desarrollo sostenible (Ministerio de Energía, 2018).

El trabajo a priorizar durante el periodo 2018-2022 en torno al sector energético, se estructuró en 7 ejes, esquematizados en la Figura 14.

Figura 4-14. Ejes de la Ruta Energética.



Fuente: Ministerio de Energía, 2018.

En los últimos años han ocurrido notables cambios en Chile y en el mundo, en donde la preocupación por el medio ambiente y por la calidad de vida de las personas ha tomado un nuevo ímpetu. El sector energético no es ajeno a ello. En respuesta a esto, y considerando los compromisos adquiridos en el decreto supremo que aprobó la Política Energética Nacional al 2050 el año 2015 y en la Ruta Energética 2018-2022, el Ministerio de Energía actualizará la Política Energética durante 2020 y 2021 mediante un amplio proceso participativo, de manera de reflejar en ella los importantes cambios que han ocurrido en el sector energía. En la transición energética en la que se encuentra Chile, las decisiones y definiciones que hoy se están tomando significarán un cambio sustancial del rumbo del sector energético.

El compromiso de carbono neutralidad al año 2050 que se ha definido en el país, y las medidas necesarias para su logro y que, a su vez, han quedado incorporado en la actualización de la NDC de Chile presentada a inicios de 2020, permite visualizar el mundo que se quiere dejar a las nuevas generaciones. La energía tiene un rol fundamental en este proceso; tiene la oportunidad única de pasar de ser el sector de mayores emisiones de gases de efecto invernadero del país a un sector modelo en la incorporación de todas las dimensiones de la sostenibilidad y de poner a la persona en el centro de las políticas públicas asociadas. El proceso de actualización de la Política Energética Nacional, tomando como base la política vigente y los consensos impregnados en ella, evaluará y propondrá nuevos caminos para alcanzar los objetivos propuestos de sustentabilidad, carbono neutralidad del país y la calidad de vida de todas las personas.

En paralelo a la actualización de la Política Energética Nacional al 2050, el Ministerio de Energía está llevando a cabo otros procesos que complementan la Política y persiguen los mismos objetivos de sostenibilidad, como son el de planificación para la Carbono Neutralidad; la Estrategia de Transición Justa y Sustentable en el sector energía, que busca compatibilizar la transición energética con los ámbitos sociales, laborales y ambientales asociados a ella, que en un principio abordará el desafío del retiro de centrales a carbón pero que luego servirá como base para otras transformaciones necesarias del sector; la Estrategia de Energías Renovables en el sector de Calor y Frío; y la Estrategia de Nacional de Hidrógeno; entre otras.

A modo de corolario, enmarcados en los dos instrumentos de gestión pública, uno con mirada de corto plazo, como es la Ruta Energética 2018-2022 y otro con una visión de largo plazo, denominada Política Energética Nacional al 2050; se están llevando a cabo diversas iniciativas tendientes a la reducción de emisiones de GEI, como también a la adaptación al cambio climático del sector energía:

- Planificación energética para la Carbono Neutralidad: Contempla un proceso quinquenal realizado por el Ministerio de Energía, el cual está definido por Ley, y debe realizarse con amplios niveles de participación ciudadana. Se definen escenarios energéticos de largo plazo, así como proyecciones de oferta y demanda energética. En cuanto a la demanda energética, se evalúan distintas trayectorias de neutralidad de emisiones de GEI mediante un análisis prospectivo, identificando medidas de mitigación del sector que permitan alcanzar la Carbono Neutralidad al 2050, a través de un análisis robusto de costo-efectividad. Además, se establecen acciones sectoriales con tal de promover medidas de mitigación que produzcan mayores beneficios para el país en el ámbito de sostenibilidad, a través de herramientas regulatorias y políticas públicas. Dado que el sector energético es el mayor emisor sectorial de GEI en Chile, la mayor parte de las reducciones presentadas se realizarán en este sector. El Ministerio de Energía, a través de su Reporte Anual de Proyecciones Energéticas de Largo Plazo, actualizará y monitoreará la proyección de oferta y demanda energética, y en particular, de las medidas de mitigación de emisiones correspondientes al sector energía para alcanzar la carbono neutralidad al 2050. Además, regularmente se revisarán las medidas mediante un análisis de costo-efectividad, analizando la manera de promover e implementar aquellas medidas que sean propuestas. El primer trabajo asociado a esta evaluación se realizó coordinadamente con los ministerios de Medio Ambiente; Transportes y Telecomunicaciones; Agricultura; Hacienda; y Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, entre 2019 y 2020. Fue refrendado por la comunidad científica nacional y se vio volcado en la actualización de la NDC que Chile presentó a principios del 2020. Los futuros análisis prospectivos que se hagan en el marco de análisis de reducción de emisiones para los compromisos de Chile se harán de forma coordinada con el Ministerio del Medio Ambiente.

- Plan de Mitigación de Emisiones de GEI para el sector energía, cuyo principal objetivo es promover medidas para abordar la variabilidad climática y apoyar una transición paulatina hacia una economía y una matriz energética significativamente más baja en carbono.

- Ley de eficiencia energética, que busca generar los incentivos necesarios para promover el uso eficiente de energía en los sectores de mayor consumo (gran industria y minería, transporte y edificaciones) y crear mayor cultura energética en toda la población.

- Retiro y/o reconversión de centrales generadoras de electricidad en base a carbón, compromiso voluntario pero vinculante que las empresas dueñas de centrales a carbón adquirieron tras un importante acuerdo con el Gobierno de Chile. Este acuerdo y compromiso tiene como fin que la industria se adapte y avance hacia una descarbonización de la matriz, lo que requiere una coordinación multidisciplinaria en ámbitos laborales, de seguridad de suministro, económicos, sociales y ambientales.

- Estrategia para el desarrollo y penetración de tecnologías renovables para generación de frío y calor, la cual potenciará el uso de tecnologías renovables para el abastecimiento de este tipo de necesidades, en reemplazo del uso de combustibles fósiles y leña húmeda.

- Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde, que tiene por objetivo habilitar el desarrollo de un mercado de hidrógeno verde en el país. Esta estrategia funcionará como mecanismo coordinador de los sectores público y privado, buscará reducir barreras regulatorias y normativas, y promoverá el aprovechamiento de oportunidades de interés del país.

- Plan de Transición de la matriz de calefacción residencial, tiene como objetivo generar las condiciones para regular el mercado de la leña y otros biocombustibles, y a su vez promover la diversificación de la matriz de calefacción residencial, disponibilizando alternativas costo-eficientes, limpias y seguras.

- Estrategia de Electromovilidad, la cual permitirá reducir la emisión de GEI al obtener su energía de una matriz energética con creciente participación de fuentes renovables.

- Programas térmicos renovables, tales como un programa de usos directos de la geotermia, la instalación de sistemas solares térmicos en viviendas y la identificación del potencial de plantas de biogás en sectores industriales.

- Mesa de trabajo público-privada de adaptación al cambio climático en el sector energético, a fin de compartir experiencias de adaptación aplicada, priorizar acciones de adaptación y abordar un cronograma de implementación de las acciones.

- Mesa público-privada sobre mecanismos de emisión transables u otros que generen una propuesta de estrategia con las opciones de instrumentos costo-efectivos para el sector.

- Mesa público-privada de certificados de proyectos de generación renovable, tanto a gran escala como de generación distribuida, que busca generar identificar las medidas para robustecer el mercado de certificados, tanto en el registro como en la comercialización y analizar las necesidades futuras de regulación.

- Comité Solar e Innovación Energética (que expandió el foco del Comité Solar de Corfo existente anteriormente), y que tiene como tarea el impulsar el desarrollo de un ecosistema empresarial asociado a la energía solar y la innovación energética, mediante el diseño e implementación de proyectos que, en colaboración con una red de actores nacionales e internacionales, aumenten la competitividad, productividad, capacidades tecnológicas y mercados de las empresas del sector, aprovechando particularmente el excepcional recurso solar del Desierto de Atacama para crear nueva riqueza para Chile.

- Promoción de la generación distribuida a nivel residencial, a través de la difusión de beneficios, perfiles de consumo, proveedores y fuentes de financiamiento.

- Estrategia educativa de energía, instrumento que busca acercar el sector energético a la sociedad en su conjunto, mejorando las habilidades de las personas para tomar decisiones informadas, adoptar nuevas tecnologías, ser ciudadanos responsables y gestores eficientes de sus recursos naturales.

Las instancias anteriormente descritas, junto a muchas otras, permitirán transitar hacia el cumplimiento de diversas metas de corto, mediano y largo plazo. Algunas de éstas, vinculadas a cambio climático, se presentan a continuación:

4°Comunicación Nacional de Chile ante la CMNUCC Ministerio del Medio Ambiente

Tabla 4-6. Metas de corto, mediano y largo plazo del Sector Energía.

Al 2022	Al 2035	Al 2050
Aumentar en al menos 10 veces el número de vehículos eléctricos que circulan en nuestro país. Establecer un marco regulatorio para la eficiencia energética (EE) que genere los incentivos necesarios para promover el uso eficiente de la energía en los sectores de mayor consumo (industria y minería, transporte y edificaciones), y crear una cultura energética en el país. Actualización e incorporación de nuevos productos al programa de etiquetado de EE. Implementar el proceso de descarbonización de la matriz energética a través del cronograma de retiro o reconversión de centrales a carbón, y la introducción de medidas concretas en electromovilidad. Alcanzar 4 veces la capacidad actual de generación distribuida renovable de pequeña escala (menor a 300 KW).	Más del 60% de la generación eléctrica nacional proviene de energías renovables. Al menos 50% de combustibles bajos en emisiones de GEI y de contaminantes atmosféricos en la matriz de combustibles. Se aplica un Plan de Mitigación de Emisiones de GEI del sector energía. Se aplica un Plan de Adaptación del sector energía al cambio climático, dentro del marco de un plan nacional al respecto. 100% de los modelos de vehículos de transporte caminero que se comercializan nuevos cuentan con una etiqueta de EE. 100% de vehículos nuevos licitados para transporte público de pasajeros incluyen criterios de EE entre las variables a evaluar.	Al menos el 70% de la generación eléctrica nacional proviene de energías renovables. El sector público, comercial y residencia aprovecha su potencial de generación distribuida y gestión de la demanda eléctrica. Las políticas de innovación en la industria contribuye a alcanzar los potenciales de reducción del consumo energético. 100% de las principales categorías y artefactos y equipos que se venden en el mercado corresponden a equipos energéticamente eficientes. 100% de las edificaciones nuevas cuentan con estándares OECD de construcción eficiente, y cuentan con sistemas de control y gestión inteligente de la energía.

Fuente: Equipo Técnico Coordinador MMA 2020.

Las siguientes Tablas resumen las medidas que se están llevando a cabo en el sector energético, estando aquellas que generan ambientes habilitantes para que se puedan desarrollar medidas de mitigación en un futuro (Tabla 7) y aquellas medidas tienen mitigación directa de emisión de gases de efecto invernadero (Tabla 8).

Tabla 4-7. Listado de medidas habilitantes de mitigación de gases de efecto invernadero en el sector energía.

Nombre iniciativa	Tipo	Año y estado
Política Energética Nacional 2050	Política	2015 Activa
Ruta Energética 2018-2022	Política	2018 Activa
Plan de transición de la matriz de calefacción residencial	Estrategia	2020 En diseño
Estrategia nacional de hidrógeno verde	Estrategia	2020 En diseño
Estrategia de electromovilidad	Estrategia	2017 Activa
Planificación energética de largo plazo	Información	2017 Activa
Desarrollo del mercado ESCO	Estrategia	2016 Activa
Certificación de ahorros de proyectos energéticos	Información	2018 Activa
Incrementar la flexibilidad del sistema eléctrico	Información	2019 Activa
Plataformas de información pública sobre energías renovables	Información	2009 Activa
Desarrollo de proyectos de tecnologías emergentes: geotermia	Información	2017 Activa
Proyecto de ley de eficiencia energética	Regulatoria	2019 En curso
Etiquetado de eficiencia energética y estándares mínimos	Información	2007 Activa
Administración sistema concesional de energía geotérmica	Información	2004 Activa
Transferencia de conocimientos de programas de eficiencia energética y energías renovables desarrollados por el Ministerio de Energía.	Información	2020 Activa
Eficiencia energética y confort ambiental en la edificación pública	Programa	2010 Activa

Fuente: Equipo Técnico Coordinador MMA, 2020.

Tabla 4-8. Medidas de mitigación directa de gases de efecto invernadero en el sector energía.

Nombre iniciativa	Tipo	Año y estado
Retiro y/o reconversión de centrales generadoras de electricidad en base a carbón	Programa	2018 Activa
Programa de eficiencia energética en edificios públicos	Programa	2011 Terminada
Recambio de luminarias públicas	Programa	2019 Activa
Sistemas solares térmicos en viviendas de los programas de reconstrucción	Programa	2015 Activa
Sistema solares térmicos en viviendas sociales existentes	Programa	2011 Activa
Sistema solares térmicos en viviendas nuevas (Ley 20.365)	Regulatoria	2010 Activa
Net Billing (Ley 21.118)	Regulatoria	2014 Activa
Ley de ERNC (Ley 20.698)	Regulatoria	2008 Activa
Con Buena Energía	Programa	2014 Activa
Gestiona energía sector público	Programa	2017 Activa
Fomento a los sistemas de gestión de energía	Programa	2011 Activa
Casa solar	Programa	2020 En planificación

Recuadro 4-1. Transición Justa para el cierre de centrales a carbón

El anuncio del plan de retiro voluntario de las centrales a carbón representa un proceso inédito en Chile. Es el fruto de la voluntad y de la convicción del Estado de Chile y de las empresas eléctricas de avanzar hacia una matriz energética más limpia. Este trabajo permitió anticipar el retiro de todas las centrales a carbón -con las que se genera casi un 40% de la electricidad- antes de 2040. Asimismo, se establece una primera fase a 2024, permitiendo la salida de 11 unidades a carbón equivalentes al 31% de la capacidad instalada.

Figura 4-15. Cronograma de Cierre de Centrales a Carbón. Primera Fase al 2024.

Fuente: Ministerio de Energía.

Este anuncio, a su vez, se nutrió de un acuerdo previo, ratificado por la Ruta Energética 2018-2022[20], que estableció un compromiso de iniciar el proceso de descarbonización de la matriz energética a través de la conformación de una mesa de trabajo con representantes de todos los sectores de la sociedad. Participaron representantes de ONG, la sociedad civil, empresas, sector público, universidades, gremios, municipios y organizaciones internacionales, convocados y guiados por el Ministerio de Energía, en la llamada "Mesa de retiro y/o reconversión de unidades a carbón" con el propósito de analizar los elementos tecnológicos, ambientales, sociales, económicos, de seguridad y de suficiencia de cada una de las 28 unidades termoeléctricas y del sistema eléctrico en su conjunto, que permitiera establecer las condiciones para un cese gradual y seguro de operación de las centrales a carbón.

Posteriormente y en línea con las conclusiones de la mesa, se estableció en la actualización de la NDC de Chile (2019) el compromiso de desarrollar una **Estrategia de Transición Justa**[21] en el proceso de descarbonización de la matriz energética. Es por ello que, durante el 2020, el Ministerio de Energía articuló talleres participativos que posibilitaron diagnosticar las necesidades sociales, productivas, ambientales y territoriales existentes, para generar propuestas de ejes, lineamientos y acciones que permitirán estructurar la estrategia.

Fotografía: Nik Albert.

20. Ver https://energia.gob.cl/rutaenergetica2018-2022.pdf

21. Ver https://energia.gob.cl/mini-sitio/estrategia-de-transicion-justa-en-energia

4.1.2 Sector Transporte

El sector Transporte considera las emisiones de GEI generadas por la quema de combustibles fósiles en todas las actividades del transporte nacional (aéreo, terrestre, ferrocarriles, navegación, etc.). Bajo el INGEI de Chile, sus emisiones son reportadas en la subcategoría *Transporte* (1.A.3). Dentro de las emisiones del sector Energía, ocupa el segundo lugar de relevancia, después de la subcategoría *Industrias de la energía* (1.A.1). En 2018, las emisiones de GEI contabilizaron 28.615 kt CO_2eq incrementándose en un 215 % desde 1990 y en un 8 % desde 2016, debido al crecimiento del parque automotriz nacional inducido por la expansión de la población, el mayor poder adquisitivo y el mejoramiento de la infraestructura vial en el país.

Además de las emisiones de GEI, son relevantes las emisiones de contaminantes atmosféricos como material particulado y precursores que impactan directamente a los habitantes de grandes centros urbanos. Por ello el principal foco del trabajo regulatorio y de fiscalización de las autoridades ambientales y del transporte, se ha traducido en iniciativas orientadas principalmente a la reducción de contaminantes locales, y no específicamente a la mitigación de GEI.

Respecto al marco institucional del sector, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, a través de la Subsecretaría de Transporte, tiene como misión fortalecer y avanzar en la planificación y desarrollo de sistemas y servicios de transportes accesibles, eficientes, seguros y sustentables, que contribuyan a la integración territorial, al desarrollo social y económico del país, y que permitan la movilidad y conectividad con dignidad de todos y todas quienes habitan el territorio nacional (Subsecretaría de Transportes, 2019). Se hace mención al Comité de Medio Ambiente y Cambio Climático compuesto por distintas unidades y divisiones de la Subsecretaría.

Para fortalecer el rol planificador y de desarrollo que le concierne a la Subsecretaría de Transporte, esta se conforma de 4 unidades que otorgan una visión transversal a las materias de planificación y coordinación de inversiones que a la Subsecretaría le corresponden:

- SECTRA: Programa de Vialidad y Transporte Urbano, que propone planes de desarrollo de los sistemas de transporte urbano, evalúa socialmente iniciativas de inversión en infraestructura y gestión de los sistemas de transporte y desarrolla las metodologías y modelos necesarios para el análisis en transporte.

- SIT: Sistemas Inteligentes de Transporte, unidad que planifica y gestiona la movilidad de las personas, mejorando su experiencia de viaje.

- Secretaría Ejecutiva DTPM: Directorio de Transporte Público Metropolitano que articula, coordina y hacer seguimiento de las acciones, programas y medidas tendientes a gestionar el transporte público de la ciudad de Santiago.

- Programa Nacional de Fiscalización: Organismo encargado de controlar, a lo largo de todo el país, el cumplimiento de la normativa de transportes sobre seguridad, condiciones técnicas de los vehículos y la calidad de los servicios de transporte terrestre.

- DTPR: División ocupada de la planificación y supervisión de los sistemas de transporte público, en sus diferentes modos y en sus diversos alcances geográficos en las regiones del país

- Programa de desarrollo logístico: Unidad funcional dentro del MTT con el mandato principal de impulsar una política coherente y de largo plazo para la mejora continua de la eficiencia en el transporte de cargas.

Adicionalmente, para fortalecer y coordinar el rol de esta cartera en los asuntos de medio ambiente, energía y cambio climático, durante el 2019 se ha conformado el Comité de Medio Ambiente y Cambio Climático (CMACC), compuesto por distintas unidades y divisiones de la Subsecretaría. Algunas de las funciones que cumple el Comité son:

- Coordinación interna y con otras instituciones externas a la Subsecretaría.

- Generar lineamientos para las diferentes mesas de trabajo interministeriales en las que participa el Ministerio.

- Gestionar requerimientos e indicadores ambientales, energéticos y de cambio climático en los diferentes instrumentos de planificación.

- Brindar apoyo en la preparación de antecedentes para la participación de sus autoridades en los Consejos de Ministros para la Sustentabilidad o en otras convocatorias atingentes.

Sin duda existe una relación muy estrecha entre el sector transporte y otros sectores de la institucionalidad como son el Ministerio de Energía y el Ministerio del Medio Ambiente. En términos mandatorios al Ministerio de Energía le corresponde elaborar y coordinar los planes, políticas y normas para el buen funcionamiento y desarrollo del sector energético y, asimismo, para el uso eficiente de la energía. A su vez, al Ministerio del Medio Ambiente le concierne asegurar las condiciones habilitantes de políticas y regulaciones ambientales efectivas y eficientes que resuelvan los problemas locales de contaminación y que consecuentemente permitan dar cumplimiento a los compromisos internacionales de reducción de GEI.

En concordancia con lo anterior, se publicó la Política Nacional de Energía, aprobada mediante Decreto Supremo N° 148, de 2015, la cual indica una visión del sector energético para que sea confiable, sostenible, inclusivo y competitivo, con el fin de avanzar hacia una energía sustentable en todas sus dimensiones. En lo referente a transporte, la Política en su lineamiento estratégico N°34 establece el mejoramiento de la eficiencia energética de los vehículos y su operación, y fija como meta para 2050 que Chile haya adoptado los más altos estándares internacionales sobre eficiencia energética en los distintos modos de transporte.

En tal contexto, los Ministerios de Energía; Transportes y Telecomunicaciones; y Medio Ambiente, elaboraron una Estrategia de Electromovilidad en Chile, con el fin de sistematizar los esfuerzos y articular a los diferentes actores relevantes, para fomentar la introducción de tecnologías de mayor eficiencia energética en el mercado vehicular del país. La "Estrategia Nacional de Electromovilidad" se publicó en 2017[22] y compila el resultado de un proceso participativo de colaboración entre los Ministerios de Energía; Transportes y Telecomunicaciones y Medio Ambiente con múltiples actores públicos y privados. El objetivo de la Estrategia es delinear las acciones que Chile debe tomar para lograr que el 40% de los vehículos particulares sean eléctricos al 2050, y según nuevos objetivos planteados durante 2019, el 100% del transporte público urbano logre ser eléctrico el año 2040, aportando así a las metas climáticas nacionales de largo plazo y contribuyendo a mejorar la movilidad y la calidad de vida de las personas junto a otros beneficios como la reducción de las emisiones de contaminantes locales y los consecuentes efectos adversos sobre la salud de la población.

Precisamente en la incorporación de buses eléctricos al sistema de transporte público urbano es que Santiago ha destacado en los últimos años. En 2018 ingresaron al sistema de transporte público de la capital (RED) 3 buses eléctricos cómo un piloto para el comienzo de la etapa de transición tecnológica de los buses del Gran Santiago. A finales de 2019 la cantidad de buses eléctricos en la región metropolitana asciende hasta 390, además de 610 buses de estándar Euro VI. Con esto y considerando las emisiones por km recorrido del sistema, los primeros análisis indican un impacto de un 2,7% en las emisiones de CO_2eq/km del sistema RED el año 2019, sin embargo, los impactos en emisiones locales son mayores.

Hasta diciembre del año 2020 ya operan 780 buses eléctricos y 1.457 buses Euro VI, que fueron considerados dentro de la cartera de proyectos con la que se tramitó la emisión del bono verde soberano de 2019 por Chile (Ministerio de Hacienda, 2019) Este mecanismo además permitirá financiar importantes obras de trenes urbanos, la cartera de proyectos del bono incluye en la región Metropolitana extensiones y nuevas líneas para Metro de Santiago y el nuevo Metrotren Santiago-Melipilla, y en la región del Biobío la extensión de Biotrén Coronel-Lota (Ministerio de Hacienda, 2020).

En la misma línea del transporte público alimentado con electricidad, la Empresa de Ferrocarriles del Estado (EFE), incorporará al sistema ferroviario suburbano de la Región Metropolitana en los próximos años el proyecto ferroviario Metrotrén Santiago-Batuco, proyecto recientemente aprobada en su calificación ambiental y que comienza el proceso de licitación de las obras. Este proyecto alcanzaría una reducción anual de 34,7 ktCO_2eq promedio al año 2030, valor que, si bien no es muy cuantioso, implica una gran cantidad de beneficios locales en términos de emisiones de contaminantes locales y calidad de servicio (SECTRA, 2020).

En materia de emisiones de otros contaminantes locales y con impacto en las emisiones globales, desde marzo 2019, y en consistencia con los actuales planes de descontaminación ambiental, comenzó la implementación de la norma Euro VI, la más exigente a nivel mundial.

La Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), agencia del Gobierno de Chile dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, en 2019 trabaja en la generación de un "Centro para Desarrollo de la Electromovilidad en Chile", el cual busca seleccionar la mejor propuesta orientada a contribuir a la aceleración de los procesos de adopción de electromovilidad, mediante un enfoque en los problemas, requerimientos y soluciones particulares para su desarrollo e implementación. Paralelamente, al contribuir con la penetración de la electromovilidad, se contribuye también a potenciar el mercado de tecnologías que utilizan cobre y litio. A principios de 2020 se lanzó la convocatoria, cuyo aporte para la ejecución de la propuesta es de US$7.000.000 (siete millones de dólares) en 5 años, cofinanciado mediante la cláusula de I+D de "Convenio Básico suscrito entre Corfo, Rockwood Litio Limitada, Rockwood Lithium INC: y Foote Minera e inversiones Limitada" con fecha 25 de noviembre de 2016, donde el receptor deberá aportar con un 20% de financiamiento[23].

Por otra parte, la CORFO, impulsó junto la Subsecretaría de Transportes, el programa Conecta Logística, a través del cual se lanzó el Observatorio Logístico como un instrumento tecnológico para la recopilación sistemática y permanente de datos del sistema de transporte de carga a nivel nacional; y también el Sistema de Certificación y Validación para la Eficiencia Energética y la Competitividad del Transporte de Carga por Carretera,

22. http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/2018/electromovilidad/estrategia_electromovilidad-27dic.pdf

23. https://www.corfo.cl/sites/cpp/convocatorias/centro_para_el_desarrollo_de_la_electromovilidad

4 °Comunicación Nacional de Chile ante la CMNUCC Ministerio del Medio Ambiente

el cual cuenta con el apoyo del Ministerio de Energía, la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático, la Agencia de Eficiencia Energética, la Confederación Nacional de Dueños de Camiones, Chile Transporte A.G., entre otros. Estos proyectos promueven la coordinación con diversos actores de la cadena logística con el fin de lograr ahorros energéticos y de costos por la reducción de consumo de combustible, una mejora en la eficiencia en el transporte de carga por camión y por consecuencia en la cadena logística; y lograr el objetivo mayor de una disminución de las emisiones de GEI y de los contaminantes climáticos de vida corta y locales.

Adicionalmente a las acciones mencionadas, el Ministerio de Transporte se ha comprometido a promover un enfoque diferente de las soluciones de transporte inspirado en los principios de la sostenibilidad y centrado en la demanda. Este enfoque conocido como Evitar-Cambiar-Mejorar, busca obtener reducciones significativas de emisiones GEI, consumo de energía, menor congestión con el objetivo final de crear ciudades mas habitables. El objetivo es que este enfoque promueva soluciones alternativas de movilidad y desarrolle sistemas de transporte sostenibles. En este contexto es que se está desarrollando en el último periodo la Estrategia Nacional de Movilidad Sostenible (ENMS). La ENMS constituye una herramienta de Política Púbica que busca potenciar sectorial e intersectorialmente la movilidad sustentable en Chile permitiendo avanzar en cumplimiento de la NDC. Para ello la ENMS establecerá la visión del sector, así como líneas de acción y medidas a impulsar; identificará brechas y metas; y elaborará un mecanismo de monitoreo, reporte y verificación. En la misma línea, pero a un nivel operativo se encuentra en un primer nivel de desarrollo el Programa Nacional de Movilidad Urbana para la Mitigación y Adaptación al Cambio Climático en Chile (PNMU). El PNMU es un instrumento que establecerá los criterios metodológicos, las métricas y estándares, así como los mecanismos financieros para que cada región pueda elaborar sus Planes Regionales de Movilidad Sostenible, considerando como eje estratégico las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, así como alcanzar co-beneficios ambientales que se obtendrán de una visión integrada y multisectorial de los sistemas de transporte.

La Tabla 9, a continuación, lista las iniciativas más relevantes del sector desde el punto de vista de mitigación.

24. Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana de Santiago, D.S. Nº31, 2016, del MMA, publicado 24 de noviembre de 2017 en el Diario Oficianivel de referencia (periodo de referencia).

25. El tipo de instrumento se clasifica según corresponda a una medida de Instrumento Económico, Educación, Investigación, Información, Regulatorio, Acciones Voluntarias, Proyecto, Política, Incentivo económico, Fiscal, Tecnológico

Tabla 4-9. Medidas relacionadas con la mitigación de emisiones de GEI del sector Transporte.

Nombre	Tipo[25]	Año y estado
Programa renueva tu micro	Incentivo económico	2011 Implementada y activa
Programa renueva tu colectivo	Incentivo económico	2015 Implementada y activa
Estrategia Nacional de Electromovilidad	Política	2017 Implementada y activa
Mesa de trabajo "Bunker" para el transporte marítimo	Regulatorio	2012 En proceso
Impuesto Verde a Vehículos Motorizados Nuevos	Regulatorio	2015 Implementada y activa
Mejoramiento e implementación de ciclovías y sendas multipropósito	Proyecto	2019 En Implementación
Etiquetado de consumo energético y emisiones de CO_2 en vehículos livianos y medianos	Regulatorio	2016 Implementada y activa
Esquema de Reducción y Compensación de Carbono para la Aviación Internacional - CORSIA	Regulatorio	2016 Implementada y activa
Medidas para el Sector Transporte contempladas en el Plan de Mitigación de Energía	Política	2017 En implementación
Medidas del Sector Transporte en el Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana (RM)[24]	Regulatorio	2017 Implementada y activa
Expansión de la Red de Metro de Santiago	Sector Privado	2017 Implementada, actualizada y activa
Tren Suburbano MetroTren Alameda Nos	Sector Privado	2017 Implementada y activa
Tren Suburbano Metrotren Santiago-Melipilla	Proyecto	2020 En planificación
Tren Suburbano Metrotren Santiago-Batuco	Proyecto	2020 En planificación
Proyecto Giro Limpio de Certificación y Validación del Transporte de Carga por Carretera del Programa Transforma Logística de CORFO para Transporte de Carga por Carretera y Puertos	Proyecto	2017 Implementada y activa
Proyecto de Certificación de Sustentabilidad para Puertos del Programa Transforma Logística de CORFO para Transporte de Carga por Carretera y Puertos	Proyecto	2017 Implementada y activa

Nombre	Tipo[25]	Año y estado
Establecimiento de un sistema de MRV del sector marítimo de carga internacional	Regulatorio	2017 implementada y activa
Extensión Tren suburbano de la región de Bio Bio, Biotren	Proyecto	2017 Implementada y activada
Estrategia Nacional de Movilidad Sostenible (ENMS)	Política	2018 En construcción
Tren suburbano MERVAL de la Región de Valparaíso	Proyecto	2018 Implementada y activa
Programa Nacional de Movilidad Urbana para la Mitigación y Adaptación al Cambio Climático en Chile (PNMU).	Proyecto	2019 En proceso
Renovación de la flota del Sistema de Transporte Público de Santiago (RED)	Proyecto	2019 Implementada y activa
Centro para Desarrollo de la Electromovilidad en Chile (CORFO)[26]	Proyecto	2020 En implementación
Planes Maestros de Transporte Urbano en más de 20 ciudades (PMTU)	Proyecto	En constante desarrollo y actualización.
Planes de Accesibilidad Peatonal, Valparaíso, Lota y Corral	Proyecto	2019 y 2020 terminados, en proceso de implementación

4.1.3 Sector Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

El sector agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU, por sus siglas en inglés) es el único sector que presenta emisiones de GEI y absorciones de CO_2, razón por la cual es relevante su potencial de mitigación. Las fuentes de absorción son principalmente producto de renovales de bosque nativo, regeneración del bosque nativo manejado y plantaciones forestales, mayoritariamente exóticas

Este sector presenta una alta vulnerabilidad a los efectos de la variabilidad climática y del cambio climático, teniendo como desafío seguir aumentando la productividad del sector, fomentar el uso sustentable de los recursos naturales, los procesos de restauración y forestación, la conservación y evitar la degradación y la deforestación. Por tal motivo, el MINAGRI y sus servicios tienen un rol preponderante frente a las temáticas de mitigación y en especial, adaptación al cambio climático a nivel nacional. Es así como se han desarrollado múltiples instrumentos que buscan enfrentar y preparar al sector frente al cambio climático.

En virtud de la capacidad de aporte en mitigación de este sector, la NDC de Chile actualización 2020, presenta contribuciones integradas al sector UTCUTS, en Bosques específicamente, asociado al manejo sustentable y recuperación de bosque nativo, así como a la forestación de suelos descubiertos, en donde el 50% corresponde a cubierta forestal permanente, con al menos 70.000 hectáreas de especies nativas. La recuperación y forestación se realizará en suelos de aptitud preferentemente forestal y/o en áreas prioritarias de conservación, que representarán capturas de entre 3,0 a 3,4 $MtCO_2eq$ anuales al 2030.

Además, como instrumento clave para el cumplimiento de la meta contenida en la NDC, sobre reducción de emisiones del sector forestal por degradación y deforestación del bosque nativo, la Corporación Nacional Forestal (CONAF), a través de la Unidad de Cambio Climático y Servicios Ambientales (UCCSA), está implementando la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV).

La ENCCRV tiene como objetivo disminuir la vulnerabilidad social, ambiental y económica que genera el cambio climático, la desertificación, la degradación de la tierra y la sequía sobre los recursos vegetacionales y comunidades humanas que dependen de éstos, a fin de aumentar la resiliencia de los ecosistemas y contribuir a mitigar el cambio climático fomentando la reducción de emisiones e incremento de captura de GEI en Chile.

Para cumplir con este objetivo, se determinaron y priorizaron 7 actividades asociadas a causales directas e indirectas y una actividad transversal, a través de un proceso participativo integral y estudios técnicos. En conjunto estas actividades se operativizan por medio de 26 medidas de acción con metas operacionales, para las medidas de acción se consideraron los siguientes ámbitos de aplicación: gestión institucional, operativa, normativa, fiscalización, educación ambiental, investigación, planificación territorial y fomento.

A fines de 2019, por medio de la gestión institucional se materializó el trabajo continuo que CONAF lidera desde el 2013 por medio de importantes avances en el financiamiento[27], los que permiten avanzar a la tercera Fase de Implementación de la ENCCRV, que está asociada al "pago por resultado"[28]. Esta estará orientada principalmente en la ejecución de actividades de forestación, restauración, manejo sustentable y actividades de silvicultura preventiva en bosque nativo y fortalecimiento de las acciones de CONAF respecto a fiscalización, educación, entre otras. Este financiamiento proviene principalmente del Fondo

26. https://www.corfo.cl/sites/cpp/convocatorias/centro_para_el_desarrollo_de_la_electromovilidad

27. Con un total de más de 89 $USD

28. El pago por resultados Es una retribución económica que se le entrega a los países que demuestren reducciones de emisiones o aumentos de capturas netas comparadas con su nivel de referencia (periodo de referencia).

Verde del Clima (FVC) dependiente de la CMNUCC y del Acuerdo de Pago por Reducción de Emisiones (ERPA, por sus siglas en inglés) del Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF).

Adicionalmente, durante la fase 2 de implementación de la estrategia se han ejecutado una serie de proyectos de imlementación territorial los cuales se sustentan en los ecosistemas y los servicios que estos proveen para responder al desafío del cambio climático por medio de la implementación de acciones que eviten la deforestación y degradación de los recursos vegetacionales, que fomenten su manejo sustentable, su conservación y mejoren el aumento de su cobertura.

Dentro de estos se destacan:

Proyecto Manejo Sustentable de la Tierra (MST)

- El principal objetivo es revertir la desertificación y degradación de la tierra, contribuir a la mitigación del cambio climático y potenciar el uso sustentable de la tierra mediante la creación de un marco para su manejo, que contempla aplicación de prácticas incluidas en los instrumentos de fomento del MINAGRI en 5 regiones del país (Arica y Parinacota, Coquimbo, O'Higgins, La Araucanía y Aysén).

Programa Nacional ONU REDD

- El Programa brinda apoyo a los enfoques de reducción de las emisiones de CO_2 debidas a la deforestación y la degradación de los bosques e impulsa acciones de manejo sustentable, conservación y aumento de estos (REDD), promoviendo la participación de todas las partes interesadas, en particular, pueblos indígenas y otras comunidades que dependen de los bosques. En Chile, el Programa se ejecuta desde el 2017 con proyectos de implementación territorial en cinco regiones del país Coquimbo, Araucanía, Los Ríos, Magallanes y Metropolitana.

En este sector destaca también las dos Acciones Nacionalmente Apropiadas de Mitigación (NAMA), las cuales se encuentran en distintos estados de desarrollo:

- Apoyo al diseño e implementación de la ENCCRV (finalizado). El objetivo de la NAMA se engloba en el marco de la ENCCRV, sirviendo como apoyo técnico y económico para el desarrollo de estudios y actividades orientadas a identificar y reducir debilidades de información base además de aumentar las capacidades de los equipos técnicos nacionales y regionales vinculados a la ENCCRV.
- Remoción de carbono atmosférico a través de la recuperación de suelos agrícolas degradados en Chile. Esta NAMA busca proveer algún tipo de incentivo a agricultores que adopten prácticas para la recuperación de suelos orgánicos degradados. Esta NAMA busca apoyo para su preparación.

Cabe señalar que para este sector las acciones de adaptación pueden tener impactos en reducción de emisiones de GEI, por lo que contribuyen en mitigación los actuales planes de adaptación de biodiversidad y Silvoagropecuario (SAP), como también es relevante los beneficios en mitigación que tendría la futura actualización del Plan Adaptación SAP 2020 - 2021 y proyectos como el de cooperación técnica en la medición de huella de carbono y manejo de plagas y enfermedades en productos de exportación no tradicionales adaptados a condiciones de escasez hídrica, mejoramiento de la resiliencia al cambio climático de la pequeña agricultura en la Región de O'Higgins, Chile, entre otros.

Por otra parte, en mayo del 2016 se oficializó la Política Forestal 2015-2035 que establece las bases para un desarrollo forestal sustentable, participativo, inclusivo y con equidad social. La política forestal se ha estructurado en torno a cuatro ejes estratégico: 1) Institucionalidad forestal; 2) Inclusión y equidad social; 3) Productividad y crecimiento económico y; 4) Protección y restauración del patrimonio forestal. Cada uno de ellos desagregado en objetivos de impacto y objetivos de resultado y que presentan una síntesis de la línea base o situación inicial (al año 2015) y de las situaciones esperadas en el corto, mediano y largo plazo, las que se fijaron en períodos de cuatro (2020), diez (2025) y veinte años (2035), respectivamente. Durante 2019, el Consejo de Política Forestal, órgano consultivo compuesto por representes del sector público, privado, académico y la sociedad civil, coordinó el funcionamiento de cinco comisiones temáticas, una de ellas la de forestación y mitigación del cambio climático.

Complementariamente, desde MINAGRI a través de CONAF, se han impulsado varias propuestas de cuerpos legales que fortalecen la gestión de los recursos vegetacionales como principal sumidero de carbono, donde se puede mencionar:

- Proyecto de Ley de Recuperación de Bosques Quemados y Forestación, cuyo objetivo apunta a promover la forestación, reforestación o generación de una cobertura vegetacional permanente en terrenos afectados por incendios forestales o en riesgo de erosión mediante incentivos a pequeños y medianos propietarios forestales. Con una meta que incluye la recuperación y forestación de 500.000 hectáreas de bosques plantados en 20 años (25.000 hectáreas anuales) de vigencia en materia de subsidios para pequeños y medianos propietarios, excluyendo del beneficio a las empresas forestales.
- Modificaciones Ley N°20.283 sobre Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal , cuyo objetivo apunta a aumentar el manejo forestal sustentable del bosque nativo, mediante una propuesta de modificación a la N°20.283 sobre Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal (superficie manejada sustentablemente y la participación de pequeños, medianos propietarios, otros interesados y comunidades indígenas). Meta general aumentar la superficie manejada a 10.000 hectáreas anuales.
- Proyecto de Ley de Prevención, Mitigación y Control de Incendios Forestales, la cual busca establecer un marco regulatorio que logre mayor eficacia y eficiencia de la gestión de reducción de riesgo, en toda la cadena de valor de la protección contra incendios forestales, desde la prevención y mitigación, como de la preparación y respuesta frente a la ocurrencia emergente y propagación, con la finalidad de reducir el impacto, social, ambiental, económico y político que provocan estos eventos en la población.

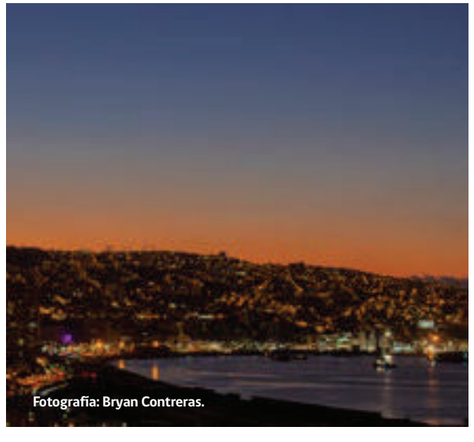
En conjunto con lo anterior por medio del trabajo conjunto entre MINAGRI y MMA se está en proceso de desarrollo de un "Plan Nacional de Restauración a Escala de Paisajes 2021 - 2030", que considerará la incorporación, a procesos de restauración, de 1.000.000 hectáreas de paisajes al 2030, priorizando en aquellos con mayor vulnerabilidad social, económica y ambiental. El Plan se enmarca en las ambiciones de Chile para enfrentar el cambio climático y permite la implementación de diferentes estrategias de restauración para lograr la sostenibilidad económica, ambiental y social en el largo plazo. En este contexto, los objetivos de la restauración de paisajes en Chile se centrarán en conciliar de manera sustentable la recuperación de la productividad de suelos agrícolas y forestales, la conservación, manejo sostenible y restauración de bosques y de los diferentes tipos de ecosistemas, a la vez que se recupera la biodiversidad y los servicios ecosistémicos para el bienestar de las comunidades y las personas.

Entre los desafíos del sector agropecuario esta avanzar en investigación para abatir la curva de emisiones de GEI del sector agropecuario, trabajando en buenas prácticas en fertilización nitrogenada, prácticas de manejo ganadero o captura de carbono en suelos, por mencionar algunas y analizar las políticas forestales que propicien la captura de carbono de los bosques y prevenga incendios, para concretar un sector silvoagropecuario carbono neutral.

A fines del 2015, se firma el "Convenio de colaboración entre la Oficina de estudios y políticas agrarias, el Instituto de desarrollo agropecuario, el Comité agencia de sustentabilidad y cambio climático, la Corporación de fomento de la producción y la Fundación para la innovación agraria para la "ejecución de un plan de trabajo conjunto para promover la incorporación de prácticas sustentables y de producción limpia en el sector agrícola cuya vigencia es hasta mediados de 2018[29].

Transforma Alimentos (TA) es una iniciativa impulsada por Corfo y apoyada por el Ministerio de Agricultura que, mediante la coordinación y colaboración público-privada, busca potenciar el crecimiento sostenible de la industria chilena de alimentos, y cuya visión es "Chile se posiciona entre los países referentes en la producción de alimentos saludables a nivel mundial, con una industria competitiva, que contribuye a la diversificación y sofisticación productiva del país y proporciona los más altos estándares de calidad, inocuidad, sustentabilidad y calidad de vida". Es así como a principios de 2020, se celebró el III Encuentro Red de TA, donde el evento estuvo principalmente enfocado en cómo establecer las bases para el desarrollo sustentable de la industria agroalimentaria chilena y en cómo proyectar al mundo una oferta de productos y servicios más innovadora, diversificada, sofisticada tecnológicamente y de valor para las nuevas demandas de consumidores cada vez más exigentes y conscientes de su salud y de los impactos en el medio ambiente.

Con respecto a las acciones sectoriales que aportan a la mitigación de emisiones de GEI y fomento de las capturas se presentan en la Tabla 10.



Fotografía: Bryan Contreras.

29. https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/1-Convenio-CPL-ODEPA-INDAP-CORFO-firmado.pdf

Tabla 4-10. Medidas relacionadas con la mitigación de emisiones de GEI del sector Uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura.

Nombre	Tipo Instrumento[30]	Año y estado
Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV)	Instrumento Económico Acciones Voluntarias Regulatorio Información Investigación Educación	2016 -2025 En proceso de implementación

Fuente: Elaboración propia en base a Información sectorial.

Respecto de la componente Agricultura, En 2018, sus emisiones alcanzaron un 11% de las emisiones nacionales equivalentes a 11.931 kt CO_2 eq, aumentando en un 0,3% desde 1990 y disminuyendo en un 0,6% desde 2016. Sus emisiones derivan principalmente de las actividades de ganadería (fermentación entérica y manejo del estiércol) y el uso de fertilizantes -principalmente nitrogenados- en suelos agrícolas.

En términos de mitigación, esta componente se ha enfrentado históricamente a barreras culturales y estructurales para desarrollar instrumentos contundentes que aporten a la implementación de acciones de mitigación de los gases de efecto invernadero del sector. Considerando que el sector tendrá una participación creciente en las emisiones nacionales, el Ministerio de Agricultura a través del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), entre otros servicios, está trabajando en alinear sus actividades a los requerimientos climáticos en mitigación.

En 2019 fue lanzada la Plataforma de Acción Climática para la Agricultura de América Latina y el Caribe (PLACA). Esta nueva plataforma es un mecanismo regional de colaboración voluntaria en agricultura y cambio climático, con el objetivo de intercambiar prácticas y establecer una colaboración entre los países para la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático. Asimismo, PLACA busca generar una red de cooperación sobre la acción climática agrícola entre distintas autoridades de América Latina y el Caribe, centros de investigación, instituciones nacionales e internacionales, organizaciones de agricultores y ONG y también busca recaudar fondos y promover sinergias en la acción climática en la agricultura (Ministerio de Agricultura, 2020).

Por otra parte, ODEPA comenzó en 2020 el proceso de construcción conjunta de la Estrategia de Sustentabilidad Agroalimentaria, la cual pretende establecer las bases para un desarrollo sustentable del sector agroalimentario, con un enfoque participativo. Luego se deberá elaborar el primer plan de implementación bienal y llevar a cabo las acciones que en él se establezcan.

Tabla 4-11. Medidas relacionadas con la mitigación de emisiones de GEI del sector Agricultura.

Nombre	Tipo Instrumento	Año y estado
Plataforma de Acción Climática para la Agricultura de América Latina y el Caribe (PLACA).	Información.	2020 - en implementación.
Estrategia de Sustentabilidad Agroalimentaria.	Política.	2020 - en construcción.
Programa Estratégico Transforma Alimentos. (CORFO - MINAGRI)	Alianza público - privada.	2015 Implementada y activa.

Fuente: Elaboración propia en base a Información sectorial

4.1.4 Sector Residuos

En este sector se contabilizan las emisiones de GEI, principalmente metano (CH_4), generado en procesos microbiológicos producto de la degradación anaeróbica de materia orgánica. Estos procesos ocurren en sitios de disposición final de residuos sólidos domiciliarios e industriales y en el tratamiento de aguas servidas y de residuos industriales líquidos. Además de la quema de residuos. La disposición de residuos sólidos corresponde al 71,5% de las emisiones del Sector Residuos al año 2018 y aumentó en casi 4 veces desde 1990.

El Ministerio de Salud, en su Código Sanitario de 1968 pauta el origen normativo chileno asociado a residuos. Actualmente tiene las principales competencias regulatorias en todas las etapas del manejo de residuos, estableciendo normas de carácter sanitario y ambiental a través de reglamentos. Las etapas corresponden a todas las acciones operativas a las que se somete un residuo, incluyendo, entre otras, recolección, almacenamiento, transporte, pretratamiento y tratamiento, así como su valorización o eliminación.

Es del caso señalar que, si bien el Ministerio de Salud (MINSAL) es quien establece el marco sanitario y ambiental en que debe realizarse cada etapa del manejo de los residuos, es responsabilidad de los municipios, y de los establecimientos generadores de residuos, el definir el tratamiento y destino de éstos. Por su parte, le ha correspondido al Ministerio del Medio Ambiente, y anteriormente a la Comisión Nacional del Medio Ambiente, desarrollar las políticas y la reglamentación sobre valorización y mejoramiento ambiental del manejo de los residuos. Es así como en los últimos 17 años los principales reglamentos oficializados por el MINSAL que regulan el manejo de residuos sólidos se han elaborado en conjunto o en colaboración con el Ministerio del Medio Ambiente, incluyéndose en todos estos cuerpos normativos aspectos de valorización o reciclaje.

El Ministerio de Salud, a través del Programa de Control de Residuos Sólidos y Peligrosos, desarrolló el Reglamento sobre Manejo de Residuos Peligrosos (DS 148/2003 del MINSAL) que, entre otros, regula las instalaciones de valorización y eliminación de residuos peligrosos. Por su parte, el Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y de Seguridad de Rellenos Sanitarios (DS 189/2005 del MINSAL), regula el diseño, construcción y operación de los rellenos sanitarios, e incluye normas para el manejo del biogás, estableciendo expresamente que el biogás debe ser captado y, en el caso de que no pueda ser valorizado, éste deberá ser combustionado evitando de esta manera la emisión de metano a la atmósfera. Adicionalmente, el MINSAL ha aportado, con las competencias que le entrega el Código Sanitario, en la elaboración del Reglamento para el Manejo de Lodos Generados en Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas.

Adicionalmente a lo anterior, se encuentra en elaboración el proyecto de decreto supremo con que se oficializará un reglamento que, de acuerdo con lo establecido en el artículo 35 de la Ley 20.920[31], regulará los plazos, condiciones y requisitos para la autorización sanitaria de las labores de recolección, recepción y almacenamiento de residuos, peligrosos y no peligrosos, en las instalaciones de manejo de productos prioritarios definidos por esta ley. Se está finalizando, además, la propuesta de Reglamento de Manejo de Residuos de Actividades de la Construcción y Demolición, tras lo cual se iniciará la elaboración del proyecto de decreto supremo con el que será oficializado. Finalmente, se encuentra en desarrollo un reglamento que regulará los aspectos sanitarios y ambientales del diseño, construcción y operación de plantas de compostaje.

En cuanto a los logros que ha tenido el Ministerio de Salud en el desarrollo de sus programas, cabe mencionar, en primer término, el avance obtenido en la gestión adecuada de los residuos peligrosos, en donde a partir de una generación declarada de 20.000 toneladas anuales al momento de la oficialización del reglamento, se ha logrado que en la actualidad se declaren más de 600.000 toneladas anuales que se destinan a instalaciones de valorización o eliminación autorizadas.

Finalmente, respecto de los sitios de disposición final de residuos sólidos municipales cuyos proyectos cuentan con la aprobación de la Autoridad Sanitaria desde el año 2008, se debe señalar que estas instalaciones cumplen con los estándares para Rellenos Sanitarios establecidos en el DS 89/2003, lo que incluye la captura y valorización del biogás o, en el caso de que esto no sea posible, su debida combustión.

En Chile, La Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades[32] entrega a estas entidades la atribución privativa para la gestión de los residuos generados en sus límites comunales, cuya obligación está regulada en el Código Sanitario. Los municipios de Chile desarrollan esta atribución en forma directa con recursos propios o externalizando los servicios de recolección, transporte y disposición final. En lo que respecta a la disposición final, mayoritariamente eligen la opción de externalizar el servicio. Para financiar los servicios de aseo domiciliario, las municipalidades determinan los costos[33] y luego los dividen entre todos los usuarios para establecer una tarifa que se cobra a cada usuario, quedando exentos aquellos en que el avalúo fiscal de la vivienda o inmueble sea igual o inferior a 225 unidades tributarias mensuales.

Programa Nacional de Residuos Sólidos (PNRS), liderado por la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE), es un programa de inversión pública cuyo propósito es mejorar las condiciones de salubridad y calidad ambiental de los centros urbanos y rurales del país, por medio de un aumento del porcentaje de residuos sólidos domiciliarios con disposición final en instalaciones sanitarias y ambientalmente adecuadas, además del cierre de instalaciones de disposición final de residuos sólidos domiciliarios sin autorización sanitaria o ambiental.

Además, busca fomentar programas o iniciativas destinadas a la prevención y reducción de la generación de Residuos Sólidos Domiciliarios, promoviendo su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización que permita aumentar la vida útil de los sitios de disposición final.

30. El tipo de instrumento se clasifica según corresponda a una medida de Instrumento Económico, Educación, Investigación, Información, Regulatorio, Acciones Voluntarias, Proyecto, Política, Incentivo económico, Fiscal, Tecnológico.

31. Ley N° 20.920. Ley Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje (REP).

32. Ley 18.695 (1988, actualizada en 2007) del Ministerio del Interior.

33. Ley 3.063 (1972, actualizada en 1999) del Ministerio del Interior, Sobre Rentas Municipales.

Durante el periodo 2018 a 2020, el PNRS logró los siguientes avances:

El año 2018 se actualiza la Guía Operativa del PNRS[34], documento que establece los términos y condiciones que rigen el PNRS. Este considera como iniciativas elegibles los proyectos de mitigación de huella de carbono tanto en el transporte como en la disposición de RSD.

Desarrollo de una Ficha de identificación de proyectos o de Acciones Concurrentes (AACC)[35], instrumento de financiamiento que apunta a financiar aquellas acciones previas a la Prefactibilidad de un proyecto.

En un trabajo conjunto de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y el Núcleo de Biotecnología de Curauma, se lanza, en Junio de 2019, el documento "Estudio de Factibilidad Del Funcionamiento de Tecnologías que procesen Residuos Sólidos Domiciliarios, Asimilables y Otros (RSDyA)", que presenta un set de 13 conclusiones y 15 recomendaciones respecto a la identificación de actores claves, tecnologías y formas de valorización de RSDyA[36].

Por su lado, el Ministerio del Medio Ambiente es el encargado del diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, así como también los programas de gestión de residuos mediante la Oficina de Implementación Legislativa y Economía Circular. Chile cuenta desde el 2016 con la Ley 20.920, que establece un marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje.

En 2017, se estima que el 76,4% (17,1 millones de toneladas) de los residuos no peligrosos generados, fueron eliminados principalmente en rellenos y vertederos, mientras que el 24% (5,1 millones de toneladas) es valorizado. Sobre los residuos municipales, se reportó que el 98,1% son eliminados y solo el 1,9% es valorizado (Ministerio del Medio Ambiente, 2019).

En este contexto y bajo la ley N° 20.920 a mayo de 2020, se han elaborado dos reglamentos que establecen metas de recolección y valorización, el de neumáticos que, se encuentra en revisión de la Contraloría General de la República (CGR) y el de Envases y Embalajes, aprobado recientemente por el Consejo de Ministros de la Sustentabilidad (CMS), y actualmente, se encuentra en proceso de elaboración el de aceites lubricantes.

El año 2017, entró en vigor el reglamento del fondo para el reciclaje, D.S. N° 7 del Ministerio del Medio Ambiente, el cual permite contar con un fondo cuyo objeto es financiar total o parcialmente proyectos, programas y acciones para prevenir la generación de residuos, fomentar su separación en origen, recolección selectiva, reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización, ejecutados por municipalidades o asociaciones de éstas. Posteriormente el mismo año, se publicaron las Bases Generales (Resolución Exenta N°1515) y para cada llamado se publican Bases Especiales con el detalle del foco de financiamiento.

A la fecha, se han adjudicado 3 convocatorias, la primera corresponde al año 2018 con 33 proyectos, con foco en la sensibilización ciudadana, para promover la prevención en la generación de residuos, fomentar su separación en origen y recolección selectiva, y la promoción del conocimiento técnico municipal y de recicladores de base, la segunda al año 2019 con 6 proyectos adjudicados, 3 proyectos que buscan contribuir a la certificación de competencias laborales de los recicladores de base y 3 proyectos con foco en financiar pilotos de recolección de residuos, la tercera también en el año 2019, en donde se realizó una convocatoria especial para la Provincia de Chiloé, con 7 proyectos adjudicados, con foco en financiar pilotos de recolección de residuos en la Provincia. Asimismo durante este año (2020), se han lanzado 3 convocatorias más, que esperan adjudicarse según el siguiente detalle: un llamado busca financiar 1 proyecto de infraestructura para el pretratamiento de residuos, otro llamado busca contribuir a la gestión de los recicladores de base financiando equipamiento y sensibilización para 14 proyectos y por último un segundo llamado para la Provincia de Chiloé con 12 proyectos, que al igual que en la versión anterior busca financiar proyectos pilotos de recolección de residuos y promover la sensibilización ciudadana, para abordar la problemática asociada al manejo de residuos en la Provincia.

En 2018 se elaboró el Plan Nacional de Ecodiseño y Etiquetado 2018-2022, cuyo objetivo es establecer requisitos, exigencias y procedimientos para el ecodiseño y el etiquetado de productos y organizaciones. Actualmente, se han proyectado ciertas acciones del Plan, con una nueva mirada, a través de la Hoja de Ruta de Economía Circular -la cual se comenta a continuación- donde se ha pensado establecer criterios para el desarrollo y el uso de etiquetas que permitan respaldar logros que favorezcan la prevención en la generación de residuos y la economía circular.

En 2019 se comienza a elaborar la Hoja de Ruta de Economía Circular que constituye un cambio profundo en las formas de producción y consumo. Plantea la necesidad de dejar atrás la lógica del extraer-producir-consumir-botar, para avanzar hacia un modelo en que los materiales que entran en el ciclo económico se aprovechan durante el mayor tiempo posible o incluso de forma indefinida. Se evita así la generación de enormes volúmenes de residuos y se hace un uso mucho más eficiente de nuestros recursos, lo que genera menores impactos ambientales, destacando las menores emisiones de gases de efecto invernadero.

En proceso de elaboración de la hoja, se divide en las fases de diagnóstico, definición de la visión, diseño de la hoja de ruta y difusión, donde, a la fecha, ya se cuenta con el diagnóstico y se comenzará el trabajo asociado a la definición de la visión, con lo cual se podrá dar cumplimiento al compromiso NDC que indica que el 2020 se debe haber elaborado esta Hoja de Ruta, definiéndose metas de corto, mediano y largo plazo, con miras al 2040.

34. http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/guia_operativa_pnrs-_res.ex._9187_de_2018.pdf

35. http://www.subdere.gov.cl/documentacion/ficha-de-acciones-concurrentes

36. http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/Estudio%20de%20Tecnologi%CC%81as%20para%20Tratamiento%20RSD.pdf

También en 2019, se inicia el trabajo para obtener la Estrategia de Residuos Orgánicos, orientada a aumentar la valorización de este tipo de residuos generados a nivel municipal, reincorporando los nutrientes, material orgánico o sustratos contenidos en ellos al proceso productivo, contribuyendo de esta forma tanto a la adaptación como a la mitigación del cambio climático. La Estrategia será publicada próximamente, tal como se ha comprometido en la NDC.

Otro componente que se suma a los compromisos NDC, corresponde a generar e implementar, a 2022, métricas e indicadores de circularidad, para monitorear los avances del país en materia de economía circular e identificar su contribución a la mitigación y adaptación del cambio climático, las cuales ya se han comenzado a trabajar y están incorporadas dentro de las actividades de la Hoja de Ruta.

Con respecto al acuerdo Chile - Canadá[37] que comenzó en 2016 y se extiende hasta 2021, se levantan los siguientes avances en sus cuatro líneas de acción:

1) **Reducción de emisiones de metano mediante la implementación de tecnología en al menos siete ciudades.**

Para lo cual se ha apoyado en la elaboración de 12 proyectos de compostaje, 4 de digestión anaeróbica y 5 de capturas de gas, los aportes corresponden a:

- Asistencia técnica en las etapas de pre-inversión, construcción y operación.
- Apoyo al desarrollo de planes de recolección.
- Capacitación de personal municipal, operarios y sensibilización a la ciudadanía.
- Compra de equipamiento y maquinarias.
- Apoyo en actividades comunicacionales y de difusión.
- Aporte de capital, para el caso de los rellenos sanitarios y de biodigestión.

En relación con el estado de los proyectos, la mayoría se encuentra todavía a nivel de diseño y de trámites asociados a autorizaciones de operación, salvo el caso de la planta de compostaje Santa Juana , la cual entró en operación en marzo de 2019.

37. https://acuerdochilcanada.mma.gob.cl/

2) **Desarrollo de un sistema para el seguimiento, monitoreo y reporte de las reducciones de metano (MRV).**

Actualmente se han elaborado 2 metodologías MRV, la de "Captura y destrucción de GEI en rellenos sanitarios" y la de "Proyectos de compostaje" las cuales se encuentra en etapa de revisión final. Está pendiente la elaboración de la metodología de "Digestión anaerobia".

Actualmente está en implementación un piloto en el relleno sanitario de Copiulemu con la metodología de "Captura y destrucción de GEI en rellenos sanitarios", donde se espera que los datos puedan ser medidos, informados y verificados (MRV) en tiempo real en una plataforma en línea.

3) **Apalancamiento de financiamiento público y privado para la implementación de los proyectos y apoyo para crear condiciones habilitantes que permitan el escalamiento del programa.**

El programa organizó el primer Seminario sobre Residuos Orgánicos y Cambio Climático el 20 de marzo de 2019, cuya finalidad fue invitar a entidades financieras, nacionales e internacionales a participar del programa.

4) **Apoyar con asistencia técnica las oportunidades comunicacionales y de difusión del proyecto**:

El aporte del programa asociado a esta temática ha sido, entre otros

- Campaña en redes sociales @reciclorganicos #YoReciclOrganicos, con cerca de 57.000 seguidores.
- Boletín informativo.
- Gestión de prensa.
- Infografía.
- Sitio web del programa, https://www.reciclorganicos.com/es/.
- Material educativo disponible en página web, etc..

En la Tabla 12 se muestra un resumen de las acciones y políticas asociadas a la mitigación de GEI en el sector residuos.

Fotografía: Bryan Contreras.

Tabla 4-12. Medidas relacionadas con la mitigación de emisiones de GEI del sector Residuos [38].

Nombre	Tipo Instrumento[39]	Año y estado
Programa Nacional de Residuos Sólidos.	Política	2005 Implementada y activa.
Ley N° 20.920. Ley Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje (REP).	Regulatorio	2016 Implementada y respectivos reglamentos en desarrollo.
Fondo para el Reciclaje.	Incentivo económico	2017 Implementada y activa.
Hoja de Ruta de Economía Circular.	Política	2019 En elaboración.
Estrategia de Residuos Orgánicos	Política	2019 Activa.
Mitigación de Contaminantes Climáticos en el Sector de Residuos a través del Programa Chile- Canadá	Proyecto	2016 Implementada y activa.
Centro Tecnológico de Economía Circular Macrozona Norte (CORFO)	Proyecto	2019 En implementación .

Fuente: Elaboración propia en base a información sectorial.

4.1.5 Sector Minería

Chile es el primer productor de cobre del mundo, contribuyendo con un 28% de la producción mundial el año 2019, con una producción de aproximadamente 5,78 millones de toneladas de cobre fino, (COCHILCO, 2020a). A nivel nacional, la minería del cobre es relevante para la economía del país, ya que aportó un 9% del Producto Interno Bruto de Chile al 1er trimestre del año 2020 (Banco Central, 2020).

La explotación y producción del cobre en el país considera una serie de procesos, que van desde la extracción del mineral (mina de rajo abierto o subterránea), pasando por la concentración y refinación, si se trata de minerales sulfurados (procesos pirometalúrgicos), o bien, lixiviación, extracción por solventes y electrodepositación, si se trata de minerales lixiviables (procesos hidrometalúrgicos). Los principales productos del cobre que Chile comercializa son: concentrado de cobre, cátodos obtenidos por electro-obtención, y cátodos obtenidos por electrorefinación.

La industria minería y cantería emite un 7,1% de los gases de efecto invernadero emitidos en el país en el 2018, en tanto la minería del cobre emite un 5,2%. En la minería del cobre estas emisiones se deben a la cantidad de combustibles que necesita para la extracción y transporte de mineral principalmente en mina a rajo. Esta contribución de emisiones de GEI se realiza por las emisiones directas resultantes de la combustión de combustibles fósiles, relacionados al transporte de mineral y generación de calor para procesos mayormente.

Hay también emisiones indirectas debido a grandes cantidades de consumo de energía eléctrica necesarias en la industria, que, de forma directa, son generadas por la matriz del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) y las emisiones dependen de la composición de matriz energética nacional, procesos que involucran combustibles fósiles (COCHILCO, 2020).

Con respecto a las emisiones "in situ" de GEI, la componente Minería y cantería, en 2018 contabilizó 7.981 $ktCO_2eq$, dentro de las cuales la minería del cobre se mantiene como la de mayor importancia con un 73% con respecto a otras actividades de minería (hierro, salitre y otras) con 5.824 $ktCO_2eq$.

En relación al consumo eléctrico, en promedio, en los últimos 15 años la minería del cobre ha tenido una participación de un tercio en el consumo nacional de energía eléctrica, situación que se puede explicar en gran parte por tres tendencias que han presionado al alza el consumo: 1) caída progresiva en las leyes de cobre, lo que responde al envejecimiento de las minas y al incremento en la dureza del mineral, 2) creciente uso de agua de mar, dadas las restricciones para el abastecimiento de agua y también debido a la preponderancia creciente en la producción de concentrados, que es intensiva en el uso de agua, 3) y el aumento en la producción de concentrados de cobre, proceso que tiene un uso intensivo de energía eléctrica (COCHILCO, 2020).

La Comisión Chilena del Cobre proyecta para 2030 que el uso de electricidad en la minería del cobre crecerá de aproximadamente 23,9 TWh - a 2019 - a 33,1 TWh en el período 2019-2030, es decir, un aumento del 38% (COCHILCO, 2020), sin embargo, estas cifras están sujetas a la introducción de los proyectos mineros en curso y en carpeta (COCHILCO, 2020).

38. Mayor detalle de las distintas medidas pueden ser consultados en el ANEXO 5 de este documento.

39. El tipo de instrumento se clasifica según corresponda a una medida de Instrumento Económico, Educación, Investigación, Información, Regulatorio, Acciones Voluntarias, Proyecto, Política, Incentivo económico, Fiscal, Tecnológico.

A) Incorporación de energías renovables y estrategias de eficiencia energética en la industria minera.

De acuerdo con el Coordinador Eléctrico Nacional, en 2019, la producción anual de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) representó el 19% de la matriz energética del Sistema Eléctrico Nacional (SEN)[40]. Considerando que el consumo eléctrico de la minería del cobre de 26,15 TWh es suministrado por el SEN, entonces, indirectamente, el 17% (4,45 TWh) provendría de ERNC.

En los últimos años los precios para las ER en minería han sido cada vez más competitivos. Sin embargo, gran parte de las mineras han firmado contratos de suministro (PPA al largo plazo), en épocas de escasez de oferta energética, suscribiendo contratos que superaban los US$100/MWh[41]. Actualmente, empresas de generación eólica pueden suministrar energía a las minas por US$80 MWh, mientras que el valor de la concentración solar de potencia es del orden de los US$50/MWh y la fotovoltaica se ubica entre US$21 y US$23 el MWh[42]. En este contexto, el uso de ER en la minería chilena ha sido gradual, tomando en cuenta que el gobierno ha impulsado el desarrollo de estas energías y su introducción en la matriz energética, a la vez que los costos de estas energías han disminuido llegando a ser más convenientes que algunas energías convencionales. Los actuales contratos de energía (PPA) en la mayoría de las empresas se realizan a largo plazo, muchas veces con poca flexibilidad para incorporar ER en cualquier momento del contrato. Otras barreras de entrada importantes son las relacionadas con los aspectos culturales del sector minero y la falta de capital humano especializado.

La gradualidad en la penetración de las ER se debe a que las operaciones mineras necesitan un suministro constante para sus actividades las 24 horas del día, la generación solar y eólica por ahora son intermitentes y tienen un factor de planta bajo, por lo tanto, el suministro con este tipo de ER debe ser complementado con energías convencionales de mayor precio (normalmente la generación marginal es térmica, de mayor precio que el promedio de las energías convencionales). Se hace necesario el desarrollo de la tecnología de almacenamiento, como también, adecuar algunos procesos dentro de la operación minera. Algunos métodos para almacenar grandes cantidades de energía son la tecnología CSP, que concentra la energía solar durante el día para calentar sales fundidas, y entrega calor durante la noche para mantener la continuidad en la operación.

Con todo, la minería chilena está progresando significativamente en el uso de las ER de distintas formas, las operaciones mineras han ido integrando estas energías de distintas maneras: i) Uso directo de ER en algún proceso (como el calentamiento de soluciones en lixiviación), mediante un proyecto desarrollado por la propia minera para su abastecimiento; ii) Mediante contratos PPA en los que la minera ha participado en la inversión del proyecto de ER y iii) Contratos PPA en los que la minera como cliente solicita a su generador que el suministro sea con energías renovables. El año 2019, varias de las grandes mineras en Chile anunciaron eficaces procesos de renegociación de contratos eléctricos. Algunas minas importantes han terminado sus PPA pagando multas significativas, con el objetivo de iniciar contratos con energías renovables y con precios más convenientes. Otras operaciones han optado por vender sus acciones en proyectos de ER para concentrarse en el negocio minero, aunque siguen abasteciéndose mediante contratos PPA de proyectos de ER. En términos generales, las ER aportarían con 12 TWh/año en PPA de energías renovables, aproximadamente 570 MW de generación fotovoltaica (entre directas y PPA) y más de 122 MW en parques eólicos (PPA).

Estas acciones, junto con algunas minas que ya habían invertido en fuentes de energía renovable, ayudan a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular con el ODS N°7: Energía asequible y no contaminante; demostrando que se puede y debe aumentar el uso de energías renovables bajas en carbono, y la necesidad de inversiones público-privadas en estas fuentes energéticas y para la adopción de nuevas tecnologías. En síntesis, la minería chilena del cobre ha realizado acciones concretas para mitigar las emisiones de gases efecto invernadero y contribuir al desarrollo sostenible del sector además de los compromisos que el país ha adoptado interna e internacionalmente para mitigar el cambio climático. De acuerdo a lo expresado por Cochilco, el 2019, en su publicación "Uso de energías renovables no convencionales en la minería del cobre chilena".

Otra acción concerniente al tema energía en minería es la relacionada con mejorar la eficiencia energética en los procesos mineros, lo que podría contribuir a un ahorro potencial de un 5%, de acuerdo con resultados de auditorías energéticas realizadas en la industria minera en el marco del Convenio de Eficiencia energética entre el Ministerio de Energía y Consejo Minero de 2014.

Según información del ministerio de minería en base a las estadísticas de COCHILCO, el porcentaje de potencial uso de energía renovable respecto de la demanda total de electricidad de la minería del cobre es de un 3,6% en el 2019 , se espera un 10,6% en 2020 y alrededor de un 50% en el 2023, principalmente de fuentes solares y

40. https://www.coordinador.cl/reportes/documentos/reporte-energetico/?panel_mes=12&panel_anio=2019#filte

41. Felipe Castellón, Analista de Planificación y Gestión de CAP.

42. Rodrigo Mancilla, Director Ejecutivo del Comité Solar de Chile

eólicas. A ese año se espera las mineras incorporen 13 TWh/año. Esta situación debiera tener similar porcentaje en el año 2025.

Es importante señalar que las cifras expuestas sobre uso de energías renovables atribuibles a la minería del cobre, hoy en día dada la estructura de nuestro sistema eléctrico es bastante complejo identificar o correlacionar una unidad de generación de la matriz energética con el consumidor final por tanto estas cifras son una gruesa aproximación a la realidad y así deben ser considerados. Cabe señalar que estos contratos que el proveedor ofrece de energías renovables debiera también ser certificado. El Ministerio de Energía está trabajando en certificaciones para que los generadores de electricidad puedan garantizar que la energía suministrada es 100% renovable.

En 2017 se modificaron los contratos de suministro eléctrico para alcanzar un 22,5% del consumo de energía eléctrica total de CODELCO en energías renovables. A fines de 2019, las empresas de la industria minera del cobre han incorporado y licitado 13 TWh/año en energías renovable. (Portal ReporteMinero, 2020).

CODELCO cuenta con un Plan Maestro de Sustentabilidad[43] donde la eficiencia energética es una de las dimensiones a mejorar en materia ambiental, mediante un sistema de gestión enfocado a optimizar los indicadores específicos del uso de energía en los procesos productivos. Para ello incorporó un indicador de eficiencia energética en cada una de las iniciativas identificadas como de potencial impacto en esta materia y una metodología de medición y verificación de ahorros energéticos (CODELCO, 2018).

Otro instrumento relevante es el "Plan de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero para el Sector Energía", el cual establece un marco de políticas y acciones de reducción de emisiones de GEI en eficiencia energética para la minería y la industria, donde destacan las siguientes medidas (Ministerio de Energía, 2017):

- Establecer una regulación para un estándar mínimo de desempeño energético o de eficiencia (MEPS, en inglés) para motores eléctricos de potencia menor a 10 HP o 7,5 kW; y entre 10 HP y 100 HP o 75 kW; para equipos de uso industrial y minero como por ejemplo calderas y camiones mineros.
- Implementar un sistema de gestión de la energía obligatorio para grandes consumidores de energía.
- Establecer un nuevo marco regulatorio para aumentar la inversión en proyectos de eficiencia energética.
- Contar con un Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020.
- Desarrollar un mercado de Empresas de Servicios Energéticos o ESCO.
- Buscar apoyo financiero para el escalamiento de programas de eficiencia energética.

La Agencia de Sostenibilidad Energética (ASE), en el marco de fomentar y consolidar el uso eficiente y sostenible de energía y coordinar a los distintos actores relevantes, ha elaborado y publicado distintas guías para entregar un apoyo a dichos sectores y contribuir a una mayor sostenibilidad energética, como son:

- Guía Gestión de Integridad de Activos para Infraestructura Industrial.
- Manual de Desarrollo de Proyectos Energía Distrital .
- Guía de Implementación de Sistema de Gestión de la Energía basada en ISO 50001 - Versión 2017.
- Eficiencia Energética en la Estrategia: Identificando Oportunidades de Valor.
- Beneficios de los Sistemas de Gestión de Energía - Basados en ISO 50001 y Casos de Éxito.
- Guía Metodológica de Eficiencia Energética en Proyectos de Inversión.

B) Incorporación de nuevas fuentes energéticas en la minería

Como se destacó en el sector transportes, desde 2017, CORFO ha impulsado la creación de 2 consorcios compuestos por la academia y compañías mineras, para el desarrollo de tecnologías que permitan utilizar hidrógeno en base a energía solar, para abastecer al transporte minero. El presupuesto para estos dos proyectos sobrepasa los $13.800 millones. Los objetivos de los proyectos corresponden a comprobar la viabilidad técnica y económica de la transformación combustión 100% diésel a una dual de mezcla 70% de hidrógeno y 30% diésel en transportes mineros de carga pesada. y desarrollar celdas de combustible de hidrógeno para equipos de menor tamaño (ACEE, 2018).

Con la finalidad de generar un mercado interno que abastezca una creciente demanda de hidrógeno verde para el transporte, es que varias instituciones han comenzado a estudiar nuevas y mejores formas para su producción. Cabe destacar el caso de la producción de hidrógeno a partir de la utilización de energía solar, donde ya se han construido escenarios para cuantificar su costo de producción (GIZ, 2018).

43. "Un Plan Maestro para sustentar el futuro de Codelco", disponible en: https://www.codelco.com/prontus_codelco/site/artic/20170104/asocfile/20170104182607/pms_2016.pdf

c) Incorporación de soluciones transversales en la minería con impacto ambiental

Apuntando a la transparencia de la información sobre minería en Chile, en 2017, el Ministerio de Minería crea la plataforma web "Minería Abierta"[44], que abre oportunidades no solo en las exportaciones, sino también en inversiones y desarrollo de negocios mineros en Chile. La plataforma fue creada para reducir brechas y mejorar el acceso a información del sector presentando datos estadísticos, indicadores, mapas, normas legales, estudios del sector minero, en un único lugar, con un fácil acceso, gratuitos, descargables y reutilizables.

CORFO, el Ministerio de Economía y el Ministerio de Energía, han desarrollado el Programa Corporación Alta Ley, con el objetivo de desarrollar una industria de bienes y servicios basada en la ciencia y tecnología para abordar los desafíos de productividad, sustentabilidad y seguridad de la industria minera. En su desafío número 3, "Cuidado del medio ambiente y responsabilidad social", la hoja de ruta del programa apunta a generar soluciones para un mejor control en la emisión de contaminantes y reducción de su impacto ambiental, incluyendo incorporación de tecnologías de control de emisiones y el desarrollo y validación de vehículos/equipos de producción eléctricos, para eliminación de gases (Corporación Alta Ley, 2019).

A continuación, se presenta en la Tabla 13 las medidas para Minería relacionadas con la mitigación de emisiones de GEI.

Tabla 4-13. Medidas relacionadas con la mitigación de emisiones de GEI del sector Minería[45].

Nombre	Tipo Instrumento[46]	Año y estado
Medidas para el sector industria y minería del Plan de Mitigación Gases de Efecto Invernadero para el sector Energía	Política	2017 En implementación
Evaluación de factibilidad de secuestro y captura de carbono (CCUS por sus siglas en inglés) en relaves de la minería.	Estudio	2019 Publicado

Fuente: Elaboración propia en base a información sectoria

4.1.6 Sector Edificación, Urbanización e Infraestructura Pública

Con el objetivo de proponer una política de Estado que guíe el desarrollo de las ciudades y centros poblados del país, en abril de 2012 se conformó una Comisión Asesora Presidencial integrada por personalidades del mundo académico, político y de la sociedad civil, la cual inició un proceso que en marzo de 2014 terminó con la promulgación de la nueva Política Nacional de Desarrollo Urbano[47] (PNDU) para Chile.

Esta Política, basada en el concepto de desarrollo sustentable, establece cinco metas: lograr una mejor calidad de vida de las personas; apoyar la descentralización del país; entregar un marco explícito que posibilite una reorganización institucional y ordene el accionar de los diversos organismos y actores públicos y privados que intervienen en las ciudades y el territorio; dar sustento y un sentido de unidad y coherencia a la reformulación de los diversos cuerpos legales y reglamentarios que necesitan modernizarse y adecuarse a los nuevos requerimientos de la sociedad; y generar certidumbres que favorezcan la convivencia de los ciudadanos en el territorio y posibiliten un ambiente propicio para el desarrollo de la sociedad y para las iniciativas de inversión pública y privada.

Uno de los ejes de la PNDU es el ámbito temático Equilibrio Ambiental, el cual señala que «las ciudades son importantes consumidoras de energía y de agua, así como grandes generadoras de emisiones hacia la atmósfera, hacia los cuerpos de agua y también de contaminación de suelos»[48]. De acuerdo con esto, la PNDU señala que es clave avanzar hacia un desarrollo urbano sustentable, que considere tanto la construcción sustentable de la ciudad como la gestión eficiente de la energía, el lograr ciudades más compactas e integradas que faciliten la movilidad sustentable y el manejo de los recursos naturales y los residuos, lo que, en consecuencia, derivará en una reducción de la generación de emisiones de GEI. En este sentido, la responsabilidad institucional radica principalmente en los Ministerios de Obras Públicas (MOP) y de Vivienda y Urbanismo (MINVU), en coordinación con el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones y el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), a quien le corresponde proporcionar los insumos pertinentes para abordar tales acciones.

En este sentido, en 2012 el MINVU firmó un convenio con los ministerios de Obras Públicas, Energía y Medio Ambiente, con el objeto de colaborar conjuntamente en la incorporación de sustentabilidad en la edificación e infraestructura. La primera de las iniciativas que se

44. http://www.mineriaabierta.cl

45. http://mineriaabierta.cl

46.. Mayor detalle de las distintas medidas pueden ser consultados en el ANEXO 5 de este documento.

47. El tipo de instrumento se clasifica según corresponda a una medida de Instrumento Económico, Educación, Investigación, Información, Regulatorio, Acciones Voluntarias, Proyecto, Política, Incentivo económico, Fiscal, Tecnológico.

48. http://cndu.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/L4-Politica-Nacional-Urbana.pdf

impulsó a través de este convenio fue la elaboración de la Estrategia Nacional de Construcción Sustentable publicada en 2013, cuyo propósito es ser «una herramienta orientadora que establezca los principales lineamientos para impulsar la integración del concepto de desarrollo sustentable en el área de la construcción en Chile»[49]. Este documento propone lineamientos y metas alineadas con iniciativas existentes y proyectadas bajo cuatro ejes estratégicos; Hábitat y Bienestar, Educación, Innovación y Gobernanza. Con base en estos lineamientos, el Estado ha impulsado una serie de iniciativas, vinculadas a mejorar los estándares térmicos, fomentar el uso de energías renovables, promover la eficiencia energética, promover la economía circular y la reducción de Huella de Carbono, entre otros.

Por otra parte, en 2016, el MOP actualizó su Política de Sustentabilidad Ambiental, contemplando en una de sus líneas de acción el «propender a la minimización del riesgo asociado a eventos naturales e intervenciones antrópicas en el territorio, en un contexto del cambio climático»[50]. En este marco, el MOP ha desarrollado procesos para la adecuación de sus servicios de infraestructura, tanto para la adaptación a los impactos del cambio climático como para la mitigación de emisiones de GEI, a fin de contribuir a las metas que Chile se ha fijado en materia de reducción de emisiones de GEI.

En coherencia con esta política y en el marco de los compromisos establecidos en el PANCC 2017-2022, el MOP, en conjunto con el MMA, elaboró el Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático 2017- 2022[51], cuyo objetivo central apunta a «incorporar la problemática del cambio climático en los servicios de infraestructura que provee, a fin de adaptarse a los cambios hidrometeorológicos futuros en un marco de resiliencia y sustentabilidad, además de contribuir a mitigar los gases de efecto invernadero en las distintas fases del ciclo de vida de los proyectos»[52].

El Plan fue aprobado por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad en noviembre de 2017 y constituye un marco de referencia en materia de cambio climático para aquellas Direcciones vinculadas con la ejecución de obras de infraestructura al interior del MOP. Durante su elaboración, fue sometido a un proceso de difusión y consulta ciudadana, lo que permitió recoger las opiniones y comentarios de representantes de los Ministerios, de la academia, del sector privado y de la ciudadanía.

En cuanto a su estructura y organización de la información, el Plan consta de 3 ejes estratégicos asociados a la adaptación, mitigación y gestión del conocimiento en cambio climático, para cumplir con 3 objetivos específicos traducidos en 9 líneas de acción y un total de 23 medidas, de las cuales 5 buscan añadir elementos de mitigación de emisiones de GEI propendiendo hacia la construcción de infraestructura MOP baja en carbono; por ejemplo, aquellas medidas tendientes a la incorporación de Energías Renovables No Convencionales (ERNC), a la incorporación de conceptos de diseño pasivo y eficiencia energética en la edificación pública, y a la reducción de emisiones de GEI en las etapas de construcción y vida útil de las infraestructuras.

Fotografía: Tomás Gómez.

49. Estrategia Nacional de Construcción Sustentable. http://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2014/11/Estrategia-Construccion-Sustentable_ENERO-2014_VF_Baja.pdf

50. Política de Sustentabilidad Ambiental del Ministerio de Obras Públicas. Recuperado el Mayo de 2018, de http://www.dgop.cl/centro_documental/Documents/Politica_Ambiental_MOP.pdf

51. http://www.dgop.cl/Documents/PlanAccion-Mop.pdf

52. Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático 2017- 2022. Recuperado el Mayo de 2018, de http://www.dgop.cl/Documents/PlanAccion-Mop.pdf

Tabla 4-14. Medidas relacionadas con la mitigación de emisiones de GEI del Sector Edificación, Urbanización e Infraestructura Pública, (Obras Publicas)[53].

Nombre	Tipo[54]	Año y estado
Incorporación de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) en la ejecución de Infraestructura Pública MOP	Política Información	2017 Planificada 2020 Sin avances
Incorporación de eficiencia energética y confort ambiental en la edificación pública que ejecuta el MOP	Política Regulatorio Tecnológico	2006 Implementada
Medición y gestión de la Huella de Carbono en las obras de infraestructura y edificación pública que ejecuta el MOP	Información	2020 Se está trabajando en forma conjunta con el Instituto de la Construcción para abordar huella de carbono en edificación e infraestructura
Reducción de GEI en la maquinaria del MOP	Tecnológica	2017 Implementada 2020 Adquisición de proyectos piloto y en proceso de compra de 20 nuevos filtros
Implementar una plataforma que permita medir y contabilizar la reducción de GEI desde el MOP	Información	2018 Planificada 2020 Sin avance

Fuente: Elaboración propia en base a Información sectorial

Las acciones realizadas por el MOP durante este periodo se presentan a continuación en la Tabla 14:

Reconociendo que la construcción y operación ineficientes de las viviendas contribuye considerablemente a la emisión de contaminantes atmosféricos locales y globales, a través del consumo de energía y materiales, y a la generación de residuos, el MINVU publicó el 2016 los "Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas (ECSV)" en el marco de la Estrategia Nacional de Construcción Sustentable[55]. Este documento corresponde a una guía de buenas prácticas para mejorar el desempeño ambiental, económico y social de las viviendas, desde el diseño hasta la operación de estas, y que promueven la mejora continua en las prácticas propendiendo hacia una construcción sustentable. Estas pautas voluntarias buscan contribuir a la construcción de viviendas inclusivas, teniendo en cuenta las diferentes situaciones geográficas y climáticas presentes en el país, privilegiando el bienestar de las familias y el cuidado del medioambiente. Con ello, se apunta a que los habitantes del país tengan acceso a viviendas adecuadas, resilientes y sustentables.

Los ECSV están compuestos por un conjunto de seis tomos que abarcan las siguientes categorías: salud y bienestar; energía; agua; impacto ambiental; materiales y residuos; y entorno inmediato. Al mismo tiempo, la utilización de estas pautas conlleva una serie de beneficios económicos, sociales y ambientales, dentro de los cuales se encuentra la reducción de emisiones de GEI de las viviendas y el sector de la construcción, junto con la reducción de residuos. Estos estándares han sido la base técnica para la implementación de la Certificación de Vivienda Sustentable, que se lanzó el primer semestre de 2020, iniciativa que busca movilizar el mercado inmobiliario hacia un mercado más sustentable y que fue desarrollado en forma conjunta entre el sector público y privado.

Por otra parte, en el marco del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022, el MINVU definió que sus acciones de mitigación podían categorizarse en medidas de reducción de emisiones de GEI de viviendas, a través de la eficiencia energética de las construcciones, y acciones que aportan a la reducción y captura de emisiones a través de medidas y programas de inversión en diseño y gestión urbana.

Como se indica en la Cuenta Pública 2015[2][56], el MINVU a través del Programa de Mejoramiento de Vivienda y Barrios, anteriormente conocido como Programa de Protección al Patrimonio Familiar, busca dar soluciones más integrales para mejorar la calidad del parque habitacional ya construido, agrupándolo en 4 ámbitos: equipamiento, que implica potenciar el entorno al

53. Mayor detalle de las distintas medidas pueden ser consultados en el ANEXO 5 de este documento.

54. El tipo de instrumento se clasifica según corresponda a una medida de Instrumento Económico, Educación, Investigación, Información, Regulatorio, Acciones Voluntarias, Proyecto, Política, Incentivo económico, Fiscal, Tecnológico.

55. http://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2014/11/Estrategia-Construccion-Sustentable_ENERO-2014_VF_Baja.pdf

56. https://www.minvu.cl/wp-content/uploads/2019/06/CUENTA-PUBLICA-resumen-ejecutivo-2019-2.pdf

servicio de un grupo de viviendas; vivienda, enfocado en mejorar la habitabilidad de casas y departamentos; mejorar las condiciones de conjuntos habitacionales, sus bienes comunes construidos y no construidos; y eficiencia Energética, que busca dar soluciones más sustentables a las necesidades en viviendas y conjuntos.

Tabla 4-15. Medidas relacionadas con la mitigación de emisiones de GEI del Sector Edificación, Urbanización e Infraestructura Pública (Vivienda y Urbanismo)[57].

Nombre	Tipo [58]	Año y estado
Subsidio Acondicionamiento Térmico de Viviendas .	Incentivo económico	2008 implementado y activo. 2019 se asignaron 11.212 entre subsidios regulares y a condominios sociales. Total, a la fecha: 140.352. 2020, se continua con la implementación de subsidios.
Subsidio para nuevo estándar térmico en zonas PDA.	Incentivo Económico	2014 entrada en operación. 2019 se asignaron 10.659 subsidios PDA. Total a la fecha: 32.181. 2020 se continua con la implementación de subsidios.
Reglamentación Térmica (3° etapa) .	Regulatorio	2000 se implementa la primera etapa de la reglamentación térmica (aislación térmica en techumbres). 2007 se implementa la segunda etapa de la reglamentación (acondicionamiento térmico de muros, pisos ventilados y porcentaje de ventanas) y desarrollo de un manual de aplicación de la reglamentación térmica. 2013, se desarrolló un estudio para la actualización de la reglamentación térmica, de los estándares antes mencionados. 2016 y 2017, se realizó un estudio para analizar el impacto del conjunto de iniciativas y modificaciones reglamentarias, propuestas y aprobadas en el mercado habitacional. 2019 se envía DDU la propuesta de modificación de la Reglamentación Térmica.
Calificación Energética de viviendas.	Información / Etiquetado energético	2012 entrada en operación. Entre 2016 y 2017, desarrollo de versión actualizada. 2018, entrada en vigencia de versión actualizada. 2019, 62.284 evaluaciones oficiales, 882 evaluadores acreditados, Aprobado tercer trámite legislativo para exigencia de obligatoriedad en viviendas nuevas. Completada.
Estándares de construcción sustentable para Viviendas de Chile.	Información Acciones voluntarias	2016, en vigencia y actualizado en 2018.
Certificación de Vivienda Sustentable.	Instrumento Económico Información	En proceso, lanzamiento durante primer semestre 2020.
Reducir el déficit de áreas verdes en el país, por medio de inversión en conservación y construcción de parques y plazas.	Proyecto	2014 Implementado y activo.
Plan de Ciclovías.	Proyecto	2014 implementado y activo.
Plan Maestro de Ciclovías de Santiago.	Proyecto	2013-2032 Implementado y activo.

Nombre	Tipo [58]	Año y estado
Plan Nacional de Construcción Sustentable (PNCS).	Política	2020 Preparación TdR. Sin iniciar
Hoja de Ruta para Residuos de Construcción y Demolición.	Política	2019 desarrollo del documento y consulta pública. Lanzamiento Julio 2020. Sin iniciar.
Política Nacional de Parques Urbanos	Política	2019 documento finalizado y en proceso de revisión. 2020 En proceso.

Fuente: Elaboración propia en base a Información sectorial

Las acciones que el MINVU ha desempeñado durante este periodo son presentadas en la Tabla 15 a continuación:

Además de todos los instrumentos descritos en las Tabla 14 y Tabla 15, asociadas a instrumentos del MOP y el MINVU respectivamente, existen otras iniciativas impulsadas por otros actores que tienen impactos en la reducción de emisiones de GEI en el sector Edificación, Urbanización e Infraestructura Pública. Estas iniciativas pueden o no tener como objetivo directo la reducción de emisiones, en ocasiones su objetivo es generar más información para una toma de decisión alineada con los objetivos de mitigación de este sector. Los actores que participan en esta lista pertenecen al mundo público y privado. Las iniciativas se pueden ver en la Tabla 16:

Fotografía: Verónica Maldonado.

57. Mayor detalle de las distintas medidas pueden ser consultados en el ANEXO 5 de este documento.

58. El tipo de instrumento se clasifica según corresponda a una medida de Instrumento Económico, Educación, Investigación, Información, Regulatorio, Acciones Voluntarias, Proyecto, Política, Incentivo económico, Fiscal, Tecnológico..

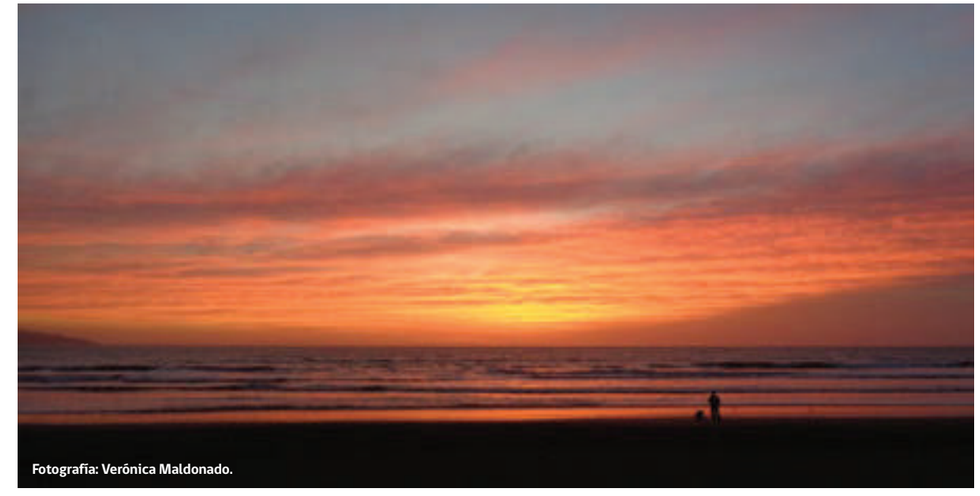
Tabla 4-16. Iniciativas relacionadas con la mitigación de emisiones de GEI del Sector Edificación, Urbanización e Infraestructura Pública - Otros Actores.

Instituciones involucradas	Nombre	Tipo[59]	Año y estado	Descripción
Ministerio de Desarrollo Social y Familia.	Instructivo de Estimación de Externalidades por Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.	Instrumento Económico Información	2020 En ejecución.	Instructivo metodológico para la formulación y evaluación de proyectos de inversión que ingresan al Sistema Nacional de Inversiones. La iniciativa tiene por propósito incorporar la estimación de externalidades en cuanto a emisiones, considerando características de los proyectos como, por ejemplo, capacidad instalada, tecnología y localización. El instructivo indica cómo estimar las emisiones específicamente para el sector transporte (caminos), edificación pública, residuos domiciliarios, regulación de recursos hídricos, espacios públicos y áreas verdes. Se busca que el 100% de los proyectos de inversión pública que ingresan al SNI apliquen el instructivo al 2022.
Ministerio de Desarrollo Social y Familia.	Implementación del índice de deterioro urbano y social para la confirmación de carteras de inversión del programa "Quiero mi barrio".	Instrumento Económico Información	2019 En ejecución.	Desarrollo de carteras de inversión pública que permitan abordar problemáticas de deterioro urbano y vulnerabilidad social. El deterioro urbano considera el deterioro ambiental, siendo relevante enfrentar problemáticas tales como: la impermeabilidad del suelo, albedo en espacios públicos, exposición a amenazas por cambio climático, riesgo de desastres, emisión de gases de efecto invernadero y calidad del aire. En cuanto a mitigación, la iniciativa pretende fomentar proyectos de inversión pública más sustentables en términos de eficiencia energética.
CORFO.	Proyecto Plan BIM.	Proyecto	2016 En ejecución.	Iniciativa de CORFO que busca la utilización de la metodología BIM para el desarrollo y operación de proyectos de edificación e infraestructura pública al año 2020. El Plan tiene como objetivo incrementar la productividad y sustentabilidad - social, económica y ambiental - de la industria de la construcción mediante la incorporación de procesos, metodologías de trabajo y tecnologías de información y comunicaciones que promuevan su modernización a lo largo de todo el ciclo de vida de las obras. Un ejemplo de tecnologías que podrían ser incorporadas son aquellas que mejoran la aislación térmica de viviendas de manera eficiente (por ejemplo, termomuro), reduciendo así los consumos energéticos domiciliarios.
CORFO.	Programa Construye 2025[60].		2016 Activo.	Programa impulsado por CORFO que busca transformar al sector construcción desde la productividad y la sustentabilidad, para lograr un desarrollo nacional impactando en forma positiva en los ámbitos social, económico y medioambiental.

Fuente: Elaboración propia en base a Información sectorial

59.El tipo de instrumento se clasifica según corresponda a una medida de Instrumento Económico, Educación, Investigación, Información, Regulatorio, Acciones Voluntarias, Proyecto, Política, Incentivo económico, Fiscal, Tecnológico.

60. https://csustentable.minvu.gob.cl/



Fotografía: Verónica Maldonado.

4.1.7 Sector Uso de Gases Fluorados

Los gases fluorados Hidrofluorocarbonos (HFC) son un grupo de gases de efecto invernadero que se emiten en Chile por ser usados como productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO). Estos se utilizan principalmente como gases refrigerantes en equipos de refrigeración y aire acondicionado, como agentes expansores para la fabricación de espumas de poliuretano y, en menor medida, como propelentes de aerosoles, agentes de extinción de incendios y como solventes. Las emisiones se generan por pérdidas durante su uso, mantención de equipos y por su liberación al final de la vida útil de los equipos o productos que los contienen.

La categoría *Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono es la principal categoría emisora de GEI del sector IPPU* representando el 58% de las emisiones del sector en 2018. Sus emisiones se han incrementado exponencialmente aumentando en promedio un 22% cada año desde el 2000, pasando de 144 kt CO_2eq a 3.830 kt CO_2eq en 2018.

El Ministerio del Medio Ambiente de Chile, a través de su Unidad Ozono, actúa como Punto Focal del Protocolo de Montreal, tratado firmado en 1987 para combatir la destrucción de la capa de ozono a través de la reducción y eliminación de sustancias dañinas. En octubre de 2016 los integrantes del Protocolo de Montreal llegaron a un acuerdo climático histórico: la eliminación progresiva de los HFC, a través de la Enmienda de Kigali. El calendario de reducción de HFC prevé que los países en vías de desarrollo iniciarán su transición en 2024 para alcanzar una reducción de 80% para 2045.

Para lograr el cumplimiento del calendario de reducción comprometido, la Unidad Ozono del MMA ha trabajado en los siguientes aspectos:

1. **Identificación de usos de HFC en sectores y subsectores:**
   - Encuesta nacional sobre alternativas a las sustancias agotadoras de la capa de ozono (2015).
   - Inventarios nacionales sobre HFC (2017; 2019).
   - Inventarios sobre usos de HFC en los sectores de supermercados, aire acondicionado móvil y transporte refrigerado; en sector naviero; en sector pesquero; y en sector frutícola (2020).
2. **Modificación del arancel aduanero y de los descriptores específicos:**
   - Decreto Exento 514/2017del Ministerio de Hacienda: Apertura de las partidas arancelarias para la inclusión de los HFC puros y en mezclas (partidas 29.03 y 38.24, respectivamente) y de los equipos de aire acondicionado y de refrigeración que los contienen (partidas 84.15 y 84.18, respectivamente). Además de las aperturas indicadas que se hicieron con ocasión de la VI enmienda a través del Dto. 514/2016, mediante Dto 458/2019 se aperturó la sub-partida 3907.20 "Los demás poliéteres", dentro de los "Poliéter-polioles", con la finalidad de incluir polioles con agentes soplantes, con hidrofluorocarbonos (HFC), hidrofluoroolefinas (HFO) e hidrocarburos (HC).

     Actualmente el Servicio Nacional de Aduana (SNA) está trabajando en aperturas adicionales para el Arancel Aduanero 2022, con el objeto de incorporar sustancias controladas por el Protocolo de Montreal, entre otras.

- Decreto Exento 458/2019 del Ministerio de Hacienda: Apertura de las partidas arancelarias para los polioles formulados con HFC (partida 39.07).
- Anexo I del Apéndice I del Capítulo III del Compendio de normas aduaneras, Resolución 1300 de 2006 y sus modificaciones, que contempla los descriptores específicos asociados a HCFC y HFC.

3. **Normativas para la implementación de la Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal:**

- Ratificación: 19 septiembre 2017.
- D.S. 32/2018 MINREL, promulga la Enmienda de Kigali.
- D.S. 03/2019 MINSEGPRES, reglamento que establece las normas aplicables a las importaciones y exportaciones de las sustancias controladas por el Protocolo de Montreal y sus enmiendas, los volúmenes máximos de importación y los criterios para su distribución.
- Capítulo III del Compendio de normas aduaneras, resolución 1300 de 2006 y sus modificaciones, apéndice X que establece normas sobre sustancias controladas por el Protocolo de Montreal, incluyendo los HFC". Igualmente, en su numeral 10.1 (cap III) establece documentos de base para la declaración de esta mercancía y en su Anexo 18 (cap III) las instrucciones para la declaración de este tipo de mercancías.

4. **Actividades habilitantes para preparar al país ante la Enmienda de Kigali:**

- Talleres de difusión y capacitación sobre la Enmienda (2018-2020), en las zonas norte y centro, para funcionarios de Aduanas, importadores, y técnicos.
- Talleres de experto de la Unión Europea, sobre la normativa de control de HFC en aduanas, a contrapartes del MMA, Ministerio de Energía, Ministerio de Salud, y Aduanas.
- Capacitación sobre eficiencia energética en operaciones de mantención y de instalación de sistemas de frío (2019).
- Apoyo y capacitación de experto aduanero internacional, en la identificación de HFC, a personal del Servicio Nacional de Aduanas (2019-2020).

5. **Eficiencia energética:**

- Preparación la Propuesta de Plan Nacional de Frío, en conjunto con el Ministerio de Energía, durante 2020.

6. **Proyectos:**

- Asistencia técnica y financiera para adoptar la tecnología de refrigeración con CO_2 transcrítico en un supermercado en Chile. A la fecha, trece instalaciones de frío del país han convertido sus sistemas de refrigeración hacia CO_2 transcrítico, de las cuales la conversión de tres supermercados fue cofinanciada bajo el marco del Protocolo de Montreal.
- Cofinanciamiento para la implementación de un centro piloto de regeneración de refrigerantes, Regener Chile, en Santiago. Actualmente, se trabaja en nuevos proyectos para instalar centros de regeneración en regiones.
- Asistencia técnica y financiera para apoyar al sector de espuma de poliuretano para la eliminación del HCFC-141b (2020), utilizando reemplazos con sustancias que no tienen efectos en la capa de ozono ni en el cambio climático.

Fotografía: Valeria Pizarro.

Tabla 4-17. Medidas relacionadas con la mitigación de emisiones de GEI por el uso de HFC[61].

Nombre	Tipo[62]	Año y estado
Identificación de usos de HFC en sectores y subsectores.	Información	Encuesta, 2015 terminada; Inventarios nacionales 2017 y 2019, terminados; Inventario en sectores específicos, 2020, en desarrollo.
Modificación del arancel aduanero.	Regulatorio	Decreto Exento 514/2017del Ministerio de Hacienda: Partidas 29.03, 38.24, 29.02, 84.15 y 84.18, terminado. Decreto Exento 458/2019 del Ministerio de Hacienda: Partida 39.07, terminado. Resolución Exenta de Aduanas 804/2017: incorporación de descriptores específicos para fortalecer el control de las sustancias agotadoras de la capa de ozono y de los HFC, y de los productos que las contienen, terminado.
Normativas para la implementación de la Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal.	Regulatorio	D.S. 32/2018 Minrel, terminado; D.S. 03/2019 MINSEGPRES, terminado; Capítulo III del Compendio de normas aduaneras, Resolución 1300 de 2006 y sus modificaciones, apéndice X que establece normas sobre sustancias controladas por el Protocolo de Montreal, incluyendo los HFC". Igualmente, en su numeral 10.1 (cap III) establece documentos de base para la declaración de esta mercancía y en su Anexo 18 (cap III) las instrucciones para la declaración de este tipo de mercancías. Terminado
Actividades Habilitantes para preparar al país ante la Enmienda de Kigali.	Educación	2018 - 2020, en desarrollo.
Plan Nacional de Frío.	Política	2020, en elaboración.
Asistencia técnica y financiera para adoptar la tecnología de refrigeración con CO_2 transcrítico en un supermercado en Chile.	Proyecto	2018, terminados.
Cofinanciamiento para la implementación de centros de regeneración de refrigerantes.	Incentivo económico	2017, en desarrollo.
Asistencia técnica y financiera para reconvertir sector productor de espuma de poliuretano para aislación térmica.	Proyecto	2018 - 2020, en desarrollo.

Fuente: Elaboración propia en base a información sectorial

4.2. Esfuerzos Locales de Mitigación de GEI

Además de las acciones y políticas levantadas e implementadas por los diferentes sectores, existe gran interés por parte de los gobiernos locales de generar y mantener acciones que se identifiquen con las realidades de cada una de las localidades que representan. Dada tanto la geografía como la economía y la realidad social del país, las regiones tienen características muy diferenciadoras unas de otras. Estas diferencias se evidencian en los perfiles de los inventarios regionales de GEI (IRGEI), elaborados por el SNICHILE como un producto adicional en la actualización del INGEI publicado en este reporte.

Al analizar estos perfiles para el 2018 (Figura 13), se observa un grupo de regiones emisoras netas[63] (Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O´Higgins, Maule, Ñuble y Biobío) y un segundo grupo de regiones que son sumideros netos[64] (Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Aisén y Magallanes). En general la condición de emisora o sumidero se mantiene durante la serie excepto para algunas regiones sumideros que debido principalmente a incendios forestales mueven su balance de GEI hacia

61. Mayor detalle de las distintas medidas pueden ser consultados en el ANEXO 5 de este documento.

62. El tipo de instrumento se clasifica según corresponda a una medida de Instrumento Económico, Educación, Investigación, Información, Regulatorio, Acciones Voluntarias, Proyecto, Política, Incentivo económico, Fiscal, Tecnológico.

63. Su balance de GEI es favorable a la emisión..

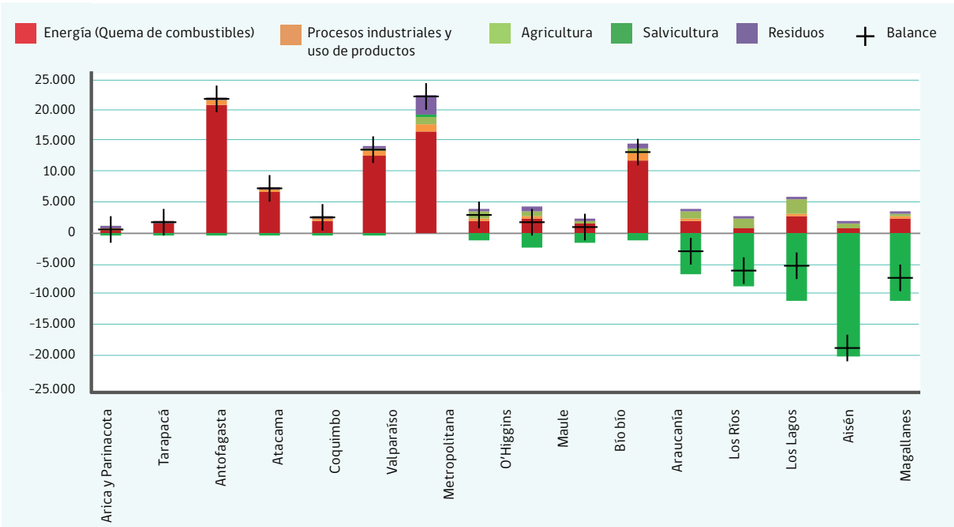
64. Su balance de GEI es favorable a la emisión.

la emisión. Ejemplo de ello son la región de Los Lagos (1998), Araucanía (2002 y 2015) y Maule (1990-1994 y 2014-2016).

Respecto a las emisiones y absorciones de GEI de cada región por sector (Figura 16), se aprecia la fuerte influencia del sector Energía en el grupo de regiones que son emisoras netas; del mismo modo, se aprecia la influencia que posee el sector UTCUTS en las regiones que son sumideros netos. Si se analiza por sector, para el 2018, se aprecia lo siguiente:

- El 71% de las emisiones del sector Energía se concentra sumando las regiones Antofagasta, Valparaíso, Metropolitana y Biobío.
- El 47% de las emisiones del sector IPPU se logra sumando las regiones Antofagasta, Metropolitana y Biobío.
- El 63% de las emisiones del sector Agricultura está repartido entre la Metropolitana, O´Higgins, Araucanía, Los Ríos y Los Lagos, destacándose esta última con un 20% con respecto al total.
- El 88% del sector UTCUTS en términos absolutos se logra sumado las regiones de Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Magallanes y Aisén, destacándose esta última que aporta el 31% con respecto al total.
- El 44% del sector Residuos corresponde a la Metropolitana y le sigue Biobío con un 12%.

Figura 4-16. INGEI 4IBA de Chile: emisiones y absorciones de GEI (kt CO_2eq) por región y sector, año 2018.



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA[65].

4.2.1 Esfuerzos Regionales en Cambio Climático

A lo largo de todo el país es posible evidenciar las manifestaciones del cambio climático, haciendo más urgente la toma de acciones a nivel local para hacerles frente. Desde la elaboración del Plan Nacional de Adaptación, Chile cuenta con una estructura operativa a nivel regional a través de los CORECC (Comités Regionales de Cambio Climático), que se constituyen como el brazo operativo a nivel regional para la coordinación e implementación de acciones en materia de cambio climático.

Así mismo a través de sus Secretarías Regionales Ministeriales (SEREMI), el Ministerio del Medio Ambiente ha impulsado la implementación de las políticas públicas de cambio climático, liderando la coordinación regional del tema e instando la participación de otros actores del sector público, privado, la academia y la sociedad civil.

Durante los últimos años es posible observar una mayor actividad a nivel regional sobre todo en lo referente al levantamiento de información local sobre los impactos actuales y potenciales del cambio climático en los recursos naturales y la biodiversidad regional, así como en las actividades económicas y la seguridad de la población.

65. El sector Silvicultura corresponde, en términos de INGEI, al sector UTCUTS.

Así mismo varias de las regiones han impulsado una agenda local enfocada en la educación y sensibilización, desarrollando seminarios científicos, charlas ciudadanas, capacitaciones a docentes y estudiantes entre otras. Estas actividades no solo han tenido como tema principal exponer el fenómeno del cambio climático, sino que también plantear las alternativas para contribuir a su mitigación desde todos los niveles. La integración de las políticas regionales con la política climática nacional aún es un desafío que queda por abordar sobre todo en el trabajo de la Estrategia climática de largo plazo, para que de esta forma se pueda construir la estrategia con la mirada subnacional que en Chile es muy diversa.

Las principales temáticas de mitigación que se han abordado a nivel regional tienen relación con la gestión de residuos, proyectos de energías renovables y eficiencia energética entre otras. Por su parte las actividades relacionadas a la adaptación están enfocadas en los riesgos de desastres naturales y aseguramiento de agua para la población y actividades productivas.

En cuanto al financiamiento de las actividades a nivel regional, se ha usado recurrentemente el Fondo de Protección Ambiental (FPA) del Ministerio del Medio Ambiente como la principal herramienta para financiar actividades de investigación y educación, también se pueden destacar otras iniciativas que han recurrido a fuentes de financiamiento y cooperación internacional para el desarrollo de proyectos de mayor envergadura.

Se espera que en los próximos años el total de las regiones del país cuenten con sus CORECC operativos lo que facilitará la coordinación a nivel regional y el desarrollo de acciones de mitigación y adaptación impulsadas desde el territorio adaptadas a los requerimientos y circunstancias locales.

Tabla 4-18. Ejemplos de iniciativas regionales públicas en cambio climático.

Región	Nombre de la Iniciativa	Descripción
Tarapacá.	"Apoyo a la implementación de las Contribuciones Nacionales en el sector de Residuos en Chile".	Proyecto desarrollado en el marco del programa de cooperación entre los Gobiernos de Chile (representado por el Ministerio de Medio Ambiente) y Canadá, el cual tiene dentro de sus principales ejes la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a través de la implementación de mejores prácticas en la gestión de los residuos a nivel municipal (Mitigación). Dadas sus características climáticas y la problemática que presenta por el sitio de disposición el Boro, en la región se ha realizado una visita técnica con el objetivo de analizar el potencial de mitigación asociado a la recuperación de metano.
Atacama.	Caldera 30+.	El proyecto Caldera 30+ es un proyecto asociativo de generación distribuida cuyo propósito es instalar sistemas fotovoltaicos en al menos 30 techos residenciales y/o comerciales de la comuna de Caldera, con el fin de impulsar el desarrollo económico a través del mercado energético a nivel local.
Biobío.	Programa de compostaje de residuos orgánicos.	El objetivo principal es sensibilizar a la comunidad sobre el buen manejo de los residuos orgánicos, la disminución del volumen de residuos que va a relleno sanitario y de las emisiones de metano, uno de los principales gases de efecto invernadero. El programa consta de tres etapas: Taller de compostaje, entrega de equipos (Vermicomposteras y composteras) y seguimiento a cada uno de ellos.
Valparaíso.	Programa piloto de compostaje domiciliario comuna de Casablanca.	Programa piloto de compostaje en la comuna de Casablanca que se realiza en el marco del programa de mejoramiento de barrios entre 2019 y 2020.
Región Metropolitana.	Asistencia técnica - Rutas hacia edificios nuevos que producen cero emisiones netas de carbono.	El objetivo de esta iniciativa corresponde a la incorporación de nuevos estándares de eficiencia energética a las construcciones de nuevas de viviendas, que se enmarquen en el Programa de Integración Social y Territorial regulado por el Decreto Supremo 19 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo año 2016 que reglamenta el programa de Integración Social y Territorial.

Fuente: Elaboración propia en base a encuesta a servicios regionales, 2020.

4.2.2 Sistema de certificación ambiental municipal (SCAM)

El Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM), un programa del Ministerio de Medio Ambiente para la capacitación y certificación de municipalidades respecto a la gestión ambiental de sus territorios, ha pasado de tener 177 municipalidades participantes en 2016, a 244 a 2019, abarcando actualmente el 66,9% del total de municipios del país. Consta de 5 niveles de certificación, instruyendo desde el inicio entre otras cosas, la coordinación de los municipios con los establecimientos educacionales, en el marco del Programa Escuelas Sustentables. Cabe mencionar que desde el cuarto nivel los municipios deben cuantificar su huella de carbono institucional, a través del programa HuellaChile, para luego gestionar su reducción en base a las capacidades y oportunidades existentes en cada comuna.

El último nivel de la certificación se llama Gobernanza Ambiental-Climática Comunal (ex-AVAC). En esta fase los municipios deben formar una mesa con actores públicos, privados, comunitarios y académicos para profundizar su trabajo en torno a un tema específico decidido entre todos, o "vocación ambiental", en un horizonte de 5 años. Para la implementación de la vocación ambiental respectiva, se facilitan los vínculos con otras iniciativas públicas y privadas específicas, como por ejemplo el programa Comuna Energética. Actualmente existen 14 municipios trabajando en alguna de las 3 etapas de este nivel de certificación, y se espera para fines del 2020 el ingreso de otros 15.

Tabla 4-19. Etapa de Gobernanza en que se encuentran las distintas comunas participantes.

Etapa gobernanza	Municipios	Total	Regiones
Consolidación.	Colina, San Antonio.	2	Valparaíso Metropolitana .
Inicio Consolidación 2020.	Calera de Tango, Palmilla, San Pedro de la Paz.	3	Metropolitana O'Higgins Biobío
Implementación.	Coquimbo, Peñalolén, La Reina, Gorbea.	4	Coquimbo, Metropolitana Araucanía
Apresto.	Quilpué, Chimbarongo, Concepción, Pucón, Purén.	5	Valparaíso, O'Higgins, Biobío, Araucanía.
Inicio Apresto 2020.	Monte Patria, Quillota, Maipú, La Pintana, Lo Barnechea, Puente Alto, Vitacura, Hualpén, Temuco, Padre las Casas, Loncoche, Traiguén.	12	Coquimbo Valparaíso, Metropolitana Biobío Araucanía
Total		**26**	**6**

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente

Fotografía: Roberto López.

4.3. Iniciativas de mitigación en el sector privado

En esta sección se describen iniciativas que por su naturaleza contribuyen a la mitigación de GEI, involucrando la participación de organizaciones privadas.

4.3.1 Acciones público-privado (APL, HuellaChile)

El desafío del cambio climático involucra a todos los actores de la sociedad en sus escalas de organización administrativa y geográfica. De tal manera, incluir acciones de mitigación público-privadas es cada vez más necesario, no solo en el nivel nacional sino también local. En este contexto, nacen la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC) y el programa HuellaChile.

La ASCC, creada por el Acuerdo 2947/2016 del Consejo Directivo de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) (sucesora Consejo Nacional de Producción Limpia), es un comité de CORFO cuya misión es fomentar la inclusión de la dimensión del cambio climático y el desarrollo sostenible en el sector privado y en los territorios. Esto, a través de acuerdos voluntarios, coordinación con otras instituciones públicas, iniciativas de fomento y la ejecución de programas y proyectos que aporten a la construcción de una economía sostenible, resiliente y baja en carbono. Al mismo tiempo apoyar el cumplimiento de los compromisos internacionales de Chile en estas materias.

Uno de los principales instrumentos de la agencia son los Acuerdos de Producción Limpia (APL), definidos en el artículo 2 de la Ley de Acuerdos de Producción Limpia, según lo establecido en el artículo décimo de la Ley 20.416 del Ministerio de Economía que fija las normas especiales para las empresas de menor tamaño. Un APL es un convenio celebrado entre un sector empresarial y los órganos de la administración del Estado cuyo objetivo es aplicar la producción limpia a través de metas y acciones específicas y así contribuir al desarrollo sostenible de las empresas.

En 2012 se registró y luego validó ante la CMNUCC los APL como la primera Acción Nacionalmente Apropiada de Mitigación (NAMA) de Chile. Desde 2016 se reportan públicamente las reducciones logradas por los APL, basadas en las Directrices para un marco genérico de MRV para NAMAs en Chile del Ministerio del Medio Ambiente. En total, desde 2012 a 2017 se han firmado 79 APL con una reducción de 457.438 tCO_2eq. Más información actualizada de esta NAMA puede ser encontrar en la sección 5, más adelante en este reporte.

En enero de 2018 la Agencia presentó el documento "Recomendaciones para una agenda de trabajo público-privado al año 2030 en materia de sustentabilidad y cambio climático" (Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático, 2018) elaborado bajo un proceso participativo con diversos actores. En particular, se identificaron las siguientes ocho áreas prioritarias donde existe necesidad de acción pública-privada para avanzar en la mitigación de emisiones, la adaptación a los impactos del cambio climático y los otros componentes del Desarrollo Sostenible compuesta por:

1) Sector Financiero
2) Sector Forestal
3) Sector Pesca y Acuicultura
4) Sector Agroindustria
5) Sector Transporte de carga
6) Cuencas y recursos hídricos
7) Sector Residuos
8) Ciudades

En las últimas dos décadas de operación de los Acuerdos de Producción Limpia, se han implementado 176 Acuerdos, ha contado con la participación de 8.700 empresas, 14.005 instalaciones adheridas y 3.190 instalaciones certificadas. En cuanto a sus indicadores de impacto, los Acuerdos han generado un ahorro de MM$USD 241,4, Reducción de emisiones de GEI $ktCO_2eq$, Ahorro de energía de 755.225 GWh, Ahorro de 11,05 millones de m3 de agua y una reducción de 163.623 t de residuos a disposición final.

Con la firma de la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor -que obliga a los fabricantes de ciertos productos a organizar y financiar la gestión de los residuos derivados de los mismos-, en la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático se han puesto en marcha Acuerdos de Producción Limpia en cinco de los seis productos prioritarios que establece la Ley: aceites lubricantes, aparatos eléctricos y electrónicos, envases y embalajes, baterías y neumáticos.

A través de programas piloto de recolección, valorización y reciclaje de residuos, cada uno de estos Acuerdos contribuirá a aumentar y mejorar la información disponible a nivel país, para la elaboración de las metas de recolección y valorización de los decretos de la Ley. De esta forma, y a través de la coordinación público-privada, los APL colaborarán con la implementación de la Ley REP.

Por su parte, **el programa HuellaChile**, surge desde el Ministerio del Medio Ambiente con el objetivo de fomentar la cuantificación, reporte y gestión de

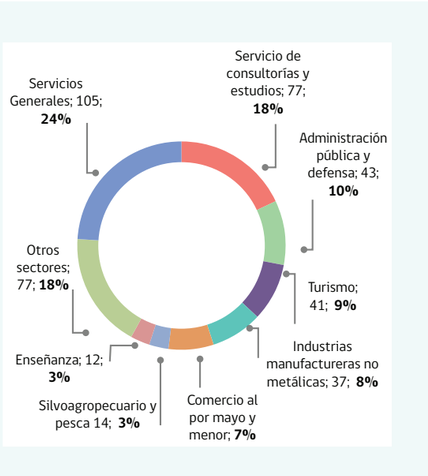
emisiones de GEI a nivel organizacional en el ámbito público y privado. Ha sido desarrollado en conformidad con las siguientes normas: NCh-ISO 14064:2019 (parte 1, 2 y 3); NCh-ISO 14065:2014; NCh-ISO 14066:2012; NCh-ISO 14069:2014 y NCh 3300:2014.

La etapa de diseño y planificación, implementada durante los años 2013 y 2014, involucró el desarrollo de la página web (www.huellachile.mma.gob.cl), una herramienta de cálculo de emisiones de GEI inserta en el Sistema Ventanilla Única del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), formatos de reporte, y la implementación de un sistema de reconocimiento de acuerdo al nivel de gestión de GEI alcanzado por la organización a nivel corporativo. El desarrollo de la herramienta de cálculo incluyó un programa piloto con la participación voluntaria de 40 organizaciones.

A partir del 2015 comienza la fase de implementación y operación del programa HuellaChile, el cual define tres líneas de trabajo y apoyo a las organizaciones: 1) Acceso gratuito a una herramienta de cálculo de emisiones de GEI a nivel organizacional, 2) Apoyo técnico (incluye realizaciones de capacitaciones, reuniones técnicas, entrega de aclaraciones por medio de teléfono o correo electrónico, entre otras), y 3) Entrega de sellos de reconocimiento a las organizaciones participantes de acuerdo al nivel de avance en la gestión de GEI.

Hasta mayo de 2020 se registra una participación de 1.059 organizaciones de diferentes sectores económicos a nivel público y privado de Chile descritas porcentualmente en la Figura 17.

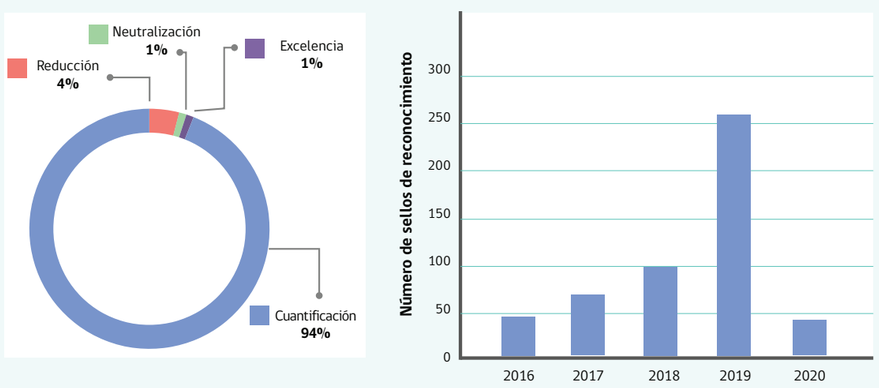
Figura 4-17. Participación de los distintos sectores en el programa HuellaChile.



Durante la fase de operación el programa HuellaChile ha entregado un total de 521 sellos de reconocimientos, constituidos por: 489 sellos de cuantificación, 22 sellos de reducción, 3 sellos de neutralización y 7 sellos por la excelencia en la gestión de GEI. En la Figura 18 se detallan la cantidad de sellos de reconocimiento entregados por año.

Fuente: HuellaChile, 2020.

Figura 4-18. Sellos de reconocimiento entregados por el programa HuellaChile.



Fuente: HuellaChile, 2020.

Durante el transcurso del 2019 producto de la realización del evento COP25 en Chile, se produjo un aumento en la participación de las organizaciones públicas y privadas en el Programa HuellaChile, incorporándose al programa en solo un año 390 organizaciones nuevas.

Hasta mayo de 2020 se han realizado más de 80 talleres presenciales y virtuales sobre el cálculo y gestión de emisiones GEI, con más de 3000 participantes, en distintas ciudades del país. Y se espera ejecutar este año en todas las regiones del país una ronda de talleres virtuales con foco en cómo abordar la "Carbono Neutralidad" a través de los sellos de reconocimiento del programa HuellaChile para organizaciones públicas y privadas. La realización de los talleres corresponde a una iniciativa en conjunto entre el programa HuellaChile y la Alianza de Ambición Climática lanzada por la presidencia de la COP25 junto con la CMNUCC en septiembre de 2019, la cual invita a países, empresas, inversores, ciudades y regiones a trabajar para lograr cero emisiones netas de CO_2 al 2050.

Destacan las siguientes actividades realizadas durante la implementación del programa:

- Apoyo gestión ambiental local: A partir de 2015 HuellaChile y el equipo de Gestión Ambiental Local (GAL) comenzaron a apoyar a municipalidades que se encuentran participando en el Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM) para que se integren al programa HuellaChile. Este apoyo consistió en capacitaciones dirigidas a los encargados de la certificación ambiental de municipalidades en niveles avanzados en distintas regiones del país. A mayo del 2020 se encuentran registradas 59 municipalidades.

- Negociación e implementación de metas de gestión de GEI en Acuerdos de Producción Limpia (APL). A la fecha se ha participado en la negociación e implementación de cerca de 20 APL en diferentes sectores económicos. Prestando apoyo y capacitación a las organizaciones participantes para cuantificar su huella de carbono a través de la herramienta de cálculo del programa y aprender a gestionar sus emisiones de GEI a nivel corporativo.

- Anualmente el programa HuellaChile subvenciona el proceso de verificación a algunas organizaciones públicas a fin de facilitar la obtención del sello y apoyar el trabajo en medición y gestión de las emisiones de GEI en las instituciones del estado.

- Consultoría para la elaboración de guías de reducción de GEI en oficinas y en el sector agrícola. Durante 2017 se desarrolló una consultoría para la elaboración de una guía de mejores técnicas y tecnologías para la reducción de emisiones de GEI en oficinas y en el sector agrícola. El objetivo fue apoyar la generación de información para el fomento de la implementación de acciones de reducción de GEI en los sectores mencionados. Durante 2019 se desarrolló una nueva consultoría para complementar las guías en los sectores de municipalidades, transporte terrestre y sector agrícola.

- Estimación de factores de emisión local. Durante el 2017 y 2018, con la participación de alumnos en práctica, se trabajó en la obtención de factores de emisión locales, incluyendo subsistemas eléctricos, materias primas e insumos, tratamiento y disposición de residuos, entre otros. El cálculo de estos factores se lleva a cabo mediante el análisis de ciclo de vida (ACV).

- Durante 2019 el Ministerio de Medio Ambiente lanzó la "Guía de Buenas Prácticas para Eventos Medio Ambientalmente Sustentables" (Guía EMAS), la cual aborda 4 criterios de sustentabilidad: residuos, huella de carbono, agua y ruidos. Siendo abordada la medición y gestión de la huella de carbono a través del programa HuellaChile y sus sellos para eventos.

- Durante 2020 se desarrollará una actualización de la herramienta de HuellaChile con el objetivo de actualizar y mejorar el cálculo y reportabilidad de la huella de carbono corporativa, incluir una herramienta para calcular la huella de carbono para eventos y habilitar la reportabilidad de reducciones de GEI.

Como desafíos de actividades a desarrollar por el programa esta:

- Fomentar la generación de factores de emisión locales.

- Elaboración de directrices y reglas de contabilidad para abordar la carbono neutralidad y cuantificación de las emisiones y reducciones de GEI.

- Desarrollar lineamientos metodológicos para abordar la medición de la huella de carbono territorial a través del programa HuellaChile.

- Mejorar la integración de la herramienta de HuellaChile con otras plataformas de reportabilidad local e internacional.

- Promover la vinculación regional con Programas de gestión del carbono que operan en la Región de Latinoamérica y el Caribe.
- Desarrollar nuevos incentivos para fomentar la participación del sector privado en los compromisos asumidos por Chile en su NDC.
- Diseñar e implementar un programa de gestión de la huella de agua a través de HuellaChile.

4.3.2 Otras iniciativas de mitigación en el sector privado

Tal como se indicó en el reporte de 2018, el sector privado sigue siendo un actor fundamental en materia de mitigación de cambio climático. Por una parte, el potencial de mitigación que posee va a influir significativamente en las opciones reales de cumplimiento de los compromisos internacionales; y, por otra, tiene un rol protagónico en la implementación de las políticas públicas de mitigación actuales y otras que están en proceso de definición a nivel nacional o local.

La información de riesgos al cambio climáticos y acciones de mitigación impulsadas por el sector privado se basó tanto en la recopilación de documentos públicos, formularios de autodeclaración, como en opiniones entregadas en entrevistas de representantes de asociaciones gremiales y de otro tipo de organizaciones privadas[66]. Igual método de recopilación de información fue utilizado para el Tercer IBA.

Principales riesgos del cambio climático a nivel sectorial

Las actividades económicas impactan al medio ambiente, y en este contexto algunas pueden incluso amplificar el proceso de calentamiento global que genera el cambio climático. En este sentido, para las organizaciones privadas es sumamente importante identificar los riesgos asociados al cambio climático y determinar enfoques de gestión que permitan reducir sus efectos.

Tabla 4-20. Tipos de riesgos asociados al cambio climático que han sido identificados por las organizaciones sectoriales entrevistadas.

Sector	Tipo de riesgo identificado
Energía.	Generación energía según fuentes.
	Estabilidad económica nacional.
	Cadena de valor - consumo de energía.
	Cadena de valor - suministro bienes y servicios.
	Pérdidas de empleo.
	Oportunidades de mejoras - innovación.
Agricultura.	Producción de cultivos - estrés hídrico.
	Cadena de valor - suministro bienes y servicios.
	Oportunidades de mejoras - operación agroindustrial.
Forestal.	Protección recursos forestal - incendios forestales.
	Producción de bosques - estrés hídrico.
	Protección recursos forestal - fitosanitario.
Pesca.	Protección recursos marinos - acidificación de océanos y fitosanitario.
	Producción de recursos marinos - pérdida de productividad.
Envases y Embalajes.	Cadena de valor - suministro bienes y servicios, fugas de carbono.
Cemento y Siderurgia.	Cadena de valor - suministro bienes y servicios, fugas de carbono.
Residuos.	Oportunidades de mejoras - innovación.
Apoyo transversal a empresas.	Oportunidades de mejoras - innovación.

Fuente: Elaboración propia, basado en análisis de minutas de reuniones.

66. Organizaciones consultadas en orden alfabético: Acciona S.A. (ACCIÓN Empresas), Aguas Andinas S.A., Asociación Chilena de Energías Renovables y Almacenamiento A.G. (ACERA), Asociación Nacional de la Industria del Reciclaje A.G. (ANIR), Avícola Coliumo, Cámara de Comercio de Santiago (CCS), Celulosa Arauco y Constitución S.A (ARAUCO), Cementos Polpaico S.A., Centro de Envases y Embalajes de Chile (CENEM), Chilealimentos A.G., Colbún S.A., Compañía Cervecerías Unidas S.A (CCU), Confederación de la Producción y del Comercio (CPC), Corporación Chilena de la Madera A.G. (CORMA), Ecostock Ltda., Empresas CMPC S.A., Empresas DAP, Enel Chile S.A., EnergyLab, Federación Gremial Nacional de Productores de Frutas de Chile (Fedefruta F.G), Generadoras de Chile A.G., Granja AgroAcuícola Diaguitas EIRL, Greenwalk Ltda., Instituto del Cemento y del Hormigon de Chile (ICH), Grupo de Líderes Empresariales por la Acción Climática (CLG-Chile), Metro S.A., Pacto Global Red Chile, Parley Chile SpA, ReiR Residuos y Reciclaje, Sociedad de Fomento Fabril F.G. (SOFOFA), Sociedad Nacional de Minería (SONAMI), Sociedad Nacional de Pesca F.G. (SONAPESCA), Unilever Chile S.A., Watt's S.A., entre marzo y mayo 2020.

Iniciativas sectoriales para abordar el riesgo del cambio climático

En general, las empresas identifican que la implementación de acciones de mitigación representa una oportunidad de negocios. Algunas medidas implementadas se encuentran en los siguientes ámbitos: instrumentos de gestión del carbono, generación de energía renovable, eficiencia energética, economía circular, ecodiseño, entre otras (Tabla 21). La información expuesta es consistente con la levantada para el Tercer IBA.

En cuanto a iniciativas habilitantes, las organizaciones sectoriales entrevistadas participan activamente en el desarrollo de normativas y regulaciones para un ambiente favorable de negocios, también en la comunicación de temáticas relacionadas al cambio climático a sus grupos de interés, y en el desarrollo de información estratégica para la toma de decisiones para las empresas del sector.

Se destaca que en diversos sectores se han implementado Acuerdos de Producción Limpia (APL), compromiso voluntario que se basa en la confianza y la colaboración entre los diferentes órganos del Estado y el sector privado. Está definido como un instrumento de gestión que se aplica a los procesos de producción, los productos y servicios, con el fin de mejorar las condiciones productivas, ambientales, sociales y de higiene y seguridad laboral, que ha mostrado efectividad en la mitigación del cambio climático.

Tabla 4-21. Iniciativas para abordar el riesgo del cambio climático a nivel sectorial, implementados por las organizaciones sectoriales entrevistadas.

Sector	Iniciativas para abordar riesgos climáticos identificados
Energía.	Participación en el desarrollo de normativas y regulaciones para un ambiente favorable de negocios.
	Desarrollo de información estratégica para inversionistas.
	Capacitación y difusión en tópicos asociados al cambio climático.
	Participación normativas y regulaciones.
	Promoción de acciones de mitigación.
Agricultura.	Implementación de APL para mejorar desempeño ambiental.
Forestal.	Participación normativas y regulaciones.
	Desarrollo de información para generación de escenarios climáticos.
	Conservación y restauración de bosque nativo.
	Protección contra incendios forestales.
	Generación ERNC.
	Implementación de tecnologías más limpia en la generación de energía.
	Certificación de reducciones de emisión de GEI bajo estándares internacionales (MDL, VCS).
	Implementación de sistemas de gestión de energía.
	Economía circular.
	Implementación de APL para mejorar desempeño ambiental.
	Construcción sostenible.
Pesca.	Implementación de certificaciones y estándares internacionales.
	Economía circular.
Envases y Embalajes.	Análisis de riesgos climático.
	Implementación de APL para mejorar desempeño ambiental.
	Desarrollo de información y herramientas para el ecodiseño.
Cemento y Siderurgia.	Alinearse a directrices de gestión global.
	Elaboración de Hoja de Ruta Industria del Cemento en Chile hacia una economía baja en carbono.
	Investigación y desarrollo en tecnologías de mitigación y eficiencia energética.
	Priorización de sectores industriales para evaluar su transición tecnológica.
Residuos.	Implementación de APL para mejorar desempeño ambiental.

Sector	Iniciativas para abordar riesgos climáticos identificados
Apoyo transversal a empresas.	Participación en el desarrollo de normativas y regulaciones para un ambiente favorable de negocios.
	Ejecución de actividades de difusión de acción climática multisectorial.
	Fomento de alianzas nacionales e internacionales para la acción climática.
	Desarrollo de información y herramientas para mejorar el desempeño y cumplimiento de estándares medioambientales.

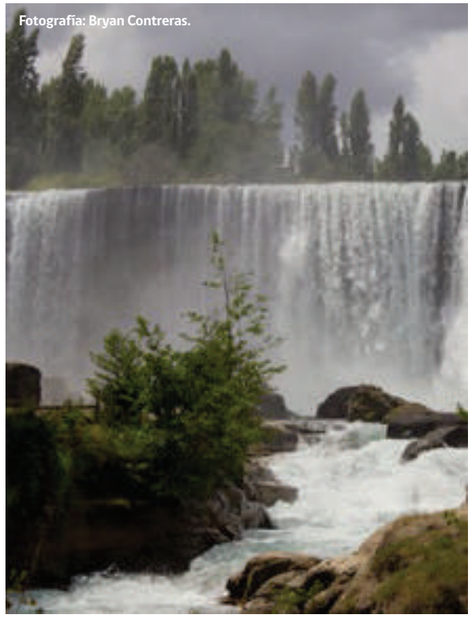
Fuente: Elaboración propia, basado en análisis de minutas de reuniones.

Acciones de mitigación implementadas por el sector privado[67]

En base a entrevistas y consultas con el sector privado, un total de 25 organizaciones del ámbito reportaron 67 iniciativas de acción climática[68] implementadas (Tabla 22). En síntesis, basado en la muestra de datos se tiene que las iniciativas de acción climática más implementadas en el sector privado están el ámbito de la mitigación del cambio climático (76%), con un alcance territorial concentrado en la zona central del país (78%), donde la fuente de financiamiento principal son recursos propios de la organización (78%), con un estado de implementación en ejecución y por ejecutar sobre el 60%.

A continuación, una caracterización más detallada de la muestra:

- Los ámbitos de las iniciativas de acción climática reportadas más frecuentes son: 76% Mitigación, 28% Medios de implementación, 27% Cambio climático en general y 25% Adaptación.
- La dimensión de las iniciativas de acción climática más frecuentes es: 66% Acción específica de mitigación, 30% Actividades de educación y sensibilización, 25% Integración de cambio climático en la gestión, 21% Creación de capacidades.
- Los sectores a los cuales pertenecen las iniciativas de acción climática más frecuentes son: 36% Energía, 31% Residuos, 21% Industrias, 15% Construcción, 13% Transporte, 12% Agricultura, 12% Forestal, 10% Conservación y biodiversidad.
- El alcance territorial de las iniciativas de acción climática reportadas se distribuye en: 57% nivel regional y 43% nivel nacional. En detalle, la cobertura de éstas por zona geográfica[69] de Chile para Norte, Centro y Sur es del 54%, 78% y 72% respectivamente.
- En cuanto al estado de implementación de la iniciativa de acción climática reportada se tiene que 54% Está en ejecución, 40% Finalizado y un 6% Por ejecutar.
- Las fuentes de financiamiento utilizadas para financiar las iniciativas de acción climática reportadas con mayor frecuencia son: 78% Recursos propios de la organización, 12% Mecanismo público/privado, 7% Fuente pública nacional, 6% Fuente internacional y 6% Fuente pública regional.
- Antecedentes sobre enfoque de género, incluidas en las iniciativas de acción climática, fueron reportadas por nueve organizaciones, destacando los siguientes tópicos mencionados: Política de diversidad e inclusión laboral, Paridad de género en contrataciones y voluntariado, Reportabilidad de la gestión, Liderazgo femenino en la iniciativa, Alinearse a Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y Diversidad de género en expositores.


Fotografía: Bryan Contreras.

67. Para revisar un análisis detallado de las iniciativas de acción climática del sector privado seguir el enlace: < bit.ly/2AvOB7i .>

68. Una iniciativa de acción climática puede tener varios ámbitos y tener varios financiamientos a la vez.

69. Se entiende por zona geográfica de Chile a: Norte, IV región hasta el extremo norte; Centro, RM, V y VI región; y Sur, VII región hasta extremo sur.

Tabla 4-22. Detalle de iniciativas de acción climática implementadas por el sector privado.

Organización	Iniciativa de acción climática	Estado de implementación 2020	Monto estimado ($CLP)
Acciona S.A. (ACCIÓN Empresas).	Estudio "Empresas y Cambio Climático en Chile: el futuro hacia una adaptación sostenible".	Finalizado	21.887.213
Acciona S.A. (ACCIÓN Empresas).	Programa Impacta Positivo.	En ejecución	2.000.000
Acciona S.A. (ACCIÓN Empresas).	Programa Futuro Sostenible.	En ejecución	2.000.000
Acciona S.A. (ACCIÓN Empresas).	Plataforma Sumando Valor.	En ejecución	120.000.000
Acciona S.A. (ACCIÓN Empresas).	Alianza Unidos por la Acción Climática.	En ejecución	7.500.000
Aguas Andinas S.A.	Metas de reducción de emisiones con base científica y ambición 1,5°C.	En ejecución	40.000.000.000
Avícola Coliumo.	Huella de Carbono Avícola Coliumo.	Finalizado	s/i
Cámara de Comercio de Santiago (CCS).	Cuantificación Huella de Carbono CCS.	Finalizado	6.700.000
Cámara de Comercio de Santiago (CCS).	Side Event "Alianza Público Privada y Ciudadana por la Acción Climática.	Finalizado	s/i
Cámara de Comercio de Santiago (CCS).	Capacitación: Cómo medir y mitigar las emisiones de carbono de su empresa.	Finalizado	s/i
Cámara de Comercio de Santiago (CCS).	Consulta pública del Anteproyecto de Ley Marco de Cambio Climático.	Finalizado	s/i
Cámara de Comercio de Santiago (CCS).	Capacitación "Avancemos en nuestro compromiso de carbono neutralidad".	Finalizado	s/i
Cámara de Comercio de Santiago (CCS).	Taller "Unidos por la COP25".	Finalizado	s/i
Celulosa Arauco y Constitución S.A (ARAUCO).	Carbono Neutral 2020.	En ejecución	s/i
Celulosa Arauco y Constitución S.A (ARAUCO).	Aumento de la generación de energía en base a biomasa y viento (ERNC).	Finalizado	s/i
Cementos Polpaico S.A.	Sistema de Coprocesamiento en Chile.	Finalizado	s/i
Cementos Polpaico S.A.	Reutilización del Hormigón de Retorno.	En ejecución	5.000.000
Cementos Polpaico S.A.	Estrategia de Sostenibilidad de Polpaico.	En ejecución	s/i
Colbún S.A.	Programa Hoteles Carbono Zero.	Finalizado	10.000.000
Colbún S.A.	Rutas Carbono Neutral.	Finalizado	s/i
Compañía Cervecerías Unidas S.A (CCU).	Programa Giro Limpio.	En ejecución	s/i
Compañía Cervecerías Unidas S.A (CCU).	Campaña #6D Global Climate Action, Reforestación Cerro Renca.	En ejecución	s/i
Compañía Cervecerías Unidas S.A (CCU).	Reconocimiento HuellaChile.	Finalizado	s/i
Compañía Cervecerías Unidas S.A (CCU).	Implementación Sistema de Gestión para Ley REP.	En ejecución	121.000.000

Organización	Iniciativa de acción climática	Estado de implementación 2020	Monto estimado ($CLP)
Compañía Cervecerías Unidas S.A (CCU).	Acuerdo de Producción Limpia Cero Residuos a Eliminación.	En ejecución	s/i
Compañía Cervecerías Unidas S.A (CCU).	Utilización de material de origen reciclado en CCU.	En ejecución	s/i
Compañía Cervecerías Unidas S.A (CCU).	Casilleros plásticos CCU con material reciclado.	En ejecución	s/i
Compañía Cervecerías Unidas S.A (CCU).	Pallets plásticos CCU con material reciclado.	En ejecución	s/i
Compañía Cervecerías Unidas S.A (CCU).	Instalaciones CCU Cero Residuos .	Finalizado	s/i
Compañía Cervecerías Unidas S.A (CCU).	Pacto Chileno por los plásticos.	En ejecución	35.000.000
Compañía Cervecerías Unidas S.A (CCU).	Cambio a botella y etiqueta transparente.	Finalizado	s/i
Compañía Cervecerías Unidas S.A (CCU).	Acuerdo de Producción limpia: Eco-Etiquetado para envases y embalajes.	En ejecución	s/i
Compañía Cervecerías Unidas S.A (CCU).	Matriz energética con 100% de energía eléctrica de origen renovable .	Finalizado	s/i
Compañía Cervecerías Unidas S.A (CCU).	Uso de ERNC autogenerada.	Finalizado	s/i
Compañía Cervecerías Unidas S.A (CCU).	Paneles fotovoltaicos.	En ejecución	s/i
Compañía Cervecerías Unidas S.A (CCU).	Migración de grúas GLP a grúas eléctricas.	En ejecución	s/i
Compañía Cervecerías Unidas S.A (CCU).	Renovación flota de camiones TCCU.	En ejecución	s/i
Compañía Cervecerías Unidas S.A (CCU).	Uso de Biogás de PTRs en calderas CCU.	Finalizado	s/i
Confederación de la Producción y del Comercio (CPC).	Visión y acción climática del mundo empresarial para Chile.	En ejecución	s/i
Ecostock Ltda.	Planta tratamiento Residuos sólidos reciclables .	En ejecución	1.264.500.000
Empresas CMPC S.A.	Reemplazo de combustibles fósiles.	En ejecución	12.744.000.000
Empresas CMPC S.A.	Nuevas formas de Financiamiento Verde.	En ejecución	84.950.000.000
Empresas CMPC S.A.	Compromisos concretos con la sostenibilidad al 2030.	Por ejecutar	s/i
Empresas CMPC S.A.	Compromisos concretos con la sostenibilidad al 2025.	Por ejecutar	s/i
Empresas CMPC S.A.	Implementación y certificación Sistemas de Gestión de la Energía (SGEn) ISO 50001.	En ejecución	131.929.673
Empresas CMPC S.A.	Implementación de Acuerdo de Producción Limpia (APL) "Cero Residuos" y Ecoetiquetado de Envases y Embalajes.	En ejecución	s/i
Empresas CMPC S.A.	Construcción sustentable en Madera.	Finalizado	27.187.200.000
Empresas CMPC S.A.	Programa de prevención y combate de incendios forestales.	Finalizado	30.585.600.000

Organización	Iniciativa de acción climática	Estado de implementación 2020	Monto estimado ($CLP)
Empresas DAP.	Huella de Carbono Aerovias DAP.	Por ejecutar	s/i
Enel Chile S.A.	Estudio de Valoración de Servicios Ecosistémicos para predios de Enel en Chile.	En ejecución	300.000.000
Enel Chile S.A.	Plan de conservación para la cuenca del Maule.	En ejecución	200.000.000
EnergyLab.	ForThePlanet.cl.	En ejecución	20.000.000
Federación Gremial Nacional de Productores de Frutas de Chile (Fedefruta F.G).	Acuerdo Producción Limpia Productores de Hortalizas Zona Central.	Finalizado	90.000.000
Generadoras de Chile A.G.	Trayectoria del Sector Energía hacia la Carbono Neutralidad.	Finalizado	30.000.000
Generadoras de Chile A.G.	Escenarios de usos futuros de la energía eléctrica en Chile.	Finalizado	30.000.000
Generadoras de Chile A.G.	Participación en estudio de CPC y EY sobre Acción Climática del mundo empresarial.	Finalizado	s/i
Granja AgroAcuícola Diaguitas EIRL.	Sistemas biointegrados de producción animal y vegetal.	Finalizado	316.000.000
Greenwalk Ltda.	Greenwalk.	En ejecución	50.000.000
Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile (ICH).	Hoja de Ruta Chile-FICEM, hacia una economía baja en carbono (industria del cemento).	Finalizado	25.500.000
Parley Chile SpA.	Desarrollo Estrategia Parley A.I.R para Chile.	En ejecución	100.000.000
ReiR Residuos y Reciclaje.	Construcción sustentable obra muestra Summa Q´amaña.	Finalizado	s/i
ReiR Residuos y Reciclaje.	Evento sostenible Dragon Fest 2018 y 2019.	Finalizado	s/i
Sociedad de Fomento Fabril F.G. (SOFOFA).	Acuerdo de Producción Limpia para el EcoEtiquetado de Envases y Embalajes.	En ejecución	240.000.000
Sociedad Nacional de Minería (SONAMI).	"Instituto Chileno de Tecnologías Limpias".	Por ejecutar	164.050.000
Sociedad Nacional de Minería (SONAMI).	Desaladoras y aumento uso ERNC .	En ejecución	s/i
Unilever Chile S.A.	Acuerdo de Producción Limpia Cero Residuos al Relleno Sanitario.	En ejecución	s/i
Watt's S.A.	Instalación paneles fotovoltaicos.	En ejecución	s/i
Watt's S.A.	Valorización energética de lodos provenientes del tratamiento de residuos industriales líquidos.	En ejecución	s/i

5. ACCIONES DE MITIGACIÓN NACIONALMENTE APROPIADAS (NAMA)

De acuerdo a la CMNUCC, el concepto de NAMA se refiere a cualquier acción que reduzca emisiones en países en desarrollo y sea preparada bajo el paraguas de una iniciativa gubernamental. Estas acciones pueden ser políticas dirigidas a conseguir cambios transformacionales dentro de un sector de la economía, o acciones de todos los sectores para un enfoque nacional más amplio. Las NAMA están apoyadas y facilitadas por tecnología, financiamiento y creación de capacidades, y están orientadas a lograr una reducción en emisiones relativa al escenario «business as usual» en 2020 (CMNUCC, 2018).

5.1 Las NAMA de Chile

La Oficina de Cambio Climático (OCC) del Ministerio del Medio Ambiente dio inicio en octubre de 2010 a un proceso de levantamiento de ideas y propuestas de NAMA de los principales sectores emisores de Chile, para las cuales se buscaría apoyo internacional, facilitado por una ficha técnica elaborada para esos fines por el Ministerio. El portafolio inicial de NAMA de Chile se constituyó con varias propuestas, en especial de los Ministerios de Agricultura, de Energía y de Transportes y Telecomunicaciones.

Con la apertura del prototipo de registro de NAMA y posteriormente el registro oficial (NAMA Registry), Chile pudo concretar el trabajo y en octubre de 2012 fue el primer país del mundo en registrar una NAMA ante la CMNUCC. Sin embargo, pese al entusiasmo inicial por el instrumento, no se ha conseguido aumentar el interés de los desarrolladores de proyectos con potencial de mitigación. No es que haya carencia de iniciativas, sino más bien que el valor agregado que provee el registro no parece ser suficiente para incentivar su uso masivo. En general, los desarrolladores de acciones de mitigación han conseguido apoyo internacional para su preparación a través de mecanismos y proyectos internacionales para los cuales no es requisito estar en el registro de la Convención.

5.2 Resumen de NAMA Chilenas

En Chile se identifican seis NAMA sectoriales, con distintos niveles de madurez y de información disponible. Todas ellas se encuentran registradas en el NAMA Registry de la CMNUCC. Algunas de las NAMA han sufrido cambios importantes en su diseño y su detalle puede ser consultado en la página oficial del NAMA Registry[70] donde se presenta la información más reciente (si corresponde) de cada una de ellas. Un breve resumen de las NAMA chilenas inscritas en el NAMA Registry se presenta en la Tabla 13 a continuación.

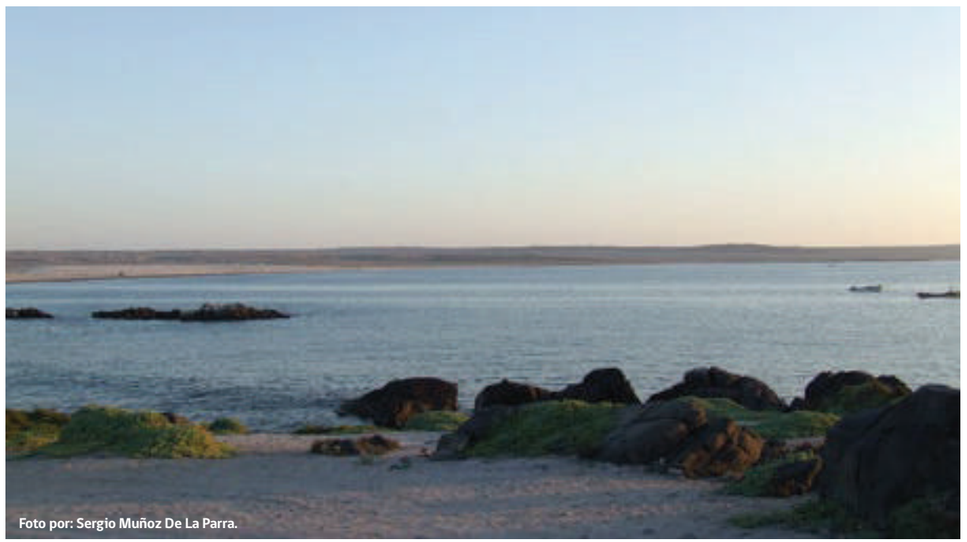


Foto por: Sergio Muñoz De La Parra.

70. https://www4.unfccc.int/sites/PublicNAMA/SitePages/Country.aspx?CountryId=35

Fotografía: Roberto López.

Tabla 4-23. Acciones Nacionalmente Apropiadas de Chile inscritas en el NAMA Registry.

Nombre	Descripción	Sector y Gases	Periodo	Reducción de GEI estimada	Progreso
Energías Renovables para Autoconsumo en Chile (SSREs).	Promover la incorporación de sistemas de energías renovables para el autoabastecimiento en Chile mediante la creación de condiciones financieras y técnicas adecuadas para las primeras etapas del desarrollo de esta industria emergente.	Energía CO_2	2017-2024	1,5 $MtCO_2eq$.	Actualmente la NAMA de autoconsumo se encuentra en estado de implementación. En cuanto a la Componente Técnica del proyecto NAMA Support Project, esta se encuentra en fase de implementación, mientras que la Componente Financiera se encuentra aprobada y en fase de preparación. Esta NAMA no posee más información de progreso de lo informado en el 3IBA.
Zona Verde para el Transporte en Santiago.	Se compone de cuatro iniciativas específicas (escalables y replicables) para promover modos de transporte de bajo contenido de emisiones de carbono: 1) Promoción de vehículos de cero y bajas emisiones en las flotas en vehículos livianos; 2) Buses más eficientes para el transporte público; 3) Promoción de uso de vehículos no motorizados; 4) Gestión y rediseño de tránsito.	Transporte e infraestructura CO_2	2014-2022	1,43 $MtCO_2eq$.	Se desarrolló el estudio *Línea Base, Sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV) y cuantificación de los co-beneficios de la NAMA "Zona Verde para el Transporte en Santiago-ZVTS"* (finalizado en octubre 2016). El objetivo general fue realizar un plan de MRV que permita determinar la línea base y la evaluación de los impactos en emisiones de GEI y co-beneficios de la NAMA ZVTS. Para llevar a cabo el objetivo principal y los objetivos específicos se desarrolló una metodología que contempló tres fases de trabajo: **Fase 1 de "Actualización"**: fase del proyecto que actualizó la NAMA Zona Verde en sus cuatro iniciativas, además de identificar actores relevantes y caracterizar el contexto nacional sectorial en términos de políticas y normativa. **Fase 2 de "Cuantificación"**: fase en donde se caracterizó la línea base, se determinó el potencial de reducción y se elaboró el plan de MRV de la NAMA Zona Verde que permite evaluar los impactos de la NAMA en emisiones y co-beneficios. **Fase 3 de "Sustentabilidad"**: fase que tuvo como propósito establecer las condiciones que permitan sustentar la NAMA Zona Verde en el mediano y largo plazo, analizando barreras y los requerimientos de asistencia financiera y técnica. Después de 2017 no se cuenta con información sobre su progreso.
Apoyo al Diseño e Implementación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV).	El objetivo de la NAMA que se desarrolló durante 2013-2017 en el marco de la ENCCRV, apoyó por medio de apoyo técnico y financiero de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) el desarrollo de estudios y actividades orientadas a identificar y reducir debilidades de información base además de aumentar las capacidades de los equipos técnicos nacionales y regionales vinculados a la ENCCRV.	UTCUTS	2013-2017		Con los fondos de esta donación, ejecutada ente el 2014 y 2017, durante la fase de preparación de la ENCCRV, se realizaron intervenciones a nivel territorial en 2 proyectos de silvicultura preventiva de incendios los que permitieron, entre otros, identificar costos de ejecución territorial de estas acciones, los que se incorporaron en la tabla de valores de la Ley de Bosque Nativo (N20.283). Además, con estos fondos se realizaron una serie de instancias de intercambio a nivel regional (sur-sur) por medio de las cuales se fortalecieron las capacidades de los profesionales lo que permitió avanzar a las dos fases siguientes de la ENCCRV. El buen desempeño de CONAF con esta NAMA permitió en gran medida impulsar el poder postular a otros fondos internacionales en el marco de REDD+ los que aportaron en el alcance de los 4 pilares del Marco de Varsovia para REDD+[67] los que permitieron poder optar a los pagos por resultados de la tercera fase de la ENCCRV. Dentro de estos fondos se destacan el Programa Nacional ONU REDD de las Naciones Unidas, fondo readiness del FCPF, segunda fase de cooperación con COSUDE, y el financiamiento para pago por resultados del FVC y del fondo de carbono del FCPF. Por otra parte, CONAF ha desarrollado el Primer Resumen de Información sobre el Abordaje, Respeto y Cumplimiento de las Salvaguardas para la Formulación de la ENCCRV de Chile, el cual fue consignado ante la secretaría de la CMNUCC en febrero del 2018 y además ha consignado el primer Anexo Técnico de Resultados donde se señalan los avances en Reducción de Emisiones comparado con el Nivel de Referencia en el marco de REDD+, denominado Anexo técnico REDD+.

67. Estrategia REDD+ qu en el caso de Chile corresponde a la ENCCRV; Nivel De Referencia De Emisiones Forestales/Nivel De Referencia Forestal (NREF/NRF); diseño del Sistenma de InformacionInformación de Salvaguardas (SIS); diseño del Sistema Nacional De Monitoreo Forestal (SNMF).

4 °Comunicación Nacional de Chile ante la CMNUCC Ministerio del Medio Ambiente

Nombre	Descripción	Sector y Gases	Periodo	Reducción de GEI estimada	Progreso
Acuerdos de Producción Limpia (APL) en Chile.	Los APL tienen como propósito implementar la producción limpia a través de metas y acciones en un plazo determinado. Es un estándar que establece metas y acciones específicas para ser implementadas por un sector productivo, basado principalmente en las mejores técnicas disponibles en el mercado y la generación de nuevas tecnologías.	Transversal	2012-2020	18,4 $MtCO_2eq$	Al año 2019, el avance del resultado de la NAMA APL, corresponden a 1.466 $MtCO_2eq$. En primer lugar se encuentran los ahorros asociados a menores niveles de quema de combustible (en establecimiento o transporte) que representan un 41,7% del total de reducciones, con una disminución de 631.290 tCO_2eq. La segunda fuente relevante de reducciones está relacionada con la eliminación de desechos sólidos. Una reducción de emisiones por esta categoría se traduce en una menor cantidad de residuos que se envían a rellenos sanitarios y vertederos controlados (por ejemplo) con una suma de 320.530 tCO_2eq ahorrados, lo cual equivale a un 21,2% de la reducción de emisiones totales. La tercera categoría relevante corresponde a la disminución progresiva en el uso de fertilizantes en las instalaciones adheridas pertinentes. Desde 2012 a la fecha esta categoría da cuenta de una reducción acumulada de 305.031 tCO_2eq que corresponde a un 20,2% de las reducciones totales En cuarto y último lugar se encuentra el menor consumo de energía eléctrica en las instalaciones productivas existentes. Esto supone una reducción de 255.340 tCO_2eq que a su vez representa un 16,9% de la reducción total de emisiones GEI.
Valorización energética de residuos orgánicos (ex Programa Nacional para la Catalización Industrial y Comercial en la Gestión de Residuos Orgánicos en Chile).	La valorización energética de residuos orgánicos de origen agroindustrial (NAMA de aprovechamiento energético de residuos o NAMA waste to energy) considera la mitigación de emisiones de GEI (metano) a nivel nacional, mediante la implementación de tecnologías de valorización energética de residuos: Incineración con recuperación de energía, Pirólisis, Gasificación y Digestión anaeróbica.	Energía, Residuos CO_2; CH_4	2018-2030	La reducción de emisiones acumulada al 2030 para cada alternativa tecnológica, considerando una cobertura de valorización energética del 70% de los residuos priorizados del país al 2030, es de: • Incineración con recuperación de energía: 7,42 MtCO2eq. • Pirólisis: 6,84 MtCO2eq. • Gasificación: 6,85 MtCO2eq. • Digestión anaeróbica: 60,96 MtCO2eq.	Entre junio 2016 y febrero 2017, a través del proyecto Low Emission Capacity Building (LECB), se desarrolló un estudio para la generación de insumos técnicos que permitan diseñar las bases de una nueva NAMA de aprovechamiento energético de residuos ("waste to energy"). El alcance del trabajo también consideró el desarrollo de aspectos técnicos que sean utilizados como insumos para, posteriormente, progresar en la estructura de la NAMA. Para la implementación de esta, es necesario desarrollar aspectos no cubiertos en este trabajo (p. ej. estructura financiera de la NAMA). Esta NAMA no posee más información de progreso de lo informado en el 3IB
Secuestro de carbono a través del manejo sustentable de los suelos.	Captura de CO_2 por parte de los suelos, a través de su estabilización. Esta iniciativa consta de cuatro (4) etapas: Etapa 1: Investigación base para generar un Sistema de Información Geográfico para evaluar las condiciones actuales de los suelos. Diseño de NAMA y creación de un Software que contabilice las medidas de capturas de C en suelos y su impacto, desarrollado para las condiciones chilenas. Etapa 2: Diseño del plan de posicionamiento y difusión del Software. Etapa 3: Difusión a los beneficiarios finales del software. Etapa 4: implementación y fomento de manejo conservacionista de suelos.	Agricultura, Forestal/AFOLU CO_2	Por definir	65 a 80 $MtCO_2eq$. Metodología de estimación de captura de CO_2 esperada. El cálculo fue hecho sobre la base que el 5% de la superficie agrícola del país (cifra redondeada en 100 mil ha), terminarán siendo gestionadas de forma conservativa y que el incremento esperado del carbono orgánico del suelo será de 4 puntos porcentuales, significando cada punto 45 tC o 169 tCO_2 por hectárea. Esto proviene de asumir: • Densidad aparente= 1,5 g cc-1. • Profundidad del suelo impactada en los primeros 30 cm del perfil de suelo.	Actualmente se están analizando los resultados de las mediciones efectuadas en la Etapa 1 y avance en la Etapa 2. * Los principales avances obtenidos desde el primer IBA, son: 1. El escenario (regiones VI a IX) es contar con contenidos de COS mayores de N a S, donde dominan los suelos Andisoles. 2. Una de las 4 prácticas de manejo - el uso de compost - solo se dio en las regiones VIII y IX. 3. Cero labranza: comparada con praderas naturales, la captura de C sería más promisoria en las regiones de más al N (VI, VII). 4. Pradera mejorada: comparadas con praderas naturales, la captura de C también sería más promisora hacia las regiones de más al N (VI, VII). 5. Incorporación de rastrojos: comparada con la quema de rastrojos, los contenidos de COS tienden a ser menores en los suelos sin quema aunque con propiedades físicas mejoradas. Al parecer, habría interferencia del carboncillo residual de las quemas en las determinaciones analíticas. 6. Incorporación de compost: comparado contra la no incorporación de materia orgánica, los resultados son promisorios aunque solo tienen relación con las dos regiones de más al S. 7. Con estas mediciones de campo, se intenta validar el modelo CENTURY, definido como el más apropiado para Chile, para simular los cambios en el COS por cambios en estilos de manejo

Fuente: Elaboración Propia

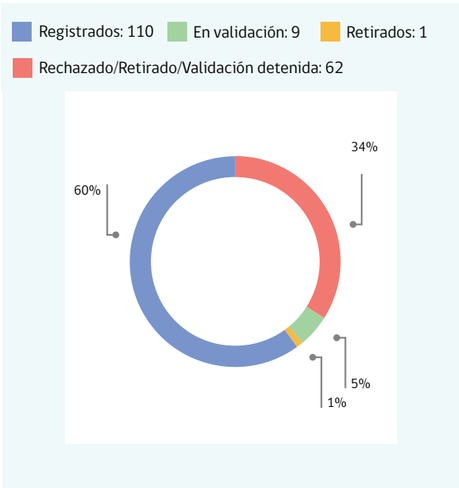
4ºComunicación Nacional de Chile ante la CMNUCC Ministerio del Medio Ambiente

6. APLICACIÓN DE PRECIO AL CARBONO PARA ABORDAR LAS EXTERNALIDADES AMBIENTALES

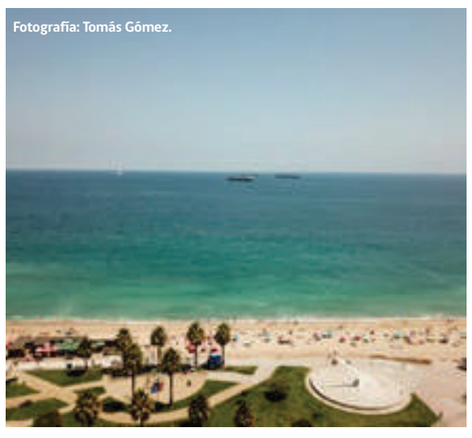
Mientras el mundo continúa explorando esfuerzos globales de mitigación de GEI post-2012, países como Chile están indagando nuevas y rentables formas de intensificar la reducción de las emisiones y fomentar los flujos financieros, entre ellas instrumentos basados en el mercado.

Chile ya ha utilizado instrumentos de mercado para la gestión de los recursos naturales, principalmente en derechos de agua, pesca y calidad del aire.

Figura 4-19. Estado de los Proyectos Chilenos.



Fuente: Autoridad Nacional Designada del MDL


Fotografía: Tomás Gómez.

6.1 Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto

Desde que Chile ratificó el Protocolo de Kioto en 2002, ha participado activamente en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y se ha convertido en un actor relevante de los proyectos registrados en Latinoamérica y el mundo. En 2003 estableció su Autoridad Nacional Designada (AND), de acuerdo con la modalidad y procedimientos del MDL, que cuenta con un comité técnico, presidido por el MMA, encargado de revisar y evaluar los antecedentes de cada proyecto para otorgar la Carta de Aprobación Nacional (LoA), responder a otros requerimientos de parte de los participantes, y dar cuenta de que los proponentes de proyectos participan del MDL de forma voluntaria y de que las actividades del proyecto contribuyen al desarrollo sustentable del país.

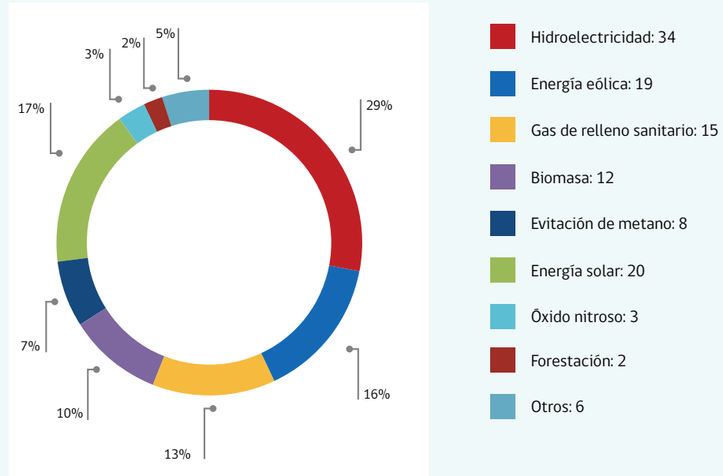
Desde 2003 a la fecha, la AND de Chile ha otorgado Carta de Aprobación Nacional a 182 proyectos, de los cuales 110 (60%) han sido registrados con éxito ante la Junta Ejecutiva del MDL, 9 (5%) se encuentran en etapa de validación, 62 (34%) han sido rechazados, retirados o su validación ha sido detenida, y 1 (1%) fueron retirados de forma voluntaria por sus proponentes.

Los proyectos registrados o en proceso de validación (119) representan el 1,4% de los proyectos del mundo, con lo que el país queda en el noveno lugar mundial, y el 10.73% de los de Latinoamérica, lo que posiciona al país en el tercer lugar regional.

Cuarenta y uno de estos proyectos (22,5%) son de pequeña escala. En la Figura 20 se observa que la mayoría están relacionados con la hidroelectricidad (29%), seguida de la energía eólica (16%), del gas de relleno sanitario (13%), de la biomasa (10%), de la evitación de metano (7%), de la energía solar (17%), del óxido nitroso (3%), de la forestación (2%) y de otros tipos (5%).

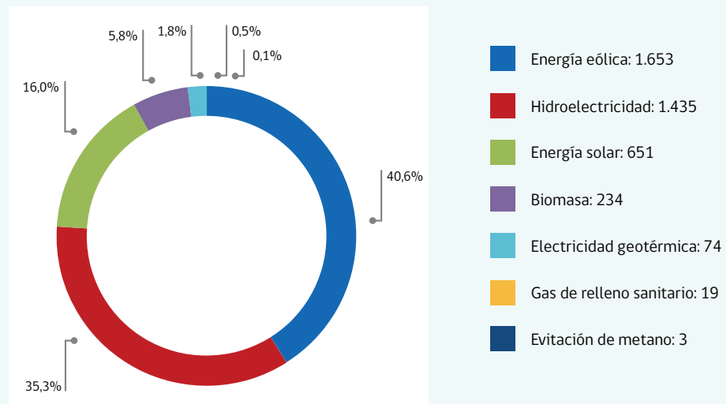
Es importante destacar que 109 proyectos MDL registrados y en validación corresponden a nuevas formas de energía, los cuales han aportado 4.068 MW de capacidad instalada al país. En la Figura 21 se muestra que el principal aporte proviene de la energía eólica (40.6%), seguida de la hidroelectricidad (35.3%), la energía solar (16%), la biomasa (5,8%), la geotermia (1,8%), el gas de relleno sanitario (0,5%) y finalmente, de la evitación de metano (0,1%). Chile ocupa el sexto lugar entre los países con mayor cantidad de capacidad instalada por proyectos MDL, y el quinto en la lista de energía solar y energía eólica.

Figura 4-20. Tipología de proyectos MDL registrados y en validación.



Fuente: Autoridad Nacional Designada del MDL .

Figura 4-21. Capacidad instalada (MW) de los proyectos MDL registrados y en validación por tipología.

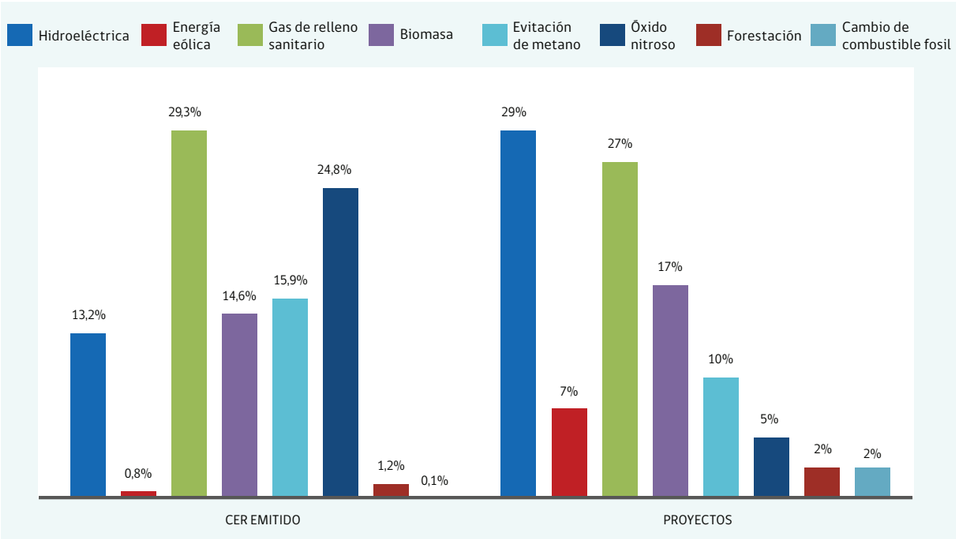


Fuente: Autoridad Nacional Designada del MDL .

En cuanto a los Certificados de Reducción de Emisiones (CER) emitidos, 41 proyectos registrados ya han generado un total de 31 millones de CER, representando el 1,6% de los CER emitidos en el mundo y el 11,3% en Latinoamérica, lo que posiciona a Chile como el sexto país con más CER emitidos en el mundo y el tercero en Latinoamérica.

En la Figura 22 se aprecia que las principales tipologías que han emitido CER son gas de relleno sanitario (29,3%) seguida de óxido nitroso (24,8%), la evitación de metano (15,9%), biomasa (14,6%), hidroelectricidad (13,2%), forestación (1,2%), energía eólica (0,8%) y cambio de combustible (0,1%). Por otro lado, si bien la evitación de metano y el óxido nitroso aportan en conjunto el 42,3% de los CER, estos solo representan el 10% y 5% de los proyectos que emiten CER, respectivamente.

Figura 4-22. Porcentaje de CER emitidos y de proyectos MDL registrados que han emitido CER, por tipología.



6.2 Partnership for Market Readiness (PMR)

El proyecto PMR Chile[71] finalizó su primera etapa de implementación el 4 de septiembre de 2017. Los recursos financieros y técnicos provistos por esta plataforma, junto con los esfuerzos institucionales desplegados tanto por los ministerios de Medio Ambiente y Energía como la Superintendencia de Medio Ambiente, permitieron implementar el sistema MRV que soporta a los impuestos verdes. Asimismo, permitió seguir profundizando en la discusión sobre el escalamiento de este instrumento y los potenciales tránsitos hacia nuevas opciones de mecanismos de precio al carbono que contribuyan al logro de los compromisos nacionales en materia de mitigación de GEI.

Chile fue el primer país implementador del PMR en ejecutar la totalidad de sus componentes. Como resultado, el 22 de marzo de 2017, la Asamblea PMR del Banco Mundial, aprobó una donación adicional de USD 2 millones para una segunda etapa de ejecución, la cual se extendió hasta el 31 de agosto de 2019[72].

Este financiamiento adicional permitió dar continuidad a los productos generados en cada uno de los componentes técnicos de la primera fase del PMR (i.e., componentes 1, 2 y 3) y avanzar hacia el logro de los siguientes resultados esperados: (i) Fortalecer el esquema del actual impuesto al carbono, evaluando la viabilidad de ampliar su alcance a otros sectores y sub-sectores e incrementar su tasa, y la viabilidad de implementar un sistema de reporte obligatorio; ii) Implementación de una plataforma integrada de MRV para las acciones de mitigación del sector energético, que permita dar cuenta de dichas acciones, sus resultados y comprender su contribución sectorial al cumplimiento de la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) de Chile bajo el Acuerdo de París y iii) Continuar la evaluación de esquemas de instrumentos de precios al carbono para el sector energético en Chile.

71. Sitio web del proyecto: http://www.precioalcarbonochile.cl

72. Más información se puede encontrar en el informe de cierre del proyecto http://www.precioalcarbono-chile.cl/wp-content/uploads/2019/12/Informe-de-Cierre-Fase-Adif

EL PMR Chile ha sido fundamental para generar una masa crítica y un amplio conocimiento sobre los instrumentos de precio al carbono en Chile y su rol en la descarbonización de nuestra matriz energética. Así, el proyecto fue clave en el fortalecimiento de capacidades regulatorias e institucionales para la implementación de los impuestos verdes de la reforma tributaria aprobada en el año 2020, incluido el mejoramiento del sistema de medición, reporte y verificación (MRV) para su aplicación. Además, ha contribuido en la evaluación de alternativas de instrumentos de precios al carbono, y en la elaboración de un mapa de opciones con propuestas para construir un sistema más integral de instrumentos de precios al carbono. El desafío pendiente de corto plazo es tener una discusión con mayor alcance de cada propuesta, tanto con el sector público como con el sector privado vinculado a esta temática (asociaciones empresariales, etc.), tanto a nivel técnico como político. Además, en temas de participación se destaca la mesa público-privada de mecanismos de emisiones transables (ETS) que impulsó el Ministerio de Energía junto al PMR y el proyecto Mercado Global de Carbono[73] de GIZ, dando así respuesta al requerimiento de establecer una instancia público-privada en ETS bajo la Ruta Energética 2018-2022. Dicha instancia contó con la participación de más de 30 actores de diversos ámbitos y ha sido la base para discutir el diseño de un potencial mecanismo de este tipo en Chile, aportando al entendimiento y diseño de instrumentos más costo-efectivos de precio al carbono en el sector energía.

Hacia finales de 2019 la Secretaría del PMR aprobó un fondo *Just in Time* para que Chile continúe con su trabajo durante el 2020. Dentro de las actividades se encuentra la continuación del diseño del Registro Nacional de Acciones de Mitigación para el sistema de compensaciones del impuesto verde, análisis para que el programa *HuellaChile* pueda alimentar de *offsets* a dicho sistema y análisis de políticas públicas enmarcadas en la articulación de lo aprobado por la reforma tributaria, junto con lo que se propone en el proyecto de Ley Marco de Cambio Climático que se encuentra en trámite legislativo.

Tabla 4-24. Principales productos de la Fase Adicional del proyecto PMR-Chile.

FASE ADICIONAL (2017-2019)		
Nombre	**Objetivo principal**	**Principales productos**
Componente 3 (continuación): Diseño e implementación de una Estrategia de Comunicación, Participación y Consulta del Proyecto PMR.	• Instalar y moderar un debate nacional sobre acción climática en el sector energía, vinculada a IPC. • Formación de alianzas público-privadas para la generación de un modelo futuro de IPC, adaptado a la realidad chilena. • Creación y fortalecimiento de conocimientos en el sector público y privado en IPC y MRV e intercambio de experiencias y buenas prácticas con países líderes en la materia. • Reforzar y profundizar la presencia de Chile en el debate internacional sobre IPC.	• Diagnóstico sobre actores claves para la definición e implementación de estrategias de relacionamiento. • Talleres de creación y fortalecimiento de conocimientos técnicos sobre instrumentos de precios al carbono. • Posicionamiento comunicacional de los instrumentos de precios al carbono entre las partes interesadas - sitio web y *newsletters*.
Componente 5: Mejora y complementación del alcance y sistema de información sobre el impuesto sobre el carbono existente.	• Profundizar el análisis y entendimiento del impacto del impuesto al carbono y proponer mejoras al diseño actual. • Continuar apoyando la implementación del Sistema de MRV del impuesto. • Apoyar la implementación de un Reporte Obligatorio de emisiones de GEI.	• Apoyo implementación sistema MRV impuesto al carbono mediante la contratación de 6 profesionales en la SMA. • Desarrollo de un reporte obligatorio de GEI: en proceso. • Estudio de operación de los primeros dos años de del impuesto. • Propuesta de mejoras al impuesto actual: cambio de umbral y sistema de compensaciones (en discusión en Congreso).

73. Sitio web del proyecto: http://4echile.cl/lineas-trabajo/salida-del-carbon/mercado-global-del-carbono-chile/

FASE ADICIONAL (2017-2019)		
Nombre	**Objetivo principal**	**Principales productos**
Componente 6: Evaluación de planes alternativos de fijación de precios del carbono para el sector energético.	• Diseño e implementación de una herramienta de modelamiento y simulación de políticas climáticas para el sector energético. • Diseño e implementación de un Sistema de Registro para acciones de mitigación de GEI del sector energía.	• Desarrollo de una plataforma de registro para acciones de mitigación del sector energía . • Implementar un piloto de certificación de generación de electricidad con tecnología de Blockchain. • Diseño de modelo macroeconómico de políticas climáticas.

Fuente: Elaboración propia Ministerio de Energía.

6.3 Impuestos Verdes

A partir del 1 de enero de 2017 entraron en régimen los impuestos verdes en el país. Los principales objetivos de este instrumento son apoyar y complementar los esfuerzos para disminuir la contaminación atmosférica local -el principal problema ambiental de Chile- así como mitigar los gases de efecto invernadero de manera costo eficiente. El impuesto grava las emisiones atmosféricas de contaminantes locales (MP, NO_x y SO_2) y el principal contaminante global (CO_2) de todos aquellos establecimientos que poseen calderas y/o turbinas que en su conjunto sumen una potencia térmica mayor o igual a 50 MWt (megavatios térmicos). Chile también cuenta con un impuesto verde que grava las emisiones de fuentes móviles. Dicho impuesto se aplica a los vehículos motorizados nuevos, livianos y medianos, y debe pagarse al momento de la inscripción del vehículo en el Registro de Vehículos Motorizados del Servicio de Registro Civil e Identificación.

Previamente, en diciembre de 2016, se publicó oficialmente el Reglamento de los impuestos verdes y se notificó a los establecimientos afectos que: i) Debían registrar adecuadamente calderas y turbinas a través del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) del MMA; ii) Informar a la SMA el tipo de metodología que utilizaría cada una de sus fuentes para cuantificar sus emisiones, adoptando una de las 12 opciones propuestas por el Protocolo de Medición de Emisiones elaborado por la SMA vigente a esa fecha[74]; y iii) reportar trimestralmente sus emisiones afectas a través del sistema de Ventanilla Única del RETC (VU-RETC).

El 30 de abril de 2018 finalizó el primer año de operación del impuesto verde (2017). Un total de 94 establecimientos afectos, incluyendo 303 fuentes (calderas y turbinas), reportaron sus emisiones y ejecutaron el pago del tributo. La recaudación total ascendió a USD 191,2 MM. El impuesto al CO_2 explicó la mayor recaudación del total (88%). Los impuestos a los contaminantes locales explican el restante 12% (MP (8%); NO_x (3%); y SO_2 (1%)). Respecto a los sectores, la mayor contribución se concentra en el sector de generación de electricidad (94%). Otros sectores contribuyen marginalmente (Celulosa (2%); Agrícola (1%); Pesquero (1%), y otros (2%)).

Tras su tercer año de operación (2019), la recaudación de los impuestos verdes sobre emisiones de fuentes fijas totalizó 185,6 millones de dólares, lo cual significa bajas de 1,4% y 1,6% frente a la obtenida durante los periodos 2018 y 2017, respectivamente.

Adicionalmente, se ha observado una reducción de emisiones de CO_2 afecto y MP del 1,4% y 28% respectivamente, respecto del primer año de implementación del mismo. Esto, si bien no puede atribuirse exclusivamente al instrumento, evidencia en el tiempo un comportamiento a la baja en cuanto al impacto ambiental generado en la atmósfera por parte de este grupo de procesos productivos.

6.3.1 Modernización Tributaria:

Con la aprobación del Ley Nº 21.210, durante febrero de 2020, cuyo objetivo es modernizar la legislación tributaria, se aprobaron modificaciones específicas para el impuesto verde, las cuales buscan generar incentivos a la reducción de emisiones. La entrada en operación de las modificaciones al impuesto verde será efectiva durante 2023 (3 años a partir de la publicación de la Ley que moderniza el sistema tributario).

Las modificaciones al impuesto verde sobre fuentes fijas son las siguientes:

- a) Cambia lógica para determinar a los establecimientos afectos:

Desde el periodo de operación 2023, la determinación de los establecimientos afectos al impuesto se establecerá a través de la cantidad de emisiones que cada uno de éstos genere durante el año. Los umbrales de afectación corresponderán, de manera complementaria a 25.000 t CO_2/año o 100 t MP/año. De esta manera se resguarda el principio de doble finalidad del impuesto verde: (i) atender el principal problema ambiental del país, que es la contaminación atmosférica, y; (ii) hacer frente al fenómeno del cambio climático, principal problema ambiental a nivel global.

Además, se profundiza el sentido ambiental del impuesto verde, estableciendo un gravamen en función de aquellas emisiones efectivas, independientemente del tamaño o características de la tecnología y la estacionalidad operativa de las fuentes.

La modificación permite concentrar esfuerzos sobre aquellos grandes emisores de contaminantes locales y globales, generando incentivos continuos a reducir sus emisiones, con tal de no sobrepasar los límites anuales que determinar su afectación, a diferencia de la situación actual, dónde se determina la afectación de cada establecimiento de manera previa y en función de criterios tecnológicos, lo cual, en algunos casos, no tiene relación directa con sus emisiones.

- b) Compensación de emisiones contra impuesto verde (*Offsets).*

Se incorpora un nuevo instrumento, que potencia el objetivo ambiental del Impuesto Verde, al incentivar directamente, a través de la rebaja impositiva, la implementación de proyectos de reducción de contaminantes, que busquen y aseguren la reducción de contaminantes locales y CO_2.

Su justificación es la siguiente:

- Para contaminantes globales, como el CO_2, no existe tecnología de abatimiento, y aquella destinada a la captura es altamente costosa, y muchas veces inviable.
- Para los contaminantes locales, no existen incentivos de ir más allá de la posibilidad de reducción que ofrecen los actuales sistemas de abatimiento.

Ambas limitaciones impiden la generación de sinergias y complementariedades entre distintos sectores de la economía en cuanto a la reducción de emisiones.

6.4 Precio Social del Carbono

El Sistema Nacional de Inversiones (SNI) de Chile ha sido el principal impulsor deavanzar en la cuantificación de externalidades relacionadas con la emisión de gases de efecto invernadero en proyectos de inversión pública. El SNI norma y rige el proceso de inversión pública en Chile y está compuesto por cuatro subsistemas, dos de ellos, a cargo del Ministerio de Desarrollo Social y Familia, Subsistema de Evaluación Técnico-Económica (ex ante) y Subsistema de Evaluación Ex Post, que tienen por misión velar por una inversión pública eficaz y eficiente. Los Subsistemas de Formulación Presupuestaria y de Ejecución Presupuestaria están a cargo del Ministerio de Hacienda y tienen por objetivo coordinar y materializar la asignación presupuestaria de proyectos de inversión pública.

En 2011 el Sistema Nacional de Inversión Pública de Chile efectuó la primera estimación del precio social del carbono (PSC), utilizando un valor *proxi* basado en el precio de mercado de los instrumentos que se transan bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), correspondiente a 4,05 USD por tonelada de CO_2 en 2011, y 8,45 USD por tonelada de CO_2 en 2016.

Considerando que el precio social del carbono definido no reflejaba el precio sombra, debido a las distorsiones de mercado, en 2016, con apoyo de la Embajada Británica en Chile, la empresa consultora POCH realizó una actualización de conceptos y metodologías internacionales de cuantificación de costos sociales y precios sombra. A partir de esta revisión fue seleccionado el modelo de Reino Unido para estimar un precio sombra de carbono a partir de la disposición de Chile de reducir emisiones, la cual consiste en su meta de mitigación bajo el Acuerdo de París.

De esta forma, con la nueva metodología utilizada el cálculo del precio sombra del carbono se basa en la curva de costo de abatimiento que permite cumplir con la meta de mitigación del país, la cual entrega un rango de 20 a 43 USD/tCO_2, con un valor medio de 32 USD/tCO_2. Las aplicaciones realizadas en el estudio concluyeron que disponer de un precio social del carbono permite la aplicación para la estimación de cambios en emisiones de CO_2 en proyectos de edificios públicos, caminos, aeropuertos, agua potable rural, proyectos ferroviarios de carga y pasajeros, entre otros.

El incremento del precio social del carbono significó un cambio de paradigma en la evaluación social de proyectos de inversión pública, al precisar el costo social ocasionado por los gases de efecto invernadero, que cumplen con los principios de no rivalidad y no exclusión, impactando en el cambio climático.

En 2018 fueron oficializadas las normas de inversión pública para la aplicación del análisis de eficiencia energética en edificios públicos, incentivando la aplicación del Precio Social el Carbono y contribuyendo a la integración de medidas de mitigación y uso sustentable de la energía en proyectos de edificación pública. Para la estimación de emisiones asociadas a medidas de eficiencia energética se debe aplicar

74. Las metodologías de monitoreo establecidas inicialmttente por la SMA fueron modificadas por medio de la Resolución Exenta Nº 55/2018 de la SMA, reagrupado las metodologías en 7 alternativas, más la posibilidad de una propuesta propia establecida por el titular.

la herramienta ECSE (Eficiencia y Costos sociales en Edificios)[75] que permite evaluar la rentabilidad social de diversas medidas de eficiencia energética vinculadas a la mitigación al cambio climático.

Actualmente, la evaluación social de proyectos en Chile integra la cuantificación de externalidades asociadas a Gases de Efecto Invernadero en las metodologías de evaluación social de proyectos, entre ellas destacan el proyecto de transporte interurbano, eficiencia energética en edificación pública, manejo integral de residuos sólidos domiciliarios, agua caliente sanitaria domiciliaria y en edificación pública y en carteras de inversión del programa Quiero mi Barrio.

En 2017 el Ministerio de Desarrollo Social y Familia planteó a CEPAL la necesidad de avanzar en impulsar nuevas tecnologías a través de la evaluación social de proyectos, a través del fortalecimiento de la implementación del precio social del carbono (PSC). CEPAL a través del programa de cooperación EUROCLIMA+, en conjunto con la Red de Sistemas Nacionales de Inversión Pública (Red SNIP)[76], impulsó una serie de estudio que permitirían avanzar en: (1) dar a conocer la experiencia Chile con la implementación del Precio Social del Carbono y documentar la estrategia metodológica para su estimación, (2) avanzar en fortalecer la implementación del PSC en distintos sectores de inversión pública, tales como energía, infraestructura y movilidad urbana, y (3) analizar las principales barreras jurídicas en cuanto a la implementación del PSC en inversión pública.

7. MEDICIÓN, REPORTE Y VERIFICACIÓN DE LAS ACCIONES DE MITIGACIÓN

Desde el inicio del régimen climático internacional, la medición, el reporte y la verificación (MRV) del progreso de las Partes ha sido uno de los componentes más importantes. Para que la política climática se diseñe e implemente de manera efectiva, las Partes necesitan información confiable sobre emisiones, acciones y apoyo tanto a nivel internacional como nacional (Partnership on Transparency in the Paris Agreement, 2018). En este sentido, las Partes de la CMNUCC están obligadas a comunicar a la Conferencia de las Partes (COP), a través de la secretaría de la CMNUCC, información sobre las acciones climáticas que han tomado o prevén adoptar para implementar la Convención. Esto les permite informarse mutuamente sobre sus acciones a nivel nacional y sirve de base para que la COP evalúe la implementación de la Convención por las Partes (CMNUCC, 2015).

Los avances en las negociaciones internacionales, especialmente en lo referido al Marco reforzado de transparencia (Artículo 13 del Acuerdo de París), han delineado los nuevos requerimientos comunes que tendrán los países para reportar sus avances en materia de acción climática a través de un Informe Bienal de Transparencia (IBT) que reemplazará a los actuales IBA y deberá ser presentado a partir de 2024. Este nuevo informe incluirá una sección específica con el reporte del progreso de las NDC. Las nuevas secciones además requerirán fortalecer los actuales sistemas de MRV y prospectiva para poder dar respuesta a los nuevos requerimientos.

7.1. MRV en Chile

El desafío que plantea la mitigación de GEI en Chile y en el mundo no solo tiene que ver con la reducción misma de emisiones o el incremento de las absorciones, sino también con la transparencia y coherencia con que se reporten estos compromisos. Por esto, cobran relevancia las reglas de contabilidad que se usarán en el marco de los acuerdos internacionales pre y post 2020, además del correcto uso y aplicación de sistemas de MRV de las acciones de mitigación de cada país.

Con la entrada en vigor del acuerdo de París, el llamado de la ciencia, y la necesidad de medir el progreso hacia cumplir el acuerdo, los países deben poseer sistemas que no solo les permitan ver de forma puntual como las acciones están aportando individualmente a reducir emisiones, sino también deben poseer la capacidad de analizar como las acciones en conjunto están cambiando la trayectoria proyectada de emisiones. Por esta razón Chile, con el apoyo del proyecto Capacity Building Initiative for Transparency (CBIT), está en el proceso de diseño e implementación del Sistema Nacional de Prospectiva (SNP), que sentará las bases para el análisis permanente de las emisiones pasadas y proyectadas con fines de seguimiento, pero también de planificación. El SNP tendrá los lineamientos y herramientas generales para asegurar coherencia y comparabilidad de proyecciones de emisiones de GEI entre los diferentes sectores.

El SNP se propone como un instrumento que facilite y agilice la evaluación de escenarios prospectivos y medidas de mitigación de GEI, instalando para ello las capacidades necesarias en el Ministerio del Medio Ambiente y estableciendo un sistema de coordinación y transferencia de información entre los organismos pertinentes. El sistema complementará los análisis y prospecciones específicas de cada una de las instituciones pertinentes, (i.e. Ministerio de Energía respecto del sector Energía, y el Ministerio de Agricultura respecto del sector Agricultura y otros ministerios suscritos), siendo una herramienta adicional a estas instituciones para sus propios análisis y calibraciones, que recoja las visiones de cada uno de estos organismos.

Para otorgarle robustez técnica al SNP, es necesario que la información, modelos y datos que use y genere sea de calidad tal que sigan los principios de transparencia, exhaustividad, coherencia, comparabilidad y exactitud, los mismos pilares de calidad bajo los que se realiza el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Chile.

75. El software y Manual ECSE para el uso del Software eficiencia energética y costos sociales en proyectos de edificación pública fue desarrollado por el Centro de Investigación en Tecnología de la Construcción de la Universidad del Bio-Bio (CITECUBB) para el Ministerio d Se Desarrollo Social y Ministerio de Obras Públicas

76. RED SNIP conformada por 16 países (Argentina, Estado Plurinacional de Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, P anamá, Paraguay, Perú, República Dominicana y Uruguay.) representados por los directores de los Sistemas Nacionales de Inversión Pública. Esta Red cuenta con el apoyo de ILPES/CEPAL, el BID y el BM.

7.2. Iniciativas de MRV en desarrollo

7.2.1 MRV impuesto al CO_2

El diseño e implementación del sistema de medición, reporte y verificación (MRV) de emisiones afectas a impuestos verdes, fue construido considerando: i) La coherencia entre los desafíos de generar la información necesaria para operar tanto los impuestos a los contaminantes locales (MP, NO_x, SO_2) como el global (CO_2); ii) las diferencias sectoriales entre los actores afectos al impuesto (tecnologías) y iii) la consistencia regulatoria, respecto de las normas que rigen para los diferentes sectores (Pizarro, R., Pinto, F. y Ainzúa, S., 2017b). La institución encargada de elaborar e implementar el sistema de MRV para los impuestos verdes es la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA).

El Sistema de Registro de establecimientos y sus fuentes afectas es un elemento previo y fundamental para la posterior configuración del Sistema MRV. El MMA, a través del Sistema de Ventanilla Única del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (VU-RETC), atendiendo lo explicitado en el Reglamento de los Impuestos Verdes, habilitó un Registro de Calderas y turbinas actualizado el 2020 por el Registro de Fuentes y Proceso, donde deben registrarse todas las personas naturales o jurídicas, propietarias de una o más calderas y/o turbinas con una potencia térmica nominal superior a 5 MWt. No obstante, las afectas al impuesto son solo aquellas que pertenecen a un establecimiento que en conjunto sumen una potencia térmica igual o superior a 50 MWt. En el marco anterior el proceso de afectación se establecerá a partir de nuevo registro de fuentes y proceso generando la comunicación con el Sistema de Impuestos Verdes de la Superintendencia del Medio Ambiente.

Siguiendo el Instructivo de Cuantificación de Emisiones elaborado por la SMA (2016) , los establecimientos afectos a impuesto deben manifestarle a la entidad fiscalizadora (SMA) las metodologías de cuantificación de emisiones que utilizarán para cada una de sus fuentes (calderas y/o turbinas).

- Los métodos de cuantificación se concentran en tres tipologías:
- Puntual o muestreo: A través de un equipo de muestreo para posterior análisis en laboratorio o medición *in situ*. Entrega la concentración de salida y el flujo representativo del momento de la medición.
- Continua: Recolección y análisis en tiempo real de las emisiones, a través de un sistema continuo de medición de emisiones (CEMS).
- Estimación: Cuantificación indirecta de las emisiones a través de factores de emisión (asociados al proceso productivo específico), y el nivel de actividad anual (horas de operación, consumo de combustible, entre otros).

A partir de estas tres metodologías y dependiendo de los Instrumentos de Carácter Ambiental (ICA) que regulan a cada establecimiento, se establecieron originalmente 11 alternativas de medición más una alternativa adicional (12) que podía ser propuesta por el establecimiento y que posteriormente debía ser validada por el ente fiscalizador (Superintendencia del Medio Ambiente, 2016). No obstante, luego del primer año de medición de emisiones afectas, a modo de simplificación, la SMA modificó el protocolo de cuantificación de emisiones, acotándolo a 7 + 1 alternativas metodológicas (Superintendencia del Medio Ambiente, 2018).

El reporte de emisiones responde al Instructivo de Reporte de Emisiones elaborado por la SMA (2018). Este busca normar los deberes administrativos relativos a la elaboración del informe de datos y antecedentes necesarios para el cálculo del impuesto, para cada fuente emisora, que realiza el Servicio de Impuestos Internos. Adicionalmente, el instructivo fija las reglas para el envío de un reporte individual a la Comisión Nacional de Energía (CNE) y al Coordinador Eléctrico Nacional, conteniendo los datos consolidados, con desagregación horaria de las emisiones generadas para cada una de las unidades de generación eléctrica (UGE) sujetas a su coordinación.

Todos los establecimientos afectos al impuesto verde deben reportar a través de la VU-RETC. De manera análoga al sistema de medición, el sistema de reporte se ajusta al tipo de ICA que norma al establecimiento.

Así, las fuentes reportan a través del Sistema de Información de Centrales Termoeléctricas (SICTER) si está afecta al D.S. 13/2011 o bien por medio del Sistema de Impuestos Verdes (SIV) si no está afecto a dicho Decreto. En línea con la periodicidad del reporte del D.S.13/2011, el reporte de todas las fuentes afectas a impuesto se realiza trimestralmente.

La verificación de las emisiones se rige por el Instructivo de Verificación de Emisiones implementado por la SMA (2018). Este establece un conjunto de actividades y procedimientos orientados a:

- Verificar que los sistemas y procedimientos de monitoreo cumplan con lo indicado en la propuesta de cuantificación enviada por el regulado y aprobada mediante resolución por la SMA.
- Verificar que las metodologías de medición/muestreo se aplican cumpliendo las directrices de los métodos de referencia en los que se basan.
- Verificar que los datos reportados sean coherentes con los datos operacionales indicados por los establecimientos.

El ejercicio de verificación procede a través de una actividad de fiscalización ambiental establecida previamente por la SMA (R.E. 1.184/2015). Las actividades se traducen en exámenes de información, muestreo, medición y/o análisis, a una inspección, o una combinación de éstas.

La ley N° 20.780 fue recientemente modificada por la ley N° 21.210. la que contempla pasar de una afectación a partir de la potencialidad tecnológica de las calderas y turbinas a un afectación por las emisiones generadas, enfocándose en generar una disminución de manera efectiva de las emisiones a partir de este gravamen, incluyendo también mecanismos de compensación a los cuales se puedan acoger las industrias Sin perjuicio de que estos cambios estarán vigentes a contar del primero de enero del año 2023, y contempla un gran desafío público y privado, en su implementación.

7.2.2 MRV de acciones de mitigación del sector energía

Para alcanzar los compromisos internacionales que Chile ha asumido y avanzar hacia un desarrollo bajo en carbono para el sector energético, se están implementando acciones que generen los incentivos correctos para promover la inversión en tecnologías bajas en carbono y que alienten un cambio en las prácticas productivas y de consumo energético. Para cumplir este objetivo, se hace necesaria la correcta cuantificación de la reducción de emisiones de GEI que generen estas acciones.

Los sistemas de MRV de las acciones de mitigación representan una herramienta de gestión importante que los países utilizan para identificar prioridades nacionales en materia de mitigación y realizar el seguimiento de su progreso hacia el logro de las metas nacionales de mitigación.

El Ministerio de Energía está elaborando en una plataforma única de seguimiento de las acciones de mitigación del sector energético consideradas para las acciones comprometidas en al marco de la NDC, instancia que busca articular todo el trabajo ya realizado y complementar con las tipologías de proyecto de mitigación que vayan apareciendo a medida que se implementa el plan. Se considerará la articulación de este MRV con el MRV nacional de acciones de mitigación que desarrollará el Ministerio de Medio Ambiente ligado a la transparencia y robustez de la información necesaria para dar cumplimiento a nuestros compromisos internacionales bajo el Acuerdo de París.

Con el financiamiento del proyecto PMR Chile, el Ministerio de Energía realizó el diseño de una plataforma informática para registrar las acciones de mitigación pensando en el registro de acciones del sector energía que pudiesen ser parte de un sistema de compensaciones. Considerando la aprobación de la reforma tributaria[77], este registro seguirá perfeccionándose en un trabajo conjunto con el Ministerio de Medio Ambiente para implementar un registro con un alcance multisectorial y nacional para un seguimiento robusto y transparente que puede articularse con el sistema de compensaciones del impuesto verde o con iniciativas internacionales bajo el Artículo 6 del Acuerdo de París.

Durante 2019 dicha plataforma informática se utilizó para participar del *Climate Warehouse*[78] del Banco Mundial, con la finalidad de realizar una simulación para un metaregistro que pudiese servir para operativizar el Artículo 6 del Acuerdo de París. Esta simulación también contó con la participación del Ministerio de Medio Ambiente de Japón y las organizaciones Verra y *The Gold Standart Foundation*, cuyos resultados se encuentran publicados. El trabajo de Climate Warehouse continuará durante 2020, enmarcándose en el *Climate Market Club* del Banco Mundial, iniciativa en la cual Chile participa junto a otras jurisdicciones.

Además, durante los últimos dos años se han avanzado en varias iniciativas de contabilidad de reducción de emisiones de proyectos de energía, entre las cuales se encuentra el desarrollo de un MRV para sistemas de autoabastecimiento con energías renovables no convencionales, un MRV para proyectos de generación de gran escala, un MRV para el programa Comuna Energética y el Certificado de Ahorro de Proyectos Energéticos (CAPE). Entendiendo que este esfuerzo no incluía todas las tipologías de proyectos existentes en el sector energía, se realizó un estudio complementario, en el cual se priorizaron 15 tipologías de proyectos de mitigación y se les diseñó un protocolo de MRV a cada uno. Estas tipologías son:

- Generación eléctrica renovable:
  - Generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables para inyección a la red.
  - Generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables para autoconsumo con o sin inyección a la red.
  - Uso de biomasa o biogás para generación de energía térmica y/o eléctrica para autoconsumo, con o sin conexión a la red.
  - Sistemas de generación distribuida a partir de fuentes de energía renovables (fotovoltaica).
- Generación térmica renovable:
  - Generación de energía térmica a partir de fuentes renovables para autoconsumo.
  - Sistemas de agua caliente sanitaria (ACS) a partir de energía solar térmica.
- Cambio de combustibles:
  - Cambio a combustibles menos contaminantes o electricidad en procesos térmicos.
  - Recambio de flota de vehículos a vehículos con combustibles con menos emisiones.
  - Cambio de combustibles en generación eléctrica para inyección a la red o autoconsumo
  - Recambio de flota de buses y vehículos livianos a eléctricos
- Eficiencia energética:
  - Eficiencia energética en consumo eléctrico en la industria y minería.
  - Eficiencia energética en procesos térmicos en la industria y minería.
  - Cambio de luminarias públicas a luminarias más eficientes.
  - Gestión del uso de energía en transporte de carga.
  - Eficiencia energética y cambio de combustibles en procesos térmicos y eléctricos en edificaciones

Es importante destacar que los MRV están alineados con los principios que se definen en el Estándar de Política y Acción del *World Resources Institute* (WRI)[79], los seis principios que rigen este sistema son: Pertinencia, Exhaustividad, Coherencia, Transparencia, Exactitud y Comparabilidad.

7.2.3 MRV para proyectos de Energías Renovables

La elaboración de este sistema de MRV y su respectiva metodología, fue desarrollada en el contexto del proyecto de apoyo a la NAMA de Energías Renovables para el Autoconsumo, con el apoyo de la GIZ y con la colaboración del Ministerio de Energía y el Ministerio del Medio Ambiente.

El sistema MRV es de tipo *bottom-up,* es decir, contabiliza la reducción de emisiones de GEI estimadas de forma independiente de cada proyecto de energía renovable que se identifique. Para ello, se han desarrollado dos acercamientos basados en principios metodológicos similares, con el fin de abarcar proyectos de energías renovables para autoconsumo e iniciativas de energías renovables conectados a la red de transmisión.

Estas metodologías han sido elaboradas de acuerdo con estándares internacionales para realizar los cálculos, utilizando el *Project Accounting Protocol* del World Resources Institute (WRI) para estimar las reducciones GEI, y las ecuaciones del Capítulo 2 Combustión Estacionaria, Volumen 2, de las Directrices 2006 del IPCC.

La primera metodología considera proyectos de generación eléctrica y de generación térmica de energías renovables orientados al autoconsumo, es decir, iniciativas diseñadas para satisfacer toda o parte de la energía que necesita un usuario. Asimismo, cuantifica las emisiones de GEI evitadas durante la vida útil de los proyectos, periodo que corresponde a un mínimo de 20 años. Las tecnologías de energías renovables consideradas son: solar fotovoltaica, solar térmica, eólica, hidráulica, geotérmica por bombas de calor, biogás y biomasa, incluyendo la cogeneración.

Por otra parte, debido a la creciente participación de las energías renovables en la matriz energética del país, se adaptó una segunda metodología MRV para cuantificar la reducción de emisiones de proyectos conectados a la red de transmisión y a la red de distribución. De esta forma, las tecnologías de energía renovable consideradas en esta herramienta son: solar fotovoltaica, concentración solar de potencia, eólica e hidroeléctrica.

Es importante relevar que este sistema de MRV ha sido adaptado a la realidad chilena, ya que utiliza información proveniente de los Exploradores de Energías Renovables[80] del Ministerio de Energía.

Con estas herramientas, se han podido contabilizar la reducción de emisiones de 3.293 proyectos de autoconsumo y 142 centrales conectadas a la red de transmisión eléctrica[81].

77. Ley 21.210/2020

78. Más información en https://www.worldbank.org/en/programs/climate-warehouse

79. Más información en: http://www.wri.org/publication/policy-and-action-standard

80. Sitio web http://exploradores.minenergia.cl/

81. Para mayor información una nota técnica está disponible en el siguiente enlace: https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/sistema_mrv_final.pdf

7.2.4 MRV Comuna Energética

El Programa Comuna Energética[82] busca contribuir a mejorar la gestión energética y la participación de los municipios y actores locales para la generación e implementación de iniciativas replicables e innovadoras de energía sostenible en las comunas de Chile.

Comuna Energética promueve de manera sistemática el desarrollo energético local sostenible y el fortalecimiento a la gestión energética municipal en las comunas de Chile, a modo de avanzar en la mitigación al cambio climático, la resiliencia de los territorios e impulsar la competitividad y productividad del sector energía.

Para lo cual, apoya a los municipios a elaborar estrategias energéticas locales con planes de acción ideados desde la comunidad, otorgando el Sello Comuna Energética a aquellos municipios que presentan avances significativos en su gestión energética local. Asimismo, y como impulso a la acción energética, fomenta un mercado de inversión energética local, generando las condiciones que acerquen a los hogares y actores locales al negocio de la energía, promoviendo la implementación de los proyectos energéticos locales levantados en los planes de acción.

Con el fin de fortalecer la acción energética y climática a escala local, el Programa Comuna Energética desarrolló un sistema de MRV que permita cuantificar las reducciones de las emisiones de GEI asociadas a la implementación de proyectos de energía sostenible en el marco del Programa. Asimismo, desarrollar y aplicar una metodología de Medición, Reporte y Verificación (MRV) de emisiones de GEI a proyectos de Comunas Energéticas. Esto con el propósito de contar con una base sólida de contabilidad, que permita poder valorizar los impactos positivos del Programa y además vincular las reducciones potenciales a mecanismos de compensación y/o certificados de carbono en mercados nacionales o internacionales.

Para el desarrollo del sistema MRV, se ejecutó una consultoría financiada por el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) durante el periodo 2018-2019, en el marco de la postulación de Comuna Energética al Fondo Verde del Clima. Esta consultoría tuvo como uno de los productos, la elaboración de un Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación de reducciones de emisiones de emisiones de GEI para Comuna Energética, el cual en términos generales consideró: la definición de aspectos institucionales, de coordinación y recursos humanos para el sistema MRV; consideraciones sobre la doble contabilidad y propiedad de las reducciones de emisiones; el desarrollo de una herramienta de cálculo MRV; la ejecución de un Taller de la herramienta del MRV; y la elaboración de una propuesta de estructura y contenidos de capacitación.

7.2.5 Certificado de Ahorro de Proyectos Energéticos (CAPE)

Actualmente, la Agencia de Sostenibilidad Energética administra la Certificación de Ahorros de Proyectos Energéticos (CAPE), basada en un mecanismo estándar (Protocolo Internacional IPMVP), que busca facilitar el reporte de información de los resultados energéticos y de mitigación de GEI obtenidos tras la implementación de un proyecto energético que tiene por objetivo la reducción de consumo energético.

La Certificación está diseñada para que empresas, instituciones, organismos o similares, que cuenten con proyectos energéticos en sus instalaciones, puedan validar las reducciones de consumo reales como consecuencia de su implementación, tanto en términos energéticos como en emisiones.

En la certificación participan 3 actores principales:

- Entidad Administradora (Agencia de Sostenibilidad Energética): Ente encargado de administrar el mecanismo CAPE. Es quien revisa las evaluaciones y emite los Certificados de Ahorros de Energía Anual.

- Evaluador CAPE: Persona natural acreditada por la Entidad Administradora del mecanismo CAPE, sea trabajador dependiente o independiente. Es el encargado de evaluar y verificar que la información declarada por el Cliente sea verídica, en base a los mecanismos y reglamentos propios de la Certificación. También es responsable de enviar la información evaluada de las diferentes etapas, para que sea revisada por parte de la Agencia.

- Cliente: Persona jurídica (organización) que solicita a la Entidad Administradora certificar los ahorros de un proyecto energético en particular.

En resumen, la empresa solicita al Evaluador CAPE un asesoramiento en la determinación de los ahorros a través del Protocolo IPMVP, éste desarrolla el Plan de Medición y Verificación, el que es certificado por la Agencia. El Evaluador CAPE desarrolla un reporte de ahorros de acuerdo a un formato establecido en la Herramienta de Evaluación web de la CAPE[83]. La Agencia revisa lo antes señalado y se emite un certificado de ahorros, el que entrega valores tanto en unidades energéticas evitadas como en emisiones de CO_2eq reducidas. Estos certificados son reportados también al administrador del MRV de acciones de mitigación del sector energía.

Cabe destacar que la CAPE está reconocida por el programa HuellaChile del Ministerio de Medio Ambiente, mediante un convenio de colaboración, como un mecanismo válido para la obtención del sello de reducción de gases de efecto invernadero de dicho programa. La Certificación de Ahorros de Proyectos Energéticos también se encuentra validada por el programa Sello de excelencia Energética para la certificación de la disminución del consumo energético real como consecuencia de la implementación de medidas de eficiencia energética.

82. https://www.comunaenergetica.cl/

83. https://cape.agenciase.org/herramienta/user/login

Durante el 2019 la CAPE certificó de manera exitosa los primeros 11 proyectos energéticos, 3 del ámbito privado y 8 del ámbito público, los cuales consideraron diferentes tipos de tecnologías y sistemas energéticos, entre los que destacan la optimización de centrales térmicas, recambio de alumbrado público por tecnologías eficientes, optimización de sistemas de climatización, uso de variadores de frecuencia en escaleras mecánicas, entre otros.

Las instalaciones que certificaron proyectos durante el año 2019 fueron: el Hotel Mandarin Oriental Santiago, el Hospital Base de Valdivia, el Hospital San Pablo de Coquimbo, el Hospital de Castro Dr. Augusto Riffart, el Hospital San Juan de Dios de San Fernando, el Hospital Dr. Víctor Ríos Ruiz de Los Ãngeles, el Hospital Regional de Arica Dr. Juan Noé Crevani, el Mall Plaza Los Dominicos, la Municipalidad de Lebu, el Museo de la Memoria y los Derechos Humanos y el Mall Plaza Norte.

Los resultados de los 11 proyectos certificados se traducen en 26,12 GWh anuales evitados, equivalente a una reducción de 9.173 tCO_2eq.

7.2.6 MRV Alianza del Pacífico

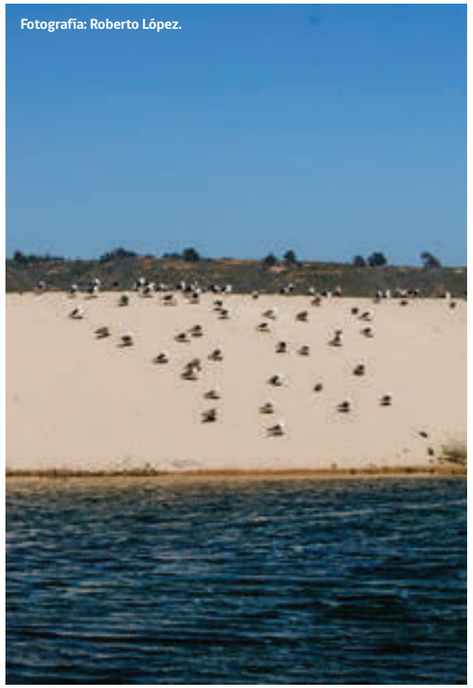
El Subgrupo Técnico de Medición, Reporte y Verificación (SGT-MRV) de la Alianza del Pacífico (AP) que componen Chile, Colombia, México y Perú continúa operando bajo el alero del Grupo Técnico de Medio Ambiente y Crecimiento Verde (GTMACV) con el objetivo de fortalecer y avanzar en la armonización y convergencia de los sistemas de MRV climáticos para la reducción de las emisiones de GEI y otros contaminantes. Esto, en respuesta a los mandatos de la Declaración de Cali de 2017 (No.5 y Anexo 16.1).

El Subgrupo lo componen los representantes de las agencias nacionales oficiales responsables de la implementación de la política climática en cada país miembro de la AP y desde su creación en 2018 ha contado con el apoyo técnico y financiero de *Environment and Climate Change Canada (ECCC)*. La Secretaría del SGT-MRV la ostenta Chile y pasará a Colombia en la próxima Cumbre de Presidentes que se realizará en diciembre de 2020 en Chile.

El trabajo se ha ejecutado de acuerdo a un Marco de Coordinación construido entre los cuatro países y que define objetivos, actividades y productos específicos en seis áreas: i) Inventarios de emisiones; ii) Acciones de mitigación; iii) Financiamiento climático; iv) Gobernanza; v) Instrumentos de precio al carbono; y vi) Armonización y temas transversales.

Dentro de las principales actividades realizadas se cuentan la reunión y taller anual del SGT-MRV (Ciudad de México, Marzo 2019) que consolidó el Marco de Coordinación. Asimismo, durante mayo y junio de 2020 se realizaron una serie de tres intercambios técnicos virtuales sobre MRV de financiamiento climático que fue organizado por el SGT-MRV en conjunto con el Departamento de Planeación Nacional (DNP) de Colombia. Asimismo, se han elaborado una serie de productos específico en cada país: Reportes de línea base sobre los sistemas de MRV de acciones de mitigación y MRV de financiamiento climático. También una serie de experiencias destacadas como: La plataforma MRV de financiamiento climático en Colombia, el Grupo Técnico Multisectorial para apoya el diseño e implementación de la NDC en Perú y el Intercambio Técnico sobre offsets entre Chile y Colombia.

El SGT-MRV se coordina técnicamente con el GTMACV y comunicacionalmente con el Subgrupo de Comunicación Estratégica (SCE) de la Alianza del Pacífico y cuenta con una subsección en la página web oficial de la AP donde aloja y comparte tanto sus productos elaborados como información relevante relativa a los sistemas de MRV.


Fotografía: Roberto López.

7.3. Próximos pasos

7.3.1 Plataforma de registro e información

Como parte del proyecto CBIT Chile contempla la implementación de actividades en torno a la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), la resiliencia y adaptación al cambio climático y el financiamiento climático (Más detalles del Proyecto CBIT en la sección 3.4).

Uno de los objetivos de CBIT Chile, es desarrollar una plataforma integrada para la información sobre el cambio climático. De esta manera, todas las instituciones involucradas directa o indirectamente en la promoción de acciones de reducción de emisiones, identificarán fácilmente estas acciones, las cuantificarán y las reportarán al Ministerio del Medio Ambiente de manera sistemática.

Esa plataforma estará compuesta por diferentes módulos y se estructurará en coherencia con aquellos sistemas que actualmente lidera la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente, entre los cuales se destacan:

- **SNICHILE – Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Chile**[84] el cual contiene las medidas institucionales, jurídicas y de procedimiento establecidas para la actualización bienal del INGEI de Chile con el objetivo de garantizar la sostenibilidad de la preparación de los INGEI en el país y mantener la coherencia de los flujos de GEI notificados y la calidad de los resultados.

- **Programa de gestión del carbono HuellaChile**[85] que tiene como objetivo fomentar el cálculo, reporte y gestión de gases de efecto invernadero en organizaciones del sector público y privado.

Un buen conocimiento y capacidades relacionadas con el cambio climático en todos los sectores y niveles (nacional y subnacional) es fundamental para incorporar los aspectos de adaptación y mitigación en la agenda diaria. Por consiguiente, se capacitará a diversos *stakeholders* sobre el uso de la plataforma climática centralizada. Este enfoque mejorará el acceso a un panorama general de los datos proporcionados por los sectores involucrados (permitiendo una evaluación más holística de los avances a lo largo del tiempo).

En el marco de CBIT Chile, el desarrollo de dicha plataforma climática centralizada está comprometida para el año 2021.

84. http://snichile.mma.gob.cl/

85. https://huellachile.mma.gob.cl/

Fotografía: Bryan Contreras.

4ºComunicación Nacional de Chile ante la CMNUCC Ministerio del Medio Ambiente

Referencias y bibliografía

ACEE. (2018). *Futuro del Hidrógeno como Combustible (artículo)*. Obtenido de https://www.acee.cl/futuro-del-hidrogeno-como-combustible/

ACHEE. (Julio de 2016). *Agencia Chilena de Eficiencia Energética*. Obtenido de www.acee.cl

Adapt-Chile. (Julio de 2014). *Red Chilena de Municipios Ante el Cambio Climático.* Obtenido de sitio web de Adapt-Chile: https://actionlac.net/redmunicc/

Adapt-Chile. (2015). *Academias de Cambio Climático 2015*. Obtenido de Adapt-Chile: http://www.adapt-chile.org/web/academias/

Adapt-Chile. (2016). *Estrategias Energéticas Locales 2016: Proyecto financiado por el Ministerios de Energía a través del programa "Comunas Energéticas"* . Obtenido de Adapt-Chile: http://www.adapt-chile.org/web/estrategias-energeticas-locales-2016/

Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático. (enero de 2018). *RECOMENDACIONES PARA UNA AGENDA DE TRABAJO PÚBLICA PRIVADA al Año 2030 en Materia de Sustentabilidad y Cambio Climático.* Recuperado el mayo de 2018, de http://www.agenciasustentabilidad.cl/resources/uploads/documentos/recomendaciones_para_una_agenda_de_trabajo_publica_privada_al_2030.pdf

Alcaraz, e. a. (2019). *Elementos clave para incorporar justicia, desarrollo y ambición en una NDC*. Barcelona, España: Grupo de Gobernanza del Cambio Climático integrado en el Grupo de investigación singular en Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo de la Universidad Politécnica de Cataluña.

Banco Central. (2013). *Cuentas Nacionales de Chile 2008-2013.* Santiago.

Banco Central. (2018). *"Cuentas Nacionales de Chile 2013 -2017", 1.2 Producto interno bruto trimestral por clase de actividad económica a precios corrientes. Recuperado 17 de julio 2018 en el link:* https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/Informes/anuarioCCNN/

Banco Central. (2020). *Cuentas Nacionales de Chile, Evolución de la actividad económica primer trimestre de 2020.* Banco Central. Obtenido de https://www.bcentral.cl/documents/33528/762418/CCNN_2020+_I.pdf/85589b07-97fa-68a2-950d-39626c9036ef?t=1589804945960

Carbon Pricing Leadership Coalition. (2017). *Report of the High-Level Commission on Carbon Prices*. Obtenido de https://www.carbonpricingleadership.org/report-of-the-highlevel-commission-on-carbon-prices/

CCG-UC. (2014). *Reforma tributaria: Un avance hacia una economía más baja en carbono.* Centro de Cambio Global UC, Santiago.

Centro de Energía . (2016). *Consultoría para diseño de una estructura de contabilidad nacional de reducciones/absorciones de gases de efecto invernadero e integración con sistemas de medición, reporte y verificación de acciones de mitigación existentes.* Santiago: FCFM, Universidad de Chile .

CEPAL . (2012). *La Economía del Cambio Climático en Chile.* Santiago: Naciones Unidas.

CEPAL/OCDE. (2016). *Evaluaciones del desempeño ambiental: Chile 2016.* Santiago: Naciones Unidas.

CLG-Chile. (Julio de 2014). *CLG: Lideres Empresariales contra el Cambio Climático.* Obtenido de http://www.clgchile.cl/

CMNUCC. (2012). Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 17º período de sesiones, celebrado en Durban del 28 de noviembre al 11 de diciembre de 2011 . *Conferencia de Las Partes*, (pág. 93). Durban.

CMNUCC. (2014). *Handbook on Measurement, Reporting and Verification for developing country Parties.* Obtenido de United Nations Climate Change Secretariat: https://unfccc.int/sites/default/files/non-annex-_i_mrv_handbook.pdf

CMNUCC. (Julio de 2014). *United Nation Framework Convention on Climate Change*. Obtenido de http://unfccc.int/focus/mitigation/items/7172.php

CMNUCC. (2015). *Summary Report on the Technical Analysis of the First BUR of Chile submitted on 10 December 2014.* Obtenido de United Nation Framework Convention on Climate Change: http://unfccc.int/resource/docs/2015/tasr/chl.pdf

CMNUCC. (Marzo de 2015). *United Nation Framework Convention on Climate Change*. Recuperado el 18 de Junio de 2018, de https://unfccc.int/news/new-handbook-fortransparency-of-actions-of-developing-countries

CMNUCC. (2015). *United Nations Convention on Climate Change*. Obtenido de Focus: Mitigation: www.unfccc.int

CMNUCC. (2018). *United Nation Framework Convention on Climate Change*. Recuperado el Junio de 2018, de https://unfccc.int/topics/mitigation/workstreams/nationally-appropriate-mitigation-actions

CNE. (Julio de 2016). *Com,isión Nacional de Energía*. Obtenido de www.cne.cl

CNE. (Julio de 2016). *Energía Abierta*. Obtenido de Capacidad total instalada: http://energiaabierta.cne.cl/

CNE. (Junio de 2018). *Energía Abierta*. Obtenido de Capacidad total instalada: http://energiaabierta.cne.cl

COCHILCO. (2008). *Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de La Minería del Cobre De Chile 2002-2007.*

COCHILCO. (2017). *Proyección del consumo de energía eléctrica en la minería del cobre 2017-2028.* Obtenido de https://www.cochilco.cl/Listado%20Temtico/Proyeccion%20de%20consumo%20de%20agua%20en%20la%20mineria%20del%20cobre%202017-2028%20V4.pdf

COCHILCO. (2020). *Proyección del consumo de energía eléctrica en la Minería del Cobre, 2019-2030.* Santiago. Recuperado el Junio de 2020

COCHILCO. (2020). *Proyección del consumo de energía eléctrica en la Minería del Cobre, 2019-2030.* Obtenido de https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Proyecci%C3%B3n%20Consumo%20EE%202019-2030.pdf

COCHILCO. (2020a). *Informe Tendencias Mercado del Cobre, cuarto trimestre 2019.*

CODELCO. (2018). *Reporte de Sustentabilidad CODELCO 2017, Gestión energética y emisiones de GEI*. . Recuperado el 2018 de 06 de 29, de https://www.codelco.com/memoria2017/site/artic/20180312/asocfile/20180312173857/reporte_sustentabilidad_2017_codelco.pdf

Comisión Económica para América Latina y el Caribe y Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos . (2016). *CEPAL Evaluaciones del desempeño ambiental: Chile.* Recuperado el 29 de Junio de 2018, de https://www.cepal.org/es/publicaciones/40308-evaluaciones-desempeno-ambiental-chile-2016

Conaf. (2016a). *Estrategia Nacional de Cambio climático y Recursos Vegetacionales 2017 – 2025.* Santiago: Ministerio de Agricultura.

Conaf. (2016b). *"Política Nacional Forestal".* Obtenido de Corporación Nacional Forestal: www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1462549405politicaforestal201520351.pdf

Conaf y Minagri. (2016). Nivel de Referencia de Emisiones Forestales / Nivel de Referencia Forestal del Bosque Nativo de Chile. Santiago, Chile.

Conaf y Minagri. (2016). *Nivel de Referencia de Emisiones Forestales / Nivel de Referencia Forestal del Bosque Nativo de Chile.* Santiago: Ministerio de Agricultura. Obtenido de Sitio web Corporación Nacional Forestal.

Corporación Alta Ley. (2019). *Hoja de Ruta 2.0 de la Minería Chilena. Actualización y consensos para una mirada renovada.* CORFO. Santiago: Corporación Alta Ley. Recuperado el Junio de 2020, de https://corporacionaltaley.cl/wp-content/uploads/2020/01/ACTUALIZACION-HOJA-DE-RUTA-MI-NERIA-DEL-COBRE_2019_21ene_aso_opt.pdf

DEFRA. (2007). *The Social Cost of Carbon and The Shadow Price Of Carbon: What They Are,.*

DIRECON. (Septiembre de 2014). *Acuerdos Comerciales*. Obtenido de sitio web de la Dirección General de Relaciones Económicas Internacionales: http://www.direcon.gob.cl/acuerdos-comerciales/

e2biz y River Consultores. (2015). *Impacto de la Agenda de Energía en la Mitigación del Cambio Climático.* Santiago: Ministerio de Energía.

Ecofys. (2015). *State and trends of carbon pricing.* Obtenido de http://documents.worldbank.org/curated/en/598811476464765822/State-and-trends-of-carbon-pricing

EUROCLIMA. (2014). *EUROCLIMA*. Obtenido de EUROCLIMA: UN PROGRAMA DE COOPERACIÓN REGIONAL: http://www.euroclima.org/es/euroclima/que-es-euroclima

Fundación Chile. (2016). *Desde el Cobre a la Innovación: Roadmap Tecnológico 2015-2035 en el marco del Programa Nacional de Minería Alta Ley.* Obtenido de http://programaaltaley.cl/noticias/prioridades-del-roadmap-tecnologico-desde-re

GEF. (2013). *Global Environment Facility.* Obtenido de Technology Transfer for Climate Change: http://www.thegef.org/gef/Technology_Transfer

Generadoras de Chile. (2014). SectorGeneración. *Boletín del Mercado Eléctrico*, 4.

GIZ. (2018). *Tecnologías del hidrógeno y perspectivas para Chile.*

Gobierno de Chile. (2017). *Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017 - 2022.* Recuperado el Mayo de 2018, de http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/06/PANCCv3-19-10-baja.pdf

Gobierno de Chile y Generadoras de Chile. (2018). *GOBIERNO Y GENERADORAS ANUNCIAN FIN DE NUEVOS DESARROLLOS DE PLANTAS A CARBÓN.* Obtenido de http://generadoras.cl/media/page-files/391/180129%20Comunicado%20no%20mas%20nuevas%20plantas%20a%20carb%C3%B3n%20-%20ME%20MMA%20Generadoras%20de%20Chile.pdf

GORERM. (2017). Obtenido de https://www.gobiernosantiago.cl/wp-content/uploads/2014/12/Mapa-de-Iniciativas-de-Inversión-en-Ciclov%C3%ADas-Gran-Santiago-año-2017.pdf

IEA. (2019). *CO2 Emissions From Fuel Combustion.* France: OECD/International Energy Agency.

Instituto de Ingenieros de Chile. (2013). *Cambio Climático: Percepciones e Impactos para nuestra Economía.* Santiago.

International Partnership on Mitigation and MRV. (Julio de 2014). *International Partnership on Mitigation and MRV.* Obtenido de http://mitigationpartnership.net/

International Partnership on Mitigation and MRV. (2014). *International Partnership on Mitigation and MRV.* Obtenido de About the Partnership: http://mitigationpartnership.net/about-partnership

IPCC. (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment.* Cambridge, UK: M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E.;Hanson, Eds., Cambridge University Press.

IPCC. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F.,D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boshung, A. Nauels, Y. Xia .* Cambridge, United kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University press.

IPCC. (2014). *Intergovernmental Panel on Climate Change.* Obtenido de Working Group III: Mitigation : Technology Transfer: http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg3/index.php?idp=421

IPCC WG3. (2014). *Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment.* United Kingdom and New York,: Cambridge University Press.

KAS Ingeniería. (2013). *Identificar los efectos en precio de la electricidad e impactos ambientales asociados a impuestos por emisión de contaminantes.* Santiago: Preparado para Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD).

LARIOCC. (2012). *Red Latino Americanas de Oficinas de Cambio Climático.* Obtenido de Quienes somos: http://www.lariocc.es/es/quienes-somos/

LATAM AIRLINES. (2017). *REPORTE DE SOSTENIBILIDAD 2016.* Obtenido de https://www.latam.com/content/dam/LATAM/latam-marca-unica/footer/sostenibilidad/LATAM-Reporte-de-Sostenibilidad-2016.pdf

LEDS GP. (2012). *LEDS Global Partnership.* Obtenido de About the Partnership: http://ledsgp.org/about

MAPS Chile. (2013). *Informe de Resultados de la Fase 1.* Santiago.

MAPS-Chile. (2014). *Informe de resultados Fase 2.* Santiago.

MAPS-CHILE. (2016). *Opciones de mitigación para enfrentar el cambio climático y lograr un desarrollo bajo en carbono;.* Santiago: Ministerio del Medio Ambiente y Gobierno de Chile.

MIDESO. (2016). *Casen 2015. Ampliando la mirada sobre la pobreza e igualdad.* Obtenido de MIDESO: http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casen-multidimensional/casen/casen_2015.php

MIDESO. (2017). *Estimación del precio Social del CO2.* Obtenido de http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/download/precio-social-co2-2017/?wpdmdl=2406

Ministerio de Agricultura. (2017). *Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017 - 2025.* Santiago.

Ministerio de Agricultura. (2020). *Cuenta Pública 2019.* Obtenido de https://cuentapublica.minagri.gob.cl/

Ministerio de Desarrollo Social. (2014). *Precios Sociales Vigentes 2014.* Obtenido de http://www.dellibertador.cl/diplan/2014/precios_sociales_vigentes_2014.pdf

Ministerio de Desarrollo Social. (2017). *Estimación del Precio Social del CO2.* Obtenido de http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/download/precio-social-co2-2017/?wpdmdl=2406

Ministerio de Energía. (2014). *Agenda de Energía: Un desafío País, Progreso Para Todos.* Santiago: Yankovic.

Ministerio de Energía. (2015). *Energía 2050.* Santiago: www.energia2050.cl

Ministerio de Energía. (2015). *Energía 2050 - Política Energética de Chile.* Obtenido de http://www.energia2050.cl/wp-content/uploads/2017/12/Politica-Energetica-Nacional.pdf

Ministerio de Energía. (Marzo de 2016). *Cuenta Pública Participativa .* Obtenido de Ministerio de Energía: http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/2016/cuentapublica/resumen.pdf

Ministerio de Energía. (Julio de 2016). *Minenergía.* Obtenido de Comuna Energética: http://www.minenergia.cl/comunaenergetica/

Ministerio de Energía. (2017). *Estrategia Nacional de Electromovilidad.* http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/2018/electromovilidad/estrategia_electromovilidad-27dic.pdf. Obtenido de Ministerio de Energía: http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/2018/electromovilidad/estrategia_electromovilidad-27dic.pdf

Ministerio de Energía. (2017). *Plan de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero para el Sector Energía.* Obtenido de http://www.energia.gob.cl/sites/default/files/plan-mitigacion-gei-sector-energia-2017.pdf

Ministerio de Energía. (2017). *Políticas Públicas Participativas - La experiencia de Energía 2050.* Obtenido de http://www.energia2050.cl/wp-content/uploads/2018/06/Politicas-Publicas-Participativas-La-experiencia-de-Energia-2050.pdf

Ministerio de Energía. (11 de junio de 2018). *Ministra Jiménez constituye Mesa de Descarbonización Energética con amplia participación de sectores público, privado y sociedad civil.* Obtenido de http://www.energia.gob.cl/tema-de-interes/ministra-jimenez-constituye-mesa

Ministerio de Energía. (2018). *Ruta Energética 2018-2022.* Obtenido de http://www.energia.gob.cl/rutaenergetica2018-2022.pdf

Ministerio de energía y Consejo Minero. (2014). *Convenio de Cooperación Ministerio de Energía y Consejo Minero.* Obtenido de Ministerio de Energía: www.energia.gob.cl/sites/default/files/convenio_de_cooperacion_mineria.pdf

Ministerio de Hacienda. (2019). *Cartera de proyectos Bono Verdel.* Obtenido de https://www.hacienda.cl/oficina-de-la-deuda-publica/bonos-verdes/2019/cartera-de-proyectos-primer-bono-verde.html

Ministerio de Hacienda. (2020). *Cartera de Proyectos Bono Verde.* Obtenido de https://www.hacienda.cl/oficina-de-la-deuda-publica/bonos-verdes/2020/cartera-de-proyectos-bonos-verdes-102014.html

Ministerio de Obras Públicas. (2016). *Política de Sustentabilidad Ambiental del Ministerio de Obras Públicas.* Recuperado el Mayo de 2018, de http://www.dgop.cl/centro_documental/Documents/Politica_Ambiental_MOP.pdf

Ministerio de Obras Públicas. (2017). *Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático 2017- 2022.* Recuperado el Mayo de 2018, de http://www.dgop.cl/Documents/PlanAccionMop.pdf

Ministerio de Obras Públicas. (2017). *Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático 2017-2022.* Santiago.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2013). *Estrategia Nacional de Construcción Sustentable.* Recuperado el Mayo de 2018, de http://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2014/11/Estrategia-Construccion-Sustentable_ENERO-2014_VF_Baja.pdf

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2013). *Estrategia Nacional de Construcción Sustentable.* Santiago.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2014). *Política Nacional de Desarrollo Urbano.* Recuperado el Mayo de 2018, de http://cndu.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/L4-Politica-Nacional-Urbana.pdf

Ministerio del Medio Ambiente. (2015). *Directrices para un marco genérico de MRV para NAMAs en Chile.* Obtenido de Departamento de Cambio Climático, Ministerio del Medio Ambiente: http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/05/Directrices-MRV-Namas.pdf

Ministerio del Medio Ambiente. (2016). *Manual de registro de calderas y turbinas para el pago de impuestos verdes.* Obtenido de http://vu.mma.gob.cl/index.php?c=documento/descargar&codigo=03afdbd66e7929b125f-8597834fa83a4

Ministerio del Medio Ambiente. (2019). *Quinto Reporte del Eestado del Medio Ambiente.* Obtenido de Sinia: https://sinia.mma.gob.cl/quinto-reporte-del-estado-del-medio-ambiente/

Ministerio del Medio Ambiente. (s.f.). *Acuerdo Cooperación Ambiental Chile Canada* . Obtenido de https://acuerdochilecanada.mma.gob.cl/

Mitigation Momentum. (2013). *The Mitigation Momentum Project*. Obtenido de Project: http://www.mitigationmomentum.org/project.html

MMA - E2Biz. (2017). *Implementación de modelo leap como herramienta para la evaluación de escenarios de mitigación y proyecciones de línea base de emisiones.* Energy to Business. Santiago: MMA.

MMA. (2011). *Segunda Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático; MInisterio del Medio ambiente.* Santiago: MITO.

MMA. (2015). Obtenido de http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/11/Jaime-Uribe-ITAU-Bike-Stgo.pdf

MMA. (2015a). *Contribución nacional Tentativa de Chile.* Obtenido de Página Web del Ministerio del Medio Ambiente de Chile: http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/05/2015-INDC-web.pdf

MMA. (2015b). *Directrices para un marco genérico de MRV de NAMAS.* Obtenido de Departamento de Cambio Climático, Ministerio del Medio Ambiente: http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/05/Directrices-MRV-Namas.pdf

MMA. (2015c). *Directrices para un marco genérico de MRV de NAMAS* . Obtenido de Departamento de Cambio Climático, Ministerio del Medio Ambiente: http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/05/Directrices-MRV-Namas.pdf

MMA. (29 de Agosto de 2016). *Sitio web Ministerio del Medio Ambiente.* Obtenido de departamento de Cambio Climático: www.mma.gob.cl

MMA. (2017a). *Manual SCAM.* Obtenido de http://educacion.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/07/MANUAL-SCAM-2017.pdf

MMA. (2017b). *Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (2017-2022).* Obtenido de http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/07/plan_nacional_climatico_2017_2.pdf

MMA. (2019). Resolución 115 EXENTA. *APRUEBA ANTEPROYECTO DE REVISIÓN DE LAS NORMAS DE EMISIÓN APLICABLES A VEHÍCULOS MOTORIZADOS MEDIANOS.* http://bcn.cl/29ua9

MMA. (2020). *Contribución Determinada a Nivel Nacional de Chile (NDC): Actualización 2020.* Santiago: Ministerio del Medioambiente. Obtenido de https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/NDC_Chile_2020_espanol.pdf

MMA, M. d. (2018). *Lista municipios SCAM 2018.* Obtenido de http://educacion.mma.gob.cl/scam-municipios-scam/

Partnership on Transparency in the Paris Agreement. (2018). *Partnership on Transparency in the Paris Agreement.* Recuperado el Junio de 2018, de https://www.transparency-partnership.net/about/thematic-focus

Pizarro, R. P. (2017b). *Elaboración e implementación de un sistema MRV para los impuestos verdes en Chile.* Obtenido de https://www.4echile.cl/4echile/wp-content/uploads/2017/12/Folleto_Impuestos_Verdes_3_esp_t.pdf

Pizarro, R., Pinto, F. y Ainzúa, S. (2017b). *Elaboración e implementación de un sistema MRV para los impuestos verdes en Chile.* Obtenido de https://www.4echile.cl/4echile/wp-content/uploads/2017/12/Folleto_Impuestos_Verdes_3_esp_t.pdf

Pizarro, R., Pinto, R. y Ainzúa, S. (2017a). *Estrategia de los impuestos verdes en Chile.* Obtenido de https://www.4echile.cl/4echile/wp-content/uploads/2017/12/Folleto_Impuestos_Verdes_1_esp_t.pdf

Poch. (2016). *Integrando el Cambio Climático en el Sistema Nacional de Inversión Pública de Chile.*

POCH. (Junio de 2017). *Actualización de la proyección de emisiones 2017- 2030 y análisis medidas de mitigación de CO2 equivalente.* Obtenido de http://generadoras.cl/media/170613_Informe_final_estudio_proyeccion_emisiones_GEI_y_medidas_-_POCH_Generadoras_de_Chile.pdf

Portal ReporteMinero. (2020). *Incorporación de energías renovables enempresas mineras alcanzan los 13 TW/año.* Visual Producciones. Santiago: Visual Producciones. Recuperado el Junio de 2020, de https://www.reporteminero.cl/noticia/noticias/2020/06/incorporacion-de-energias-renovables-en-empresas-mineras-alcanzan-los-13-tw-ano

Red de Pacto Global. (2013). *Sistema Integración de los Principios del Pacto Global, SIPP* . Santiago.

SECTRA. (Enero de 2020). Estimación de Reducción de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos. *Informe Técnico Metrotren Quinta Normal - Batuco de EFE.*

Sistemas Sustentables. (2014). *Proyección Escenario Línea Tendencial 2012 y Escenarios de mitigación del sector Transporte y Urbanismo".* Santiago.

Subsecretaría de Transportes. (2018). *Subsecretaría de Transportes.* Obtenido de http://www.subtrans.gob.cl/nosotros/

Subsecretaría de Transportes. (2019). *Cuenta Pública 2018.* Obtenido de https://www.mtt.gob.cl/cuentapublica2018

Superintendencia del Medio Ambiente. (2016). *Instructivo para la cuantificación de las emisiones de fuentes fijas afectas al impuesto del artículo 8° de la Ley N° 20.780.* Obtenido de http://www.sma.gob.cl/transparencia/doc/resoluciones/RESOL_EXENTA_SMA_2016/RESOL%20EXENTA%20N%201053%20SMA.PDF

Superintendencia del Medio Ambiente. (2018). *Instructivo para la cuantificación de las emisiones de fuentes fijas afectas al impuesto del artículo 8° de la Ley N° 20.780.* Obtenido de http://www.sma.gob.cl/index.php/impuestos-verdes

UNEP. (2018). Obtenido de http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/07/plan_nacional_climatico_2017_2.pdf

UNEP RISOE. (2013). *Understanding the Concept of Nationally Appropriate Mitigation Action.* Dinamarca: UNEP Risø Centre.

UNFCCC. (Septiembre de 2014). *United Nation Convention on Climate Change: Climate Finance.* Obtenido de http://unfccc.int/cooperation_and_support/financial_mechanism/items/2807.php

UNFCCC. (Septiembre de 2014). *United Nation Framework Convention on Climate Change.* Obtenido de Glossary of climate change acronyms: http://unfccc.int/essential_background/glossary/items/3666.php

UNFCCC. (Septiembre de 2014). *United Nation Framework Convention on Climate Change.* Obtenido de Capacity Building: Background: unfccc.int/cooperation_and_support/capacity_building/items/7061.php

UNFCCC. (junio de 2015). *United Nations Framework Convention on Climate Change.* Obtenido de FOCUS: Mitigation: www.unfccc.int

Fotografía por: Felipe Díaz.

Fotografía: Tomás Gómez.

5 Otra Información Relevante para el Cumplimiento de los Objetivos de la Convención

1. INTRODUCCIÓN

El diseño y ejecución de medidas para hacer frente al cambio climático requiere de una amplia base de conocimientos generada a través de la investigación científica integrada y la observación sistemática del clima. También, requiere del fortalecimiento de capacidades, tanto de personas como de instituciones, a fin de que exista una mayor comprensión del tema, facilitando tanto el proceso de transferencia de tecnología como el de acceso a recursos financieros. Asimismo, es fundamental contar con la participación activa de la ciudadanía en el desarrollo de las acciones, siendo menester la educación, formación y sensibilización ciudadana en el ámbito del cambio climático (MMA, 2017).

El Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC 2017-2022) en su eje de medios de implementación, planteó como objetivo "desarrollar las condiciones habilitantes necesarias para la implementación de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático al nivel nacional y subnacional, en el ámbito de la institucionalidad y marco legal, la transferencia tecnológica, la creación de capacidades y asistencia técnica, el financiamiento y la negociación internacional". Para cumplir este objetivo general el PANCC integró los siguientes objetivos específicos:

- Fortalecer la institucionalidad para abordar el cambio climático a nivel nacional.
- Apoyar la transferencia de tecnología para la implementación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.
- Crear y fortalecer las capacidades nacionales para la gestión del cambio climático y entregar asistencia técnica.
- Generar una estrategia nacional financiera frente al cambio climático.
- Asesorar la negociación internacional en temáticas relacionadas al cambio climático

Por otra parte, el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático ingresado al Congreso en enero de 2020, define los instrumentos de gestión de corto, mediano y largo plazo, y contempla en cada uno de ellos, además de la mitigación y la adaptación, los medios de implementación que se requieren. Entre estos instrumentos está la Estrategia Climática de Largo Plazo, los planes sectoriales de mitigación y adaptación y los Planes de acción regionales de cambio climático, los que tienen que integrar entre sus lineamientos los medios de implementación específicos a cada uno de ellos. Por otro lado, la NDC actualizada, presentada a la CMNUCC en abril 2020, integró una serie de compromisos para crear las condiciones habilitantes o los medios de implementación necesarios para la mitigación y la adaptación.

En este sentido, se presentan los avances del país respecto a los medios de implementación, definidos a nivel nacional en tres ámbitos: i. Desarrollo y Transferencia Tecnológica; ii. Creación y desarrollo de capacidades, incluyendo puntos específicos como la observación sistemática de la variabilidad del clima y la Información relativa a los programas de investigación sobre cambio climático, y iii. Financiamiento, a través de la Estrategia financiera frente a cambio climático.

2. DESARROLLO Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Durante el periodo que se reporta, se avanzó en la implementación del compromiso específico de la Contribución Determinada a Nivel Nacional del año 2015, de diseñar e implementar una estrategia para el desarrollo y la transferencia tecnológica, que incluyó un análisis de línea de base sobre gasto e inversiones en tecnología, un mapeo de necesidades y el establecimiento de prioridades tecnológicas para el Cambio Climático.

En el contexto de este informe, se entiende por "tecnología" a la aplicación de conocimientos a problemas concretos, mediante procesos organizados, que involucran personas, organizaciones y máquinas, entre otros (Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Conocimiento, 2020). Además se define "desarrollo tecnológico" como el uso sistemático del conocimiento y la investigación dirigidos hacia la producción de materiales, dispositivos, sistemas o métodos incluyendo el diseño, desarrollo, mejora de prototipos, procesos, productos, servicios o modelos organizativos (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, 2019) y la "transferencia tecnológica" como la difusión de tecnologías bajas en emisiones o que permiten la adaptación a los efectos del cambio climático, cuyos beneficios involucran a toda la sociedad (Ockwell, Hauma, Mallett, & Watson, 2010).

Los sistemas tecnológicos son inseparables de los sistemas sociales, económicos y ambientales, y se componen, además, por normas, regulaciones, prácticas de los usuarios y los mercados, infraestructura, redes de mantenimiento y de suministro (denominados sistemas socio-técnicos) (Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Conocimiento, 2020).

2.1 Institucionalidad para el Desarrollo y Transferencia Tecnológica en Chile

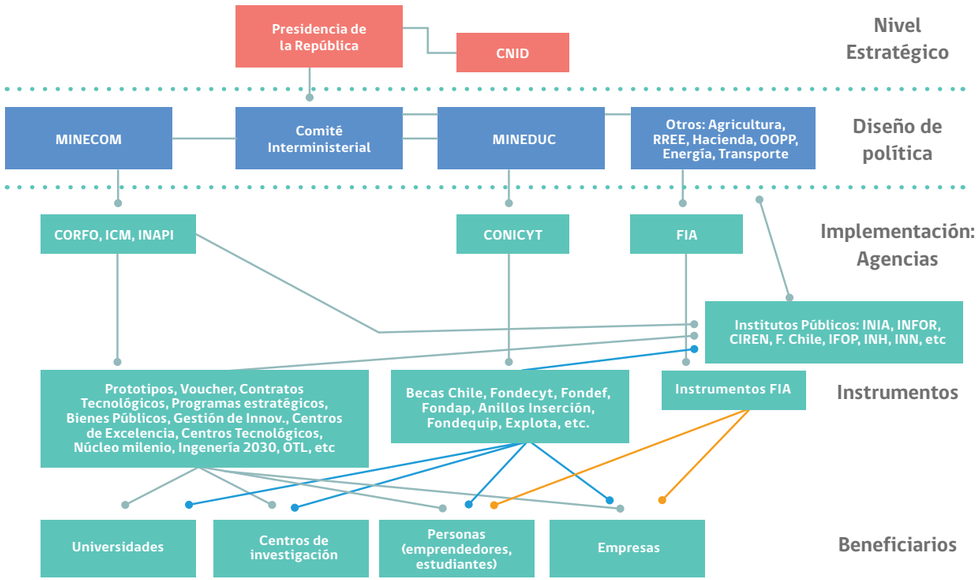
2.1.1 Avances en la institucionalidad hasta 2018

Hasta la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en 2018, la separación de las iniciativas de Ciencias Tecnología e Innovación (CTI), en dos ministerios de Economía y de Educación, ha resultado en el desarrollo políticas aisladas y énfasis particulares que han dado distintos gobiernos. Muchas de ellas han estado apalancadas por préstamos o apoyo de instituciones internacionales, particularmente del Banco Mundial y del Banco Interamericano para el Desarrollo (BID), ejemplo de ello son el Tratado de Cooperación en materia de Patentes, el Programa de Desarrollo de Innovación Tecnológica y el Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología, así como la creación del Programa Iniciativa Científica Milenio (Ministerio de Hacienda, 2018).

La arquitectura institucional previa al 2019, es el resultado de modificaciones institucionales realizadas durante el periodo de gobierno 2006-2010, donde se crea, por decreto presidencial, el Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNIC) y el Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC) (Ministerio de Hacienda, 2018).

A continuación, se presenta una figura que muestra la institucionalidad asociada a la CTCI hasta 2018:

Figura 5-1. Institucionalidad pública ciencia, tecnología e innovación hasta 2018.



Fuente: Ministerio de Hacienda, 2018.

El Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID), creado en 2014, es una propuesta institucional renovada del anterior CNIC, bajo la premisa de vincular los aportes de la CTI al Desarrollo del país, considerando para ello la perspectiva de desarrollo sostenible e integral. El CNID mantiene su rol de órgano asesor de la Presidencia de la República para generar orientaciones estratégicas para fortalecer la contribución de las ciencias, las tecnologías y la innovación al desarrollo del país. Su trabajo, desde 2005 como CNIC, busca anticiparse a los temas que marcarán al mundo en el largo plazo y para los que Chile debe prepararse hoy, de la mano de la ciencia, la tecnología, el conocimiento y la innovación (CTCI) (CNID, 2020).

Por otra parte, las dos principales agencias del estado, que ejecutan programas e iniciativas emanadas de la política de CTI son la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), dependiente administrativamente del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, que apoya el desarrollo de emprendimiento, innovación, tecnología y competitividad empresarial, y la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID, ex CONICYT), dependiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, que apoya la investigación y formación de capital humano avanzado, principalmente asociado al mundo de la ciencia y las universidades. Son estos organismos los encargados de diseñar los concursos y todo el proceso de conexión con empresas, emprendedores, personas, universidades, centros de investigación (públicos, universitarios y privados).

Los institutos tecnológicos públicos realizan investigación en áreas específicas, apoyando con investigación y desarrollo (I+D), procesos de regulación y políticas públicas. Por lo general, se encuentran alojados bajo un ministerio que actúa como mandante. Algunos ejemplos de ellos son los siguientes: Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN); Centro de Investigaciones Minero-Metalúrgicas (CIMM); Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN); Fundación Chile (FCH); Instituto Antártico Chileno (INACH); Instituto de Fomento Pesquero (IFOP); Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA); Instituto Forestal (INFOR); Instituto Geográfico Militar (IGM); Instituto Nacional de Hidráulica (INH); Instituto Nacional de Normalización (INN); Servicio Aerofotogramétrico de la Fuerza Aérea de Chile (FACH- SAF); Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA) y el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). Una institución particular en este grupo es el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI), que no realiza investigación, sino que apoya al sistema en el registro y difusión de la propiedad intelectual. Además, se integran las universidades y centros de investigación que han sido apoyados financieramente por diversos programas de Conicyt y los Centros de Excelencia Internacional que promueve CORFO[1].

En abril del año 2013 la Comisión Asesora Presidencial "Institucionalidad ciencia, tecnología e innovación" (conocida como Comisión Philippi) publicó recomendaciones para un reordenamiento en la coordinación de las instituciones que desarrollan políticas en CTI. En enero del año 2015, la Comisión Presidencial Ciencia para el Desarrollo de Chile publicó su "Informe Ciencia para el Desarrollo", que presenta propuestas de políticas, las que influyeron en la creación de un Ministerio de Ciencia y Tecnología.

2.1.2 Creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación

El 13 de agosto de 2018 fue publicada la Ley N° 21.105 que crea el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Desde ese momento se comenzó a trabajar en la implementación de una nueva institucionalidad que permita al país, insertarse exitosamente y de manera protagónica en la cuarta revolución industrial. El Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación es la secretaría de Estado encargada de asesorar y colaborar con el Presidente de la República en el diseño, formulación, coordinación, implementación y evaluación de las políticas, planes y programas destinados a fomentar y fortalecer el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación, orientándolo a contribuir al desarrollo sostenible del país y a la generación de conocimiento como resultado de investigación de base científico-tecnológica. De esta forma, se busca incrementar el patrimonio cultural, educativo, social y económico del país y sus regiones, y propendiendo al bien común, al fortalecimiento de la identidad nacional, regional y a la sustentabilidad del medio ambiente (Ministerio de Ciencias, Tecnología, Conocimiento e Innovación, 2019).

En este sentido, de acuerdo con la Ley N° 21.105, el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación se compone de los organismos públicos, instituciones públicas de investigación y desarrollo e instituciones de educación superior estatales; y por las personas e instituciones privadas que realizan, fomentan o apoyan actividades relevantes relacionadas con ciencia, tecnología e innovación. Asimismo, señala que se comprenden dentro de estas materias las actividades relacionadas con la formación de recursos humanos altamente calificados y técnicos especializados; la investigación básica y aplicada y la generación de conocimiento en las diversas disciplinas del saber; el desarrollo, transferencia y difusión de tecnología; y la innovación pública y privada en todas sus dimensiones.

1. Ver Sección CORFO y ANID.

El Sistema se sustenta en la colaboración, la coordinación y la cooperación de sus integrantes, buscando complementarse con otros sistemas de ciencia, tecnología e innovación a nivel internacional (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2019).

La institucionalidad pública del sistema se estructura, principalmente, en torno a tres ámbitos:

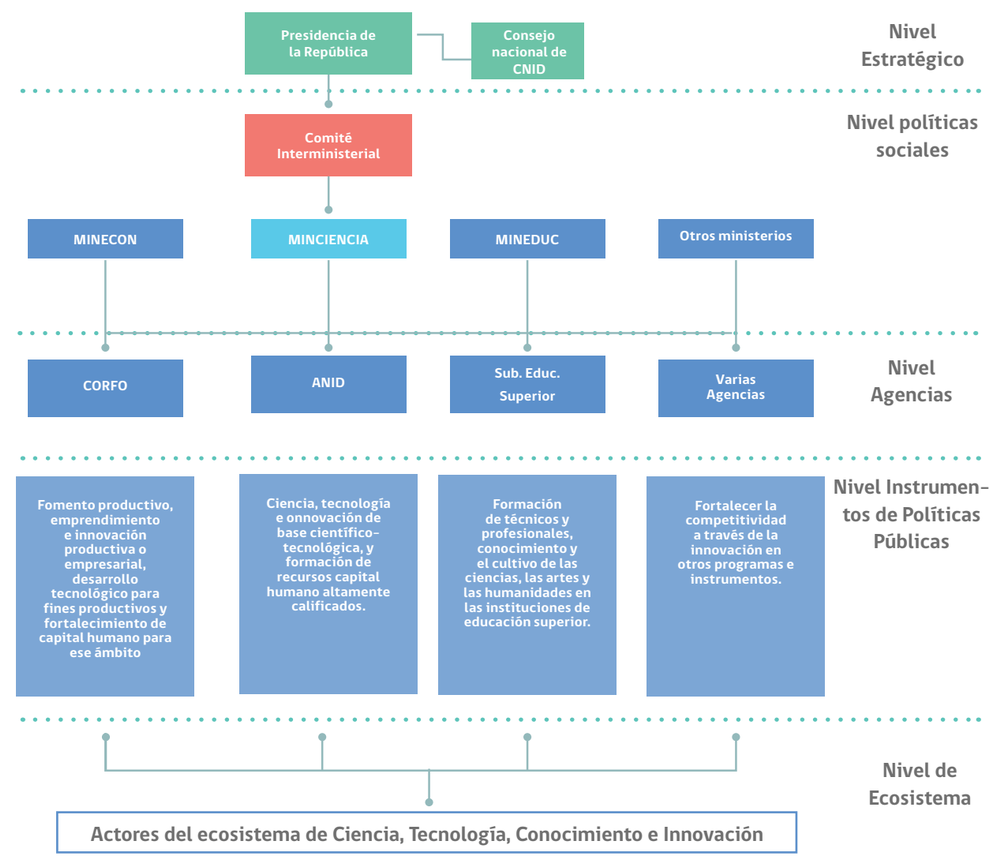
a) Ciencia, tecnología e innovación de base científico-tecnológica, y formación de recursos humanos altamente calificados, a cargo del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación y de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo;

b) Fomento productivo, emprendimiento e innovación productiva o empresarial, desarrollo tecnológico para fines productivos y fortalecimiento de recursos humanos para este ámbito, a cargo del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo y de la Corporación de Fomento de la Producción; y

c) Formación de técnicos y profesionales, y del conocimiento y el cultivo de las ciencias, las artes y las humanidades en las instituciones de educación superior, a cargo del Ministerio de Educación.

A continuación, se presenta una figura que muestra la nueva institucionalidad asociada a la CTI:

Figura 5-2. Institucionalidad pública asociada a ciencia, tecnología, conocimiento e innovación.



Fuente: Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, 2020.

2.2 Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación

La Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, lanzada en 2020, tiene como objetivo general, orientar estratégicamente los esfuerzos del país promoviendo, comprendiendo y utilizando la investigación en todas las disciplinas, la tecnología y la innovación para contribuir al desarrollo sostenible e integral de Chile (Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, Decreto N°4, 2020). Esta busca promover más y mejor la Ciencia, la Tecnología, el Conocimiento y la Innovación a través del fortalecimiento del ecosistema, de la profundización y de la vinculación de éstas con la ciudadanía, así como de las capacidades de anticipación y respuesta a los desafíos económicos, sociales y ambientales. Con este propósito y lineamientos, la Política define cuatro ejes de acción:

a) Vinculación con la sociedad: fortalecer la apropiación social de la CTCI, alianza donde radica la verdadera posibilidad de su comprensión, valoración y utilización, haciéndola parte de la identidad nacional y de la trayectoria de crecimiento y desarrollo de Chile.

b) Futuro: promover y fortalecer el aporte de la CTCI, en la identificación y construcción de posibilidades de futuro para anticiparse, priorizar y construir nuevas y diversas formas de valor, ancladas fundamentalmente en desafíos y singularidades del país.

c) Fortalecimiento del ecosistema de CTCI: crear espacios e interacciones dinámicas donde se favorecen diversas combinaciones entre la investigación de excelencia, la tecnología y la innovación, abriendo rutas para la creación de valor en un ecosistema diverso en beneficio de la sociedad.

d) Capacidades institucionales: crear un entorno habilitante y un espacio institucional apropiado para que emerjan las mejores contribuciones del ecosistema de CTCI, al desarrollo sostenible e integral país.

El eje de Fortalecimiento del ecosistema de CTCI incluye seis sub-ejes relativos a Investigación y Desarrollo; Tecnología, Innovación, Desarrollo de Talentos; Infraestructura y Equipamiento; y Regiones. El sub-eje de Tecnología apunta a fortalecer las capacidades de desarrollo y transferencia de tecnología del país en distintos ámbitos del quehacer nacional, a través de la integración de dichas capacidades con industrias, emprendimientos, iniciativas públicas e innovaciones sociales, así como en instituciones de educación superior, centros I+D+i, entre otros. Considera un espectro amplio de procesos y actividades para la generación de impacto tecnológico, que va desde el desarrollo experimental hasta la adopción masiva de una tecnología en los sectores productivos y la sociedad. Sus dimensiones son:

I. Desarrollo de tecnología,

II. Transferencia y adopción de tecnologías y,

III. Desarrollo país en base a tecnología.

Por otro parte, el sub-eje Innovación, busca propiciar capacidades para consolidar un entorno favorable para la innovación en el ecosistema de Ciencia, la Tecnología, el Conocimiento e Innovación, enfocado en el desarrollo sostenible e integral del país. Considera mecanismos que faciliten y promuevan la innovación, entendida como un proceso no lineal, que mejora o genera nuevos productos, servicios o procesos con la participación e interacción de distintos actores. Apoyando desde la concepción de ideas hasta su disponibilidad para los usuarios, así como fomentando el desarrollo de innovaciones disruptivas priorizando el uso de los recursos en aquellos actores, etapas y procesos donde se espera una mayor contribución en los ámbitos productivo, público y social, en un proceso abierto a todas las regiones del país. Las manifestaciones de la innovación son: i. Innovación de base científico-tecnológica; ii. Innovación empresarial; iii. Innovación social e iv. Innovación pública.

2.3 Estrategia de Desarrollo y Transferencia Tecnológica para el cambio climático

La Estrategia de Desarrollo y Transferencia Tecnológica para el Cambio Climático (EDTTCC) responde a uno de los compromisos suscritos por Chile para enfrentar sus desafíos ante el cambio climático en la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile, presentada a la Convención Marco de las Naciones sobre el Cambio Climático en 2015 y actualizada en 2020. El compromiso presentado en 2020, indica que Chile presentará en el 2020 su Estrategia de Desarrollo y Transferencia Tecnológica para el Cambio Climático (EDTTCC), y comenzará su implementación con el fin de fomentar y fortalecer el desarrollo y transferencia tecnológica apoyando e impulsando las transformaciones culturales, sociales, ambientales y económicas necesarias para lograr un desarrollo sostenible, resiliente y carbono neutral (Gobierno de Chile, 2020). Asimismo, menciona que será evaluada y actualizada, al menos, cada 5 años y considerará al menos las siguientes contribuciones: a) establecer la institucionalidad y gobernanza de la EDTTCC, y b) implementar y operar los mecanismos e instrumentos para el análisis de necesidades y para la implementación de planes de acción tecnológicos en áreas focalizadas (Gobierno de Chile, 2020).

La EDTTCC también se ha integrado en el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (2017-2022) y se la reconoce como uno de los medios de implementación de la Estrategia de Largo Plazo para el Cambio Climático, de acuerdo con lo presentado en el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático.

Para el desarrollo de dicha Estrategia, el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, encargó en junio de 2019, a la Secretaría Ejecutiva del CNID, la coordinación de una comisión con actores del mundo académico, público, empresarial y de la sociedad civil en materia de desarrollo y transferencia tecnológica y en cambio climático. Este grupo y su metodología de trabajo fue apoyado por un Comité Interinstitucional conformado por los Ministerios de Economía, Fomento y Turismo, Medio Ambiente y de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación; además de CORFO y su comité la Agencia de Sustentabilidad para el Cambio Climático (ASCC).

Esta comisión elaboró una propuesta de estrategia que fue finalizada en enero de 2020, que contiene los desafíos del cambio climático y el enfoque para avanzar en el desarrollo y transferencia tecnológica que permitan alcanzar los desafíos al año 2050, además identifica las principales barreras y la necesidad de elaborar Planes de Acción Tecnológica (PAT) como el principal instrumento de implementación para abordar los desafíos específicos (a nivel de sector, ámbito o región). También, se propone la institucionalidad que permite materializar esta estrategia.

Es importante destacar que este trabajo permitió, adicionalmente, generar un segundo documento: "Guía para los Planes de Acción Tecnológica: Accionando la EDTTCC", que entrega indicaciones para elaborar los Planes de Acción Tecnológica (PAT) específicos, estableciendo procedimientos y acciones tempranas de activación de la EDTTCC. Incluyendo los aprendizajes de un ejercicio aplicado en forma paralela por una mesa de trabajo liderada por ODEPA e integrada por profesionales expertos de distintas instituciones del Ministerio de Agricultura agrupados en el Comité Técnico Intraministerial para el Cambio Climático (CTICC), en el sector agrícola.

Fotografía: Bryan Contreras.

2.4 Desarrollo y Transferencia Tecnológica para el cambio climático en Chile

Respecto al desarrollo y transferencia de tecnología vinculadas a cambio climático en territorio nacional, las primeras menciones ocurren en el año 2003 en el marco del estudio "Transferencia de Tecnologías para el Cambio Climático" del PNUD (Deuman Ingenieros, 2003) y, luego, en la Estrategia Nacional de Cambio Climático del año 2006 y el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, del año 2008. En dichos documentos la transferencia tecnológica es parte de las líneas de trabajo a desarrollar, tales como el diseño de instrumentos de fomento al desarrollo de transferencia y adopción de tecnología para la mitigación y adaptación al cambio climático, entre otras líneas de acción. (Centro Cambio Global y Centro Energía UC, 2018).

Sobre esa base, en el año 2009, CORFO lideró el estudio "Estrategia y potenciales de transferencia tecnológica para el Cambio Climático" (POCH AMBIENTAL S.A., 2009), el cual aborda, la transferencia tecnológica para la mitigación y adaptación al cambio climático. Este documento abordó los aspectos internacionales, el contexto y los mecanismos nacionales, para evaluar las tecnologías para cinco sectores económicos relevantes para el país: minería del cobre, transporte, construcción, agricultura y pesca. Finalmente, parte de sus recomendaciones son la de avanzar en la sistematización de la evaluación de necesidades tecnológicas mediante el uso del manual sobre Evaluación de Necesidades Tecnológicas publicado por la CMNUCC. (Centro Cambio Global y Centro Energía UC, 2018).

En el año 2015, la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) para el Acuerdo de París presentada por Chile, compromete realizar un análisis de línea base sobre gasto e inversión en tecnología, un levantamiento de necesidades tecnológicas y de transferencia, la definición de prioridades tecnológicas y la identificación de elementos sinérgicos a ser aprovechados en la implementación de tecnología para los objetivos nacionales de adaptación y mitigación al cambio climático.

En seguimiento a este compromiso, en 2018 se realiza, por encargo del Ministerio del Medio Ambiente y en conjunto con el Centro de Cambio Global y el Centro de Energía de la Pontificia Universidad Católica de Chile, un estudio titulado: "Diagnóstico de las capacidades de transferencia tecnológica del país y desarrollo de la primera etapa del análisis de necesidades tecnológicas en cambio climático", que realiza un análisis histórico institucional de la transferencia tecnológica en Chile.

En las conclusiones del estudio, se observa que el nivel de implementación de tecnologías en cambio climático es acotado y liderado por pocos actores desde sectores que, por su naturaleza, han internalizado la necesidad de mitigación de GEI con claras asimetrías en el nivel de avance en la implementación de tecnologías y transferencia de capacidades. Así, son más evidentes los avances en la implementación de tecnologías y generación de capacidades en materia de mitigación, que las que se pueden identificar en adaptación. La situación se puede explicar por el desconocimiento sobre los impactos económicos y sociales que trae el cambio climático, las deficiencias en materia de asociatividad, las brechas de conocimiento respecto a la existencia de determinadas tecnologías y los potenciales beneficios de su incorporación, entre otras.

Entre las principales necesidades se identificó que el sector público y las agencias intermediarias, requieren mejorar la coordinación de iniciativas y estrategias para el desarrollo e implementación de acciones, considerando aspectos técnicos en focos temáticos o áreas prioritarias de desarrollo y mejorando el acceso y visibilidad de los instrumentos de financiamiento. También el mundo privado debe incorporarse al ecosistema CTI, transmitiendo sus necesidades, generando incentivos y dando seguimiento a las acciones que realicen. Por otra parte, la academia debe acercar sus investigaciones a las necesidades de los distintos actores, frente a la constante necesidad de propiciar un ecosistema integrado que mejore los flujos de información, capacidades y financiamiento entre los agentes generadores de conocimiento y los usuarios finales. Para esto, las oficinas de transferencia y licenciamiento (OTL) pueden fortalecer su rol a la hora de identificar, desarrollar y acompañar proyectos conjuntos entre academia y sector privado, en los cuales es necesario mejorar aspectos de eficiencia y de licenciamiento, generando mecanismos de atracción de inversión privada a procesos de innovación y mejora tecnológica, sobre todo para la pequeña y mediana empresa, que presentan mayores restricciones para asumir riesgos e incorporar capacidades que no son evidentes en su beneficio.

El estudio ejecutó un análisis multicriterio entre actores claves, para priorizar los sectores para el desarrollo de capacidades tecnológicas en el marco del cambio climático. En el ámbito de adaptación, se identifican como prioritarios los sectores de Recursos Hídricos (subsectores agua potable urbana y rural) y el sector Silvoagropecuario (subsectores forestal y agrícola-ganadero), mientras que, en mitigación, se priorizó el sector Energía (subsectores generación eléctrica y transporte). Para cada subsector se propone un plan de trabajo general, que recomienda objetivos, acciones prioritarias, instituciones responsables y plazos para la elaboración de estrategias de transferencia tecnológicas específicas (Centro Cambio Global y Centro Energía UC, 2018).

2.5 Análisis de Necesidades Tecnológicas

Un Análisis de Necesidades Tecnológicas (TNA, por sus siglas en inglés) es un proceso de evaluación que permite comprender las necesidades de tecnología y definir una línea base o un punto de partida para una acción efectiva sobre el cambio climático. Al llevar a cabo el proceso de análisis en forma objetiva y formal, los países definen su taxonomía y determinan sus prioridades de tecnología climática. Este proceso es importante por cuanto apoya el desarrollo sostenible, desarrolla la capacidad adaptativa y facilita la implementación de tecnologías climáticas priorizadas.

La ejecución de una TNA por parte de Chile es uno de los elementos de Estrategia de Desarrollo y Transferencia de Tecnología para el Cambio Climático, comprometida inicialmente en 2015 en la NDC y ratificada en su actualización de 2020, donde se indica que se debe "Implementar y operar los mecanismos e instrumentos para el análisis de necesidades y para la implementación de planes de acción tecnológicos en áreas focalizadas" (Gobierno de Chile, 2020).

A nivel nacional, la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC) es la Entidad Nacional Designada (END) del Mecanismo Tecnológico de la Convención. Como apoyo al diseño de una TNA, la ASCC y el Centro y Red de Tecnología Climática (CTCN por sus siglas en inglés), organismo de apoyo técnico que promueve la transferencia acelerada de tecnologías ecológicamente racionales para un desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima, han estado trabajando en el desarrollo de la evaluación de las necesidades tecnológicas (ENT) en cinco sectores prioritarios, basados en el Diagnóstico de las capacidades de transferencia tecnológica del país y desarrollo de la primera etapa del análisis de necesidades tecnológicas en cambio climático (Centro Cambio Global y Centro Energía UC, 2018), para, posteriormente elaborar un plan de acción tecnológica (PAT) para cada sector con miras a cumplir con los compromisos asociados a la NDC.

Fotografía: Daniel Pineda.

Por otra parte, durante el periodo de reporte, el Ministerio de Economía realizó una evaluación de los instrumentos del Consejo de Producción Limpia (denominación que recibía la ASCC hasta 2017), respecto a su capacidad de remover barreras no financieras que explican la baja incorporación de tecnologías climáticas en las MIPYMES, realizando recomendaciones de mejoras a dichos instrumentos. Otro logro del proyecto fue el análisis de instrumentos de financiamiento existentes en el país y a nivel global, y su efectividad para la promoción de tecnologías limpias en MIPYMES, lo que permitió proponer instrumentos de financiamiento para MIPYMES del sector agroalimentario enfocados en adoptar tecnologías climáticas aportando a la sustentabilidad del sector.

Asimismo, entre 2017 y 2018 se ejecutó el proyecto "Obstáculos que enfrentan las PYMES del sector agroalimentario en Chile para el financiamiento de inversiones de tecnologías del clima", con apoyo del Carbon Trust, que tuvo como finalidad analizar la cadena agroalimentaria del país, identificando puntos del proceso productivo en los que se justifica invertir en tecnologías para contribuir a reducir emisiones de gases de efecto invernadero y promover la adaptación al cambio climático.

2.5.1 Análisis de Necesidades Tecnológicas en el Sector Energía

Entre diciembre del 2017 y junio de 2018, el Ministerio de Energía con asistencia del proyecto Mercado Global del Carbono de la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ) en conjunto con el Partnership for Market Readiness (PMR) del Banco Mundial, ejecutó la primera fase de una estrategia para la definición de necesidades tecnológicas de sectores industriales que puedan tener vulnerabilidad frente a modificaciones técnico-normativas futuras en el marco de la adaptación de los mercados frente al cambio climático. El proyecto considera tres fases, una de priorización de sectores con alto riesgo de transición climática, una segunda de desarrollo de TNA para dos sectores específicos y una fase tres, de desarrollo de instrumentos de apoyo al financiamiento.

En la primera fase, para la priorización de sectores industriales, se llevó a cabo el estudio "Análisis de antecedentes para determinar las brechas tecnológicas existentes para la implementación de tecnologías limpias, en los sectores industriales expuestos al riesgo de una transición baja en carbono", donde se identificaron aquellos sectores que requieren realizar inversiones, adaptaciones y, en muchos casos, cambios estructurales para mantener o incrementar su competitividad en el contexto de los compromisos declarados por Chile ante el Acuerdo de París (Implementasur, 2018). Esta primera fase, tuvo como objetivo identificar y recopilar los insumos existentes y necesarios para evaluar las necesidades tecnológicas en sectores de mitigación de GEI, cuya competitividad puede verse afectada ante un posible régimen futuro de Instrumentos de Precio al Carbono (IPC) más exigente e incluyó un análisis en base a criterios cualitativos y cuantitativos para identificar aquellos sectores que, en su proceso de transición hacia tecnologías bajas en carbono, enfrentan mayores riesgos financieros (o efectos negativos en su estructura de costos y participación en el mercado) ante futuros escenarios de instrumentos de precio al carbono. Los sectores identificados como prioritarios fueron: cemento, combustibles, química y metalurgia (siderurgia).

En 2018 se inició una segunda fase del proceso. El Ministerio de Energía con financiamiento del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF) y con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), GIZ y Fundación Bariloche, inició dos estudios para promover el desarrollo bajo en carbono de las industrias chilenas priorizadas en la fase previa: cemento y siderurgia. Estos estudios incluyeron la identificación y priorización de tecnologías junto con un análisis de barreras y marcos facilitadores para la transferencia y adopción de nuevas tecnologías de mitigación de GEI. Como resultado de esta fase, se generó un Plan de Acción para la Tecnología (PAT), incluyendo un plan de inversión con priorización de tecnologías y una hoja de ruta para el desarrollo bajo en carbono. Ambos procesos contaron con una activa participación de representantes del sector público y privado, y están disponibles públicamente[2].

2.6 Experiencias de desarrollo tecnológico para enfrentar el cambio climático en el sector privado

A continuación, se presentan algunas iniciativas de desarrollo tecnológico específico sobre cambio climático, desarrolladas por CORFO y la Agencia de Sostenibilidad Energética.

2.6.1 Experiencias de Corporación de Fomento de la Producción (CORFO)

La Corporación de Fomento de la Producción, CORFO es una agencia estatal, dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, dedicada al desarrollo productivo en Chile, cuya misión es "Mejorar la competitividad y la diversificación productiva del país, a través del fomento a la inversión, la innovación y el emprendimiento, fortaleciendo, además, el capital humano y las capacidades tecnológicas para alcanzar el desarrollo sostenible y territorialmente equilibrado" (CORFO, 2020).

Los objetivos de las distintas áreas de trabajo de CORFO son los siguientes:

2. https://4echile.cl/lineas-trabajo/salida-del-carbon/mercado-global-del-carbono-chile/publicaciones/

Los objetivos de las distintas áreas de trabajo de CORFO, son los siguientes:

a) **Emprendimiento:** Facilitar la puesta en marcha y desarrollo de nuevas empresas, a través de la implementación de programas, instrumentos y otras acciones que apoyen la creación, crecimiento e internacionalización de los emprendimientos llevados a cabo en territorio nacional.

b) **Innovación:** Impulsar la innovación y el desarrollo tecnológico en todo tipo de empresas, tanto consolidadas como nuevas, mediante la entrega de herramientas y promoción a la colaboración entre actores que permitan mejorar, sofisticar, diversificar y digitalizar la matriz productiva.

c) **Capacidades Tecnológicas:** Fortalecer las capacidades de desarrollo, adaptación transferencia y difusión de tecnologías para apoyar la innovación empresarial en sectores productivos de alto impacto y el desarrollo de bienes públicos necesarios para el desarrollo productivo y fortalecimiento de las capacidades regulatorias del Estado.

d) **Redes y Competitividad:** Mejorar la productividad de las empresas y la competitividad del ecosistema productivo en territorios, potenciando la asociatividad entre empresas para mejoras sustantivas de gestión y adopción de tecnologías, fortaleciendo el capital humano, fomentando la generación de redes y favoreciendo la inversión.

e) **Financiamiento:** Entregar apoyo al financiamiento requerido por empresas en Chile, en particular, las de menor tamaño, a través de soluciones financieras de apoyo al financiamiento.

A través de la Gerencia de Capacidades Tecnológicas, CORFO ha desplegado una amplia agenda vinculada a la economía del futuro y la innovación, promoviendo el desarrollo tecnológico colaborativo empresarial, científico, de gobierno y de la sociedad civil para abordar los desafíos en la productividad del país. Sus objetivos específicos son: potenciar infraestructura tecnológica y capital humano para el desarrollo tecnológico, la innovación y la sofisticación productiva; abordar desafíos y desarrollos tecnológicos para la modernización de la matriz productiva y fortalecer las capacidades de transferencia tecnológica y de comercialización (CORFO, 2020). En este sentido ha impulsado la creación de Centros Tecnológicos para la Innovación, con el propósito de crear y/o fortalecer infraestructura tecnológica y capital humano avanzado que permita activar la demanda por innovación de las empresas para la creación de nuevos productos o servicios de alto valor y potencial de mercado, a través de diversos programas (CORFO, 2020):

- Programa de Atracción de Centros de Excelencia Internacional (CEIs). Al término del 2019 CORFO mantiene vigentes convenios de subsidio con siete Centros de Excelencia Internacional, entre los cuales se ejecutan un total de 67 proyectos de I+D, con impacto en diversas industrias y plataformas habilitantes, tales como el sector de alimentos, minería, vitivinicultura, energías renovables, acuícola, transformación digital, inteligencia artificial, entre otras.

- Programa de Centros Tecnológicos para la Innovación (CTIs). Apoya el fortalecimiento de infraestructura, equipamiento y capital humano especializado, a través de la creación de nueve Centros Tecnológicos para la Innovación, desde el 2015, con el propósito de impulsar el prototipaje, pilotaje, desarrollo y escalamiento de nuevos productos y soluciones de base tecnológica, disponibilizando sus espacios de prueba e I+D a un amplio ecosistema de empresas, emprendedores e innovadores de diversos sectores productivos tales como alimentos, acuicultura, tecnologías de la información y comunicación (TICs) aplicada al sector de la salud, construcción, minería, biotecnología e industrias creativas.

- Creación de Capacidades Tecnológicas para la Generación de Bienes Públicos para la Competitividad (ITPs). CORFO apoya el fortalecimiento de infraestructura, equipamiento y capital humano especializado, desde el 2018, a través del fortalecimiento de dos Institutos Tecnológicos ya existentes (CIREN e INFOR) y la creación de dos nuevos Institutos Tecnológicos en los ámbitos de resiliencia antes desastres de origen natural y el sector logístico (Itrend y Conecta Logística), con el propósito de contribuir a la generación innovaciones y bienes de carácter público que impulses el desarrollo de estos sectores, así como apoyar la toma de decisiones de política pública.

- Programas y Consorcios Tecnológicos para promover programas colaborativos de I+D+i entre empresas, universidades y centros tecnológicos con visión de largo plazo y alto impacto en sectores estratégicos. En particular, se hizo una convocatoria llamada "Consorcio Tecnológico para la Innovación" con foco en resolver al menos uno de los siguientes ámbitos: gestión hídrica en agricultura para aumentar la competitividad y sustentabilidad del sector, eficiencia hídrica y reutilización en el sector sanitario y/o innovaciones tecnológicas para nuevas fuentes hídricas.

Una lista de los **centros tecnológicos** de excelencia internacional, nacionales y **consorcios tecnológicos** se puede apreciar a continuación.

Tabla 5-1. Centros Tecnológicos y de excelencia abiertos por CORFO en el periodo 2016-2020.

Sector	Nombre del Centro	Región	Año de inicio	Descripción / Objetivos	Instituciones involucradas
Construcción	Centro Interdisciplinario para la Productividad y Construcción Sustentable (CIPYCS)	Antofagasta	2016	CIPYCS desarrolló tecnologías, sistemas y servicios para potenciar la construcción, operación, reacondicionamiento y deconstrucción sustentable, eficiente y de bajo impacto medioambiental y social, a través de diferentes ejes temáticos: eficiencia energética.; construcción y operación con huella neta cero; energía solar; mejoramiento de las condiciones de habitabilidad; autonomía energética y reacondicionamiento de infraestructura.	Beneficiarias mandantes: Pontificia Universidad Católica de Chile; Universidad del Bío-Bío; Universidad Católica del Norte y Universidad de Talca. Asesores internacionales: The Center for Integrated Facility Engineering (Cife), The Project Production Systems Laboratory (P2sl At UC Berkeley)
Construcción	Centro Tecnológico para la Innovación en Productividad y Sustentabilidad en la Construcción	Metropolitana	2016	Aportar en la generación de demanda y en la producción de tecnología aplicable en la mejora de la productividad y sustentabilidad de la industria de la construcción. Producir y gestionar nuevo conocimiento en las áreas de productividad y sustentabilidad de la construcción, con énfasis en generar metodologías de construcción más eficientes y sustentable. Proveer de espacios para la certificación de procesos y productos, para pruebas y prototipajes, que faciliten los procesos de innovación en la industria e impulsen la puesta en marcha de negocios de base tecnológica en el sector construcción.	Universidad de Chile y Fundación Csiro-Chile Research
Energía	Programa de Investigación y Desarrollo de Tecnologías Fotovoltaicas de Alta Radiación y Clima Desértico (AtamoS-TEC)	Antofagasta	2017	Crear una plataforma colaborativa de proyectos de I+D+i que aborden el desafío de adaptar y desarrollar tecnologías adecuadas a las condiciones de zonas desérticas y alta radiación en cuanto a durabilidad y rendimientos esperados, de forma de reducir el costo nivelado de la energía a niveles de 20-25 USD/MWh al año 2025.	Universidades: de Antofagasta, la U. de Chile, U. Santa María, U. de Concepción, U. Adolfo Ibáñez, Asesores internacionales: empresa consultora Phibrand, centros tecnológicos como CEA INES (Francia), ISC Konstanz (Alemania) y Fraunhofer Chile Empresas asociadas: de la cadena de valor de la energía solar, como Colbún, Cintac, Vidrios Lirquén, Grupo Mondragón, y unas 15 empresas pequeñas y medianas que proveen bienes y servicios para el balance de sistema en plantas solares.

Sector	Nombre del Centro	Región	Año de inicio	Descripción / Objetivos	Instituciones involucradas
Economía Circular	Centro de Economía Circular para la Macro Zona Norte	Tarapacá	2019	Fomentar el desarrollo y transferencia de tecnologías (I+D), con base a modelos de economía circular, que sean incorporadas en las cadenas de valor empresarial de las áreas de energía solar, sales de litio, baterías de litio y almacenamiento de energía, minería metálica y no metálica de la macrozona norte del país, promoviendo la diversificación y sofisticación de productos y servicios mediante el impulso al emprendimiento de base tecnológica que sean parte de la cadena de valor extendida de la industria y el comercio que posibiliten la creación de nuevas actividades económicas, además de apoyar el desarrollo de la infraestructura tecnológica y la inserción del capital humano avanzado especializado en implementación de modelos de economía circular en la industria y comercio de la macrozona norte del país.	Universidades: Universidad Bernardo O'Higgins, Universidad Técnica Federico Santa María, Universidad de Chile, Universidad de Santiago de Chile, Universidad de Tarapacá, Universidad Arturo Prat, Universidad de Antofagasta, Universidad de Atacama, Facultad de Ciencias del Mar UCNORTE, Pontificia Universidad Católica de Chile. Otros socios: Fundación Leitat Chile, Corporación Endeavor Chile, Asoc de Industriales de Iquique, A G, Neptuno Fluid Technology Industrial Limitada, Smi-Ice-Chile Spa, Semilla Ipstar, BHP Chile Inc., Cia Minera Doña Inés de Collahuasi SCM, Corpesca S.A., Andes Pacific Techonology Access, Know Hub Chile, Centro de Innovación y Economía Circular Spa.
Gestión de recursos hídricos	Centro Tecnológico QUITAI- ANKO	Atacama, Coquimbo y Valparaíso	2019	Desarrollar y promover soluciones tecnológicas innovativas en recursos hídricos, a través de la vinculación entre empresas e instituciones públicas y privadas de I+D+i+e[3], favoreciendo la eficiencia y nuevas fuentes de abastecimiento para zonas áridas y semiáridas y desarrollando, difundiendo y transfiriendo empaquetamientos tecnológicos en eficiencia hídrica y nuevas fuentes.	Beneficiario: Universidad de La Serena Coejecutores: Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas y el Centro del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe Asociados: Antofagasta Minerals - Minera Los Pelambres S.A
Gestión de recursos hídricos	Centro Avanzado Para Tecnologías del Agua (CAPTA)	Atacama, Valparaíso, Metropolitana	2019	Desarrollar, aplicar, transferir y comercializar soluciones tecnológicas en los ámbitos de gestión, eficiencia y reutilización de aguas e innovación tecnológica para nuevas fuentes hídricas, que aumenten la productividad, la competitividad y la sustentabilidad de la agricultura, la minería, la industria y los servicios sanitarios, a través de pruebas de las soluciones tecnológicas propuestas en un entorno relevante o de simulación, determinando su viabilidad técnica y económica y fortaleciendo la formación e incorporación de capital humano avanzado pertinente.	Beneficiario: Universidad de Chile Asociados, coejecutores y colaboradores: Universidad de Playa Ancha, Universidad de Atacama, AngloAmerican, WaseConn, Sacyr SA y 5 entidades expertas internacionales.
Gestión de la reducción del riesgo de desastres	Instituto Tecnológico de Resiliencia ante Desastres ITReND	Metropolitana	2019	Busca resolver las fallas detectadas en la I+D+i en temas de resiliencia, facilitar procesos de colaboración y lograr una articulación efectiva de los actores, además de crear una red nacional colaborativa mediante un trabajo mancomunado entre todos los actores involucrados	Facultad de Ingeniería de la UC; y Centro de Modelamiento Matemático de la U. de Chile.

Fuente: Elaboración propia con datos entregados por CORFO.

3. Investigación, desarrollo, innovación y emprendimiento.

Los **Bienes Públicos** son definidos como aquellos bienes que una vez producidos se encuentran disponibles para todos los agentes de la comunidad y cuyo consumo por parte de un individuo no reduce, real ni potencialmente la cantidad disponible para otro. CORFO presentó algunas convocatorias específicas para el combate del cambio climático, entre los que podemos destacar: Bienes Públicos Estratégicos de Alto Impacto para la Competitividad, Programa Estratégico Industria Solar, de 2017, y el programa Bienes Públicos con Adaptación al Cambio Climático. Los resultados de dichas convocatorias, se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 5-2. Postulaciones (P) y Adjudicaciones (A) de Bienes Públicos, según sector de la entidad beneficiaria.

	Empresa		Fundación - ONG		Universidad - Centro I+D		Total general	
Bienes Públicos	P	A	P	A	P	A	P	A
2016 Bienes Públicos Estratégicos de Alto Impacto - Industria Solar	1	-	-	-	6	5	*7*	*5*
2017 Bienes Públicos Estratégicos - Industria Solar	-	-	-	-	4	1	*4*	*1*
2017 Bienes Públicos Estratégicos - Eficiencia Energética	10	3	3	3	10	3	*23*	*9*
2019 Bienes Públicos Estratégicos - Adaptación al Cambio Climático	28	1	9	1	84	11	*121*	*13*
Total general	**29**	**1**	**9**	**1**	**94**	**17**	**132**	**19**

Fuente: Elaboración propia a partir de información de CORFO

A continuación, se presentan algunos ejemplos de Bienes Públicos adjudicados asociados a cambio climático:

- Aseguramiento de la calidad de mediciones radiométricas y fotométricas en Chile: ejecutado por la Universidad de Santiago de Chile en 2016, el proyecto desarrolló estándares para la calibración de instrumentos para mediciones radiométricas y fotométricas, generó información geo-referenciada relativa al recurso solar complementaria a la existente en el "Explorador Solar" del Ministerio de Energía y sistematizó, empaquetó y traspasó al mandante: manuales de calibración, protocolos de evaluación de incertidumbre, y guías de buenas prácticas de medición en radiometría solar.

- Consorcio de Movilidad Eléctrica, iniciativa público-privada: buscó durante el 2017 generar las condiciones que permitan a Chile ser un país líder en la movilidad eléctrica. Este bien público es parte de la Hoja de Ruta del Programa Estratégico Regional (Transforma) Santiago Ciudad Inteligente y fue desarrollado por el Centro Mario Molina Chile, ENEL y el Centro de Desarrollo Tecnológico de Finlandia VTT. Este Consorcio analizó los recorridos más aptos para luego modelar la operación y simular un nivel de consumo de los buses.

- Scinabox: plataforma abierta de soluciones smart cities para la región de la Araucanía. Iniciada en 2018, esta iniciativa de Everis, busca eliminar las brechas de acceso de la industria y del ecosistema de innovación regional al mercado smart cities, generando nuevas oportunidades de negocio y empleo sustentables, creación y retención de capital humano avanzado por parte de la municipalidad de Temuco

- South Rivers Toolbox: Modelo predictivo de la morfodinámica fluvial para apoyar la gestión de cauces. Proyecto de la Universidad de Concepción iniciado en 2019, que busca desarrollar una herramienta de soporte para diseñar acciones de manejo fluvial frente a cambios de la morfología del cauce y de la hidráulica de inundación esperados por las alteraciones inducidas por el cambio climático (incluyendo caudales extremos, derrumbes, entre otros factores). Esta herramienta ha llevado a cabo, a la fecha de este reporte, un levantamiento de métricas y variables hidro-geomorfológicas en el río Andalién, usando para ello la combinación de series de tiempo de imágenes satelitales y DEMs de alta resolución espacial.

Otros instrumentos y programas de CORFO para impulsar la sustentabilidad se presentan a continuación:

Tabla 5-3. Programas de CORFO relativos a cambio climático.

Programa o Instrumento	Descripción	Año
Consorcios Tecnológicos	CORFO ha apoyado varios consorcios tecnológicos. Dos sobre hidrogeno verde, el primero consiste en la transformación de camiones mineros de alto tonelaje a combustión dual hidrógeno diésel y el segundo está trabajando en la adaptación de la operación de equipos móviles mineros de diésel a hidrógeno mediante celdas de combustible. Otros dos sobre Gestión Hídrica, el Centro Tecnológico QUITAI - ANKO cuya meta es generar soluciones a los desafíos en Gestión de Recursos Hídricos en las regiones de Atacama, Coquimbo y Valparaíso y el Centro Avanzado para Tecnologías del Agua (CAPTA).	2018 y 2019
Programas de Formación para la Competitividad en temáticas de sustentabilidad	Generación de cursos para capacitar a trabajadores y/o empresarios en distintas temáticas productivas. En particular, desde el 2016 a la fecha ha gestionado la creación de 22 programas en conocimiento verde, en temáticas como ERNC, ecodiseño, economía circular, agricultura para la inocuidad alimentaria, riego tecnificado, entre otros, otorgando becas para alumnos.	2016
Chile Transforma	Creado para desarrollar un conjunto de iniciativas que buscan potenciar los principales sectores de la economía, articulando la participación y el compromiso de empresas, instituciones públicas, la academia y los líderes de la comunidad de cada sector. a) Transforma Alimentos (Transforma Alimentos, 2020): Programa que busca el desarrollo del sector alimentario nacional, contribuyendo a la diversificación y sofisticación productiva, el aumento de la productividad y sustentabilidad y la generación de capital social. b) Programa Solar: El Comité de Desarrollo de la Industria de la Energía Solar, compuesto por actores públicos, privados y de la academia, tiene por objetivo desarrollar una industria solar en Chile. Esta iniciativa busca aprovechar el recurso solar para crear una industria local sólida e innovadora. c) Construye 2025: La iniciativa busca transformar la forma de construir edificaciones en Chile, para mejorar la productividad de la industria en toda su cadena de valor y generar un cambio cultural sobre el valor de la sustentabilidad en el sector. d) Programa Acuicultura y Pesca Sustentable: Es una iniciativa pública-privada que apunta a ampliar y sofisticar la oferta con productos y procesos generados bajo criterios de sustentabilidad, que cumplan con altos estándares de protección ambiental, sanitaria y laboral.	Desde 2015
Programa Focal, Certificación Sistema B	Programa que otorga un subsidio a Pymes que generen impacto social y ambiental positivo, para implementación y certificación como Empresa B. El año 2019 se financiaron 20 proyectos.	N/A
Seed foco en emprendimientos verdes (Start-Up Chile)	A la fecha, esta línea de apoyo contabiliza 23 proyectos relacionados con mitigación y/o adaptación, constituyéndose en la primera generación en tener más del 10% de sus proyectos trabajando en áreas relacionadas directamente con la sustentabilidad.	N/A
Convocatorias especiales (Innovación)	El área de innovación ha tenido convocatorias con foco especial en sustentabilidad, como prototipos de economía circular, Programa Huella y el Programa Bienes Públicos para la adaptación al cambio climático entre otros. Esta área ha financiado 696 proyectos relacionados al cambio climático. Dos convocatorias destacadas son la de 'Prototipos de innovación para Economía Circular' por una inversión de US$1 millón en 26 proyectos y el 'Programa Huella', que financió 12 emprendimientos de triple impacto.	N/A
Innovación en productos y procesos (Prototipo)	Apoya proyectos que desarrollen productos (bienes o servicios) y/o procesos, nuevos o significativamente mejorados, hasta la fase de prototipo y que provoquen un impacto a nivel regional o país. Algunos ejemplos son: a) Diseño de un modelo circular para la fabricación de elementos de desgaste para la industria minera: El proyecto de 2018 de la empresa Neptuno busca estudiar, diseñar y evaluar la factibilidad técnica - económica de fabricar aleaciones metálicas antiabrasivas para su uso en los procesos productivos de la industria minera, que permitan obtener fases estructurales de mayor resistencia a la abrasión a la que son expuestas estas piezas, mediante la reutilización de desechos de material de desgaste de la propia industria. b) Diseño y desarrollo de una línea de proceso que acondicione residuos orgánicos hortofrutícolas para que sean transformados en proteína: La empresa Resiter, beneficiaria en este proyecto de 2018, busca desarrollar una línea de proceso con componentes de automatización, que transforme y acondicione residuos orgánicos provenientes de la industria hortofrutícola, en uno o más productos para dietas de insectos para su uso como proteína de alto valor para alimentación animal, estabilizando y estandarizando su calidad y rendimiento y aprovechando, de manera eficiente, los potenciales nutricionales y organolépticos que hoy son desperdiciados.	2018

Fuente: Elaboración propia con datos de entregados por CORFO.

Tabla 5-4. Programas de CORFO de financiamiento e innovación.

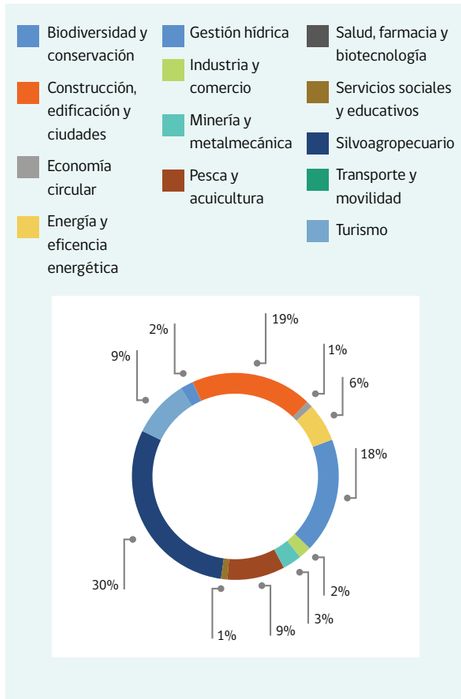
Programa o Instrumento	Descripción	Año
Crédito Verde	El programa otorga refinanciamiento a intermediarios financieros para operaciones de crédito y de *leasing* financiero a empresas para inversiones destinadas a la construcción, operación y puesta en servicio de proyectos de generación de ERNC; proyectos de autoconsumo y/o almacenamiento de ERNC; proyectos de eficiencia energética; proyectos de economía circular y/o proyectos de mejora ambiental. Se encuentra en etapa de implementación.	2020
Crédito ERNC	Destinado al financiamiento de inversiones en proyectos de ERNC, incluidos proyectos de empresas destinados al autoconsumo. CORFO, aprobó más de USD$88 millones entre 2017 y 2018 para el financiamiento de ocho proyectos, cuatro eólicos y cuatro miniplantas hidráulicas. Este programa se encuentra cerrado y contó con apoyo de KfW.	2017
Línea de Cobertura Pro-Inversión Modalidad ERNC y Dendroenergía	Créditos a empresas destinados a proyectos de Energías Renovables No Convencionales (hasta 9 MW), con un tope del 70% del monto de financiamiento. Un caso de éxito es la inversión en el proyecto *EFE Solar* con la empresa Sodimac, intermediado a través de Banco Estado. El proyecto consiste en la construcción de 31 proyectos de generación de energía fotovoltaica de autoconsumo para las tiendas Sodimac (EfeSolar, 2020).	2017
Financiamiento Temprano en Acción Climática	A la fecha, esta línea de apoyo contabiliza 63 proyectos de emprendimiento que contemplan ámbitos asociados a cambio climático.	N/A

Fuente: Elaboración propia con datos de entregados por CORFO.

Se ha identificado una lista con más de mil proyectos de CORFO, que tienen relación con sustentabilidad y/o cambio climático. A partir de la sistematización de aquella lista, se identificó a los sectores de desarrollo en los que se enmarcan estos proyectos, además de si su foco se orienta hacia la adaptación o a la mitigación. En la figura 2-4 se puede apreciar que los sectores que recibieron mayor financiamiento a través de créditos o subsidios asociados a la adaptación, durante el periodo 2016 a marzo 2020, fueron el Silvoagropecuario, con un 30% de recursos, el sector de la construcción, edificación y ciudades con un 19%, y la gestión hídrica, con un 18%. Estos son los sectores donde más influye la adaptación social y productiva a nuevos sistemas climáticos.

Fotografía: Daniel Pineda.

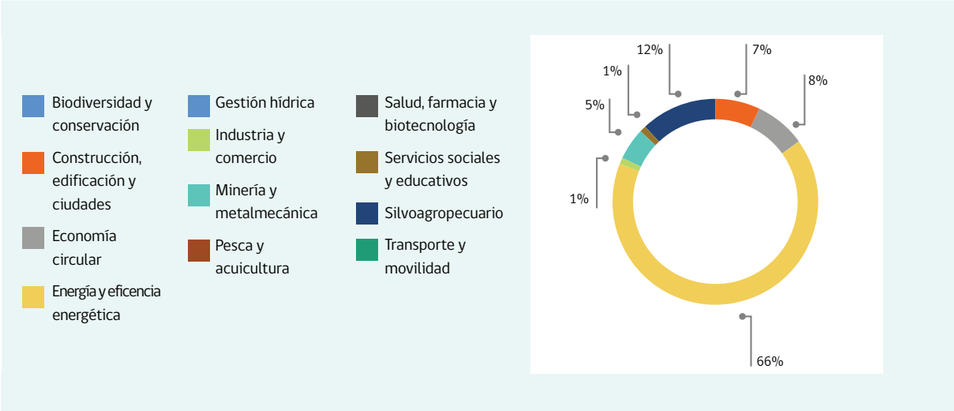
Figura 5-3. Participación sectorial en iniciativas de adaptación.



Fuente: Elaboración propia con datos compartidos por CORFO.

Con respecto a la mitigación, la siguiente figura indica que los sectores más beneficiados a través de CORFO, en el mismo periodo, sería, por un amplio margen, el de energía, con un 66%, seguido del silvoagropecuario con un 12% de participación y, un poco más atrás, construcción y ciudades y economía circular.

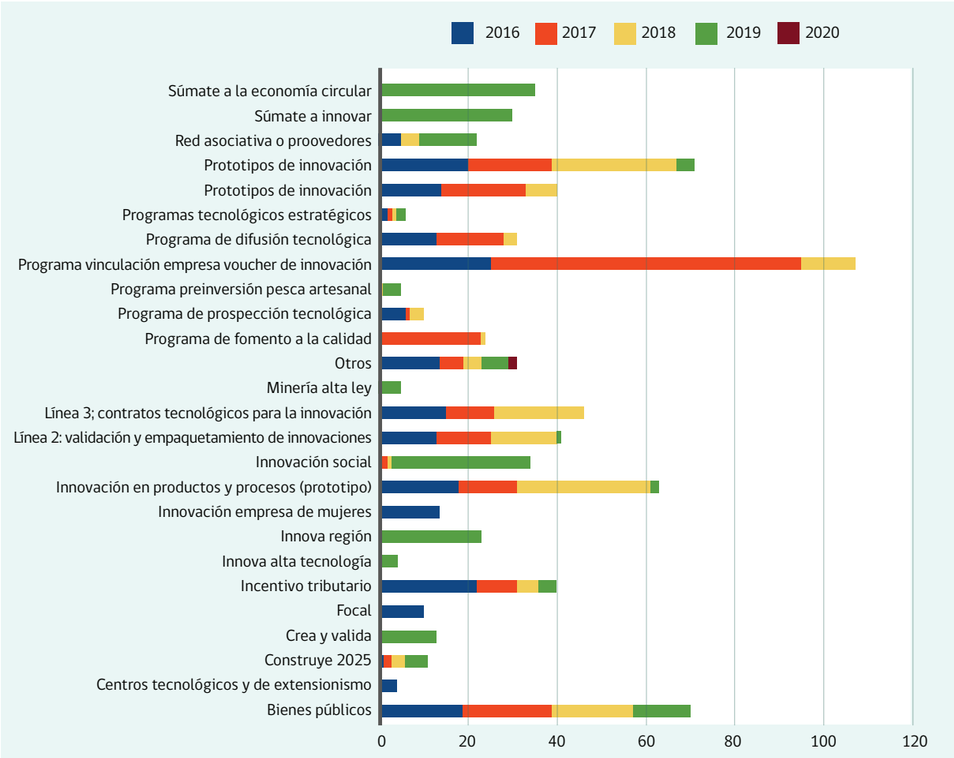
Figura 5-4. Participación sectorial en iniciativas de adaptación.



Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por CORFO

Los instrumentos[4] y el número de iniciativas apoyadas por CORFO en el periodo 2016 a 2020 y que pueden ser asociadas a transferencia tecnológica se ven en la siguiente figura:

Figura 5-5. Iniciativas ligadas a Transferencia Tecnológica por Instrumento de Fomento, periodo 2016 a 2020.



Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por CORFO.

4. La línea "Bienes Públicos", agrupa los Instrumentos: Bienes públicos, Bienes públicos estratégicos para la competitividad, Bienes públicos para la competitividad, Bienes públicos para la competitividad regional; La línea "Crea y Valida", agrupa los instrumentos: Crea y valida, Crea y valida empresarial, Crea y valida I+D+i, colaborativo, Crea y valida I+D+i empresarial; Le línea "Innovación Social" incluye los instrumentos: Innovación de interés público (Iip), Instala innovación y línea 2: Validación de la innovación social.

2.6.2 Experiencia de la Agencia de Sostenibilidad Energética (AgenciaSE)

A través de la implementación de diversos programas y proyectos de política pública, articulando actores públicos y privados, la Agencia de Sostenibilidad Energética (AgenciaSE), fundación de derecho privado sin fines de lucro, creada en 2010 por mandato legal junto con el Ministerio de Energía a través de la Ley 20.402, ha contribuido a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en el país. La siguiente tabla muestra las principales iniciativas llevadas a cabo por la AgenciaSE en el periodo 2016 a 2020:

Tabla 5-5. iniciativas ejecutadas por la Agencia SE en el periodo 2016-2020.

Iniciativa	Descripción	Actividades realizadas	Resultados	Beneficiarios
Programa de Eficiencia Energética en Edificios Públicos (PEEEP)	Implementación de medidas de eficiencia energética en hospitales públicos de alta complejidad desde los diagnósticos energéticos hasta la medición y verificación de los proyectos. Contempla además la asesoría a 20 hospitales de alta complejidad en la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía. Seguimiento de operación y verificación de ahorros de 36 proyectos del Programa realizados en durante los años 2015-2018.	Implementación de medidas de eficiencia energética en 39 hospitales públicos de alta complejidad. Asesoría y levantamiento de brechas para la implementación de SGE.	Promoción de la eficiencia energética en Hospitales públicos a través de la asesoría para la implementación de un SGE en 36 hospitales de alta complejidad. Asesoría técnica para implementación de SGE con su respectivo plan de acción en Resultados definitivos de la implementación de 36 proyectos del PEEEP Ahorros Medidos y verificados de 68.521.239 kWheq.	39 hospitales Públicos de Alta Complejidad.
Programa de recambio de luminarias de alumbrado público	Instalación de luminarias de alumbrado público con tecnología LED y sodio de alta presión con doble balasto de nivel de potencia (SAP DNP) de modo de modernizar el parque de alumbrado público de diferentes comunas durante el período 2015 - 2020.	Gestión del proceso licitatorio y seguimiento del contrato Implementación del recambio, inspección técnica de obras, capacitación asociada a alumbrado púbico Validación técnica de los productos generados	Se realizaron 52 proyectos de alumbrado público en 38 comunas, totalizando 123.501 luminarias instaladas.	Comunidad de los sectores intervenidos, organismos reguladores, proveedores de luminarias, instaladores y empresas contratistas.
Programa de Fomento a los Sistemas de Gestión de la Energía	Busca masificar la adopción de Sistemas de Gestión de la Energía (SGE) en organizaciones con grandes consumos, a través de: asistencia técnica para el fortalecimiento del SGE, o bien, cofinanciamiento para la implementación y la certificación.	Ejecución de la Implementación y certificación de 24 SGE, de los cuales 11 se encuentran cerrados al final del trimestre 2019. Adicionalmente, operaron 6 asistencias técnicas en el marco de la UAT-SGE, de las cuales 2 se tradujeron en certificaciones ISO 50001:2018.	Ocho nuevas empresas adjudicadas para comenzar su implementación en 2020. 7.500 GWh ahorrados. 2.000 personas capacitadas. Se han registrado mejoras en el desempeño energético de las empresas del orden de 5% anual en marcha blanca, con algunos casos de éxito que han alcanzado 12% y 15%.	Empresas del sector industrial y minero con gastos energéticos superiores a los $150.000.000 anuales.
Sello de Eficiencia Energética	Dirigido a las organizaciones que priorizan en su estructura organizacional materias de eficiencia energética, destacando el rol del gestor energético, fomentar la implementación de Sistemas de Gestión Energética y sus medidas de eficiencia energética asociadas.	Lanzamiento nuevo Sello de Excelencia Energética (enero 2020).	48 empresas participantes del programa, 83 proyectos energéticos presentados en 830 instalaciones.	Empresas productivas energointensivas de pequeño, mediano y gran tamaño, Registro Energético.

Iniciativa	Descripción	Actividades realizadas	Resultados	Beneficiarios
Gestiona Energía Mi-PyMe	El Ministerio de Energía crea el programa "Herramientas de Apoyo a MIPYMES" para apoyar a las MIPYMES que deseen implementar medidas de Eficiencia Energética y, en ese marco, la AgenciaSE crea la Unidad de Asistencia Técnica (UAT) para empresas que solicitan la Asesoría Energética Telefónica. Esta UAT se encarga de revisar los antecedentes que el solicitante carga en la calculadora de prediagnóstico que se encuentra disponible en la plataforma de Gestiona Energía. A partir de esta información entrega un informe con el análisis energético, las oportunidades de mejora y su potencial y recomendaciones de financiamiento e implementación.	Durante 2019 se mantuvo abierta la UAT al público, difundiendo su disponibilidad a través de redes sociales e instituciones relacionadas con MIPYMES. Además, se trabajó en la mejora de la metodología de evaluación de la calculadora de la plataforma y en la incorporación de medidas asociadas a ERNC. Este trabajo se realizó en paralelo con las capacitaciones de Introducción a la Gestión de la Energía que las SEREMI de Energía impartieron a representantes de MIPYMES, las cuales conducen a la asesoría energética.	Reducir la brecha que enfrentan las micro, pequeña y mediana empresa entre la detección de las oportunidades de mejora y las decisiones de implementación. Durante el 2018 y 2019, se realizaron 208 asesorías energéticas, que revelaron un potencial de ahorro de más de 1000MWh-año, equivalentes al 11% del consumo de las empresas atendidas.	Personas jurídicas privadas, implementadores, proveedores, consultores, instituciones financieras y personas naturales en general.
Programa Certificación de Ahorros de Proyectos Energéticos (CAPE)	Mecanismo para la certificación de ahorros energéticos generados como consecuencia de la implementación de un proyecto energético. Diseñada para que empresas, instituciones que cuenten con proyectos energéticos en sus instalaciones puedan validar, mediante una metodología estandarizada, las reducciones de consumo reales como consecuencia de su implementación.	Jornadas de acreditación para evaluadores CAPE. Desarrollo de metodología de cálculo e inscripción de propiedad intelectual de mecanismo CAPE. Pre-certificación y certificación de proyectos energéticos.	Desarrollo de reglamentos y herramienta web CAPE. Pre-certificación de 15 proyectos y Certificación de 12 proyectos. Ahorros Energéticos Anuales certificados: 27,11 GWh/año. Se han realizado 4 jornadas de acreditación de Evaluadores CAPE. A la fecha se cuenta con 50 Evaluadores CAPE acreditados.	Organizaciones privadas y organizaciones publicas
Certificados de validación de emisiones de GEI evitadas en servicios de electromovilidad (2019).	Metodología de cálculo de emisiones de CO_2 evitadas, basada en la información disponible en el etiquetado de eficiencia energética para vehículos livianos y medianos del Ministerio de Energía. La metodología compara tanto el consumo energético como las emisiones de CO_2 entre un vehículo eléctrico y un vehículo base, a combustión.	Convenio de entrega de certificados con E-mov Lanzamiento de metodología de certificación Entrega de certificado a TURBUS, METBUS y SAESA Certificación de traslados de organizaciones públicas y privadas	A la fecha se han entregado 347 certificados, asociados a 64 organizaciones diferentes. Durante 2019, junto al apoyo de Enel X, se logró certificar el impacto de 100 buses eléctricos operando en la Región Metropolitana por parte de la empresa METBUS.	Organizaciones privadas y organizaciones publicas

Iniciativa	Descripción	Actividades realizadas	Resultados	Beneficiarios
Leña Más Seca	Promover la participación de la ciudadanía y comunidad organizada en la acción climática para contribuir en el desarrollo sostenible de sus territorios, incrementando la oferta de leña que cumpla estándares de calidad, mediante la inversión en infraestructura, maquinaria y formación de capacidades	Durante el primer trimestre del año 2014 se implementó el primer llamado de este fondo concursable y sigue vigente hasta el 2020. La transferencia técnica respecto al manejo, producción y comercialización de la leña, así como conocimiento en técnicas de secado y construcción de galpones, han permitido la implementación de proyectos que abordan las principales variables del proceso: planificación del proceso, humedad relativa al interior de los acopios, ventilación, temperatura, cantidad de superficie expuesta de la leña, procesamiento y manipulación de la leña de manera mecanizada, mejorando las condiciones de producción y contribuyendo a generar las capacidades para el cumplimiento futuro de estándares de calidad de la leña. El programa se complementa además con iniciativas como los programas Centro Integral de Biomasa y Sello Calidad de Leña, que se ejecutan desde el año 2020. Ambas iniciativas apuntan a diversificar la oferta de combustible de calidad, la primera incorporando modelos de producción integrales al rubro de la leña y promoviendo la inclusión de nuevos combustibles derivados de la biomasa forestal. Por parte del sello, es un reconocimiento a productores y comerciantes de leña que demuestra contar con un modelo de producción que cumple con estándar de calidad.	Se realizaron 40 talleres de difusión desde las regiones de O'Higgins a Aysén, con un total de 629 participantes. Al fondo postularon 550 comerciantes y productores de leña y fueron beneficiados con infraestructura o maquinaria 54. Centro integral de Biomasa: 3 Beneficiarios de la región de Aysén. Sello calidad de leña, 128 comerciantes seleccionados.	Productores y comerciantes de leña de la zona centro sur del país, con antigüedad en el rubro, de los participantes de la convocatoria un 28% fueron mujeres, 24% indica pertenencia indígena y 39% no tiene educación media completa. Respecto al sello, calidad de leña: 22.1% corresponden a mujeres, 7.8% declara pertenencia indígena y el 64.8% son beneficiarios que llevan más de 10 años en el rubro.
Giro Limpio	Programa de transporte de carga eficiente cuyo objetivo es que el transporte de carga carretero nacional sea más eficiente, competitivo y sustentable en términos ambientales y económicos. El Programa certifica y reconoce los esfuerzos realizados por las empresas de transporte en el ámbito de la sustentabilidad y eficiencia energética. Además, certifica a las empresas generadoras de carga que prefieren a los transportistas certificados, mejorando de esta manera el desempeño energético y ambiental de su cadena de valor.	Desarrollo de plataforma web para que empresas transportistas, generadoras de carga y operadoras logísticas caractericen sus flotas y reporten consumos de combustible, kilómetros recorridos y toneladas movilzadas. La plataforma calcula las líneas de base de consumos de combustible y emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y otros contaminantes locales, además del indicador de gestión energética (litros de combustible/toneladas*km recorridos), entregando un valor de cuánto combustible se quemó por cada tonelada movilizada durante el año declarado. Con esta información, Giro Limpio trabaja en la detección de oportunidades para hacer eficiencia energética en las flotas, asesorando a las empresas transportistas en la adopción de estrategias, buenas prácticas y tecnologías que ahorran combustible y reducen emisiones. Desarrollo Herramienta MRV para calcular reducciones de emisiones de GEI a fin de cuantificar los aportes del sector transporte de carga a las Contribuciones nacionales determinadas (NDC) Desarrollo de metodología que permite calcular externalidades ambientales, sociales y económicas asociadas a la reducción de emisiones de contaminantes locales.	Actualmente cuenta con una red de asociados de 170 empresas transportistas, 30 generadores de carga, 40 organizaciones asociadas y 13.500 camiones, equivalente a un 5,5% del parque de camiones de Chile. Los reportes de consumos de combustible, asociados a las empresas trasportistas en la plataforma de Giro Limpio ascienden a más de 400 millones de litros de diésel. 30 talleres de difusión y de capacitación en tecnologías y buenas prácticas para el ahorro de combustible. 800 profesionales capacitados. Se actualizaron 15 guías existentes. Se desarrollaron 6 guías adicionales (Casos de éxito).	Empresas transportistas, generadoras de carga y operadores logísticos.

Iniciativa	Descripción	Actividades realizadas	Resultados	Beneficiarios
Impulso a la Electro-movilidad	El programa de electromovilidad de la AgenciaSE busca impulsar un desarrollo holístico del eco-sistema de movilidad eléctrica. Este desarrollo es abordado tanto desde lo tecnológico, normativo, y del usuario. Estas tres dimensiones además se aterrizan en múltiples seg-mentos del "vehículo eléctrico" tipo - considerando transporte público, transporte del sector público, industria, y usuario residencial. El quehacer de la AgenciaSE en Electro movilidad se ha concen-trado en 3 pilares de desarrollo: Proyectos demostrativos de Electro movilidad. Impulso al despliegue de infraestructura de carga para vehículos eléctricos. Aceleradora de Electro movi-lidad.	• Proyectos demostrativos de Electro movilidad La AgenciaSE diseñó en sus primeras etapas el proyecto de despliegue de 104 cargadores públicos en RM y actualmente asiste técnicamente la implementación del proyecto. La Agencia de Sostenibilidad Energética, Enel X y Nissan inauguraron el primer cargador bidireccional en América Latina conocido como Vehicle-to-Grid (V2G)[5]. Impulso al despliegue de infraestructura de carga para vehículos eléctricos. • Aceleradora de Electromovilidad En la primera versión de la aceleradora las empresas participantes, que diseñaron sus proyectos pilotos con la asistencia de la AgenciaSE fueron: CMPC, BCI, Chilex-pres, SURA, Codelco. Actualmente se está desarrollando la segunda versión con la participación de CCU, transportes Nazar, Ikea en conjunto con Sodimac, Entel y Melón. Firma de acuerdo público-privado por la electromovilidad[6].	Instalación primer cargador bidireccional de América Latina. Instalación cargador para VE en Congreso Nacional. Asesoría técnica al primer servicio público en adquirir flota eléctrica (Junaeb) 5.000 Kilómetros eléctricos recorridos, en 29 rutas. 52 instituciones públicas y privadas firmaron acuerdo de electromovilidad 2020. 10 empresas con pilotos de Electromovilidad diseñados con apoyo de la AgenciaSE.	Organizacio-nes públicas y privadas, que sean representativas para promover la electro movilidad, usuarios actuales y futuros de la electro movilidad, así como tomado-res de decisión y desarrolladores de políticas públicas.
Ponle Energía a Tu Pyme	Programa que dispone de pre-supuesto para cofinanciar a las micro, pequeñas y medianas em-presas (MiPyME) de todo Chile, en la implementación de proyectos de eficiencia energética, energías renovables para el auto-consumo y auditorías energéticas. En el marco de una pandemia que dificulta la operación de las empresas y un costo de la ener-gía que se sitúa en el 6º lugar más alto del ranking de la OCDE, la implementación de medidas de mejora de eficiencia energé-tica y autoconsumo se presenta como una opción altamente efectiva y rentable para obtener diversos beneficios, tales como: reducir costos de producción u operación, mejorar la competiti-vidad, reducir el daño ambiental y la contaminación, disminuyen-do el aporte al cambio climático y mejorando la imagen empresa-rial hacia los clientes.	Lanzamiento del llamado, adjudicación del presupuesto e implementación de los proyectos.	262 proyectos de eficien-cia energética, energía renovables y micro electro movilidad.	Micro, pequeñas y medianas em-presas.

5. https://www.agen-ciase.org/2019/07/10/se-inaugura-la-prime-ra-red-de-carga-bidi-reccional-en-latinoa-merica/

6. https://www.agenciase.org/2020/01/14/minis-tro-jobet-actualiza-com-promiso-publico-priva-do-con-mas-de-50-empre-sas-e-instituciones-para-im-pulsar-la-electromovilidad/

Iniciativa	Descripción	Actividades realizadas	Resultados	Beneficiarios
Registro Energético	El Registro Energético es un directorio que tiene como objetivo reconocer e identi-ficar a personas y empresas con experiencia en distintas áreas del rubro energético. Este registro cuenta con tres líneas de trabajo, Consultores, perso-nas naturales o jurídicas que proveen servicios de consulto-ría y desarrollo de proyectos; Instaladores, que tiene como objetivo reconocer a aquellas personas naturales o jurídicas con experiencia en materia de acondicionamiento térmico, ba-sándose en la Normativa Legal que rige al sector edificaciones, Proveedores de Equipos y Tec-nología, que permitirá comparar equipos y tecnologías eficientes disponibles en el país.	Puesta en funcionamiento del nuevo Registro Energético, el cuál reemplazó al Registro de Consultores en Eficiencia Energética.	A la fecha se cuenta con: 206 consultores registrados, 90 instaladores validados y 17 proveedores autorizados.	Pequeñas, Media-nas y Grandes Em-presas que ofrecen servicios energéti-cos y que también los demandan.
Concurso de elabo-ración de proyectos de energía sostenible a escala local	Línea de apoyo para elaborar proyectos de energías renova-bles y eficiencia energética en-tre actores locales y empresas privadas, mediante modelos de negocios que sean escalables y replicables, promoviendo así un desarrollo energético sostenible en las comunas de Chile.	Talleres de difusión y capacitación[7].	28 propuestas adjudicadas. 15 proyecto elaborados con certificado de factibilidad técnica y recepción confor-me de los servicios.	Municipios, em-presas/consultoras

Fuente: Elaboración propia con datos entregados por la AgenciaSE.

7. https://www.agenciase.org/apoyo-proyectos-lo-cales

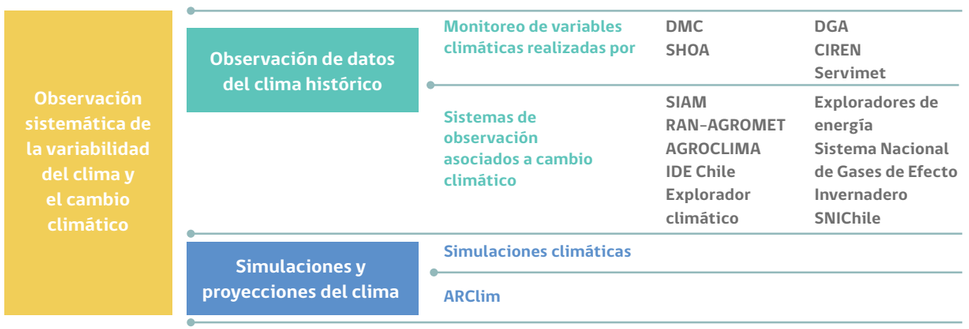
Fotografía: Valeria Pizarro.

3. OBSERVACIÓN SISTEMÁTICA DE LA VARIABILIDAD DEL CLIMA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

La observación sistemática del clima permite dar seguimiento y entender la variabilidad climática, evidenciando los cambios respecto de observaciones pasadas y también identificar aquellas zonas donde estos han sido más pronunciados o que podrían ser más vulnerables ante eventos climáticos extremos. El país ha mejorado su capacidad de monitoreo y seguimiento del clima a través de la ampliación y mejora de los sistemas que colectan y sistematizan información sobre sus variables, siendo útil para la toma de decisiones climáticas en diversos ámbitos productivos y para diversos actores.

A continuación, se describen los principales programas y sistemas de observación del clima y del cambio climático que existen en el país, de responsabilidad tanto de instituciones públicas como de centros de investigación, agrupados en aquellos que analizan y disponen los datos en base a la observación climática histórica, es decir, de registros de datos pasados y aquellos que, en base a esta, entregan proyecciones o simulaciones del clima.

Figura 5-6. Estructura de la sección de observación sistemática de la variabilidad y el cambio climático. Se observan dos grandes grupos y sus respectivos sistemas de información.



Fuente: Elaboración propia.

3.1 Monitoreo de variables climáticas y del Cambio Climático

3.1.1 Dirección Meteorológica de Chile (MDC)

La DMC es una institución dependiente de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), responsable del monitoreo meteorológico a través del cual se satisfacen las necesidades de información y de previsión meteorológica del país, y de las variables climáticas, proporcionando información sistematizada, requerida por las diferentes actividades socioeconómicas que se desarrollan en territorio nacional. Además, realiza investigación en coordinación con otros organismos nacionales e internacionales y administra el Banco Nacional de Datos Meteorológicos.

La DMC aloja el Portal de Servicios Climáticos[8], en el cual se puede acceder a diferentes módulos, entre los que están la red de estaciones meteorológicas automáticas en línea, cuyo alcance es nacional, y un módulo de precipitaciones que entrega valores sobre este parámetro y puede generar informes mensuales y anuales de agua caída, por ejemplo. Otros módulos entregan información respecto de datos y productos de agrometeorología, temperatura y radiación, entre otros.

En la plataforma, existe un espacio para cambio climático, el cual alberga indicadores como Olas de Calor (OC), Período Frío (CSDI), Índice Estandarizado de Precipitación (SPI12), entre otros. Esta iniciativa responde a la recomendación del Equipo de Expertos de Detección de Cambio Climático e Índices (ETCCDI por sus siglas en inglés), de analizar y monitorear el conjunto de índices extremos de cambio climático, de modo que permita comparar las tendencias de estos índices a nivel nacional y mundial (Dirección Meteorológica de Chile, s.f.)

En el marco del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022 (PANCC) de Chile, la DMC desde 2017 prepara de manera anual un Reporte de Evolución del Clima[9] (Ministerio del Medio Ambiente, 2017) que da cuenta de la evolución histórica de las variables climáticas, lo que permite evidenciar los cambios y tendencias en variables como la precipitación, temperatura y los eventos extremos climáticos. Los reportes también se publican en el Portal de Servicios Climáticos/ Cambio Climático.

8. http://climatologia.meteochile.gob.cl

9. Disponibles en https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/index/reporteEvolucionClima

3.1.2 Monitoreo de variables climáticas por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA)

El SHOA es una institución pública dependiente de la Armada de Chile, cuya misión principal es proveer información y asistencia técnica con el fin de dar seguridad a la navegación, ya sea en vías lacustres, fluviales o marítimas. Del mismo modo, corresponde al SHOA, ser el servicio técnico oficial y permanente del Estado de Chile para todo a lo que hidrografía se refiera, también contribuye mediante la investigación al desarrollo y fomento de otras actividades nacionales e internacionales afines (Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada, s.f.).

El SHOA también realiza el monitoreo de variables relevantes para la observación climática, datos que obtiene a través de una red de 45 estaciones ambientales que registran en tiempo real, variables como el nivel del mar, mareas, temperatura superficial del mar (TSM) y temperatura del aire a lo largo de todo el territorio costero nacional, 40 estaciones son continentales ubicadas entre la región de Arica y Parinacota y la región de Magallanes y Antártica Chilena; tres estaciones son insulares oceánicas, ubicadas en las islas Robinson Crusoe, San Félix y Rapa Nui; y dos estaciones ubicadas en el territorio antártico chileno. La recolección de esta información partió aproximadamente en el año 1945, por lo que se cuenta en estaciones específicas, series de datos con más de tres décadas de registros, los cuales permiten realizar estudios de variabilidad climática en la región del pacífico sudoriental (Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada, 2020).

Desde hace 30 años e ininterrumpidamente se entrega información mensual del nivel del mar y Temperatura Superficial del Mar (TSM) para la confección del Boletín de Alerta Climática (BAC)[10], publicación de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), donde se analizan las condiciones oceánicas y atmosféricas de la región del Pacífico sudoriental, dentro del Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN). Además, el servicio presenta en su página web una sección dedicada a la entrega de información actualizada sobre el fenómeno de "El Niño, Oscilación del Sur" (ENOS)[11].

El SHOA también es el encargado de administrar el Sistema Nacional de Alarma de Maremotos (SNAM), donde desde 1997, el SHOA ejecuta el proyecto CITSU de elaboración de cartas de inundación por Tsunami, herramienta que permite definir los niveles de inundación máximos esperados para las principales zonas urbanas y portuarias del país. Este sistema tiene una aplicación directa en la gestión del ordenamiento territorial y la elaboración de planes de evacuación y protección civil ante la ocurrencia de desastres (Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada, s.f.).

3.1.3 Servicio Meteorológico de la Armada (Servimet)

Servimet[12] mantiene un monitoreo permanente de estaciones sinópticas costeras (convencionales y automáticas) en las capitanías de puerto y faros del litoral, información que es usada para generar pronósticos de tiempo marítimos en el océano pacífico sudeste. Además, cuenta con la colaboración de algunos buques voluntarios de observación meteorológica, que envían sus datos para mejorar los pronósticos y sirven de apoyo para mantener un registro de datos de altamar.

La información meteorológica se difunde por radioemisoras, prensa local e internet, a través de comunicados o redes sociales y sirve de apoyo a la pesca artesanal, deportes náuticos y actividades marítimas en general, incluyéndose avisos a la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior (ONEMI), cuando existe evidencia de la proximidad de situaciones de mal tiempo, con características de temporal o ante la ocurrencia de marejadas.

Por otra parte, Servimet también participa en grupos de trabajos nacionales e internacionales conformados para el estudio del cambio climático o fenómenos regionales que causan modificaciones globales en el clima, así como otros grupos de teledetección remota de variables climáticas, contribuyendo al desarrollo científico del país, a través de seminarios y congresos, estadísticas del clima costero y glaciología marina, apoyo a las campañas antárticas, regatas internacionales y otras actividades de interés.

3.1.4 Monitoreo de variables climáticas y de Cambio Climático por la Dirección General de Aguas (DGA)

La Dirección General de Aguas (DGA) es el organismo del Estado, dependiente del Ministerio de Obras Públicas (MOP), encargado de gestionar, verificar y difundir aquella información relacionada al recurso hídrico del país, en especial respecto de su cantidad y calidad, las personas naturales y jurídicas que están autorizadas a utilizarlas, las obras hidráulicas existentes y la seguridad de las mismas, con el objetivo de contribuir a una mayor competitividad del mercado y el resguardo de la certeza jurídica e hídrica para el desarrollo sustentable del país (Dirección General de Aguas, 2020).

A través de la página web de la DGA[13], es posible acceder a distinta información y otros recursos, como

10. http://cpps-int.org/index.php/nodo-de-conocimiento/nodo-oceano/bac

11. http://www.shoa.cl/php/enos.php?idioma=es

12. https://meteoarmada.directemar.cl

13. http://www.dga.cl

por ejemplo respecto de los Derechos de Aprovisionamiento de Aguas (DAA) y el mercado del agua, a los procesos de fiscalización, denuncias y patentes, así como al Observatorio DGA MOP[14], que entrega un catastro georreferenciado de información, donde es posible ver espacialmente los DAA, las fuentes de agua, las obras hidráulicas, organizaciones de usuario, información de acuíferos y cuencas, la red de monitoreo y el inventario de glaciares, así como otra información relevante, tanto para las instituciones de la administración pública, como la academia, el sector privado y la sociedad civil en general. Además, el Observatorio DGA MOP mantiene también una Mapoteca Digital[15] donde es posible descargar información relacionada al balance hídrico, cuencas, decretos de escasez, inventario, precipitaciones, restricciones de uso de agua y la red hidrométrica. También es posible visualizar y descargar datos hidrometeorológicos y de calidad del agua en línea, reportes fluviométricos, meteorológicos, de pozos y sedimentos fluviales.

3.1.4.1 Redes Hidrométricas

La División de hidrología cumple con una de las labores fundamentales del servicio como encargada de operar las redes hidrométricas, compuesta por estaciones fluviométricas, estaciones meteorológicas, estaciones de calidad de agua, estaciones de lagos y embalses y rutas de nieve. Las redes hidrométricas originalmente se concibieron para caracterizar hidrológicamente las diversas cuencas y disponer de datos para gestionar el uso de los recursos hídricos, tales como el otorgamiento de derechos de aprovechamiento y gestionar el uso del agua especialmente en agricultura. Posteriormente, el avance de la tecnología en materia de mediciones permitió el desarrollo de nuevas aplicaciones de los datos, tales como el seguimiento de eventos meteorológicos especiales como son los periodos de grandes lluvias o el desarrollo de sequías.

Los eventos hidrometeorológicos que han impactado al país los últimos años aceleraron en la DGA la adaptación de sus redes, priorizando la instalación de instrumentos para medir precipitaciones y temperaturas, con transmisión en tiempo real, en diversas zonas del país, lo que permite tener más y mejores antecedentes de la reacción de las cuencas frente a fenómenos de lluvias muy intensas y repentinas. Asimismo, se han instalado estaciones meteorológicas en la zona media-alta de la cordillera y donde se han presentado regularmente sequías hidrológicas con escasa instalación instrumental, con el objetivo de disponer de antecedentes en áreas deficitarias de información.

En los últimos años la red de estaciones con trasmisión en tiempo real ha aumentado regularmente a una tasa de 50 al año y ya se dispone de 650 estaciones con transmisión en línea, ya sea vía satélite o tecnología celular (GPRS). Este desarrollo está establecido como un programa permanente de la DGA para los próximos años. La red hidrometeorológica nacional está considerada como la más desarrollada en Latinoamérica, tanto por su modernización como por su operación. La red hidrométrica nacional, en general y desde algunos años, toma datos con una frecuencia horaria. Los nuevos requerimientos de información debidos a los últimos eventos han hecho necesario el cambio de dicha frecuencia a mediciones cada 30 minutos, ya que la técnica actual lo permite, lo que significará disponer de mayores antecedentes y así conocer en mejor forma la respuesta de las diversas cuencas del país ante la ocurrencia de estos fenómenos hidrometeorológicos (Dirección General de Aguas, 2020).

3.1.4.2 Monitoreo de Glaciares

La Unidad de Glaciología y Nieves (UGN) fue creada en 2008 como consecuencia de la importancia de estas masas de agua sólida como reservas hídricas, por su función como indicadores del cambio climático y su valor medioambiental. A pesar de que la DGA ha estudiado las nieves desde la década de 1960 y los glaciares desde mediados de 1975, con la creación de la UGN se inició un programa glaciológico nacional sistemático, encargado de realizar un catastro, estudios y del monitoreo de los glaciares. Las labores y estudios que realiza esta unidad son de importancia no solo para el Ministerio de Obras Públicas, sino también para otras carteras de Gobierno como lo son Agricultura, Minería, Energía y Medio Ambiente, así como para la academia y la sociedad civil. Lo anterior debido al importante rol ecosistémico que cumple este recurso natural y su trascendencia en el contexto de sequía y escasez hídrica por la que atraviesa el país desde hace varios años, pues en la zona central de Chile son estas masas de hielo las responsables de proveer la mayor parte del agua en la época estival proveniente de los deshielos de la nieve acumulada durante el invierno.

En el en el Observatorio DGA MOP y en la Mapoteca Digital se puede visualizar el registro de 24.114 glaciares del territorio nacional equivalentes a un total de 23.641 km^2. Se monitorea regularmente el balance de masa de algunos glaciares representativos en las distintas macrozonas glaciológicas, el volumen de hielo equivalente a agua, y su evolución frente a los efectos del cambio climático, que constituyen antecedentes relevantes para caracterizar su aporte en términos de escorrentía superficial. Además de expandir latitudinal y altitudinalmente la red glaciológica nacional, se ha comenzado con el establecimiento de una red de permafrost y se iniciará próximamente un catastro de lagos glaciares, lo cual permitirá el monitoreo de peligros naturales y potenciales impactos provocados por el cambio climático

14. http://snia.dga.cl/observatorio/

15. Mapoteca Digital: https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Paginas/default.aspx

3.1.5 Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN)

El CIREN, es un instituto tecnológico y servicio de apoyo del Ministerio de Agricultura que ha proporcionado durante más de 30 años valiosa información sobre los recursos naturales y productivos del país mediante el uso de tecnologías y aplicaciones geoespaciales. En materia de cambio climático, la institución provee información actualizada sobre el territorio y sus recursos que permite orientar los esfuerzos para los procesos de adaptación al cambio climático y sirven de insumo para la toma de decisiones. El CIREN pone a disposición una variedad de productos y servicios, entre ellos, información agroclimática (Centro de Información de Recursos Naturales, 2020). CIREN es el responsable de la coordinación, mejora continua y ejecución técnica del Sistema de Infraestructura de Datos Espaciales del Ministerio de Agricultura (IDE MINAGRI), que reúne a todos los Servicios del MINAGRI en una única plataforma tecnológica on line, poniendo a disposición de los usuarios diferentes capas de información geoespacial (IG), procedente de variados estudios vinculados al mundo rural, siendo la expresión espacial de la intervención del Ministerio a nivel de políticas planes y programas (Centro de Información de Recursos Naturales, 2020)[16].

3.1.6 Sistema Alerta de Marejadas (SAM)

El SAM es un sistema de pronóstico de oleaje y eventos extremos de oleaje o marejadas para el océano Pacífico y las principales ciudades costeras del país, dependiente de la Universidad de Valparaíso. Su misión es "desarrollar y operar herramientas tecnológicas que permitan pronosticar el oleaje y los eventos extremos de oleaje, denominados marejadas, en las costas chilenas, con el propósito de difundir alertas tempranas a través de medios de comunicación como una medida de prevención para la ciudadanía" (Universidad de Valparaíso de Chile, 2020).

Desde su portal web[17] se puede acceder a diferentes recursos informativos y de aprendizaje, tales como un glosario, folletos sobre las diferentes categorías de marejadas, así como videos sobre las mismas categorías. Además, hay un enlace directo al Atlas de Oleaje de Chile[18] de la Escuela de Ingeniería Civil Oceánica de la Universidad de Valparaíso que presenta información estadística y de pronóstico de oleaje a nivel nacional, regional y también local. Por otro lo lado, se muestran las proyecciones para el parámetro de oleaje producto del cambio climático.

16. http://ide.minagri.gob.cl

17. https://marejadas.uv.cl

18. https://oleaje.uv.cl

19. https://www.agromet.cl

20. En años anteriores, desde el 2007, el Ministerio de Agricultura, a través del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) participó en proyectos con otras entidades como FDF, la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) y la ASOEX, bajo los cuales se instalaron y se integraron estaciones meteorológicas automáticas en red. A partir del 2011, con el apoyo de la Subsecretaría de Agricultura se impulsa la conformación de un Consorcio Técnico entre privados que dio luego origen a la alianza público-privada Red Agroclimática Nacional RAN-AGROMET.

21, El Ministerio de Agricultura aprobó el Memorándum de entendimiento entre el International Research Institute for Climate and Society IRI, según Resolución Exenta 65, del 18 de febrero de 2011

3.1.7 Red Agroclimática Nacional (RAN) - Portal Agromet

La Red Agroclimática Nacional (RAN)[19] fue creada por el Ministerio de Agricultura en 2012[20] con el objetivo de facilitar a los agricultores el acceso a información agroclimática oportuna, uniforme, consistente, consolidada y con representatividad a nivel nacional en un solo portal web. Agromet permite al agricultor identificar los posibles efectos sobre los distintos procesos productivos del sector agrícola, con información sobre temperaturas, duración y cantidad de precipitación, radiación solar y humedad relativa, entre otros, permitiendo visualizar las mediciones de las últimas 24 horas por cada variable, así como prepararse ante posibles eventos de heladas que pudieran afectar los cultivos. Del mismo modo dispone de datos históricos por estación, reportes históricos y ofrece una comparativa entre estaciones, lo que permite evidenciar la variabilidad del clima a través de los años de registros.

El portal Agromet es una iniciativa que se materializa el año 2013, y que se mantiene hasta la fecha en constante actualización, a través de un convenio suscrito entre el Ministerio de Agricultura y el Consorcio Técnico Red Agroclimática Nacional, conformando una alianza público-privada que integra asociaciones, instituciones y centros de investigación relacionados al mundo agrícola. De este modo, el sistema integra una red que alcanza un total de 417 estaciones meteorológicas, la que mejora y amplía la cobertura de información y el servicio que entrega información sistematizada las 24 horas en acceso sin restricciones ni costos. Actualmente, la Red Agroclimática Nacional está integrada por estaciones meteorológicas automáticas de las siguientes instituciones: Fundación para el Desarrollo Frutícola (Agroclima); Vinos de Chile (Meteovid); Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Red Agrometeorología de INIA) y Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (Ceazamet) (Red Agroclimática Nacional, s.f.).

3.1.8 Observatorio Agroclimático Nacional del Ministerio de Agricultura

Es un sistema de monitoreo y alerta temprana para la sequía, de libre acceso, que permite a través del aporte de datos nacionales, contar con indicadores y mapas de la vulnerabilidad agrícola, para la toma de decisiones y la investigación. Cuenta con una biblioteca de datos (o Data Library DL) siguiendo el modelo del Instituto de Investigación Internacional para el Clima y la Sociedad de la Universidad de Columbia (IRI)[21], que permite la integración de datos en distintos formatos de entrada. Cuenta con un visualizador de mapas, que contiene indicadores agrupados en seis componentes: monitoreo de la sequía; frecuencia de sequías históricas; alertas; pronósticos,

atlas de vulnerabilidad; y el Niño, la Niña y la Oscilación del Sur (ENSO). El observatorio integra información de otros sistemas (DMC, RAN-AGROMET, DGA, Instituto de Investigaciones agropecuarias -INIA- y IRI). Por otra parte, el Observatorio ha contado con la asesoría técnica de UNESCO, CAZALAC y del IRI-U. Columbia, instituciones que han sido claves para su desarrollo (MINAGRI, 2017).

3.1.9 Infraestructura de Datos Geoespaciales - IDE Chile

El Sistema Nacional de Coordinación de Información Territorial (SNIT), es liderado por el Ministerio de Bienes Nacionales y corresponde a una amplia red de instituciones públicas que trabaja de manera coordinada y colaborativa con el objetivo de poner a disposición de toda la comunidad, información geoespacial actualizada y confiable, que sea útil para la gestión pública y privada, atendiendo también a las necesidades ciudadanas. La plataforma[21] cuenta con un visor de mapas donde se puede acceder a la información enviada por las distintas instituciones públicas que son parte de IDE Chile, está disponible en capas y agrupada en categorías, entre las que están clima, desastres y peligros, entre otras categorías relevantes para la observación y gestión del cambio climático (Infraestructura de Datos Geoespaciales, 2020).

3.1.10 Explorador Climático

Este explorador climático[22] permite visualizar mediciones de variables meteorológicas como precipitación, caudal y temperatura para distintas escalas temporales, ya sea, promedio diario, anual o mensual, así como valores máximos y mínimos, tanto para un año completo, como para estaciones del año, períodos mensuales o anuales, lo que permite al usuario hacer los cruces de información que estime necesarios y customizar las variables estadísticas de interés. Los datos del mapa se pueden exportar en formatos como shapefile, CSV, JSON, y las series en formatos entre los que están CVS y XLSX. De esta manera, la herramienta permite al usuario acceder a bases de datos meteorológicos, realizar cálculos y estadísticas y desplegar los datos como mapas o series de tiempo.

La plataforma se alimenta de bases de datos recopiladas por el (CR)[2] que provienen de distintas instituciones que los generan, instituciones como la Dirección Meteorológica de Chile o la Dirección General de Aguas (Centro de Ciencias del Clima y la Resiliencia (CR)2, 2020).

3.1.11 Sistema Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile (SNICHILE)[23]

El Ministerio de Medio Ambiente, cuenta con una plataforma en la que se puede revisar la información de las emisiones de GEI a nivel nacional, de acuerdo al as guías del IPCC, 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. La plataforma del Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Chile (SNICHILE)[24] es administrada por la Oficina de Cambio Climático y tiene el propósito de informar a la ciudadanía sobre las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero en el país. Además, dispone de información relacionada con la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Chile y sus actualizaciones, a modo de transparentar este proceso a la ciudadanía y a los usuarios del sistema. Por otro lado, desde 2016 se cuenta con acceso al Inventario Regional de Gases de Efecto Invernadero (IRGEI), esta desagregación regional ha sido incluida como parte del proceso de actualización del INGEI de Chile y, adicionalmente, bajo los lineamientos del Plan de Acción Nacional sobre el Cambio Climático 2017-2022.

3.1.12 Exploradores de Energía

El Ministerio de Energía ha puesto a disposición del público y de forma gratuita una herramienta en línea denominada Exploradores de Energía[25], los cuales han sido diseñados para al análisis de los recursos renovables que permiten realizar una evaluación preliminar del potencial energético sobre cualquier sitio definido por el usuario, fomentando así el desarrollo de proyectos energéticos limpios que contribuyen a disminuir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Estas herramientas cuentan con una plataforma de fácil acceso alojados en la web y con aplicaciones móviles.

La herramienta, que fue actualizada durante 2019, se compone de una serie de exploradores entre los que está un explorador solar, un explorador eólico y un explorador marino, que además de su característica principal que permite comparar y analizar el comportamiento y potencialidad de generación eléctrica en un área geográfica determinada, cuenta también con otras aplicaciones, para el caso del explorador solar, por ejemplo, permite al usuario calcular la generación de un sistema fotovoltaico o termo solar, acceder a los datos de las mediciones de la red y calcular el ahorro que significaría instalar un sistema de este tipo a nivel domiciliario o en una empresa.

22. http://www.ide.cl
23. http://explorador.cr2.cl
24. http://snichile.mma.gob.cl
25. http://exploradores.minenergia.cl/
26. Informes disponibles en https://cambioclimatico.mma.gob.cl/publicaciones-destacadas/
27. http://simulaciones.cr2.cl

3.2 Simulaciones y proyecciones del clima

3.2.1 Plataforma de Simulaciones Climáticas

En 2016, el Ministerio del Medio Ambiente solicitó al Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)[2] a través de Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, la elaboración de un estudio con el propósito de generar proyecciones climáticas para Chile que permitieran estimar la vulnerabilidad del país ante los efectos del Cambio Climático[26]. Este fue desarrollado durante el 2017 y arrojó resultados que fueron puestos en la Plataforma de Simulaciones Climáticas[27] de libre acceso, que genera mapas, tablas, gráficos y series de tiempos, y otros ajustes avanzados, para Sudamérica, Chile y macrozonas de Chile predefinidas, así como para polígonos o puntos específicos. Esto permite el análisis de los escenarios climáticos (RCP 2.6 y RCP 8.5), exportar mapas y descargar la data de interés así como los datos originales presentados en la plataforma, por parte de las instituciones que diseñan política pública, de la academia o de cualquier usuario interesado.

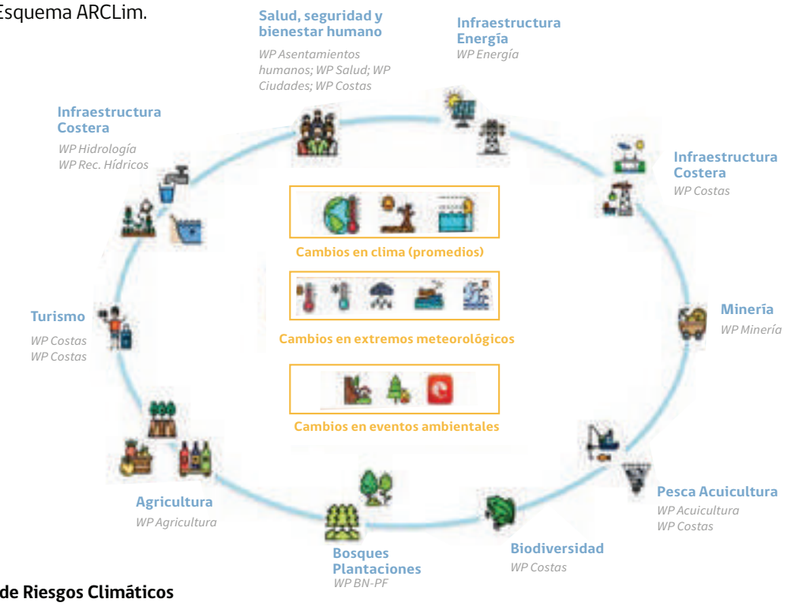
La plataforma cuenta con 50 modelos globales, 10 modelos regionales, dos modelos para Chile continental y un producto grillado para el territorio continental del país basado en observaciones (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, 2018). En cuanto a las simulaciones regionales, se realizaron simulaciones numéricas del clima de Chile continental a una resolución horizontal de entre 50 y 10 km para el período histórico y futuro (1979-2015 y 2016-2050 respectivamente), considerando para el período futuro ambos escenarios climáticos (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, 2018).

3.2.2 Atlas de Riesgos Climáticos (ARClim)

El proyecto Atlas de Riesgos Climáticos (ARClim) del Ministerio del Medio Ambiente de Chile, fue apoyado por el Gobierno Federal de Alemania a través de la agencia de cooperación GIZ y ejecutado entre los años 2019 y 2020, por el Centro de Investigación del Clima y la Resiliencia (CR2) de la Universidad de Chile, junto al Centro de Cambio Global de la Universidad Católica de Chile (CCG-UC) con apoyo de otras 15 instituciones. Su objetivo fue generar mapas de riesgos climáticos, a nivel de comunas para Chile continental e insular, incorporando proyecciones climáticas actuales y futuras bajo un escenario de altas emisiones de Gases de Efecto Invernadero (RCP 8.5).

Los mapas resultantes contienen información sobre los impactos y peligros climáticos a escala comunal y también puntual para algunos sistemas, y evalúan el riesgo a través de la amenaza, exposición y vulnerabilidad para cada comuna del país y para cada sistema. El proyecto consiste en la evaluación de cadenas de impacto organizada en doce sectores, tales como Agricultura, Biodiversidad, Minería y Recursos Hídricos, donde se elabora un mapa de riesgo climático para cada cadena de impacto evaluada. Por ejemplo, el sector Agricultura cuenta con 14 cadenas de impacto, entre las que están la pérdida de productividad de cultivos de almendras, cambios en la productividad de praderas y pérdida en la productividad de cultivos de trigo, entre otros[28].

Figura 5-7. Esquema ARCLim.



Fuente: Atlas de Riesgos Climáticos

28. https://arclim.mma.gob.cl/

Los productos y los datos generados pueden ser visualizados en una plataforma web[29] donde se despliegan los mapas de amenaza, exposición sensibilidad y riesgo para cada cadena de impacto, pudiendo desagregar a nivel comunal y exportar los datos en formato Excel y/o GeoJSON. Por otro lado, la plataforma cuenta con un explorador de amenaza que permite observar los datos de diferentes índices climáticos, tales como olas de calor, días secos, frecuencia de sequía, a diferentes escalas. De esta manera es posible observar los datos climáticos históricos y futuros, además del cambio en la variable, entendiendo esta como la diferencia entre el clima futuro y el clima histórico.

4. INFORMACIÓN SOBRE PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN

La Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, publicada en marzo 2020, entrega algunos lineamientos específicos para promover la investigación en el país. Entre ellos, el eje de futuro busca promover y fortalecer la identificación y construcción de posibilidades de futuro comprometidas con un desarrollo sostenible e integral. Este eje busca instalar capacidades de anticipación, priorización y construcción de nuevas y diversas formas de valor, ancladas fundamentalmente en desafíos y singularidades del país. De esta forma, contribuye a una sociedad que mira con responsabilidad y sabiduría el futuro, con un rol gravitante de la Ciencia, la Tecnología, el Conocimiento y la Innovación en cualquier escenario (Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Conocimiento, 2020). Este eje se articula en tres dimensiones:

I. Anticipación: instalando capacidades permanentes, con un enfoque adaptativo y dinámico, para coordinar espacios de participación que permitan y aporten nuevas formas de anticiparse estratégicamente a desafíos y posibilidades de futuro para Chile.

II. Opciones estratégicas: aportando elementos metodológicos para apoyar la priorización estratégica y seguimiento con base en las señales de anticipación, así como desafíos país y singularidades que se identifiquen.

III. Iniciativas transformadoras: contribuyendo con elementos y capacidades técnicas de diseño y desarrollo de proyectos asociados a las opciones estratégicas, con una lógica de pilotos de rápida retroalimentación y adaptación.

Las principales metas del eje Futuro de la Política buscan fortalecer la capacidad de generación de soluciones datacéntricas, para lo que se propone la puesta en marcha del Data Observatory, y en el mediano plazo el diseño e implementación inicial del "Observatorio de Cambio Climático".

En el eje de Fortalecimiento del Ecosistema de CTCI de la Política Nacional, el sub-eje de Investigación y Desarrollo bajo el fortalecimiento del ecosistema de CTCI busca generar más y mejor conocimiento a través de la investigación de excelencia en diferentes áreas del saber, y/o concebir nuevas aplicaciones a partir de este. Se apoya tanto el desarrollo de la investigación y desarrollo, en adelante I+D, de excelencia guiada solo por la curiosidad, como la orientada a temáticas que permiten abordar desafíos y oportunidades locales y globales, fomentando la asociatividad y la colaboración, enriqueciendo los procesos de I+D, y promoviendo la transferencia de conocimiento y su aplicación. Sus dimensiones son: i. Iniciativas de I+D; ii. Capacidades institucionales de I+D, apoyando a las instituciones que son parte del ecosistema CTCI, tales como centros de investigación y desarrollo, centros tecnológicos para la innovación, instituciones de educación superior, institutos tecnológicos públicos, empresas de base científico-tecnológica, entre otros, en su capacidad de generar I+D de excelencia; y iii. Circulación y contribución de la I+D, que buscar generar las condiciones que promuevan el flujo del conocimiento que surge de la investigación, alimentando la generación de nuevo conocimiento, así como aplicaciones que se desarrollen a partir de este.

4.1 Comité Científico de Cambio Climático

El Comité Científico para la COP25, fue organizado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, en abril de 2019, con objeto de vincular a la comunidad científica nacional para aportar y sistematizar evidencia científica como insumo para el proceso de organización de la COP25. En la actualidad, el Comité Científico sobre Cambio Climático está institucionalizado -a través de un decreto del Ministerio de Ciencia- como una instancia de transición hacia el Comité Científico propuesto en la Ley Marco de Cambio Climático liderada por el Ministerio del Medio Ambiente (Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innvovación, 2020).

Este Comité tiene el propósito de proporcionar la mejor evidencia científica disponible para apoyar los procesos de toma de decisión, entre ellos el diseño y la implementación de políticas públicas para enfrentar el cambio climático en Chile. En el marco de la Presidencia de Chile en la COP25, en el año 2019, esta instancia congregó a la comunidad científica nacional y canalizó la participación de más de 600 investigadores en siete mesas temáticas de trabajo, en los ámbitos de: (1) Adaptación, (2) Mitigación/Energía, (3) Agua, (4) Océanos, (5) Biodiversidad, (6) Antártica/Criósfera, (7) Ciudades (Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innvovación, 2020). El trabajo desarrollado por estas siete mesas de trabajo se materializa en[30] un Informe "Evidencia científica y cambio climático en Chile. Resumen para tomadores de decisiones", el que entrega 188 recomendaciones en ámbitos de política pública para el cambio climático y 19 informes técnicos que sistematizan y contextualizan la evidencia científica vinculada al cambio climático en Chile.

29. https://arclim.mma.gob.cl/

30. http://www.minciencia.gob.cl/comitecientifico/

Tabla 5-6. Informes técnicos del Comité Científico de Cambio Climático.

Mesa	Informe
Adaptación	Adaptación al cambio climático en Chile: Brechas y recomendaciones.
	Lineamientos para el desarrollo de planes de adaptación al cambio climático: Aplicación a los recursos hídricos.
	Resumen de política: Transformación desde la ciencia a la toma de decisiones.
	Transformación: Un tema emergente en la adaptación al cambio climático en Chile.
Aguas	Recursos hídricos en Chile: Impactos y adaptación al cambio climático
Biodiversidad	Biodiversidad y cambio climático en Chile: Evidencia científica para la toma de decisiones.
	Impactos del cambio climático en la biodiversidad y las funciones ecosistémicas en Chile; Biodiversidad de ecosistemas de agua dulce.
	Acuicultura, pesca y biodiversidad en ecosistemas costeros de Chile.
	Áreas protegidas y restauración en el contexto del cambio climático en Chile.
	Cambio de uso del suelo en Chile: Oportunidades de mitigación ante la emergencia climática.
	Datos en biodiversidad: Un informe para COP 25.
Ciudades	Ciudades y cambio climático en Chile: Recomendaciones desde la evidencia científica.
Criósfera y Antártica	Criósfera y cambio climático. 50 preguntas y respuestas.
	Criósfera Chilena y Antártica: Recomendaciones desde la evidencia científica.
Mitigación y energía	Chilean NDC mitigation proposal: Methodological approach and supporting ambition.
Océanos	Océano y cambio climático; 50 preguntas y respuestas.
	Nueve medidas basadas en el océano para las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional de Chile.
	Propuestas para la actualización del Plan de Adaptación en Pesca y Acuicultura.
	Propuesta de un Sistema Integrado de Observación del Océano.

Fuente: (Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innvovación, 2020)

4.2 Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) y la Investigación nacional en cambio climático

La Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, ANID, es la institución a cargo de administrar y ejecutar programas e instrumentos para la investigación en todas las áreas de conocimiento, el desarrollo tecnológico y la innovación. Es parte del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación y sucesora de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT). La ANID se estructura en cinco ejes estratégicos en los que se agrupan los programas e instrumentos para el fomento del desarrollo científico, tecnológico y de la innovación:

- **Capital Humano:** cuyo objetivo es contribuir al desarrollo de capital humano avanzado a través de financiamiento de becas de postgrado en Chile y en el extranjero. Incluye los instrumentos: becas de posgrado en Chile de Magíster y Doctorado; Becas Chile de Postgrado en el extranjero.
- **Centros:** Su objetivo es coordinar y financiar un sistema nacional de centros, para impulsar la investigación. Se desarrolla a través de los siguientes programas o instrumentos: Centros Basales, Anillos, Centros Fondap, Institutos Milenos, Núcleos Milenio, Centros Regionales y Fondequip.
- **Redes, Estrategia y Conocimiento:** Su objetivo es generar, diseñar e implementar mecanismos y estrategias que permitan dinamizar la articulación de la ciencia- industria-academia-sector público,

a través de diversos programas e instrumentos: Programa Nacional para el desarrollo de la Astronomía y Ciencia Afies; Programa de Información Científica; Programa de Inserción; Programa de Cooperación Internacional; Programa Regional.

- **Proyectos de Investigación:** Su objetivo es fortalecer la investigación para el desarrollo de la ciencia a nivel global, de las necesidades de investigadores locales y del estado de madurez del sistema en su totalidad, a través de los siguientes instrumentos: Concurso Nacional de Proyectos Fondecyt Regular, Concurso de Iniciación en investigación y el Concurso de Fondecyt de Postdoctorado.
- **Investigación Aplicada:** su objetivo es fomentar la investigación y de innovación, en colaboración con el sector privado, sociedad civil y/o Estado. Se desarrolla a través de Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (Fondef).

Otros programas asociados a los ejes estratégicos son el Fondo Nacional de Investigación y Desarrollo en Salud (FONIS), el Programa de Atracción e Inserción de Capital Humano Avanzado (PAI), Programa de Cooperación Internacional (PCI), Programa de Investigación Asociativa (PIA), y el Programa Explora.

Tabla 5-7. Proyectos adjudicados en Cambio Climático, según programa y año de adjudicación.

Número Proyectos Adjudicados	Año Adjudicación				
Programa	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**Total**
FONDAP		5	1		6
FONDECYT	69	92	201	148	510
FONDEF	27	13	52	45	137
FONDEQUIP	3	3	4	6	16
FONIS			1		1
PAI	10	11	11	21	53
PCI	49	35	70	56	210
PIA		2	6	7	15
REGIONAL	10	2	7	9	28
EXPLORA				4	4
Total	**168**	**163**	**353**	**296**	**980**

Fuente: Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile, 2020.

Tabla 5-8. Proyectos adjudicados en Cambio Climático, según área científica y año de adjudicación.

Número Proyectos Adjudicados	Año Adjudicación				
Área Científica	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**Total**
Ciencias agrícolas	24	19	69	52	164
Ciencias médicas y de la salud	1		6	5	12
Ciencias naturales	64	70	137	113	384
Ciencias sociales	12	12	48	28	100
Humanidades	2	1			3
Ingeniería y tecnología	46	54	75	78	253
Multidisciplinario	1	7	11	20	39
Sin información	18		7		25
Total	**168**	**163**	**353**	**296**	**980**

Fuente: Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile, 2020.

A continuación, se presenta una muestra de once proyectos de un total de 980 ejecutados durante el período 2016 y 2020[31], que fueron adjudicados por Conicyt/ANID entre 2016 y 2020.

Tabla 5-9. Algunos estudios y proyectos adjudicados por Conicyt o ANID entre 2016 y 2020 relacionados con el cambio climático.

Título	Institución	Programa	Año
Protected areas vulnerability in the face of climate change in the mediterranean-type regions	Pontifica Universidad Católica de Chile	FONDECYT	2019
Modelling mixed-species forests: accounting for ecological and climatic drivers in forest growth	Universidad Mayor	FONDECYT	2019
Antarctic invasion in a warmer and connected world: climate change, maritime transport and rafting as threatening factors of Antarctic marine biodiversity	Universidad Católica de la Santísima Concepción	FONDECYT	2019
The impacts of natural vegetation on the climate of central Chile: can vegetation restoration mitigate the negative effects of global warming?	Universidad de La Serena	FONDECYT	2019
Adapting to the uncertainties and risks of climate change: Advanced methods and models for energy systems and markets	Universidad Adolfo Ibáñez	PIA	2019
Estudio de los efectos del cambio climático en especies de fitoplancton nocivas en comunidades planctónicas con gradiente de complejidad	Universidad de Magallanes	PCI	2019
Conservación biológica: integrando cambio climático, parasitismo y recursos de importancia económica para una gestión sustentable.	Universidad Santo Tomás	PAI	2019
Assessment of the sustainability of sheep production systems in the semi-arid region of Chile in the face of climate change scenarios: simulation model and adaptation strategies	Universidad de O'Higgins	FONDECYT	2019
Intercomparación de modelos de simulación de cultivos para la evaluación de riesgos de cambio climático	Universidad Austral de Chile	PCI	2017
Global climate change and macrocytis pyrifera: does environmental history affect the ability to acclimate to future oceanic conditions?	Universidad de Los Lagos	FONDECYT	2017
Climate change and lepidoptera shape: an ecomorphological assessment of the influence of environmental change on chilean butterflies	Universidad de Tarapacá	PCI	2017

Fuente: Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile, 2020.

4.3 Centros de investigación apoyados por la ANID

A continuación, se presentan los diferentes programas, que han apoyado el funcionamiento de diversos Centros de Investigación, relacionados con cambio climático, durante el período 2016 y 2020. Cabe mencionar que algunos de ellos, fueron creados previos al 2016.

4.3.1 Fondo de Financiamiento de Centros de Investigación en Áreas Prioritarias (Fondap)

El Fondap fue creado en 1997 con el fin de articular la actividad de grupos de investigadores con productividad demostrada en áreas del conocimiento de importancia para el país, y en las cuales la ciencia básica nacional haya alcanzado un alto nivel de desarrollo. Financia centros de investigación científica de excelencia por un período de cinco años, extensible a otros cinco. Estos centros están orientados a la formación de capital humano avanzado, al establecimiento de redes de colaboración nacionales e internacionales y a difundir los resultados de investigación a la comunidad científica y a la sociedad. En la siguiente tabla se listan aquellos con relevancia en el tema de cambio climático.

Fotografía: Rodrigo Céspedes Sotomayor.

31. https://www.min-ciencia.gob.cl/

Tabla 5-10. Centros nacionales de investigación con relevancia en cambio climático financiados por Fondap de ANID.

Nombre	Institución patrocinante	Página web	Año de creación
Centro de Excelencia en Geotermia de los Andes (CEGA)	Universidad de Chile	http://www.cega-uchile.cl/	2010
Centro de Investigación en Energía Solar (SERC-CHILE)	Universidad de Chile	http://serc.cl/	2012
Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)[2]	Universidad de Chile	http://www.cr2.cl/	2012
Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (CIGIDEN)	Pontificia Universidad Católica de Chile	https://www.cigiden.cl/	2012
Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS)	Pontificia Universidad Católica de Chile	https://www.cedeus.cl/	2012
Centro Interdisciplinario de Investigación en Acuicultura Sustentable (INCAR)	Universidad de Concepción	https://www.incar.cl/	2012
Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería (CRHIAM)	Universidad de Concepción	https://www.crhiam.cl/	2013

Fuente: (Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile, 2020)

4.3.2 Programa Regional de Investigación Científica y Tecnológica

La Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo también cuenta con el Programa Regional, instaurado el año 2000 para permitir la creación de centros regionales de desarrollo científico y tecnológico a lo largo de todo Chile, con la idea de descentralizar la actividad y facilitar la formación de capital humano avanzado en ciencia básica y aplicada. El programa reúne a los gobiernos regionales, universidades y empresarios locales y busca instalar capacidades regionales en ámbitos de la ciencia y tecnología que sean prioritarios para el país.

Es relevante su facultad de crear los Centros Regionales de Investigación Científica y Tecnológica, con un financiamiento compartido con los Gobiernos Regionales y recursos valorados de las instituciones de investigación existentes en la región (principalmente universidades e institutos tecnológicos), las que a través de esta investigación asociativa aumentan sus capacidades científico tecnológicas para ejecutar proyectos de I+D en temas relevantes para el desarrollo local. Además, con el objeto de abordar brechas u oportunidades específicas para la consolidación de los centros, el programa cuenta con el instrumento Fortalecimiento de Centros Regionales, al cual pueden postular los centros cada año.

Aunque la investigación desarrollada por estos centros no se focaliza en temas de cambio climático, el apoyo facilitado a la fecha ha contribuido a la investigación nacional en la materia.

Tabla 5-11. Centros nacionales de investigación con relevancia en cambio climático financiados por el Programa Regional de ANID.

Nombre	Institución participante	Página web	Año de creación
Centro de Estudios del Cuaternario de Fuego-Patagonia y Antártica (CEQUA)	Universidad de Magallanes, Instituto Antártico Chileno, Instituto de Fomento Pesquero	https://www.cequa.cl	2002
Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA)	Universidad de La Serena, Universidad Católica del Norte, Instituto de Investigaciones Agropecuarias	http://www.ceaza.cl/	2003
Centro de Investigaciones de Ecosistemas de la Patagonia (CIEP)	Universidad Austral de Chile, Universidad de Concepción, Universidad de Montana, Universidad de Siena, Universidad de Córdoba, Instituto de Investigaciones Agropecuarias	http://www.ciep.cl/	2005
Centro de Investigación y Desarrollo en Recursos Hídricos (CIDERH)	Universidad Arturo Prat, Minera Doña Inés de Collahuasi, Minera BHP-Billiton Cerro Colorado, CONADI	Sin información	2009

Fuente: (Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile, 2020)

4.3.3 Programa de Investigación Asociativa (PIA)

Surge en 2009 con el propósito de coordinar diversos instrumentos e iniciativas de apoyo a la investigación asociativa y a la promoción de centros de investigación de excelencia. El PIA tiene por misión promover la articulación y asociación entre investigadores, junto con su vinculación con otros actores nacionales y/o internacionales fomentando la creación y consolidación de grupos y centros científicos y tecnológicos (Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile, 2020). Las siguientes son sus líneas de acción:

Tabla 5-12. Centros nacionales de investigación con relevancia en Cambio Climático financiados por Programa de Investigación Asociativa de ANID.

Nombre	Institución participante	Página web	Año de creación
Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur (COPAS) Oriental	Universidad de Concepción (principal) y Universidad Austral de Chile (asociada)	www.sur-austral.cl/	2002
Corporación Instituto de Ecología y Biodiversidad	Corporación Instituto de Ecología y Biodiversidad	www.ieb-chile.cl/	2008
Centro de Modelamiento Matemático	Universidad de Chile	www.cmm.uchile.cl/	2000
Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad, CAPES	Pontificia Universidad Católica de Chile (principal), Universidad Adolfo Ibáñez (asociada)	www.capes.cl	2013

Fuente: Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile, 2020.

4.3.4 Iniciativa Científica Milenio

La Iniciativa Científica Milenio, fundada en el año 1999, financia y apoya a centros de investigación de excelencia, en las áreas de Ciencias Sociales y Ciencias Naturales. Los Centros Milenio son adjudicados a través de concursos públicos por un comité de investigadores internacionales de alto nivel e independientes de los postulantes. Existen Institutos Milenio y Núcleos Milenio, los que se diferencian, principalmente, por la cantidad de investigadores, periodos de financiamiento y monto de financiamiento.

A la fecha ha financiado la creación de alrededor de 100 centros de investigación. Actualmente se encuentran vigentes los siguientes centros, cuyas investigaciones se relacionan directamente con el Cambio Climático:

Fotografía: Sergio Muñoz De la Parra.

Tabla 5-13. Centros nacionales de investigación con relevancia en Cambio Climático financiados por la Iniciativa Científica Milenio de ANID.

Nombre	Página web	Año de creación
Instituto Milenio de Oceanografía - IMO	es.imo-chile.cl	2013
Núcleo Milenio de Ecología y Manejo Sustentable de Islas Oceánicas	www.esmoi.cl	2013
Núcleo Milenio Centro para el estudio de forzantes múltiples sobre sistemas socio-ecológicos marinos - MUSELS	www.eula.cl/musels	2013
Núcleo Milenio Paleoclima	www.paleoclima.cl	2017
Núcleo Milenio de Investigación en Energía y Sociedad - NUMIES	www.numies.cl	2017
Núcleo Milenio Centro para el Impacto Socioeconómico de las Políticas Ambientales -CESIEP	www.cesiep.cl	2017

4.4 Centros Nacionales de Investigación en áreas ligadas al Cambio Climático

4.4.1 Instituto Antártico Chileno (INACH)

El Instituto Antártico Chileno (INACH) es un organismo técnico dependiente del Ministerio de Relaciones Exteriores creado en 1963, responsable de coordinar, planificar y ejecutar acciones en el Territorio Chileno Antártico y cumplir con la Política Antártica Nacional, incentivando el desarrollo de la investigación científica, tecnológica y de innovación en el continente siguiendo las directrices internacionales y participando activamente en el Sistema del Tratado Antártico y foros internacionales relacionados (Instituto Antártico Chileno, 2020).

Entre sus objetivos está el fortalecer la ciencia antártica nacional, a través del desarrollo de mayor y mejor ciencia, tecnología e innovación antártica mediante el continuo mejoramiento del Programa Nacional de Ciencia Antártica (PROCIEN) (Instituto Antártico Chileno, 2020).

Tabla 5-14. Algunos proyectos de investigación realizados por INACH 2016-2020.

Título	Año
Anomalías de la temperatura de la superficie sobre la Antártida: el rol del ENSO durante las últimas décadas	2016
Calving y balance de masa mediante teledetección, métodos in-situ, y modelación en la isla Rey Jorge (CAMB-KGI)	2016
Exploring the spatial and temporal extension of modified Circumpolar Deep-Water Intrusions into a coastal Antarctic embayment: a combination of ocean modeling and observations	2017
Respuesta del sistema climático a la disminución del ozono estratrosférico en el Hemisferio Sur	2017

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2 Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2

El Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia nace el 2013 con financiamiento del Programa de Áreas Prioritarias (Fondap). En el centro convergen investigadores de la Universidad de Chile, institución patrocinante, y de las Universidades de Concepción y Austral de Chile que participan como instituciones asociadas (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, 2020)

En 2018, el (CR)^2 inicia una nueva etapa de investigación donde busca consolidarse como un actor clave para la ciencia del clima y de la resiliencia, contribuyendo de este modo al tránsito del país hacia un desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima, además de comprender el funcionamiento del sistema terrestre inserto en un contexto de clima cambiante y junto a otros actores, apoyar en la definición de medidas de adaptación y mitigación para lograr este objetivo (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, 2020). Las líneas de investigación del (CR)2 son: aguas y extremos; cambio de uso de suelo; ciudades resilientes; gobernanza e interfaz ciencia-política; y zona costera.

Tabla 5-15. Algunas investigaciones desarrolladas por CR2 2016-2020.

Título	Año
A human-scale perspective on global warming: Zero emission year and personal quotes	2017
Local Perception of Drought Impacts in a Changing Climate: The Mega-Drought in Central Chile	2017
Accelerated greenhouse gases versus slow orbital forcing induced climate changes in southern South America	2018
Analysing the impacts of PES programmes beyond economic rationale: Perceptions of ecosystem services provision associated to the Mexican case	2018
Assessing the implementation of marine ecosystem-based management into national policies: Insights from agenda setting and policy responses	2018
Explorador de cuencas hidrográficas (CAMELS-CL)	2018
Informe a las Naciones. Antropoceno en Chile: evidencias y formas de avanzar.	2019
Pobreza energética. El acceso desigual a energía de calidad como barrera para el desarrollo en Chile.	2019
Informe a las Naciones. Incendios forestales en Chile: causas, impactos y resiliencia.	2020
Energía, género y cambio climático. Reflexiones sobre el ODS 7 y su potencial transformador.	2020

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3 Centro Cambio Global UC (CCG-UC)

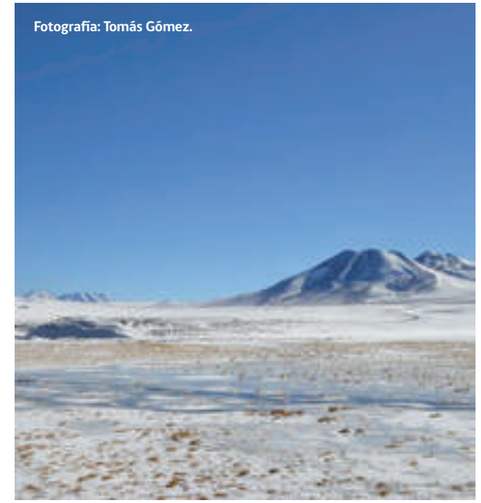
El Centro UC de Cambio Global fue la primera iniciativa al alero de una casa de estudios nacional con dedicación exclusiva al análisis de los temas asociados al cambio global en el país. Fue creado en 2008 y en él convergen las facultades de Agronomía e Ingeniería Forestal; Ciencias Biológicas, Ingeniería, Ciencias Económicas y Administrativas e Historia, Geografía y Ciencia Política de la Pontificia Universidad Católica de Chile (Centro Cambio Global UC, 2020).

El Centro UC de Cambio Global mantiene tres líneas de investigación: clima, impactos y adaptación; mitigación de gases de efecto invernadero; y temas transversales asociados a cambio climático (Centro Cambio Global UC, 2020).

Tabla 5-16. Algunas investigaciones desarrolladas por CCG-UC durante 2016-2020.

Título	Año
A transient model for temperature prediction in a salt-gradient solar pond and the ground beneath it	2017
Creating an enabling environment for WR&R implementation	2017
Marine reserves can mitigate and promote adaptation to climate change	2017
Porous Media Characterization to Simulate Water and Heat Transport through Green Roof Substrates	2017
Integrating strategic land use planning in the construction of future land use scenarios and its performance: The Maipo River Basin, Chile	2018
Using a Statistical Preanalysis Approach as an Ensemble Technique for the Unbiased Mapping of GCM Changes to Local Stations	2018
Water option contracts for climate change adaptation in Santiago, Chile	2018
Economic development and residential water consumption in Chile	2019
Improving Stochastic Modelling of Daily Rainfall using ENSO index: Model development and application in Chile	2019
Public Spaces as Climate Justice Places? Climate Quality in the City of Chillán, Chile	2019

Fuente: Elaboración propia.


Fotografía: Tomás Gómez.

4.4.4 Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería (CRHIAM)

Este centro, liderado por la Universidad de Concepción en asociación la Universidad de La Frontera y la Universidad del Desarrollo, comienza sus operaciones en 2014 en el marco del FONDAP. Entre sus objetivos, está el de promover la investigación en recursos hídricos para crear conocimiento y desarrollar tecnologías que aporten a la seguridad hídrica de los ecosistemas, comunidades y sectores productivos, y que mediante un enfoque interdisciplinario (Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería , 2020)

CRHIAM desarrolla cinco líneas de investigación: uso eficiente del agua en la agricultura y la minería; nuevas fuentes de agua para la agricultura, la minería y las comunidades; disponibilidad y calidad del agua para la agricultura y la minería ante el cambio climático (Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería , 2020).

Tabla 5-17. Algunas investigaciones desarrolladas por CRHIAM durante 2016-2020.

Título	Año
El impacto de la calidad del agua de las cuencas Choapa, Maipo y Rapel en la agricultura	2020
A new multi-proxy record of environmental change over the last 1000 years on Chiloe Island: Lake Pastahue, south-central Chile (42 degrees S)	2019
Expert Reviewer. 10 New Insights in Climate Science 2019	2019
Legacy and current-use pesticides (CUPs) in the atmosphere of a rural area in central Chile, using passive air samplers	2019
Performance Assessment of TanDEM-X DEM for Mountain Glacier Elevation Change Detection	2019

Fuente: Elaboración propia.

4.4.5 Centro de Investigación e Innovación para el Cambio Climático de la Universidad Santo Tomás

El CiiCC de la Universidad Santo Tomás se constituyó en 2012 y tiene como objetivo aportar a la generación de conocimientos, productos o servicios que sean de interés público o privado en el área de ciencias ambientales, específicamente en relación con causas y efectos del cambio climático global. El CiiCC realiza investigación básica y aplicada orientada a entender los efectos del cambio climático sobre los ecosistemas costeros, con énfasis en las oportunidades de innovación científica y tecnológica que ofrece el capital natural del país para la adaptación y mitigación de sus impactos (Centro de Investigación e Innovación para el Cambio Climático, 2020).

En el presente desarrolla investigación sobre el impacto de la acidificación del océano en recursos marinos y sobre el desarrollo de estrategias de repoblamiento de algas y su trasferencia a pescadores artesanales (Centro de Investigación e Innovación para el Cambio Climático, 2020). Algunas de sus publicaciones se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 5-18. Algunas investigaciones desarrolladas por CiiC durante 2016-2020

Título	Año
Exploring physiological plasticity and local thermal adaptation in an intertidal crab along a latitudinal cline	2017
Impacts of climate change on marine fisheries and aquaculture in Chile	2017
Línea de investigación: La interacción hospedador-parásito en el marco de la acidificación del océano: Un laboratorio natural desde las costas de Chile	2017
Local habitat influences on feeding and respiration of the intertidal mussels Perumytilus purpuratus exposed to increased pCO_2 levels	2017
Physiological and histopathological impacts of increased carbon dioxide and temperature on the scallops Argopecten purpuratus cultured under upwelling influences in northern Chile	2017
Plasticity and trade-offs in physiological traits of intertidal mussels when confronting freshwater-induced environmental variation	2016
Riverine discharges impact physiological traits and carbon sources for shell carbonate in the marine intertidal mussel Perumytilus purpuratus	2016
UV radiation impacts body weight, oxygen consumption, and shelter selection in the intertidal vertebrate Girella laevifrons	2017

Fuente: Elaboración propia.

4.4.6 Centro de Estudios Científicos (CECS)

El CECS, ubicado en Valdivia, tiene una línea de investigación permanente en glaciología, en la que estudian las variaciones de glaciares y del flujo del hielo en relación con los cambios climáticos. Sus áreas de estudio abarcan desde los Andes centrales de Chile hasta la Península Antártica. (Centro de Estudios Científicos, 2020)

Las líneas de investigación se dividen en: respuestas glaciares al cambio climático, estudios en Chile continental; aplicación de sensores remotos y métodos geofísicos de prospección; y uso de sensores remotos activos y pasivos para actualizar los inventarios glaciares, estudios de cambios de área glaciar, detección de anomalías geotérmicas, medición de velocidad del hielo. (Centro de Estudios Científicos, 2020).

Tabla 5-19. Algunas investigaciones desarrolladas por CECs durante 2016-2020.

Título	Año
Assessing glacier melt contribution to streamflow at Universidad Glacier, central Andes of Chile	2017
Cambios recientes de Glaciares en el Parque Nacional Torres del Paine	2017
Climate Change and land ice	2017
Ice elevation changes surveyed with Airborne Laser Scanning Data	2017
Línea de base glaciológica en Chile central	2017
Recent glacier area variations at Cerro O'Higgins (48°30'S, 73°10'W), Southern Patagonian Icefield	2017
Respuesta climática de glaciares occidentales y orientales del Campo de Hielo Sur	2016
Aguas Continentales	2016

Fuente: Elaboración propia.

4.4.7 Centro de Investigación de Energía Solar (SERC-CHILE)

El Chilean Solar Energy Research Center (SERC Chile) fue creado con el objetivo de erigirse en un líder mundial en investigación científica sobre Energía Solar, con especial énfasis en desarrollar el potencial del desierto de Atacama en Chile. Lo conforman la Universidad de Chile junto a las Universidades de Tarapacá, de Antofagasta, Técnica Federico Santa María, Adolfo Ibáñez, de Concepción y la Fundación Chile. El proyecto se sustenta en que el norte grande posee un gran potencial para la producción de electricidad, calor y luz en base a energía solar y para la aplicación de soluciones tanto fotovoltaicas como térmicas (Centro de Investigación de Energía Solar, 2020).

Actualmente tiene seis líneas de investigación, interrelacionadas entre sí, i. Energía solar en la industria/minería; ii. Sistemas eléctricos de potencia con alta penetración de energía solar; iii. Sistemas de coordinación de energía solar para las comunidades rurales y urbanas; iv. Almacenamiento de energía solar; v. Tratamiento solar de agua y vi. Aspectos económicos, sociales y regulatorios para el desarrollo de energía solar. Cabe destacar que en su página web, cuenta con un visualizador de los proyectos y recursos solares del país, en distinta etapa de implementación (Centro de Investigación de Energía Solar, 2020).

Tabla 5-20. Algunas investigaciones desarrolladas por SERC durante 2016-2020.

Título	Año
The Economic Effects of Interregional Trading of Renewable Energy Certificates in the US WECC	2016
Asessment of Barriers and Opportunities for Renewable Energy Development in Chile	2016
Review and multi-criteria assessment of solar energy projects in Chile	2016
Facilitating the Integration of Renewables in Latin America	2017
Renewable energy transition: a market-driven solution for the energy and environmental concerns in Chile	2017
Co-construction of energy solutions: Lessons learned from experiences in Chile	2018
Sunset or sunrise? Understanding the barriers and options for the massive deployment of solar technologies in Chile	2018
Effect of Climate Change on wind speed and its impact on optimal power system expansion planning: The case of Chile	2019
Strategic scheduling of preventive maintenances in copper processing as a flexibility option for highly renewable energy systems	2019

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía: Tomás Gómez.

4.4.8 Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA)

El centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), es un Centro Regional de Investigación Científica y Tecnológica, de la Región de Coquimbo. Se fundó en el 2003, como respuesta al concurso de Creación de Unidades Regionales de Desarrollo Científico y Tecnológico, con el apoyo de Universidad de La Serena, Universidad Católica del Norte y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA-Intihuasi); junto con el financiamiento de CONICYT y el Gobierno Regional de Coquimbo (GORE Coquimbo) (Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, 2020).

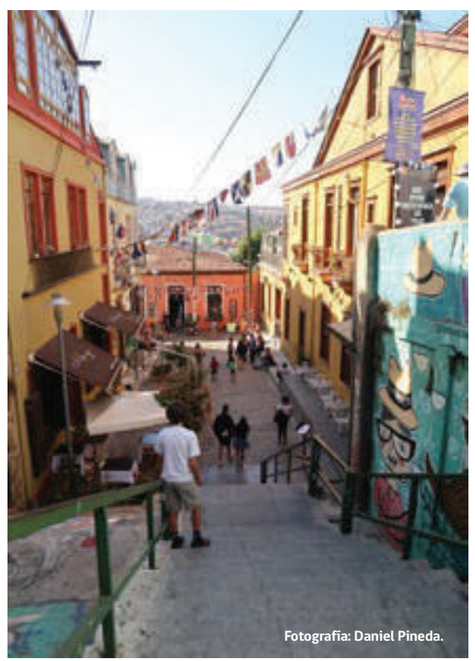
Tabla 5-21. Algunas investigaciones desarrolladas por CEAZA durante 2016-2020.

Título	Año
A 15,400-year long record of vegetation, fire-regime, and climate changes from the northern Patagonian Andes	2019
A 7,000 yr high-resolution lake sediment record from coastal Central Chile (Lago Vichuquén, 34°S): implications for past sea level and environmental variability.	2017
Assessing multi-decadal runoff (1970-2010) using regional hydrological modelling under data and water scarcity conditions in Peruvian Pacific catchments	2019
El Niño-Southern Oscillation Complexity	2018
ENSO atmospheric teleconnections and their response to greenhouse gas forcing	2018
Extreme ENSO-driven torrential rainfalls at the southern edge of the Atacama Desert during the Late Holocene and their projection into the 21st century	2019
From the Pacific to the Tropical Forest: Networks of social interaction in the Atacama Desert, late in the Pleistocene	2019
Geohistorical records of the Anthropocene in Chile	2019
Impact of forcing on sublimation simulations for a high mountain catchment in the semiarid Andes	2020
Impact of High Feeding on the Locomotive Capacity of the Juvenile Peruvian Scallop Argopecten purpuratus after Exposure to Hypoxia	2020
Increased temperature but not pCO_2 levels affect early developmental and reproductive traits of the economically important habitat-forming kelp Lessonia trabeculata	2018

Fuente: Elaboración propia.

4.4.9 HĒMERA Centro de Observación de la Tierra[32]

El **Centro de Observación de la Tierra** de la Universidad Mayor busca liderar proyectos de investigación por medio del uso y aplicación de las tecnologías de observación terrestre, planteando soluciones para la innovación y transferencia tecnológica. Entre sus líneas de investigación destaca: a) Efectos del cambio climático y conservación de los recursos naturales, asociado al seguimiento de efectos de cambio climático y su vínculo con la conservación; b) Modelamiento de escenarios ambientales conectado con el análisis y proyección de distintos escenarios de cambio climático; c) Monitoreo de cuerpos de aguas continentales y oceánicas relacionado con el estudio y monitoreo del estado y calidad de las aguas; entre otras. (Universidad Mayor, 2020).

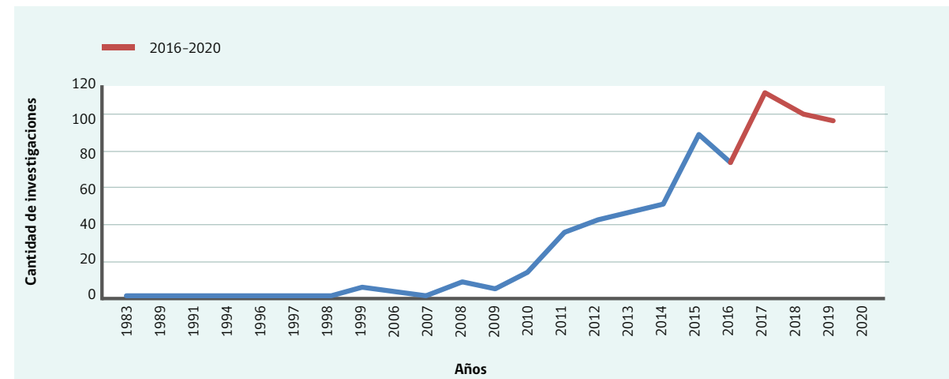

Fotografía: Daniel Pineda.

32. https://hemera.umayor.cl/

4.5 Universidades Chilenas e investigación Cambio Climático

El Ministerio del Medio Ambiente solicitó a las distintas universidades y centros de investigación del país, información sobre las investigaciones realizadas entre los años 2016 y 2020, resultado de lo anterior se ha concluido que las investigaciones sobre cambio climático en Chile han ido en aumento desde el año 1982, año en que comienzan los registros, y el 2020. En la siguiente figura se puede observar el aumento progresivo de las investigaciones en torno a materias de cambio climáticos, reportados por distintos centros de investigación y universidades a abril de 2020.

Figura 5-8. Cantidad de investigaciones reportadas por centros de investigación y universidades



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta una muestra de algunas de las investigaciones sobre cambio climático, que han desarrollado las universidades chilenas entre los años 2016 y 2020[33].

Tabla 5-22. Algunas investigaciones desarrolladas por universidades chilenas sobre cambio climático

Título	Universidad	Año
Climate change adaptation in regulated water utilities.	Pontificia Universidad Católica de Chile	2017
Efecto de las variaciones climáticas y de los cambios de uso del suelo sobre los recursos hídricos y la vegetación en zonas con clima mediterráneo.	Pontificia Universidad Católica de Chile	2016
Evaluation of the effect of management strategies and climate change on the production, efficiency, and sustainability of sheep agro-pastoral systems of the semi-arid region of Chile: Simulation model and field trials.	Pontificia Universidad Católica de Chile	2017
Adaptive phenotypic plasticity and competitive ability deployed under a climate change scenario may promote the invasion of Poa annua in Antarctica.	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	2016
Biological Interactions and Simulated Climate Change Modulates the Ecophysiological Performance of Colobanthus quitensis in the Antarctic Ecosystem.	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	2016
Modelling climate change impacts on anchovy and sardine landings in northern Chile using ANNs.	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	2016
Pelagic resources landings in central-southern Chile under the A2 climate change scenario.	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	2016
The effect of future climate change on the conservation of Chloraea disoides Lindl. (Orchidaceae) in Chile.	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	2017
An assessment of the implementation of renewable energy sources in the light of concerns over Chilean policy objectives	Universidad Adolfo Ibáñez	2017
Species-specific responses to ocean acidification should account for local adaptation and adaptive plasticity.	Universidad de Concepción	2017

33. Se puede revisar el listado completo de las investigaciones identificadas en https://www.minciencia.gob.cl/

Título	Universidad	Año
Cambio en altitud de las isotermas en ambientes fluviales alto-andinos en base a proyecciones de cambio climático: estudiando el efecto de compresión y/o expansión en la distribución de macroinvertebrados acuáticos	Universidad de Concepción	2018
A multiple microsatellite assay to evaluate the mating behavior of the intensively exploited marine gastropod Concholepas (Bruguiere, 1789) (Gastropoda: Muricidae).	Universidad Andrés Bello	2016
Assessing the influence of life form and life cycle on the response of desert plants to past climate change: Genetic diversity patterns of an herbaceous lineage of Nolana along western South America.	Universidad Andrés Bello	2017
Maintenance and resilience of foundational species to climate fluctuations: role of "supporting" species interactions.	Universidad Andrés Bello	2017
Ocean acidification induces changes in algal palatability and herbivore feeding behavior and performance.	Universidad Andrés Bello	2016
Seawater-temperature and UV-radiation interaction modifies oxygen consumption, digestive process and growth of an intertidal fish.	Universidad de la Santísima Concepción	2017
Optimization of multi-pathway production chains and multi-criteria decision-making through sustainability evaluation: a biojet fuel production case study .	Universidad Central de Chile	2018
Viability analysis of centralized hydrogen generation plant for use in mobility sector.	Universidad de Atacama	2018
Ecophysiological traits and activity patterns of coleopterans from Atacama Desert provide clues to the functional responses of small ectotherms to climate change.	Universidad de Atacama	2018
Sistema eficiente de captación de agua para disminuir la escasez hídrica, a partir de la camanchaca, por medio del fenómeno de vórtice.	Universidad de Atacama	2016
A decision science approach for integrating social science in climate and energy solutions.	Universidad de Chile	2016
Carbon balance in grapevine under a changing climate	Universidad de Chile	2016
Climate change damages, conceptualization of a legal notion regarding reparation under international law.	Universidad de Chile	2016
Trend and recovery of the total ozone column in South America and Antarctica	Universidad de Chile	2017
Linking traits and carbon dynamics in a warming and clipping manipulations in a high Andean peatland, Chile.	Universidad de La Serena	2017
Institutional drivers of adaptation in local government decision-making: evidence from Chile.	Universidad de Los Lagos	2017
Eficiencia energética y ahorro de combustible para aumentar la competitividad y disminuir la huella de carbono de la flota pesquera artesanal de la región de los lagos, mediante la aplicación de técnicas avanzadas de modelamiento computacional.	Universidad de Los Lagos	2019
Biochemical and molecular responses disclose mechanisms of Antarctic macroalgae to thrive under Climate Change.	Universidad de Playa Ancha	2016
Coastal erosion in central Chile: A new hazard?	Universidad de Playa Ancha	2018
Distribución de Gases de Efecto Invernadero en zonas áridas e Impacto de humedales de altura.	Universidad de Playa Ancha	2018
Tendencias del Nivel Medio del Mar en el litoral del Pacífico Sur Oriental.	Universidad de Playa Ancha	2017
An improved land biosphere module for use in the DCESS Earth system model (version 1.1) with application to the last glacial termination.	Universidad de Santiago	2017
Intercomparison of atmospheric water vapour measurements at a Canadian High Arctic site.	Universidad de Santiago	2017
Understanding carbon storage in volcanic soils under selectively logged temperate rainforests.	Universidad de Santiago	2017
Análisis de las temperaturas medias y sus extremos a partir de diferentes índices durante el período 1966-2015 en el Norte Grande chileno.	Universidad de Tarapacá	2017
Capital social de la comunidad de Timar, Región de Arica y Parinacota, como recurso territorial para la adaptación ante perturbaciones ambientales.	Universidad de Tarapacá	2018

Título	Universidad	Año
Climatic Regionalization of Continental Chile.	Universidad de Tarapacá	2017
Aumento de los rendimientos en arándano: control de la floración otoñal producto del cambio climático.	Universidad de Talca	2017
Estudios del índice de vulnerabilidad y riesgo de territorio del área metropolitana de Valparaíso al cambio climático e identificación de las respectivas medidas de adaptación.	Universidad de Valparaíso	2017
Adaptación al cambio climático en asentamientos informales: análisis y fortalecimiento de iniciativas locales en Latinoamérica y el caribe.	Universidad del Bío-Bío	2019
Optimization of annual energy demand in office buildings under the influence of climate change in Chile.	Universidad del Bío-Bío	2016
Study on Envelope in Office Buildings Under the Influence of Climate Change in Santiago, Chile.	Universidad del Bío-Bío	2017
Crop Yield, Risks and Climate Change in Chile.	Universidad del Desarrollo	2018
Distributional impacts of climate change on basin communities: an integrated modeling approach.	Universidad del Desarrollo	2018
Cambio climático y acuerdos comerciales regionales. Una mirada desde el sistema multilateral de comercio.	Universidad Finis Terrae	2017
Beneficios que otorga la implementación de la vivienda industrializada para la zona climática 6 del sur de Chile.	Universidad Mayor	2016
Distribution and Conservation of Coastal Wetlands: A Geographic Perspective.	Universidad Mayor	2017
Ectotherms in Variable Thermal Landscapes: A Physiological Evaluation of the Invasive Potential of Fruit Flies Species.	Universidad Mayor	2016
Uso de Herramientas de Teledetección para el Análisis de la Severidad y Estimación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en Incendios Forestales de Gran Magnitud. Estudio de Caso Incendio La Rufina, VI Región del L. G. B. O'Higgins, Chile.	Universidad Mayor	2017
La amenaza del cambio climático, la inestabilidad del medio oriente, y una china de 70 años que empieza a ser cuestionada - septiembre 2019.	Universidad SEK	2019
Análisis de criterios de sustentabilidad en proyectos viales.	Universidad Tecnológica Metropolitana	2018
Análisis de una micro-red basada en energía renovable para una estación de carga de vehículos eléctricos.	Universidad Tecnológica Metropolitana	2018
Domergy prototipo de plataforma TIC para un ecosistema inteligente en la gestión de energía del hogar.	Universidad Tecnológica Metropolitana	2018

Fuente: Elaboración propia

4.6 Centros Internacionales de Investigación en áreas ligadas al Cambio Climático

4.6.1 Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI)

La organización intergubernamental está dedicada a la búsqueda de la excelencia científica, la cooperación internacional y el intercambio abierto de información científica con el fin de mejorar la comprensión de los fenómenos del cambio global y sus implicancias socioeconómicas. Para cumplir con su misión, promueve el intercambio entre científicos y responsables de políticas para incrementar las capacidades científicas en la región y brindar información útil y en los tiempos apropiados para los responsables de formular políticas. Su objetivo primario es fomentar la investigación más allá del alcance de los programas nacionales, mediante la realización de estudios comparativos y dirigidos en temas importantes para la región en su totalidad (Intituto Interamericano para la investigación del Cambio Global, 2020).

Chile es miembro del IAI y su punto focal para el país es el Ministerio de Medio Ambiente. Los proyectos financiados por el IAI en que han participado instituciones o investigadores chilenos se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla 5-23. Proyectos financiados por la IAI con participación de entidades o investigadores chilenos en el periodo 2016-2020.

Nombre	Institución	Años
Incorporación de sistemas de conocimientos locales y tradicionales: nuevos puntos de vista para los servicios ecosistémicos y las colaboraciones transdisciplinarias (SGP-HW 072)	The Nature Conservancy - Santiago Office	2019-2021
Mejorar la gobernanza de la llanura inundable en cuencas fluviales sobre-construidas	Universidad de Chile	2019-2021
Ciclo del nitrógeno en América Latina: impulsores, impactos y vulnerabilidades	Universidad de Chile	2012-2017
SAFER: Análisis del riesgo que plantea el cambio climático en los ecosistemas de agua dulce de las Américas	Universidad Austral de Chile	2012-2017
Ciencia innovadora y diálogo político para contribuir a la seguridad hídrica de las regiones áridas de las Américas	Pontificia Universidad Católica de Chile	2014-2017
Evaluación de los servicios ecosistémicos marinos en las estaciones de serie de tiempo de la red latinoamericana Antares	Universidad de Concepción	2013-2017
BEST-P: Vínculos entre los servicios ecosistémicos y el planeamiento territorial, una iniciativa para el sur de Sudamérica	Universidad Austral de Chile	2012-2017

Fuente: Intituto Interamericano para la investigación del Cambio Global, 2020.

5. DESARROLLO DE CAPACIDADES, EDUCACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO.

Chile ha impulsado de manera progresiva acciones sobre educación, desarrollo de capacidades y sensibilización a través de distintos instrumentos de política pública tales como el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (2008), el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (2014), la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Chile (2015), y el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022, entre otros.

En 2018 el país comenzó con el proceso de elaboración del Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, que propone entre los instrumentos de gestión, desarrollar una Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), y como parte de ella la "Creación y Fortalecimiento de Capacidades" como un medio de implementación de la ECLP para establecer los mecanismos de creación y fortalecimiento de las capacidades de los individuos, organizaciones e instituciones, tanto públicas como privadas, que permitan identificar, planificar e implementar medidas para mitigar y adaptarse al cambio climático. Respecto a esto el proyecto de ley indica que deberá contener al menos lo siguiente:

a) Investigación en materia de cambio climático, de conformidad con los lineamientos que proponga el Comité Científico Asesor;

b) Educación a la ciudadanía para abordar el cambio climático;

c) Creación y fortalecimiento de las capacidades nacionales, regionales y locales para la gestión del cambio climático; y,

d) Fomento del intercambio de experiencias a nivel nacional y regional sobre medidas de mitigación y adaptación al cambio climático a nivel local.

En abril de 2020 Chile presentó su actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 2020), con un compromiso específico en materia de creación y fortalecimiento de capacidades, el que consiste en desarrollar e implementar una **"Estrategia de Desarrollo de Capacidades y Empoderamiento Climático"** con el objetivo de *"fortalecer las capacidades sectoriales, nacionales y subnacionales, de las personas y organizaciones tanto públicas como privadas, de la academia y la sociedad civil, que permitan alcanzar las metas de mitigación y adaptación del país"* (Gobierno de Chile, 2020). La estrategia propondrá las áreas en las que es necesario focalizarse, así como los organismos públicos responsables. Se elaborará e implementará considerando el pilar social de la NDC que incorpora criterios relacionados con los objetivos de desarrollo sostenible, de equidad intergeneracional y de género, así como el de transición justa integrando tanto saberes como necesidades específicas de las comunidades, entre otros. Se indica, además, que esta estrategia considerará al menos los siguientes elementos:

Tabla 5-24. Elementos del compromiso de Chile en materia de creación y fortalecimiento de capacidades.

Elemento	Compromiso
Fortalecimiento de la institucionalidad y gobernanza de la acción climática.	Fortalecimiento de la institucionalidad sectorial, nacional y subnacional de Cambio Climático en Chile.
	Fomento de la participación de la ciudadanía, con foco en las comunidades vulnerables, en la elaboración e implementación de políticas, programas, planes y acciones de cambio climático.
	Disposición pública de la información sobre cambio climático que facilite el diseño e implementación de acciones locales.
	Integración de enfoque de género en todas las políticas, programas, planes y acciones de cambio climático.
Generación de capacidades técnicas a nivel sectorial, nacional y subnacional, a fin de fortalecer la resiliencia frente a los efectos del cambio climático y de promover la transición justa de la fuerza laboral en el tránsito hacia un desarrollo resiliente y bajo en emisiones.	Formación, desarrollo y reconversión de competencias laborales, a fin de mitigar las emisiones de GEI, y facilitar la adaptación a los impactos que los efectos del cambio climático y las medidas adoptadas para hacerle frente puedan tener en el mundo del trabajo, disminuyendo sus efectos negativos y aprovechando las oportunidades que de ellos puedan surgir.
	Diseño e implementación de programas de formación sobre el cambio ambiental y climático para los actores que tengan una función clave a nivel sectorial, nacional y subnacional.
Investigación y ciencia para la acción climática.	Fomento de la investigación en áreas vinculadas al cambio climático en los distintos ámbitos de las ciencias y el conocimiento.
	Fomento de la formación de capital humano avanzado en áreas vinculadas al cambio climático.
Sensibilización y educación para la acción climática.	Desarrollo de procesos de educación ambiental en cambio climático, en el ámbito formal y no formal, que permitan empoderar a la ciudadanía para la acción climática.
	Generación de procesos de empoderamiento ciudadano para la participación en la resolución de problemas asociados al cambio climático.
Cooperación e intercambio de experiencias.	Cooperación e intercambio entre actores locales del país, y con otros países, respecto al desarrollo e implementación de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, sobre los medios de implementación (creación de capacidades, transferencia de tecnología, financiamiento).

Fuente: Elaboración propia

5.1 Procesos de participación ciudadana asociados al cambio climático

El Ministerio del Medio Ambiente tiene una larga trayectoria en la realización de procesos participativos en todos sus instrumentos, debido a las exigencias de la Ley 19.300, de bases generales del medio ambiente. Es así como el Ministerio desarrolla procesos de consulta respecto de materias de interés ciudadano y de relevancia ambiental, tales como: planes, políticas, programas, reglamentos entre otros. Estos procesos de consulta ciudadana se realizan siempre manteniendo los criterios de representatividad, diversidad y pluralismo (artículo 73 de la Ley N° 18.575) (MMA, 2020).

Fotografía: Tomás Gómez.

La siguiente tabla resume los procesos de consulta pública que ha realizado el Ministerio del Medio Ambiente entre 2016 y 2020 sobre asuntos relacionados con el cambio climático.

Tabla 5-25. Procesos de participación ciudadana relativos a instrumentos de cambio climático.

cal	Inicio	Término	Observantes	Observaciones[34]	Actividades Presenciales (AP)	Participantes en AP
Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022 (PANCC-II)	18-04-2016	04-08-2016	68	526	10	454
Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades	24-07-2017	10-10-2017	12	143	8	200
Plan de Acción de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático 2017-2022	01-08-2017	13-10-2017	9	113	7	462
Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Energía	21-11-2017	21-12-2017	13	143	3	60
Ley Marco de Cambio Climático	16-06-2019	31-07-2019	274	3.718	30	1.289
Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Turismo	16-09-2019	11-11-2019	18	97	6	196
Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile	15-10-2019	02-12-2019	152	1.573	5	187

Fuente: Elaboración propia

5.1.1 Proceso participativo para la elaboración del Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático

El Ministerio del Medio Ambiente, a través de la Oficina de Cambio Climático lideró el proceso de elaboración del Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, que incluyó un proceso participativo amplio, multisectorial y multiactor, de manera de recoger la visión y experiencia de los diferentes involucrados claves de la sociedad. El proceso de elaboración del proyecto de ley contempló dos etapas: i. Participación temprana con diálogos y talleres para la elaboración del anteproyecto de ley y ii. Participación ciudadana (PAC), con talleres para difundir y comentar el anteproyecto de ley y con estos aportes construir el Proyecto de Ley que se presentó al congreso (MMA, 2020).

I. Proceso de participación temprana para elaborar el anteproyecto.

El proceso se inició el 5 de julio de 2018 con un conversatorio entre el Presidente de la República, Sebastián Piñera, y la directora ejecutiva de la Fundación Climática Europea, Laurence Tubiana, en el cual se anunció el inicio del proceso de elaboración de la Ley Marco de Cambio Climático en el Palacio de La Moneda. Esto se complementó, con un seminario internacional "Chile hacia una Ley de Cambio Climático" realizado el 6 de julio de 2018. A continuación, se mencionan las actividades realizadas entre julio de 2018 y enero 2019, para la elaboración del anteproyecto de Ley Marco de Cambio Climático:

- Taller de Gobernanza Climática: Con apoyo de la organización Adapt Chile y la Alianza Global Sobre el Desarrollo Bajo en Emisiones, (LEDS GP, por sus siglas en inglés), se trabajó sobre la gobernanza regional del cambio climático, poniendo especial énfasis en las necesidades, brechas y propuestas de los asistentes respecto a las competencias, responsabilidades e instrumentos que podrían ayudar a mejorar la gestión del cambio climático a nivel regional.

- Talleres con los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC): Entre el 29 de agosto y el 22 de octubre de 2018, se realizaron reuniones CORECC y los Consejos Consultivos de las 15 regiones del país, con el objetivo generar un diálogo sobre los desafíos a nivel regional y local asociados a cambio climático y se identificaron los temas a discutir en los diálogos ciudadanos.

- Diálogos Ciudadanos para la elaboración del anteproyecto de Ley Marco de Cambio Climático: Con apoyo de Euroclima+ y la Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración Políticas Públicas (FIIAPP), se llevó a cabo un proceso de consulta pública temprana, con una metodología que permitió recoger las opiniones individuales de más de 850 personas, a nivel nacional para la elaboración del anteproyecto de la Ley. Entre el 29 de noviembre de 2018 y el 16 de enero de 2019, se realizó un diálogo ciudadano en cada una de las 16 regiones del país y tres diálogos sectoriales con el Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC), dos talleres con representantes especializados en cambio climático de la academia, organizaciones de la sociedad civil y sector privado.

- Conversatorio Participación en la Gobernanza Climática: se realizó un conversatorio con la comunidad científica, organizaciones de la sociedad civil y representantes gremiales, en donde se propuso la creación de organismos asesores del gobierno para la mejor toma de decisiones para la mitigación y adaptación y la creación de un Comité Científico de Cambio Climático, que contribuya al diseño de políticas públicas robustas, basadas de evidencia científica.

II. Proceso de consulta pública del anteproyecto de ley marco de cambio climático

El proceso de consulta pública se desarrolló entre el 18 de junio y el 31 de julio de 2019. La ciudadanía realizó 1.718 observaciones por medio del portal de Consultas Ciudadanas del Ministerio del Medio Ambiente[35], que permitieron enriquecer el Proyecto de Ley. Cada una de las observaciones fue analizada y separada por temáticas, llegando a más de 3.700 unidades de observación. Asimismo, con el apoyo del Programa Euroclima+ y FIIAPP, se realizaron talleres participativos en todas las regiones del país, con el fin de traspasar los principales objetivos y alcances de la ley y recoger las opiniones y observaciones ciudadanas.

5.1.2 Proceso participativo de la actualización de la NDC

Este proceso se llevó a cabo entre el 15 de octubre y el 02 de diciembre de 2019, incluyendo la realización de cinco reuniones informativas macrozonales, en las regiones de Tarapacá, Región Metropolitana (2 reuniones), Los Ríos y Magallanes. Además, por primera vez se integró el formato de webinars, que permiten interactuar con la audiencia, realizando preguntas y generando espacios para responder por escrito y en vivo a través de los presentadores, donde se conectaron en línea más de 400 personas. Como resultado del proceso de participación ciudadana, se recibieron un total de 1.573 observaciones, en distintos ámbitos, que permitieron mejorar la propuesta de actualización de la NDC. Como, por ejemplo, la incorporación de un nuevo capítulo denominado el Pilar Social de Transición Justa y Desarrollo Sostenible, que busca relevar la dimensión humana frente a los desafíos del cambio climático (MMA, 2020).

5.1.3 Proceso participativo de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales.

En el año 2016 se realizó el proceso de participación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) a escala nacional, donde se sometieron a revisión por parte de los Pueblos Indígenas del país las actividades y las medidas de acción contempladas en la ENCCRV, la que se dividió en tres hitos: a) auto evaluación, b) dialogo indígena y c) consulta ciudadana. La auto evaluación se realizó mediante talleres macro zonales (norte y sur) e instancias con el sector público y académico nacional, con un total de 74 participantes, quienes calificaron el proceso y la formulación de la ENCCRV, además de sus actividades y medidas de acción. Por su parte el diálogo indigena se desarrolló a través de talleres regionales donde se sometieron a revisión por parte de los diversos Pueblos Indígenas del país las actividades y las medidas de acción contempladas en la ENCCRV, participaron un total de 1.813 personas, de 987 comunidades, 48% del total de personas fueron mujeres. La consulta ciudadana digital, estuvo disponible al público desde el 20 de junio al 20 de septiembre de 2016 y participaron 506 personas (41% mujeres y 42% participación regional) (Ministerio de Agricultura, 2020).

Más recientemente, entre el 27 de junio y el 11 de julio de 2019, se realizaron talleres informativos y participa-

34. Valores aproximados

35. http://consultasciudadanas.mma.gob.cl/

tivos en cinco regiones del país (Maule a los Lagos) con el objetivo de informar y recibir retroalimentación de los actores relevantes con respecto a los mecanismos y criterios para la distribución equitativa, transparente y eficiente de los recursos obtenidos en la fase de Pago por Resultados de a ENCCRV. Los talleres también sirvieron para identificar los riesgos y los posibles impactos asociados con la implementación de las actividades. Este proceso buscó fortalecer el diseño, las decisiones estratégicas y los arreglos de distribución de beneficios en la fase de pago por resultados, asegurando así la sostenibilidad ambiental y social de la iniciativa. En el proceso participó un total de 157 personas, 64 mujeres (41%) y 54 representantes de pueblos indígenas (29%). En este caso, debe tenerse en cuenta que la región del Maule no registró participación de comunidades o asociaciones indígenas en su región.

5.2 Disposición pública de la información

Desde el 2008 Chile cuenta con la ley 20.285 sobre acceso a la información pública que tiene como principal objetivo el "abrir la información de los organismos públicos a todas las personas, promoviendo un sistema estatal más cercano, generando nuevos espacios para la participación y mejorando las exigencias de rendición de cuentas de la gestión pública", y por tanto, regula el principio de transparencia de la función pública, el derecho al acceso a la información que generan las instituciones de la administración pública, los procedimientos para ejercer ese derecho y también las excepciones a la publicidad de la información. Además, esta norma define la información que las instituciones deben mantener de manera pública en sus respectivos sitios web y crea el Consejo para la Transparencia, órgano de carácter autónomo cuya función es velar por el cumplimiento de esta ley (Consejo para la Transparencia, 2020).

5.2.1 Portal web de cambio climático del Ministerio del Medio Ambiente

Durante el 2019 se lanzó un nuevo portal del MMA para cambio climático[36] para hacer más accesible a la ciudadanía información general sobre el fenómeno, y en específico sobre los distintos instrumentos y esfuerzos de gestión pública del cambio climático en Chile, como el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático o los Planes Sectoriales de Adaptación, así como aquellos procesos de elaboración de nuevos instrumentos como la Estrategia Climática de Largo Plazo, que dispone de un expediente público en el sitio. Por otro lado, la plataforma cuenta con una sección de publicaciones destacadas y otra de información de interés, donde se alojan distintos textos sobre cambio climático, como el Estudio de Impactos de Cambio Climático en las Costas de Chile, los distintos Informes del Comité Científico COP25, los resultados de las Simulaciones Climáticas para Chile y el acceso directo a la plataforma web de simulaciones climáticas, ARClim, SNIChile, HuellaChile, entre otros productos. Asimismo, el sitio entrega algunos datos respecto del contexto nacional en torno al fenómeno climático y las condiciones de vulnerabilidad del país y algunos consejos prácticos en torno al uso de agua o la energía y al transporte, a modo de que la población pueda aportar a los esfuerzos de mitigación y adaptación.

5.2.2 Datos abiertos de cambio climático

El concepto de Datos Abiertos tiene como principal propósito que las instituciones y los Estados puedan publicar la información y los datos sobre Cambio Climático que generan y que tienen en su poder, para que estos sean divulgados y reutilizados por la ciudadanía. En este sentido, surge el portal datos.gob.cl[37] del Gobierno de Chile que persigue el objetivo de dar al público acceso expedito, abierto y sin restricciones en cuanto a su uso, a conjuntos de datos gubernamentales en formatos estandarizados (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2013).

Enmarcados en el trabajo de la comunidad internacional de datos abiertos, el Open Data Charter (ODC) y el *World Resources Institute (WRI)* desarrollaron con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), una Guía de Apertura de Datos para la Acción Climática[38] que presenta una lista no prescriptiva de datos relevantes para abrir en el sector. Entre mayo del 2019 y junio del 2020 se realizó un mapeo de datos climáticos de Chile, una evaluación de su nivel de apertura y un taller presencial con otras partes interesadas, a partir de los cual se generaron recomendaciones para la apertura de datos sobre cambio climático, como por ejemplo, las plataformas de observación de las variables del clima de la DMC, el SHOA o la DGA, o para la publicación de datos por parte del Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Chile (SNICHILE), entre otros, con el fin de mejorar su accesibilidad y utilización por parte de la ciudadanía (Pino, Cozzi, Carfi, & Grinspan, 2020).

5.2.3 Principales solicitudes de información sobre cambio climático

La Oficina de Informaciones, Reclamos y Sugerencias (OIRS) del Ministerio del Medio[36] es el canal a través del cual cualquier persona interesada puede solicitar información ambiental y administrativa, presentar reclamos y proponer sugerencias, así como también, recibir orientación y asistencia en los trámites que necesite ejecutar ante el Ministerio del Medio Ambiente (Ministerio del Medio Ambiente, 2020).

Entre los principales requerimientos dirigidos al ámbito de trabajo de la Oficina de Cambio Climático, está la solicitud de información respecto del Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Chile (SNICHILE)[40] y sus resultados; sobre el programa de gestión del carbono HuellaChile[41] para la cuantificación, reporte y gestión de las emisiones de GEI para organizaciones que se encuentren en el territorio nacional; sobre las regulaciones y esfuerzos para la recuperación de la Capa de Ozono[42]; y solicitudes respecto de estudios desarrollados; entre otros.

5.3 Género y Cambio Climático

El año 2018 el MMA a través del Proyecto NDC Support Programme, con apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) contrató un estudio "Diagnóstico para integrar el enfoque de género en las políticas e institucionalidad de cambio climático de Chile", con el objetivo de desarrollar un diagnóstico de las oportunidades y limitaciones a nivel nacional para integrar el enfoque de igualdad de género en las políticas y marcos institucionales asociados al cambio climático de Chile, así como generar recomendaciones concretas y aplicables en las diversas acciones que se llevaran a cabo bajo la implementación de la NDC.

Parte de los resultados de este estudio concluyen en la necesidad de avanzar en la incorporación del enfoque de género y cambio climático tanto al interior del propio Ministerio del Medio Ambiente, como en las instituciones hoy relacionadas a través del Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC). Si bien Chile ha desarrollado avances importantes en la implementación de políticas y fortalecimiento de la institucionalidad de género, existen desafíos pendientes, el caso particular de los instrumentos de política de cambio climático, y conforme a la revisión realizada a través del estudio antes citado, en el menor de los casos se ha observado referencias básicas a nivel de propósitos y en la mayoría de los casos no figuran referencia alguna al enfoque de género.

En el año 2017 se integró el Ministerio de la Mujer y Equidad de Género al Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC), lo que se oficializó más tarde con la Resolución MMA N° 409 del 09 de mayo de 2019, con el objetivo de avanzar en las brechas identificadas para incorporar enfoque de género al interior de los instrumentos de políticas públicas de Cambio Climático, el Ministerio de Medio Ambiente junto al Ministerio de la Mujer y Equidad de Género conformaron el 23 de enero de 2019, una Mesa nacional de Género y Cambio Climático, en la cual participan representantes de género junto a los representantes de cambio climático del ETICC.

En los esfuerzos realizados por Chile como Presidencia COP25 se formó un grupo de trabajo interinstitucional de género y cambio climático en el año 2019, integrado por el Ministerio de Relaciones Exteriores (Clúster Negociador de Género COP25), el Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de la Mujer y Equidad de Género, con el objetivo de trabajar en la Implementación del Plan de Acción de Género aprobado en la COP25. En línea de este nuevo Plan se describen los avances del país en las diferentes líneas de acción:

5.3.1 Coherencia Nacional en las Políticas Públicas sobre Cambio Climático.

En esta línea el país ha realizados esfuerzos entre 2018 y 2020, para avanzar en la integración de enfoque de género en los instrumentos de gestión de cambio climático, destacando:

I. Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático (Ene, 2020). Entre los principios, incluye uno de equidad, con el fin procurar una justa asignación de cargas, costos y beneficios, con enfoque de género y especial énfasis en sectores, comunidades y ecosistemas vulnerables al cambio climático. Además, se establece que, en los procesos de participación ciudadana, los órganos de la Administración del Estado deberán tener especial consideración con los sectores más vulnerables, aplicando un enfoque de género y procurando facilitar la participación de dichos sectores. Asimismo, se establece que el Reglamento que normará la conformación del Comité Científico Asesor para el Cambio Climático, incluirá consideraciones de transparencia, excelencia, imparcialidad, género, entre otras.

II. Contribución Nacional Tentativa de Chile (NDC) ante el Acuerdo de París (Abr, 2020): la NDC del año 2015, no integró enfoque de género, sin embargo luego del trabajo para su actualización publicada en abril 2020, se pueden observar los siguientes elementos:

- Un criterio de "Equidad e igualdad de género" en el pilar social de transición justa y desarrollo sostenible, con el cual se espera que el diseño y la implementación de la NDC considere una justa asignación de cargas, costos y beneficios, con enfoque de género y especial énfasis en sectores, territorios, comunidades y ecosistemas vulnerables

36. https://cambioclimatico.mma.gob.cl
37. www.datos.gob.cl
38. https://airtable.com/shrtJv75M60oWdSqV/tbl8JSaVP5pgBDFZd
39. https://mma.gob.cl/contacto/
40. http://snichile.mma.gob.cl
41. http://www.huellachile.cl
42. https://ozono.mma.gob.cl

4ta Comunicación Nacional sobre Cambio Climático Ministerio del Medio Ambiente

al cambio climático.

- Una contribución específica del pilar de adaptación, de profundizar y actualizar los estudios y análisis existentes de vulnerabilidad y riesgos del país, considerando el enfoque de género, para abordar las amenazas, los que deberán ser considerados como insumos bases para el diseño de medidas de adaptación, que incluye una meta al 2025.

- En el sector uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS), se establece que las metas propuestas consideraran la integración del enfoque de género, permitiendo el desarrollo de iniciativas más transparentes, inclusivas y dirigidas a disminuir y/o a erradicar las brechas de género existentes. Se reconoce el rol de las mujeres como agentes de cambio, capaces de hacer contribuciones significativas a la acción climática.

- Se plantea trabajar en la Integración de enfoque de género en todas las políticas, programas, planes y acciones de cambio climático, a través de la Estrategia de Desarrollo de Capacidades y Empoderamiento Climático", incluida en los medios de implementación.

III. Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (2017-2022): Incluye un principio de "Equidad" que busca que las medidas sean de beneficio para todos, procurando un foco especial en aquellos sectores, comunidades, ecosistemas, e infraestructura, más vulnerables, que generalmente son los más expuestos y sufren en mayor magnitud los impactos del cambio climático, explicitando que se debe tener consideración especial en la equidad de género, derechos humanos y etnias. Incluye, además, la integración de la variable de género en las líneas de acción del pilar de adaptación de "LA2.Generación, análisis y actualización de información sobre vulnerabilidad y riesgos frente cambio climático" y "LA4. Desarrollo de un sistema de monitoreo y reporte para la adaptación en Chile", así como la medida de medios de implementación "MI18: Integrar el enfoque de género y los aspectos socioculturales en las acciones climáticas".

IV. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (2014): Incluye como principio la "Promoción de la participación ciudadana en el proceso de adaptación al cambio climático y de la difusión de información a la sociedad tomando en cuenta condiciones específicas de aspectos sociales, género y etnia".

V. Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Turismo (2019), incluye la medida 13: "Análisis de vulnerabilidad al cambio climático en al menos tres Zonas de Interés Turístico (ZOIT)". Es deseable que el análisis de vulnerabilidad considere algunos enfoques transversales como servicios ecosistémicos y soluciones basadas en la naturaleza, seguridad hídrica, y comunidades vulnerables, con brechas de género, cultural, y social.

VI. Lista de Chequeo para la integración de Género en los instrumentos de políticas públicas de cambio Climático (Mayo, 2020), que busca orientar la incorporación del enfoque de género en los procesos de actualización o formulación de instrumentos de cambio climático que se están llevando. Cabe destacar que este documento, es el primer producto generado por la Mesa de Género y Cambio Climático y se considera como una primera versión[43].

5.3.2 Generación de capacidades y gestión de información sobre género y cambio climático

Una de las brechas es la inexistencia de datos desagregados por sexo, que permitan identificar impactos diferenciados del cambio climático, y como mujeres y hombres pueden aportar a medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. Por esta razón, se realizó un catastro inicial de datos que muestran la relación de género y cambio climático, que permitió avanzar en construir un marco conceptual de la relación género y cambio climático, y como esta relación se da en diversos sectores (agua, energía, agricultura, forestal, pesca y acuicultura, desastres naturales, salud y educación, y gestión de residuos), así como la identificación datos desagregados por sexo, a partir de estadísticas nacionales, que podrían dar cuenta de una relación significativa entre aspectos de género y el cambio climático.

Por otra parte, se han realizado diferentes Intercambios de experiencias a nivel nacional e internacional en género y cambio climático. En agosto 2019 se realizó un primer intercambio con representantes de Perú y Ecuador y en 2020 se ha trabajado en un programa de intercambio Chile-Uruguay.

5.4 Sistema educativo

La Ley 20.370 General de Educación (LGE, 2009) es el principal marco legal en que se desarrollan los programas educativos del país, regula los derechos y deberes de los integrantes de la comunidad educativa y fija los requisitos mínimos que deberán exigirse en cada uno de los niveles de educación, parvularia, básica y media; regula el deber del Estado de velar por su cumplimiento, y establece los requisitos y el proceso para el reconocimiento oficial de los establecimientos e instituciones educacionales de todo nivel, con el objetivo de tener un sistema educativo caracterizado por la equidad y calidad de su servicio.

43. https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/06/GENERO-3.pdf

La LGE incorpora entre sus principios rectores, el de sustentabilidad, que indica que el sistema educativo fomentará el respeto al medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales, como expresión concreta de la solidaridad con las futuras generaciones. Además, establece entre sus objetivos generales para la educación básica que los educandos desarrollen los conocimientos, habilidades y actitudes que les permitan, entre otras cosas conocer y valorar el entorno natural y sus recursos como contexto de desarrollo humano, y tener hábitos de cuidado del medio ambiente. Asimismo, lo incorpora en la educación media a modo de que las y los estudiantes logren conocer la importancia de la problemática ambiental global y desarrollar actitudes favorables a la conservación del entorno natural.

A continuación, se presentan los principales avances del país en términos de la inclusión del cambio climático en los procesos de educación formal que se enmarcan en la mencionada Ley General de Educación.

5.4.1 Iniciativas y programas ejecutados en la Educación Básica y Media

Las bases curriculares de la educación formal en Chile han ido asumiendo nuevos desafíos ambientales con enfoque en cambio climático y desarrollo sostenible. En este sentido, las bases curriculares[44], promulgadas progresivamente para los distintos niveles educativos, (Educación Parvularia, Educación Básica y Educación Media) desde los años 2012, 2015 y 2019, incorporan contenidos referidos a cambio climático y medio ambiente en general desde el primer año de educación parvularia hasta segundo año de educación media, y cambio climático de manera directa especifica en tercero y cuarto año de educación media (Ministerio de Educación, 2020).

Según el diseño de este nuevo currículo, los contenidos sobre cambio climático son abordados desde la implementación de los objetivos de aprendizajes (OA), los que definen los aprendizajes esperables para una asignatura determinada por cada año y nivel escolar. Y por los objetivos de aprendizaje transversales (OAT) que son implementados por toda la comunidad educativa, pues se considera que atañen a toda la trayectoria de educación y su logro depende de todos los elementos que constituyen la experiencia escolar, sin que estén asociados de manera directa o específica a una asignatura en particular.

Tabla 5-26. Contenidos relacionados con cambio climático.

Educación parvularia	Educación básica (1º a 8º básico)	Educación media (1º a 4º medio)
En los Núcleos de Exploración del entorno natural y comprensión del entorno sociocultural, integran: • Características de elementos y paisajes y fenómenos como marejadas, sismos, tormentas, sequías. • Acciones que contribuyen al desarrollo del cuidado de ambientes sostenibles.	• El ciclo diario y de las estaciones y sus efectos en el ciclo de los seres vivos y el ambiente. • El ciclo del agua en la naturaleza, como recurso preciado y acciones cotidianas para su cuidado. • Características del tiempo atmosférico, y sus cambios a lo largo del año y sus efectos sobre los seres vivos y el medio ambiente. • Medidas de prevención y seguridad ante los riesgos naturales en escuelas, la calle y el hogar y desarrollo una preventiva. • Distribución del agua dulce y salda e la Tierra, y escasez relativa de agua dulce.	• Factores que afectan el tamaño de las poblaciones y consecuencias sobre el ecosistema. • Efectos de acciones humanas y de fenómenos naturales en el equilibrio de los ecosistemas. • Investigaciones experimentales que expliquen cómo reacciones químicas presentes en la vida diaria impactan en los seres vivos y el entorno. • Impacto del proceso de industrialización en el medio ambiente y su proyección en el presente en relación con el debate de lograr un desarrollo sostenible. • El cambio climático como fenómeno global, y sus principales consecuencias para la población.

Fuente: Ministerio de Educación de Educación, 2019.

44. https://www.curriculumnacional.cl/portal/Documentos-Curriculares/Bases-curriculares/

5.4.2 Asignaturas con enfoque medioambiental en las bases curriculares de 1º básico a 4º medio

En las asignaturas del currículo escolar, se incorpora la temática de medio ambiente y cambio climático a lo largo de toda la trayectoria y en distintos niveles. Las asignaturas lo incorporan a través de sus ejes, los que, a su vez, atienden a distintos objetivos de aprendizaje (Ministerio de Educación, 2020).

5.4.2.1 De 1º básico a 2º medio

Las ciencias naturales desarrollan la curiosidad por la naturaleza y el interés en el conocimiento de los seres vivos, la materia, la Tierra y el universo. Se reconoce también la importancia del entorno natural y sus recursos, y se promueven conductas de cuidado y protección del medio. Los ejes que lo integran son los siguientes Ciencias de la vida y Ciencias de la tierra y el universo.

- Ciencias de la vida, a través de las asignaturas de ciencias físicas y químicas, siendo desde 7º básico dos ejes independientes e incluyendo el eje Biología. En este eje se abordan los aspectos de las ciencias naturales como los hábitats y las características necesarias para la supervivencia de las especies, entre ellas las climáticas; los estados de la materia y sus cambios, también los ciclos naturales; y se observan y comparan las especies animales y vegetales y su adaptación al medio en que viven.

- Ciencias de la tierra y el universo, a través de la asignatura Historia, Geografía y Ciencias Sociales, se intenta establecer lazos de pertenencia con su entorno social y natural, a partir del conocimiento, la valoración y la reflexión sobre la historia personal del estudiante, así como la de su comunidad y país. Se incluyen tópicos relacionados con la inserción del país a los procesos mundiales de industrialización; la formación económica incluyendo temáticas asociada al consumo; y la formación ciudadana, que incluye el análisis de los impactos del proceso de industrialización sobre el medio ambiente y un análisis desde la perspectiva de derechos humanos y su relación con el desarrollo sostenible.

Las bases curriculares de la asignatura de educación física promueve cuidar el medio ambiente, la infraestructura y los materiales utilizados durante la práctica de actividades físicas y/o deportivas. Por otro lado, las artes visuales, aportan a la sustentabilidad promoviendo la utilización de manera responsable o reciclaje de los materiales en trabajos y proyectos visuales. Además de expresar y crear visualmente a partir de la observación del entorno natural y cultural.

En la asignatura de tecnología se promueve el respeto al otro y al medio ambiente mediante el trabajo colaborativo y se reflexiona sobre el análisis de productos tecnológicos, la conservación de los recursos y del bien común. Se incluye en los siguientes ejes, que responden a diferentes Objetivos de Aprendizaje:

- Diseñar, hacer y probar: se fomenta la planificación, la evaluación y el análisis de los proyectos aplicando criterios de funcionamiento, técnicos, medioambientales, sociales y de seguridad, entre otros, dando espacio al diálogo y a los procesos de mejora de los resultados.

- Tecnología, ambiente y sociedad: se analizan soluciones tecnológicas y se caracterizan los efectos e impactos, tanto positivos como negativos que han tenido considerando aspectos éticos, sociales y ambientales.

- Resolución de problemas tecnológicos: busca identificar y evaluar necesidades y propuestas de soluciones que apunten a la reducción de efectos perjudiciales relacionados con el uso de recursos energéticos y materiales considerando aspectos éticos, legales, económicos, ambientales y sociales

5.4.2.2 De 3º a 4º medio

En 3º y 4º medio, el Plan de Formación general se compone de un Plan Común de Formación General obligatorio para todos los establecimientos, y de un Plan Común de Formación general electivo. Entre las asignaturas que componen ambos planes y que se relacionan con cambio climático son:

- Ciencias: se espera que los y las estudiantes sean capaces de analizar críticamente las implicancias sociales, económicas éticas y ambientales de problemas relacionados con controversias públicas que involucran la ciencia y tecnología. Entre los contenidos de esta asignatura, se destacan los siguientes:

  - ❑ *Biología de los ecosistemas: explica los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad, productividad biológica y la resiliencia de los ecosistemas y sus consecuencias sobre las personas. Aborda también cómo la sociedad puede, mediante la ciencia y tecnología, prevenir, mitigar o reparar los efectos del cambio climático.*

  - ❑ *Ciencias de la salud: aborda la relación entre la calidad del aire, las aguas y los suelos con la salud humana, así como de los mecanismos biológicos subyacentes.*

  - ❑ *Física: aplica conocimientos de la física para la comprensión de fenómenos y procesos que ocurren en los sistemas naturales.*

  - ❑ *Química: se explican los efectos del cambio climático sobre los ciclos biogeoquímicos y los equilibrios químicos que ocurren en los océanos, la atmósfera, las aguas dulces y los suelos, así como sus consecuencias sobre el bienestar de las personas. También se evalúa la contribución de la aplicación de la química en el entendimiento, la prevención y mitigación de efectos derivados del cambio climático.*

- Ciencias para la ciudadanía: incluye los módulos de bienestar y salud; seguridad, prevención y autocuidado; ambiente y sostenibilidad; y tecnología y sociedad.

- Educación ciudadana: que incluye democracia y participación ciudadana; derechos humanos y respeto por el otro; ética política; y medioambiente, territorio y espacio público.

- Historia, geografía y ciencias sociales: en el enfoque de derechos humanos y sustentabilidad se aborda el respeto y la promoción de los derechos humanos y se busca fortalecer y profundizar un enfoque que analice la relación entre economía, política, sociedad y medio ambiente.

- Artes: busca fomentar la innovación en torno al análisis de problemas de diseño y arquitectura, considerando aspectos como la sustentabilidad ambiental.

5.4.3 Guía de apoyo docente sobre cambio climático

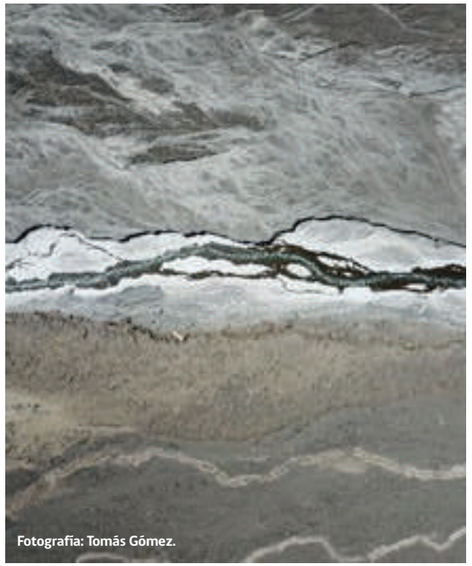
Entre otras iniciativas que complementan lo antes mencionado, en 2017 el Ministerio del Medio Ambiente actualizó la Guía de Apoyo Docente en Cambio Climático, que tiene como objetivo proporcionar a los y las docentes de todos los ámbitos del saber, contenidos y herramientas que faciliten la incorporación de este fenómeno en el currículo de educación formal de Educación Básica y Media. La guía entrega a las y los docentes una base conceptual acerca de lo que es el Cambio Climático, sus causas e impactos y sobre las políticas e institucionalidad del país para combatir el cambio climático, además propone metodologías y actividades para trabajar los contenidos.

5.4.4 Iniciativas y programas ejecutados en Educación Superior

Para conocer cómo se están integrando contenidos sobre cambio climático en la educación superior, el MMA consultó en el año 2018 y en 2020 a todas las Universidades del país. Según la información entregada por las universidades[45], se identificó que en las carreras de pregrado se desarrolla la temática, principalmente como subunidades en los contenidos de asignaturas relacionadas con sustentabilidad, eficiencia energética, biología, relación con el medio, en diversas carreras, cómo: ciencia política y relaciones internacionales, pedagogía (inglés, historia, geografía, ciencias naturales, biología); Arquitectura, Agronomía, Ingeniería Civil e Ingeniería en Recursos Naturales o Ambiental, y en diversas especializaciones de Ingeniería cómo, comercial, eléctrica, química, en Industrias, Madera, en Automatización, Mecánica, Agrícola), Medicina Veterinaria, Biología Marina, entre otras.

Por ejemplo, la Universidad de Talca, integra la temática de cambio climático en los cursos relacionados a problemáticas agrícolas como son fertilidad de suelo, edafología, manejo de plagas, producción frutícola, agroclimatología, fruticultura, producción vitícola, y por otro lado la Universidad de Atacama, lo desarrolla en la carrera de Tecnólogo en Administración de Empresas a través de los cursos: "Ambiente y Calidad de Procesos tecnológicos", "Economía básica en sistemas tecnológicas" y, "Eficiencia Energética en procesos tecnológicos".

A continuación, la siguiente tabla muestra algunos cursos transversales de las distintas universidades que integran contenidos de cambio climático:



Fotografía: Tomás Gómez.

45. Universidad de Atacama, Universidad Andrés Bello, Universidad de Talca, Universidad del Bío-Bío, Universidad Adolfo Ibáñez, Universidad Tecnológica Metropolitana, Universidad Alberto Hurtado, Universidad Central, Universidad Santo Tomás y Universidad Internacional SEK.

Tabla 5-27. Cursos de cambio climáticos integrados por universidades.

Institución	Curso
Universidad Santo Tomás	Desafíos del Cambio climático
	Desarrollo Sustentable y Adaptación al Cambio Climático
Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM)	Cambio climático, Ingeniería verde y Sustentabilidad
	Cambio climático
	Energía Nuclear y Cambio climático
	Cambio climático en la Agroindustria
	Taller de Principios de Sustentabilidad
Universidad de Talca	Adaptación de la Agricultura al Cambio Climático
Universidad Central	Derechos Humanos, Inclusión y Ciudadanía
Universidad de Chile	Cambio Climático[46]
Universidad Adolfo Ibáñez	Ciencias; Biología y Ambiente; e Ingeniería Ambiental
Universidad del Biobío	Cursos de formación integral
Universidad Internacional SEK	Educación Ambiental y Desarrollo Sustentable

Fuente: Elaboración propia.

Además, existen otros programas de estudios de postgrado, especialización o capacitación relacionados con cambio climático:

Tabla 5-28. Otros programas de educación sobre cambio climático en Chile.

Institución	Programa
Universidad de Concepción	Magíster en Cambio Climático
Pontificia Universidad Católica de Chile	Magíster en Recursos Naturales con especialidad en Cambio Climático
	Magíster en Mecanismo de Desarrollo Limpio y Eficiencia Energética
Universidad Mayor	Magíster en Cambio Climático y Recursos Vegetacionales
Universidad de Santiago	Diplomado Tecnologías para enfrentar el Cambio Climático Abrupto
Universidad Academia de Humanismo Cristiano	Diplomado Internacional de Verano Comunicación para la Sostenibilidad y la Cultura del Cambio Climático
Universidad de Chile	Diplomado Cambio Climático y Desarrollo Bajo en Carbono
Universidad de Magallanes	Diplomado Biodiversidad Marina Austral y Cambio Climático
Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR)	Diplomado e-learning Adaptación al Cambio Climático en Pesca y Acuicultura

Fuente: Elaboración propia.

5.5 Iniciativas y programas complementarios para la educación y de sensibilización sobre cambio climático

5.5.1 Sistema Nacional de Certificación Ambiental para Establecimientos Educacionales (SNCAE)

En este ámbito se destaca el SNCAE, un programa de carácter voluntario que entrega una certificación pública a los establecimientos educacionales que implementan estrategias de educación ambiental en sus comunidades escolares de manera efectiva, es coordinado por un Comité Nacional de Certificación Ambiental[47] sus objetivos son:

- Contribuir a una educación para la transformación y desarrollo de una ciudadanía ambiental global.
- Impulsar la educación ambiental para la sustentabilidad en todo el quehacer educativo.
- Aportar en la creación de una cultura ambiental escolar.
- Transformar a la comunidad educativa y las instalaciones del establecimiento en un referente ambiental para el fortalecimiento de la gestión local.

El sistema cuenta con tres niveles de certificación, básico, medio y excelencia a los que el establecimiento podrá optar en función de su estado de avance en los tres ámbitos del SNCAE (Curricular, Gestión y Relaciones con el Entorno) y establece una serie de indicadores para que los establecimientos alcancen estándares ambientales partir de: los contenidos ambientales trabajados en el aula (Ámbito Curricular), que tengan un correlato en la gestión del recinto (Ámbito Gestión Ambiental) y que esto se vea reforzado con actividades de intervención local, a fin de que durante el proceso educativo se potencie el trabajo colaborativo para la solución de los problemas ambientales locales (Ámbito Relaciones con el Entorno).

El año 2019 se incorporó un nuevo indicador en la matriz ambiental, que es la que indica los criterios que deben cumplir los establecimientos para alcanzar la certificación ambiental. Este indicador se denomina "Reducción del riesgo de desastres ante el cambio climático" y solicita a los establecimientos incorporar acciones de reducción del riesgo de desastres ante el cambio climático en su Plan Integral de Seguridad Escolar (PISE), vinculadas a su diagnóstico socioambiental del entorno, proceso que deben realizar los recintos educacionales en el marco del proceso de la certificación. El PISE, elaborado por MINEDUC junto ONEMI, es de carácter obligatorio para los establecimientos del país y los insta a reconocer riesgos emergentes en sus entornos, como pudieran ser los nuevos aquellos relacionados con el cambio climático.

En tanto, al año 2019 hay 2065 establecimientos certificados a lo largo del país, de los cuales 521 son de nivel básico (25,2%), 553 de nivel medio (26,8%) y 991 de excelencia (48,0%) (MMA, 2020).

5.5.2 Academia de Formación Ambiental Adriana Hoffmann

La Academia de Formación Ambiental Adriana Hoffmann, dependiente del Ministerio del Medio Ambiente, tiene como objetivo atender el creciente interés de la ciudadanía en materias de educación ambiental. La academia está orientada a tres diferentes públicos objetivos: docentes, funcionarios públicos y la ciudadanía en general. Los cursos se imparten en modalidades presencial, e-learning, e-learning con tutorial, e-learning de autoaprendizaje y charlas de sensibilización.

En materia de cambio climático, la academia impartió tres cursos entre los años 2016 y 2019, los cuales fueron ejecutados más de una vez cada uno de ellos alcanzando un total de 1659 inscripciones. A continuación, se detalla cada uno de ellos:

Tabla 5-29. Cursos impartidos por la Academia Adriana Hoffman entre 2016 a 2019.

Curso	2016	2017	2018	2019	
	inscritos	inscritos	inscritos	ejecución	inscritos
Aprendiendo sobre el cambio climático para la ciudadanía	259	n/a	228	1º	220
				2º	381
Cambio climático. una tarea para abordar en la Escuela	n/a	199	n/a	1º	143
				2º	173
Gestión del cambio climático para hacedores de políticas públicas a nivel local en Chile	n/a	25	25	n/a	n/a

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía: Tomás Gómez.

46. Curso en línea gratuito y abierto.

47. Conformado por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) que además cumple un rol de secretaría, y por el Ministerio de Educación (MINEDUC), la Corporación Nacional Forestal (CONAF), la Organización de Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura (UNESCO), el Ministerio de Energía (MINENERGIA), la Agencia de Sostenibilidad Energética, la Dirección General de Aguas (DGA), la Junta Nacional de Jardines Infantiles (JUNJI) y Fundación INTEGRA.

5.5.3 Fortalecimiento de capacidades en adaptación a la variabilidad y cambio climático en agricultura

El Ministerio de Agricultura, a través de su Sección de Emergencias y Gestión de Riesgos Agrícolas (SEGRA) ha implementado un Plan de Capacitación, como parte de sus acciones permanentes, que integra formación e-learning y actividades presenciales en temáticas de información agroclimática, y adaptación a la variabilidad y cambio climático. Los cursos e-learning que lleva a cabo SEGRA son abiertos y ha contado con participantes de Chile y otros países. En la siguiente tabla se resume la oferta de cursos e-learning de SEGRA.

Tabla 5-30. Oferta de cursos E-Learning de SEGRA.

Título	Año inicio	Versiones	Objetivos
Curso e-learning información en tiempo real como herramienta de acción climática en la agricultura.	2019	3 versiones al 2020	Reducir la vulnerabilidad de los agricultores frente a amenazas climáticas y mejorar sus capacidades para conocer estos eventos climáticos adversos, monitorearlos y tomar las acciones necesarias. Específicamente, usar e interpretar la información para la toma de decisiones con el fin de enfrentar los riesgos agroclimáticos.
Curso e-learning gestión de riesgos climáticos vinculados al sector silvoagropecuario.	2012	17 versiones al 2020	Conocer la importancia de incorporar la gestión de riesgos agroclimáticos en la producción silvoagropecuaria; usar e interpretar la información para la toma de decisiones con el fin de enfrentar los riesgos agroclimáticos; y proponer acciones de prevención y respuesta frente a la variabilidad climática y el cambio climático global.
Curso e-learning aplicaciones de la red agroclimática nacional ran - agromet.	2015	10 versiones al 2019	Usar e interpretar la información para la toma de decisiones con el fin de enfrentar los riesgos agroclimáticos a nivel predial.

Fuente: Elaboración propia.

Las actividades presenciales, tanto de nivel central como regional y local, se han centrado en fortalecer capacidades para identificar amenazas climáticas, usar e interpretar la información para la adaptación a la variabilidad y cambio climático. Estas actividades se han desarrollado bajo el enfoque de trabajo colaborativo con instituciones socias del sector público y privado. Bajo estas dos modalidades SEGRA cuenta con cerca de 1.600 participantes en un año normal.

5.6 Agenda ciudadana COP25

La COP25 se transformó en un espacio y una oportunidad para visibilizar y poner en discusión pública la problemática del cambio climático, además de promover una transformación cultural para acercar a las personas y a los distintos actores, a un modelo de desarrollo sustentable para nuestro país.

Con el apoyo de fondos principalmente de la Unión Europea, se implementó la Agenda Ciudadana COP25 Chile con el objetivo de educar, sensibilizar y hacer partícipe a la ciudadanía, para lo que fue necesario involucrar a todas las regiones, considerando 10 grupos objetivos: i) gobiernos locales y regionales, ii). jóvenes y escolares, iii. sociedad civil y ONG, iv. comunidad científica y académica, v. sector privado, vi. parlamentarios, vii. mundo laboral, viii. comunidades indígenas, ix. comunicadores y x. mundo de la cultura. Esta agenda se desarrolló entre los meses de agosto y octubre de 2019, con una serie de actividades de formación y educación ambiental, que apuntaron a sensibilizar a las generaciones futura y presente a través de exposiciones, conversatorios, seminarios y paneles de discusión multi-actor. Además, en cinco regiones del país se desarrollaron "FESTIVALES COP25 CHILE", con la participación de más de 50.000 personas. Algunas actividades que se pueden destacar son por ejemplo un concurso de pintura para niños y niñas "El cambio climático en mi Región" organizado por la Subsecretaria de la Niñez-MMA-Unicef, que incluyó la muestra de los trabajos ganadores en la zona verde de la COP25; talleres mensuales con los principales medios de comunicación nacionales e internacionales; 50 Encuentros y conversatorios de trabajo con el sector privado; entre otros.

Algunas iniciativas que se realizaron en el marco de Agenda Ciudadana COP25, se describen a continuación:

5.6.1 Patrocinios COP25

El patrocinio consistió en poder usar un logo especial COP25, y difundir las iniciativas en las redes sociales de COP25. De 464 solicitudes recibidas, se entregaron 165 patrocinios a diversas actividades. Más del 59% correspondió a talleres, seminarios, conversatorios; y el resto se distribuyó en proyectos culturales o artísticos; convocatorias o concursos; actividades de impacto positivo en el medioambiente (reforestación, limpieza de playa, etc.); plataformas virtuales o aplicaciones; y asociaciones, cómo redes de personas u organizaciones entre otras. Las regiones con más representación de iniciativas aprobadas haciendo uso del patrocinio son: Región Metropolitana, Región de Valparaíso y la Regiones del Biobío. Como ejemplos de las temáticas tratadas se pueden mencionar: agua, transporte, energía, economía circular, biodiversidad y conservación, cambio de uso de suelo y bosques, seguridad alimentaria, finanzas, género, océano y zona costera, asentamientos humanos, salud y otros específicos sobre la misma COP25.

5.6.2 Plataforma "Por el clima"

Plataforma ciudadana oficial de la COP25, www.porelclima.cl, fue desarrollada por la Agencia de Sostenibilidad Energética, el Ministerio de Energía y el Ministerio del Medio Ambiente (Agencia de Sostenibilidad Energética, 2020). La plataforma se inspiró en la versión española y permite a personas, empresas, organizaciones e instituciones públicas, registrar acciones concretas asociadas al uso de eficiente del agua y energía, movilidad, prevención y gestión de residuos, reducción de consumo y gestión de huella de carbono, visualizando una estimación de las emisiones de CO_2eq evitadas. A julio de 2020, cuenta con 97.151 compromisos registrados[48].

Fotografía: Rodrigo Césped Sotomayor.

5.6.3 Anfitriones COP25

Las instituciones de la educación superior participaron como anfitriones de las actividades de la agenda ciudadana COP25, con lo cual obtenían el patrocinio de la COP25 en todas sus actividades asociadas a cambio climático. Para ser "Anfitrión COP25", las instituciones debían cumplir los siguientes requisitos: i. tener un compromiso de acción climática concreta para impulsar su carbono neutralidad; ii. Organizar y desarrollar encuentros, conversatorios, seminarios con los actores exigidos por la organización (mundo científico, autoridades locales, ONG, sector privado y sociedad civil), para discutir, conversar y analizar medidas regionales para enfrentar el cambio climático en cada región; iii. Cumplir con los requisitos de convocatoria y formato de evento COP25 y iv. Entregar los resultados de estos eventos para cada región, en el formato requerido por la organización. Se identificaron 31 anfitriones, de las de cuales 26 se comprometieron a un total de 273 iniciativas de acción climática. Los compromisos se clasificaron en las siguientes categorías:

Tabla 5-31. Top 10 Acciones comprometidas en la plataforma #porelclima y número de compromisos.

1	Separo y reciclo el vidrio	2.549
2	Optimizo el uso de papel	2.157
3	Fomento y favorezco el desplazamiento a pie de los diferentes grupos (empleados, clientes, visitantes, alumnos, espectadores, etcétera)	1.120
4	Promuevo e incentivo el uso de la bicicleta para los desplazamientos de los diferentes grupos (empleados, clientes, visitantes, alumnos, espectadores, etcétera)	1.104
5	Implemento sistemas de videoconferencia o reuniones online	435
6	Separo y reciclo envases	397
7	Apago las luces de mi hogar	365
8	Evito el uso de bolsas de plástico	363
9	Cierro la llave mientras me cepillo los dientes	341
10	Separo y reciclo papel y cartón	283

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por la Agencia de Sostenibilidad Energética

48. https://www.porelclima.cl/test-de-short-code/

1. Seminario, taller o conversatorio (51%): Actividad de naturaleza técnica o académica, que intenta desarrollar un estudio profundo o instaurar un debate sobre materias relativas a la sustentabilidad.
2. Gestión institucional (18%): Iniciativas realizadas por la institución para intervenir su infraestructura y/u operación, con el fin de mitigar su emisión de gases de efecto invernadero o adaptarse a los impactos del cambio climático.
3. Vinculación con el medio (15%): Actividades en las que la institución se relaciona, en el marco de una iniciativa relativa al cambio climático o la sustentabilidad, con otras organizaciones, como gobiernos locales, ONG, sociedad Civil, privados, etc.
4. Difusión/actividad ciudadana (9%): Actividades de divulgación de información, típicamente científica, relativa al cambio climático o bien, actividades que involucren a la ciudadanía.
5. Currículum y contenido académico (6%): Se trata de compromisos asociados a la incorporación de los tópicos de sustentabilidad, cambio climático y medioambiente como cursos en el currículum de las carreras impartidas por la institución, o bien, la creación de un plan de estudios (pre o postgrado) específico en la temática.

Las instituciones participantes fueron el Centro de Formación Técnica (CFT) ENAC[49], CFT PUCV[50], Duoc UC,INACAP[51], CFT Estatal de las Regiones de Coquimbo, Araucanía, Los Lagos, Los Ríos, Tarapacá, Valparaíso, Maule, Lota Arauco. Las Universidades Católica de Chile, Católica de Valparaíso, Alberto Hurtado, Austral de Chile, Autónoma Católica del Maule, Católica de la Santísima Concepción, Católica de Temuco, Central, de Chile, de Concepción, de La Frontera, de los Andes, de Los Lagos, de Magallanes, de Talca, SEK, Técnica Federico Santa María, Tecnológica Metropolitana. La Pontificia Universidad Católica de Chile presentó la mayor cantidad de iniciativas, entre las que destaca su compromiso de alcanzar la carbono neutralidad al 2034, como organismo y en todas sus instalaciones, además de adherir a la Red Campus Sustentable y al Acuerdo de Producción Limpia Campus Sustentable. También es importante destacar los compromisos alcanzados por INACAP y DUOC, los dos centros de formación técnica más grandes del país, ya que su alcance territorial (presentes en todas las regiones de Chile) permite una mayor difusión de sus actividades y sus temáticas.

Algunos ejemplos de estas iniciativas son:

- Serie de Charlas tipo TED de Difusión Científica, Universidad SEK: La actividad incluyó la realización de exposiciones respecto a la importancia de la protección de los humedales y la Biodiversidad y estuvo dirigida a público general, comunidad estudiantil y docentes, entre otros.

- Simposio: Cambios climáticos y sociedad, Universidad de Aconcagua: Apuntando a todos los sectores de la sociedad, la actividad pretendía dar una mirada al nivel de preparación de la sociedad para enfrentar los cambios climáticos, abordando temáticas que se relacionan con; variaciones del clima en el planeta y en Chile.

- Gestión de residuos, Duoc UC: La organización se comprometió a Incorporar en la operación regular de sus 16 sedes, un sistema de gestión de residuos sólidos, con los objetivos de reducir en un 25% los actuales residuos sólidos, reducir el consumo de compras de materiales de un solo uso a nivel institucional en un 30% para el año 2023, reutilizar o reciclar el 40% de los residuos generados anualmente y cambiar el 10% de las compras o entregas anuales de materiales desechables por reutilizables.

- Promoción de movilidad eléctrica – Acuerdo de Electromovilidad, INACAP: A través de este acuerdo, INACAP busca fomentar el desarrollo de proyectos, en el corto y mediano plazo, que contribuyan a difundir ventajas de la movilidad eléctrica y a promover un cambio en el transporte nacional, a través de la instalación de ocho Centros de Excelencia en Mecánica y Electromovilidad, con laboratorios de electromovilidad con estándares de seguridad, vehículos eléctricos, equipos de diagnóstico y herramientas asociadas a las normas de seguridad y a través del diseño de cursos de electromovilidad para distintas instituciones como Bomberos, Carabineros y Personal de Asistencia en ruta de Autopistas concesionadas del país;

- Revisión y actualización paulatina de planes de estudio, Universidad de Los Lagos: Revisión y actualización paulatina de planes de estudio en carreras impartidas por la Institución, especialmente aquellas que aborden temáticas de sustentabilidad y educación ambiental. Además, se fortalecerá el programa "Universidad de Los Lagos Sustentable" para el emprendimiento de acciones coordinadas con la red interinstitucional Campus Sustentable.

49. Escuela Nacional de Capacitación

50. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

51. Universidad Tecnológica de Chile

5.7 Percepción socioambiental del cambio climático

5.7.1 Encuesta Nacional de Medio Ambiente y Cambio Climático 2016

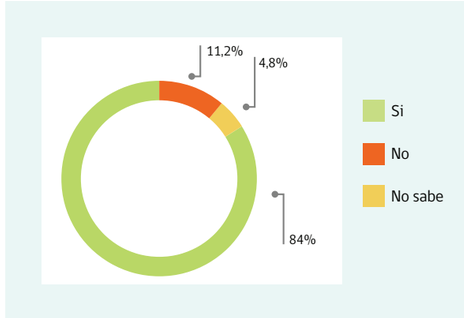
La Encuesta Nacional de Medio Ambiente y Cambio Climático fue llevada a cabo de manera conjunta entre el Ministerio del de Medio Ambiente y el programa "Integrando el conocimiento psicológico y el estudio de las dinámicas sociales en el abordaje del cambio climático en Chile" de la ex CONICYT, quienes encargaron el trabajo de aplicación del cuestionario y análisis de descriptivo preliminar de los resultados a la Dirección de Estudios Sociales (DESUC) del Instituto de Sociología de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Además contó con el apoyo del Centro de Ciencias del Clima y la Resiliencia (CR2) y con el Patrocinio del Departamento de Psicología de la Universidad de Chile.

La muestra fue de 2.170 personas de 18 años o más chilenas o extranjeras con al menos 5 años continuos en el país, distribuidas en 111 comunas urbanas de las 15 regiones de Chile, y fue aplicada por encuestadores de manera presencial en los hogares de las personas, el trabajo de campo se realizó entre junio y julio del 2016, y el informe final con los resultados fue publicado durante abril del 2017.

Entre los resultados obtenidos destacan, los siguientes:

- Una gran mayoría considera que el cambio climático sí está ocurriendo (84%) y es causado total o parcialmente por la actividad humana (89%).

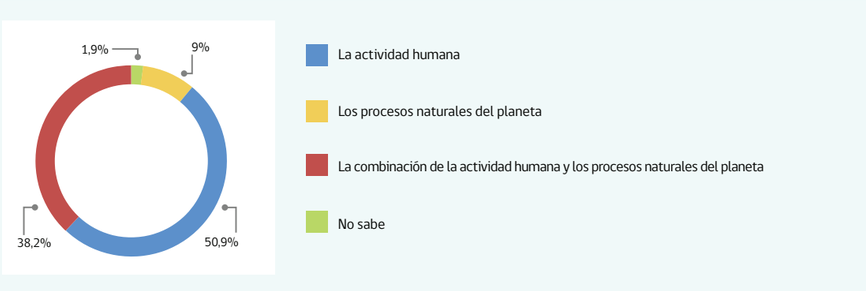
Figura 5-9. Porcentaje de personas que cree que el cambio climático está ocurriendo.



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente.

Fotografía: Formulario PxHere.

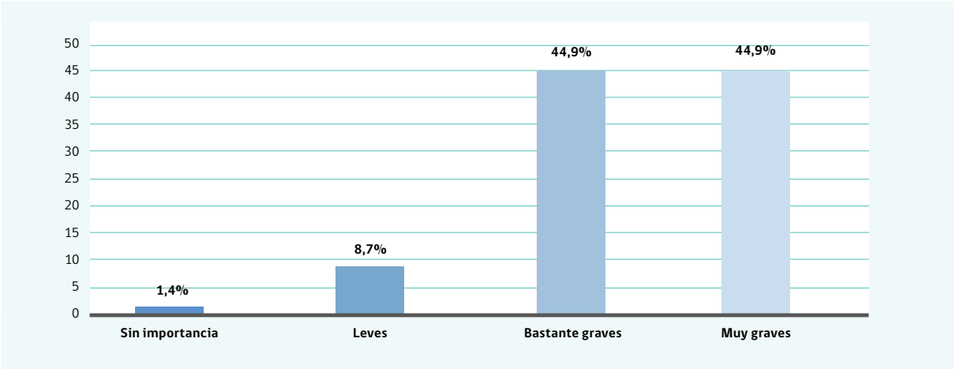
Figura 5-10. Porcentaje de personas que creen que el cambio climático es causado por la actividad humana, por causas naturales o por una combinación de ambos factores.



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente.

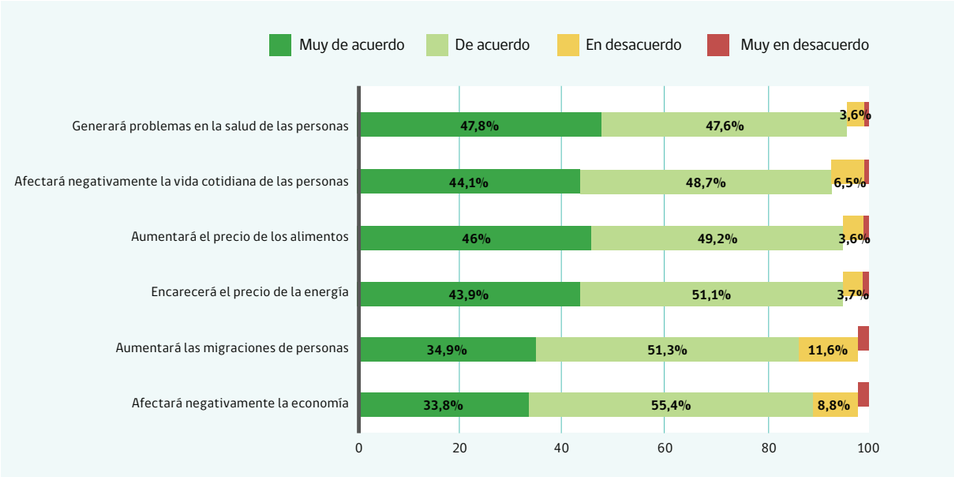
El cambio climático está asociado a efectos negativos, la percepción es que los impactos serán bastante o muy graves (89.8%), afectando múltiples ámbitos del país y a todas las personas por igual, y en un país muy poco preparado (95%).

Figura 5-11. Percepción de las personas sobre la gravedad de los efectos o impactos del cambio climático.



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente.

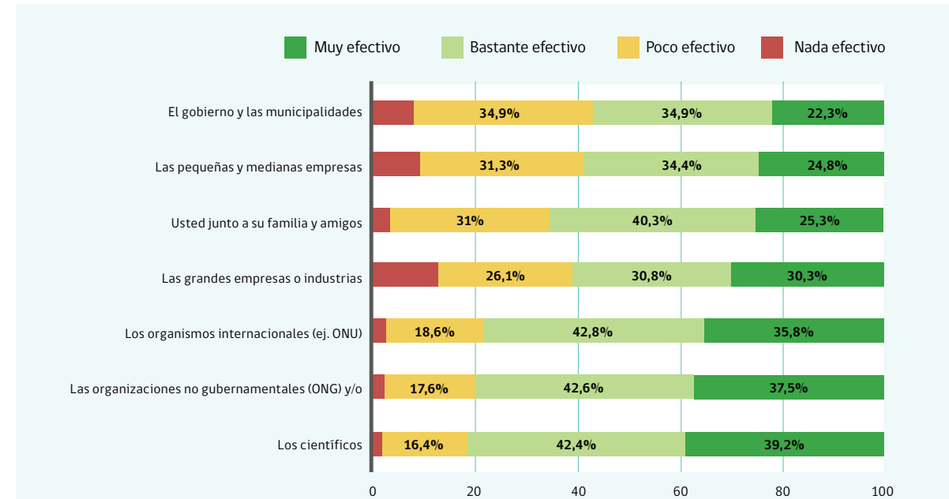
Figura 5-12. Consecuencias del cambio climático y sus impactos.



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente.

Se considera a los científicos como el grupo cuyas acciones pueden ser más eficaces para enfrentar el cambio climático (bastante o muy efectivo 81,6%), seguidos de las organizaciones no gubernamentales y/o ambientalistas (bastante o muy efectivo 80,1%) y de los organismos internacionales como la ONU (bastante o muy efectivo 78,6%). Luego en bastante o muy efectivo, le siguen Su familia y amigos (65,6%), las grandes empresas o industrias (60,1%) pequeñas y medianas empresas(59,2%), el Gobierno y Municipalidades (57,2%).

Figura 5-13. ¿Cuán efectivas pueden llegar a ser las acciones de los diversos actores para enfrentar el cambio climático de...?

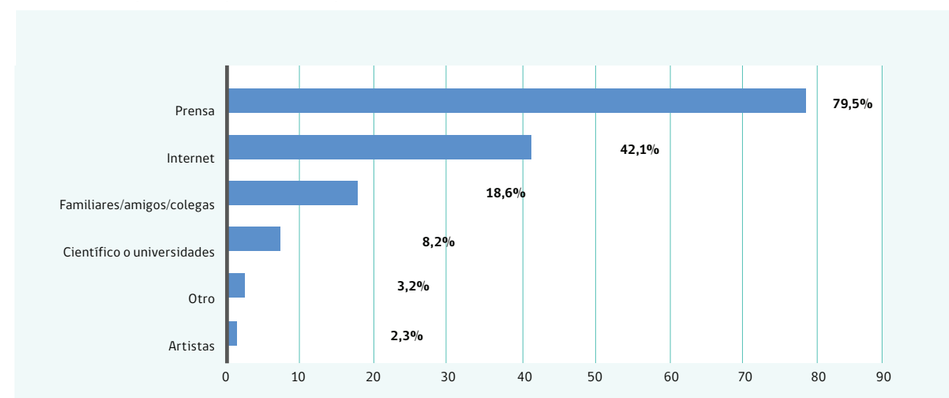


Fuente: Ministerio del Medio Ambiente.

Un 64,5% de los encuestados está de acuerdo o muy de acuerdo con que los impactos del cambio climático están fuera de su control. Los grupos socio económicos más bajos y el grupo con nivel educacional básica incompleta o menos presentan mayores niveles de acuerdo y muy de acuerdo con dicha afirmación.

Consultados sobre las fuentes de información sobre el cambio climático que las personas más utilizan, la prensa ocupa el primer lugar de las menciones (79,5%), seguidos de Internet (42,1%) y de la opción familiares/amigos/colegas (18,6%).

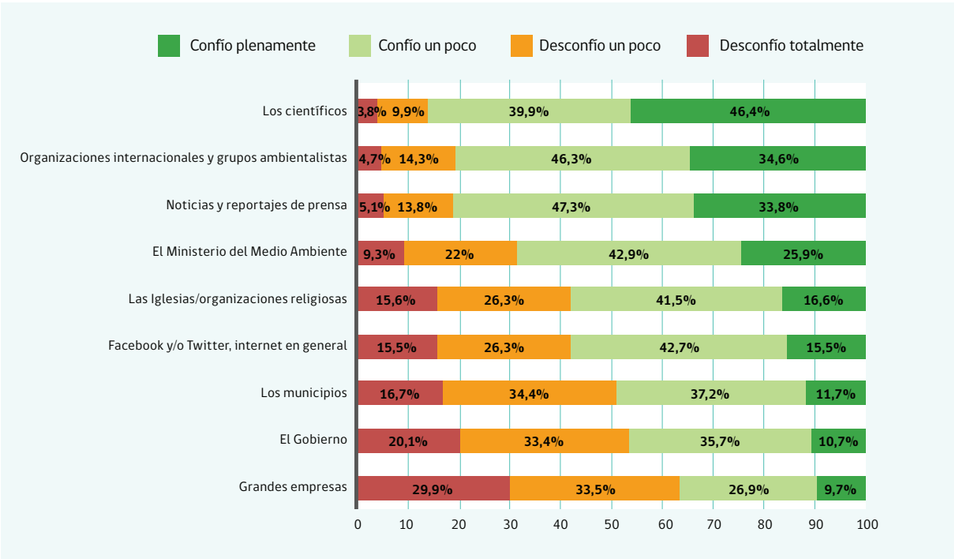
Figura 5-14. ¿Por medio de cuáles fuentes de información se ha enterado sobre el cambio climático? Barras no suman 100% por ser respuesta múltiple.



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente.

Los científicos, las organizaciones internacionales y grupos ambientalistas, seguidos de la prensa y el Ministerio del Medio Ambiente, reciben los más altos niveles de confianza para informarse sobre el cambio climático.

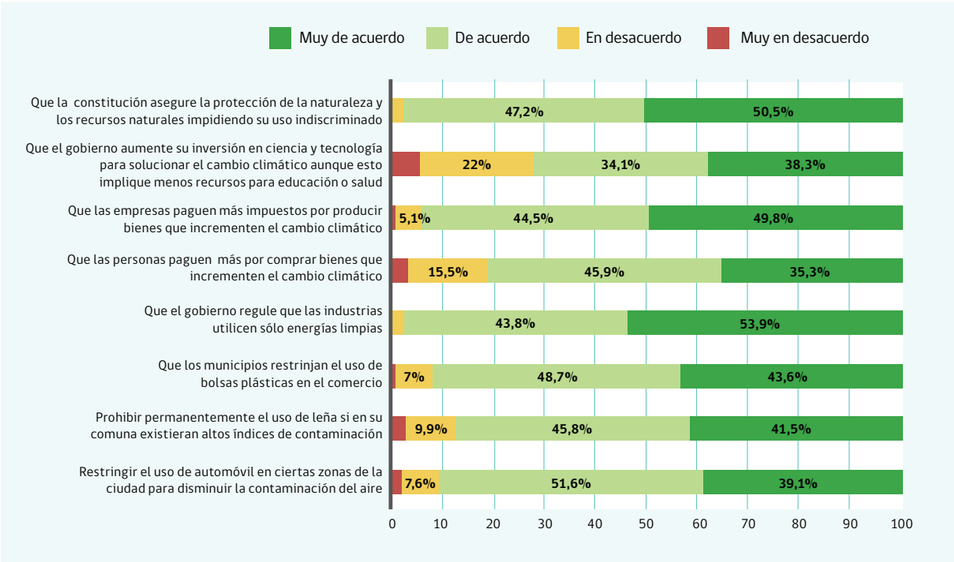
Figura 5-15. Confianza en distintas fuentes para informarse del cambio climático.



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente.

Existe un alto nivel de apoyo para las políticas/regulaciones ambientales consultadas.

Figura 5-16. Apoyo a políticas públicas medioambientales.



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente.

5.7.2 Encuesta Internacional de Cambio Climático 2019

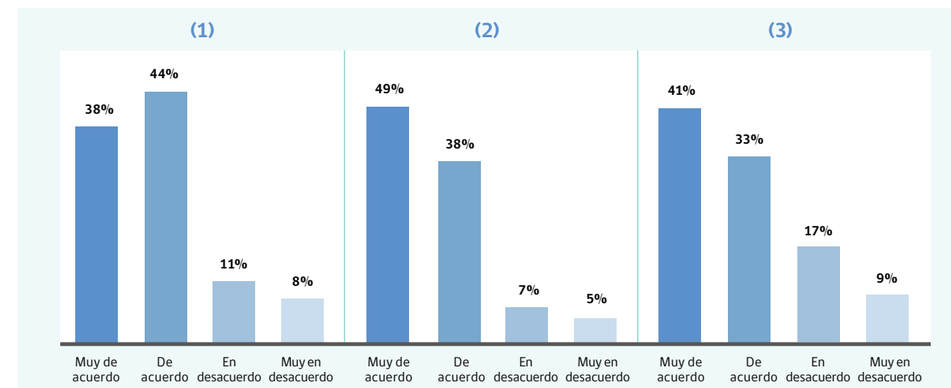
En 2019, StatKnows realizó con la colaboración del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2) la Encuesta Internacional de Cambio Climático, que también contó con el patrocinio de Congreso del Futuro, GLG-Chile, Acción Empresas, Fundación Avina, Pacto Global, ProHumana, la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y Fundación Chile.

En su primera fase abarcó 17 países de habla hispana de la región latinoamericana más Brasil[52], y su muestra es representativa de la población mayor de 18 años. El tamaño muestral fue de 7.232 personas, el cuestionario de la encuesta fue desarrollado por especialistas de (CR)2, y se aplicó con apoyo de algoritmos de inteligencia artificial. Los resultados de la encuesta, que fue aplicada en tres idiomas, español, portugués y guaraní, fueron presentados inicialmente durante la COP25. La segunda fase del estudio considera otros 18 países de América Latina y el Caribe, más España y Portugal[53].

En Chile, los encuestados destacan lo siguiente:

- En Chile, el 82% manifiesta estar de acuerdo y muy de acuerdo con que el cambio climático empeorará la pobreza y la desigualdad en el país, un 87% manifiesta estarlo con que es una oportunidad para construir un mundo más justo, y un 74% con que el cambio climático afectará principalmente a las personas más pobres.

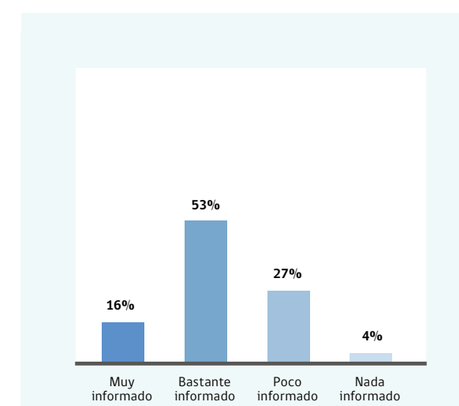
Figura 5-17. (1) El cambio climático empeorará la pobreza y la desigualdad en mi país. (2) Enfrentar el cambio climático es una oportunidad para construir un mundo más justo. (3) Los efectos del cambio climático afectarán principalmente a las personas más pobres.



Fuente: Plataforma StatKnows 2019.

Ante la pregunta ¿qué tan informado se siente usted sobre el cambio climático?, un 53% población chilena dijo estar "bastante informado" y un 16% "muy informado". Ante la misma pregunta, un 51% de la población argentina contestaron estar "bastante informados" y un 17% dijeron estar "muy informados". En Brasil, en tanto, la respuesta fue de un 51% y un 16% respectivamente.

Figura 5-18. ¿Qué tan informado se siente usted sobre el cambio climático?



Fuente: Plataforma StatKnows 2019.

52. Los países que fueron parte del estudio son: Argentina; Bolivia; Brasil; Chile; Colombia; Costa Rica; Ecuador; El Salvador; Guatemala; Honduras; México; Nicaragua; Panamá; Paraguay; Perú; República Dominicana; Uruguay; y Venezuela.

53. Los países que formarán parte de la fase 2 son: España; Portugal; EEUU (con Puerto Rico); República de Haití; Barbados; República de Trinidad y Tobago; Jamaica; Granada; República de Surinam; Dominica; Santa Lucía; Antigua y Barbuda; San Vicente y las Granadinas; Bahamas; Federación de San Cristóbal y Nieves; Canadá; Belice; República de Guyana

5.8 Desarrollo de capacidades en gobiernos subnacionales y comunidades locales

Durante el periodo 2016 - 2020, se han registrado diversas actividades e instancias para la creación de capacidades relacionadas al cambio climático, a nivel regional y comunal.

5.8.1 Planes de Acción Regional de Cambio Climático

Se desarrollaron cuatro proyectos piloto para la elaboración de planes de acción regionales de cambio climático en las regiones de Atacama (norte), O'Higgins (centro), Los Ríos y Los Lagos (sur). El objetivo principal de estos planes es la implementación del eje estratégico # 4 del PANCC (Gestión del Cambio Climático a nivel Regional y Comunal), y, más específicamente, el desarrollo de capacidades a nivel subnacional para fortalecer los procesos de planificación de medidas de acción para la mitigación y adaptación al cambio climático basadas en una visión climática de largo plazo baja en carbono y resiliente al clima. Además, la elaboración de estos planes ha quedado establecida como un compromiso en la nueva NDC presentada por Chile (Componente de Adaptación - 5.2 Contribución en materia de adaptación - 5.2.1 Políticas, estrategias y planes de cambio climático).

Estos cuatro planes fueron financiados por el fondo verde del clima a través del Banco de Desarrollo de América Latina (CAF). El punto focal del fondo verde del clima en Chile es el Ministerio de Hacienda, mientras que el Ministerio de Medio Ambiente tuvo el rol de contraparte técnica. Los planes son desarrollados por las consultoras E2BIZ y ERIDANUS quienes desarrollaron participativamente dos anteproyectos de planes cada una.

La elaboración de los planes de acción regionales se estructuró en base a la participación de actores locales. Para ello, se trabajó en conjunto con los Consejos Regionales de Cambio Climático (CORECC) de cada región, instancia en donde se definió la estructura y los participantes de las denominadas mesas técnicas. Estas mesas se constituyeron con el objetivo de trabajar en la elaboración de cada una de las etapas de los planes. Además, se contempló la realización de presentaciones intermedias a los CORECC con el objetivo de validar los productos más relevantes del plan.

Los planes piloto consideraron los siguientes contenidos:

1) **Caracterización regional**: en donde se incluyó información relevante sobre las características físicas de la región con especial énfasis en el clima e información sobre los impactos del cambio climático. Por otro lado, se realizó una evaluación de los impactos del cambio climático en los principales sectores económicos de la región, y se consideraron las características sociodemográficas de la población local y la elaboración de un mapa de actores regionales considerados relevantes para temáticas de cambio climático. Por último, se hizo un trabajo de articulación entre el plan de acción regional y los instrumentos de planificación y desarrollo de la región(políticas, planes, estrategias) en vigencia.
2) **Diagnóstico climático regional**: Se incluyó un inventario de emisiones GEI a nivel regional y una proyección climática regional. Además, se realizó un diagnóstico detallado de la vulnerabilidad actual y futura para cada región y se determinó un índice de riesgo en base a indicadores de amenazas climáticas, exposición y vulnerabilidad.
3) **Visión Estratégica de Largo Plazo**: Se construyó una visión regional respecto al cambio climático a mediano y largo plazo, que contempló la definición de las principales metas, lineamientos y principios rectores que la región quería cumplir mediante la implementación del plan.
4) **Identificación y priorización de medidas de adaptación y mitigación**: Se contempló la definición de medidas concretas de adaptación y mitigación en cada región para un periodo de 5 y 10 años.
5) **Otros lineamientos**: respecto a las modalidades de implementación, estrategia de sociabilización y el modelo económico.
6) **Plan de Monitoreo y evaluación**. Se definieron las modalidades de monitoreo y evaluación de cada Plan de Acción Regional de Cambio Climático

Las propuestas de estos planes piloto fueron finalizados en 2020 y serán sometidos a procesos de consulta pública y de un proceso de oficialización por parte del CORECC, durante 2021.

5.8.2 Red Chilena de Municipios ante el Cambio Climático

A través de una subvención de la Unión Europea para la Municipalidad de Independencia, en beneficio de la Red Chilena de Municipios ante el Cambio Climático, y con la participación de la Corporación de Desarrollo Social de Independencia, Asociación Adapt Chile, Municipalidad de Peñalolén, SEREMI MMA Región Metropolitana y el Ministerio de Medio Ambiente, se desarrolló el proyecto "Fortalecimiento y Expansión de la Red Chilena de Municipios ante el Cambio Climático", logrando generar una serie de capacidades a nivel regional y municipal en Chile entre 2017-2019. El proyecto cuenta con 57 miembros a febrero 2019.

Adicionalmente, se ejecutaron un total de ocho Semanas de Cambio Climático en distintas regiones del país donde fueron capacitados 189 funcionarios de 62 municipios del país. Dichas instancias se constituyeron como eventos que incluyeron las siguientes actividades: dos jornadas de Academias de cambio climático para la capacitación de equipos técnicos municipales, un taller de media jornada para periodistas municipales en comunicaciones para el cambio climático, media jornada de Diálogo Ciencia-Política para generar intercambios y espacios de colaboración entre académicos y municipios, y un taller de planificación estratégica para los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC). El taller para los CORECC se enfocó en las necesidades de planificación, identificando temas prioritarios en cada región, con el fin de apoyar la constitución y puesta en marcha de los consejos.

Tabla 5-32. Talleres de planificación estratégica para los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC).

Macro-región	Número de academias	Academias 2017 - 2018	Academias 2018 - 2019
Norte grande	1		Antofagasta
Norte chico	1	Coquimbo	
Central	3	Región Metropolitana y Biobío	Valparaíso
Sur	2		Los Ríos y Los Lagos
Zona austral	1		Magallanes
Total	**8**	**3**	**5**

Fuente: Adapt Chile, 2019.

El público objetivo de las Academias fueron los técnicos de las unidades de Medio Ambiente, Planificación (SECPLA), y/o Dirección de Obras de cada municipio, y la capacitación se centró en el desarrollo de Planes Locales de Cambio Climático (PLCC). Los participantes fueron capacitados en el desarrollo de perfiles de riesgo territorial, diagnóstico de vulnerabilidad y adaptación, y procesos participativos para la planificación estratégica ante el cambio climático. Se desarrollaron Diálogos Ciencia-Política integrando la participación de representantes municipales mencionados, así como a académicos especialistas de 35 universidades y centros de investigación de las regiones priorizadas que trabajan en temáticas vinculadas a cambio climático.

Tabla 5-33. Municipalidades participantes en las Academias de Cambio Climático.

10	Región	Participantes		
Año		Municipios	N° de municipios	N° de personas
2017	Metropolitana	Calera de Tango, Curicó, Huechuraba, Maipú, Macul, La Reina, Lo Prado, Peñalolén, Quilicura, Renca, Talagante, Vitacura	10	32
	Biobío	Cañete, Chillán Viejo, Concepción, Hualpén, Los Álamos, Los Ángeles, Machalí, Maipú, Penco, San Pedro de la Paz, Talcahuano, Renca, Talagante y Vitacura.	10	37
	Coquimbo	Andacollo, Canela, Coquimbo, La Serena, Ovalle, Paihuano, Río Hurtado y Salamanca	8	27
2018	Magallanes	Porvenir, Primavera, Río Verde y Torres del Paine	4	8
	Araucanía y Los Ríos	Los Lagos, Máfil, Padre Las Casas, Pitrufquén, Temuco y Valdivia	5	14
	Los Lagos y Aysén	Cochamó, Coyhaique, Frutillar, Maullín, Puerto Montt, Puerto Varas, Tortel, Temuco y Valdivia.	7	19
	Antofagasta	Antofagasta, Taltal, Tocopilla y San Pedro de Atacama	5	12
	Valparaíso	Cartagena, La Calera, La Ligua, Petorca, Quillota, Quintero, Santa María, Santo Domingo, Valparaíso, Villa Alemana y Viña del Mar	13	40
Total			**62**	**189**

Fuente: Adapt Chile, 2019.

4ta Comunicación Nacional sobre Cambio Climático Ministerio del Medio Ambiente

Tabla 34. Participantes de Diálogos Ciencia-Política Municipal 2017-2018.

Año	Región	Participantes		
		Municipios	N° de municipios	N° de personas
2017	Metropolitana	Calera de Tango, Huechuraba, La Reina, Lo Prado, Peñalolén, Quilicura, Lampa y Vitacura	CEDEUS-Universidad Católica, Centro Energía-Universidad de Chile, CR2-Universidad de Chile, CIICC-Universidad Santo Tomás, INACAP, Universidad Alberto Hurtado, IDEA-Universidad de Santiago de Chile, NUMIES-Universidad Diego Portales, CITRID-Universidad de Chile, Centro Energía-Universidad de Chile, Universidad Católica	30
	Biobío	Cañete, Chillán Viejo, Concepción, Hualpén, Los Álamos, Los Ángeles, Machalí, Penco, San Pedro de la Paz y Talcahuano	EULA Chile-Universidad de Concepción, CEDEUS-Universidad de Concepción, CEUR Universidad del Biobío, CIBAS-Universidad Católica de la Santísima Concepción, Centro de Políticas Públicas y Ciudadanía-Universidad del Biobío, INCAR-Universidad de Concepción, CR2-Universidad de Concepción, Universidad Católica	39
	Coquimbo	Andacollo, Canela, Coquimbo, La Serena, Ovalle, Paihuano, Río Hurtado y Salamanca	PROMMRA Universidad de La Serena, Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), Centro Regional del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de ALC (CAZALAC), Universidad Santo Tomás	28
2018	Magallanes	Porvenir, Primavera, Río Verde y Torres del Paine	Fundación CEQUA, Universidad de Magallanes	13
	Los Ríos	Los Lagos, Máfil, Padre Las Casas, Pitrufquén y Valdivia	Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), CAN-Centro de Estudios Ambientales (CEAM), Centro de Investigación Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes IDEAL	17
	Los Lagos y Aysén	Cochamó, Coyhaique, Frutillar, Maullín, Puerto Montt, Puerto Varas y Tortel	Universidad de Los Lagos	23
	Valparaíso	Cartagena, La Ligua, Santa María, Santo Domingo, Valparaíso	Universidad Técnica Federico Santa María, Universidad Católica de Valparaíso, Universidad de Playa Ancha	16
	Maule	Chanco, Constitución, Pelluhue, Curicó, Río Claro, San Clemente, San Javier, Talca	Universidad de Talca, Universidad Católica del Maule, Universidad Autónoma	22
Total			**35 Universidades/Centros de investigación**	**188 personas**

Fuente: Adapt Chile, 2019.

5.8.3 Planes Locales de Cambio Climático

A partir de las Semanas de Cambio Climático desarrolladas al alero del proyecto "Fortalecimiento y Expansión de la Red Chilena de Municipios ante el Cambio Climático", concebidas como espacios de capacitación para que sean los mismos equipos técnicos municipales quienes desarrollen sus Planes Locales de Cambio Climático (PLCC) con participación de la comunidad y otros estamentos municipales, 20 municipios lograron desarrollar dichos documentos. Los PLCC tienen como objetivo generar una planificación a mediano plazo del quehacer municipal en materia climática, e incluye además el desarrollo de una Estrategia de Comunicaciones ante el Cambio Climático (ECCC) que permita a los municipios difundir y visibilizar las acciones municipales en la materia.

De los 62 municipios que participaron de las Academias de Cambio Climático, un total de 20 municipios lograron desarrollar sus Planes Locales de Cambio Climático (PLCC). El Plan Local de Cambio Climático (PLCC) es un instrumento de planificación municipal que orienta la integración del cambio climático en la gestión local, a través de objetivos, líneas de acción y medidas de adaptación y mitigación, en un horizonte de acción de 3 a 5 años. El desarrollo del PLCC busca planificar medidas en base a un diagnóstico local y generar sinergias entre los diversos sectores que componen la gestión del territorio, de manera que se aborden los desafíos del cambio climático desde una perspectiva de desarrollo. A continuación, se presenta un resumen de las principales líneas estratégicas de los PLCC elaborados en el marco del proyecto apoyado por la Unión Europea.

Tabla 5-35. Desarrollo de Planes Locales de Cambio Climático 2017-2019.

Municipio	Año	Líneas de trabajo en PLCC
Vitacura	2018	Gestión ante el riesgo de desastres, educación ambiental, fortalecimiento de políticas locales, uso eficiente del recurso hídrico
Penco	2018	Gestión ante el riesgo de desastres, fortalecimiento de políticas locales, colaboración público-privada para la adaptación
Peñalolén	2018	Fortalecimiento de políticas locales, gestión de residuos, conservación ecosistémica, educación ambiental, uso eficiente del recurso hídrico y energético
La Reina	2019	Fortalecimiento de políticas locales, educación ambiental, uso eficiente del recurso hídrico y energético, conservación ecosistémica
Torres del Payne	2018	Gestión ante el riesgo de desastres, fortalecimiento de políticas locales, uso eficiente del recurso hídrico
Pitrufquén	2019	Fortalecimiento de políticas locales, educación ambiental, conservación ecosistémica, gestión de residuos, ERNC, uso eficiente del recurso hídrico
Chillán Viejo	2019	Gestión ante el riesgo de desastres, fortalecimiento de políticas locales, uso eficiente del recurso hídrico y energético, gestión ambiental
Puerto Varas	2019	Uso eficiente del recurso energético, gestión ante el riesgo de desastres, colaboración público-privada para la adaptación, conservación ecosistémica
Talagante	2019	Gestión ante el riesgo de desastres, uso eficiente del recurso energético, conservación ecosistémica
Santo Domingo	2019	Uso eficiente del recurso energético, conservación ecosistémica, gestión ambiental
San Pedro de la Paz	2019	Gestión ante el riesgo de desastres, uso eficiente del recurso energético, ERNC, conservación ecosistémica, gestión ambiental
Temuco	2019	Gestión ante el riesgo de desastres, conservación ecosistémica, uso eficiente del recurso energético
Renca	2019	Gestión de riesgo de desastres, ecosistemas, residuos, educación ambiental
Calera de Tango	2019	Educación y capacitación en cambio climático, protección de ecosistemas, planificación.
Quilicura	2019	Educación y capacitación en cambio climático, protección de ecosistemas, planificación municipal, transporte, gestión de residuos
Maullín	2019	Planificación y gestión municipal, conservación y protección de ecosistemas, agua, gestión de residuos y eficiencia energética
Frutillar	2019	Gestión ante el riesgo de desastres, conservación ecosistémica, gestión ambiental municipal, desarrollo turístico sustentable
Maipú	2019	Generación de conocimiento y educación ambiental, gestión de residuos y eficiencia energética
Macul	2019	Ecosistemas, eficiencia energética, gestión de riesgo de desastres
Quillota	2019	Planificación climática municipal, educación en cambio climático, gestión de residuos, eficiencia energética

Fuente. Adapt Chile, 2019.

Cabe mencionar que, en el año 2015, también publicaron sus planes locales de cambio climático las comunas de Independencia, Colina, La Pintana, Lampa, Providencia y Santiago.

5.8.4 Experiencias de las Municipalidades de la Región Metropolitana integradas en el Pacto Global de Alcaldes en Chile

El Pacto Global de los Alcaldes por el Clima y la Energía es una alianza global de ciudades y gobiernos locales voluntariamente comprometidos, que busca crear una comunidad que englobe múltiples actores que puedan compartir conocimiento y experiencias sobre cambio climático y que sirvan como base para avances futuros, con el deseo de reunir gobiernos locales, regionales y nacionales, así como el sector privado, la comunidad científica y de investigación y otras organizaciones involucradas con el tema del cambio climático. (Pacto Global de los Alcaldes por el Clima y la Energía, 2020).

Cuenta con un Comité Miembros del Comité Consultivo Nacional conformado por el Secretariado del Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía en América Latina y el Caribe (GCoM-LAC), el Ministerio del Medio Ambiente, el Ministerio de la Energía, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, la Subsecretaria de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE), la Delegación de la Unión Europea en Chile, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe de las Naciones Unidas (CEPAL), la Asociación Chilena de Municipios (AChM) y Adapt-Chile, en representación de la Red Chilena de Municipios ante el Cambio Climático, quien además realiza la coordinación en Chile.

En abril de 2019 se iniciaron los talleres con los equipos técnicos de las municipalidades de la Región Metropolitana: Providencia, Santiago, Independencia, Peñalolén, Temuco y Vitacura. Los talleres han consistido en el desarrollo de sus autoevaluaciones, las cuales han utilizado fuentes de información entregadas por el Pacto Global de Alcaldes para el análisis de riesgos y vulnerabilidades, junto con la discusión sobre la nueva plataforma (CDT) de para reporte de emisiones de GEI (Adapt-Chile, 2020).

A continuación, se presenta los avances en cada uno de los municipios:

- **Santiago.** *Incorporación de Compromisos Voluntarios en el marco de la evaluación ambiental de proyectos, en adaptación y mitigación de cambio climático.* La Municipalidad a través de Medio Ambiente debe pronunciarse respecto de todos los proyectos que se someten a evaluación ambiental en el territorio, para lo cual ha buscado la integración de todas las opiniones de las unidades técnicas municipales y además ha solicitado a los titulares de proyectos la incorporación de compromisos voluntarios que mejoren el proyecto y su área de influencia, como por ejemplo, espacio para cicleteros, salas de basura con recepción diferenciada, sector de huertos, eficiencia energética, sistemas de recolección de aguas lluvia o tratamiento de aguas grises, mejoramiento de áreas públicas adyacentes, entre otras. Ideas que han sido muy bien acogidas por los titulares y que han mejorado los proyectos en sí mismos, como su mejor integración en el territorio.

- **Providencia.** En gestión hídrica se ha publicado la *Estrategia Hídrica Local 2020-2030,* la cual es una herramienta de gestión municipal que nace como una iniciativa de diagnóstico, planificación y reflexión cultural en torno al agua. Tomando en consideración la realidad local, contexto de escasez y los efectos derivados del cambio climático, se plantea una hoja ruta clara con 41 acciones tanto en el corto, como en el mediano y largo plazo. Adicionalmente, se ha sumado el programa *Veredones Sustentables,* incorporando sistemas de drenaje sostenible y recambio de especies en áreas verdes; y también la *Ordenanza de Gestión Hídrica Local,* restringiendo los horarios de riego debido a la sequía y prohibiendo el uso indebido del agua potable[54].

- **Peñalolén.** Modificación del Plan Regulador Comunal con criterios y definiciones vinculadas al cambio climático. Desde la mirada técnica de la Dirección de Medio Ambiente y la participación ciudadana, incorporación de criterios de adaptación y mitigación en el desarrollo del PLADECO comunal y un nuevo modelo de gestión del territorio "Paisaje de Conservación". Del proyecto GEF Montaña-ONU Medio Ambiente se realiza un acuerdo voluntario con los propietarios de la precordillera, que define criterios mínimos a considerar en el desarrollo local, enfocado en la conservación, sostenibilidad y cambio climático. Además, se implementó la Estrategia Energética Local, con un plan indicativo de acciones y compromisos a realizar en el sector energético de la comuna, enfocado a disminuir las emisiones de GEI locales.

- **Vitacura.** Se creó una Política de Desarrollo Local Sustentable donde se incluye el cambio climático, y permite ordenar el funcionamiento municipal en pos de ese fin.

- **Temuco.** Desde el año 2019 se avanza en robustecer el conocimiento local de los humedales de la comuna, mediante levantamiento de información. Dicha información será insumo primordial para la elaboración de la Ordenanza de Humedales de la Comuna en el futuro cercano, en el marco de la Ley Nº 21.202 que modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos.

54. https://providencia.cl/provi/site/artic/20200203/pags/20200203102447.html

5.8.5 Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM) y Cambio Climático.

El Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM), es un programa del Ministerio de Medio Ambiente para la capacitación y certificación de municipalidades respecto a la gestión ambiental de sus territorios, que ha pasado de tener 177 municipalidades participantes en 2016 a 244 al año 2019, abarcando actualmente el 71% del total de municipios del país. Consta de cinco niveles de certificación, incluyendo, entre otros componentes, la coordinación de los municipios con los establecimientos educacionales en el marco del SNCAE. Cabe mencionar, por otro lado, que desde el cuarto nivel los municipios deben cuantificar su huella de carbono institucional a través del programa Huella Chile, para luego gestionar su reducción en base a las capacidades y oportunidades existentes en cada comuna.

El último nivel de la certificación se llama Gobernanza Ambiental-Climática Comunal (ex-AVAC). En esta fase los municipios deben formar una mesa con actores públicos, privados, comunitarios y académicos para profundizar su trabajo en torno a un tema específico decidido entre todos, o "vocación ambiental", la cual debe incluir factores de mitigación o adaptación climática, esto en un horizonte de 5 años. Para la implementación de la vocación ambiental respectiva, se facilitan los vínculos con otras iniciativas públicas y privadas específicas, como por ejemplo el programa Comuna Energética. Dentro de los requisitos transversales para aprobar este nivel se encuentra la elaboración de un Plan simplificado de acción climática local. En el caso de que el municipio ya cuente con un Plan de Adaptación al Cambio Climático, en el marco de la certificación se debe hacer seguimiento respecto a su implementación.

Tabla 5-36. Municipios en proceso certificación AVAC.

Etapa gobernanza	Municipios	Total	Regiones
Consolidación	Colina, San Antonio	2	Valparaíso, Metropolitana
Inicio Consolidación 2020	Calera de Tango, Palmilla, San Pedro de la Paz	3	Metropolitana, O'Higgins, Biobío
Implementación	Coquimbo, Peñalolén, La Reina, Gorbea	4	Coquimbo, Metropolitana, Araucanía
Apresto	Quilpué, Chimbarongo, Concepción, Pucón, Purén	5	Valparaíso, O'Higgins, Biobío, Araucanía
Inicio Apresto 2020	Monte Patria, Quillota, Maipú, La Pintana, Lo Barnechea, Puente Alto, Vitacura, Hualpén, Temuco, Padre las Casas, Loncoche, Traiguén	12	Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, Biobío, Araucanía
Total		**26**	**6**

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

5.8.6 Programa Comuna Energética

La Agencia de Sostenibilidad Energética, en conjunto con el Ministerio de Energía, están impulsando el Programa Comuna Energética, que busca contribuir a mejorar la gestión energética y la participación de los municipios y actores locales para la generación e implementación de iniciativas replicables e innovadoras de energía sostenible en las comunas de Chile. Para ello se apoya técnica y financieramente a los municipios en el desarrollo de una Estrategia Energética Local (EEL), con visiones energéticas comunales y planes de acción ideados desde la comunidad. Además, colabora en la implementación del plan de acción de su EEL mediante diversos instrumentos de fomento. Asimismo, el programa evalúa y acompaña el mejoramiento continuo de la gestión energética local de los municipios, con el fin de fortalecer su institucionalidad y otorgar el Sello Comuna Energética.

51 comunas son parte del Programa, en todo el país, desde la comuna de Arica hasta Cabo de Hornos (15 regiones de Chile). Con estas comunas se ha trabajado para generar una visión a largo plazo y un plan de acción con proyectos muy concretos en el ámbito de las energías renovables, eficiencia energética y movilidad sostenible. 44 de estas comunas ya cuentan con sus Estrategias Energéticas Locales publicadas.

A partir de Comuna Energética, se han realizado más de 100 talleres y capacitaciones, convocando a más de 5.000 participantes y levantando más de 500 proyectos a lo largo de todo Chile. Con el fin de apoyar el mejoramiento continuo de la gestión energética local, se desarrolló una herramienta de Monitoreo, Reporte y Verificación de reducción de GEI para facilitar la cuantificación de los proyectos ejecutados, colaborando con otras iniciativas como Huella Chile y SCAM del Ministerio de Medio Ambiente. Además, durante el 2019 en colaboración con SUBDERE (Academia de Capacitación Municipal) se realizó la primera versión del Diplomado de Gestión Energética Local, certificando a 114 funcionarios municipales en materia energética en todo el país, durante el 2020 se realizará la segunda versión de este programa. Finalmente se ha instalado un sistema de certificación para la obtención del Sello Comuna Energética en el que tres (3) comunas ya han sido parte del proceso de evaluación y acompañamiento, mientras que otras seis (6) se han adherido al proceso de certificación.

A continuación, se presentan algunas iniciativas específicas implementadas por el programa.

Fotografía: Bryan Contreras.

Tabla 5-37. Iniciativas ejecutadas por la Agencia SE en el periodo 2016-2020.

Iniciativa	Descripción	Actividades realizadas	Resultados	Beneficiarios
Concurso Comunidad Energética	Esta iniciativa busca promover la participación de la ciudadanía y comunidad organizada en la acción climática para contribuir en el desarrollo sostenible de sus territorios.	Preselección, Pitch day, Selección, Adjudicación y en proceso ejecución[55].	Más de 300 postulaciones a nivel nacional de las 16 regiones de Chile. 23 proyectos adjudicados en 2020.	Organizaciones sociales, universidades, municipios, ONGS. JJVV.
Inversión Energética Local	Implementación de proyectos innovadores que promuevan modelos de negocios escalables y replicables para el desarrollo energético local en las comunas de Chile.	Talleres de difusión en terreno, Ceremonia de Adjudicación, ejecución de proyectos, Inauguración[56].	22 proyectos en total: 5 proyectos concurso IEL 1 5 proyectos concurso IELc2 3 proyectos concurso IEL 3 9 proyectos concurso IEL 4	Municipios, empresas privadas/ consultoras
Programa Industrial Energy Manager	Programa de formación (126 horas) con las características de un diplomado, que es conducente a la certificación nacional Industrial Energy Manager (IEM) y tiene por objetivo entregar conocimientos asociados al sector energético a profesionales capaces de contribuir a la gestión de la energía al interior de su organización, con miras a mejorar el desempeño energético.	A la fecha se han realizado 8 llamados, de los cuales 3 se realizaron durante el 2020.	194 titulados(as), pertenecientes a 92 empresas y organizaciones distintas.	Pequeñas, medianas y grandes empresas.
Programa de Formación de Gestores Energéticos para la Mediana Empresa	Programa consistente en la realización, a nivel nacional, de jornadas de capacitación de 16 horas presenciales, las cuales tendrán por objetivo el formar gestores energéticos de empresas de mediano tamaño; que al presentar un mayor desarrollo organizacional no son candidatas al programa Gestiona Energía.	Finalización del programa ejecutado durante el segundo semestre de 2019.	240 gestores energéticos capacitados en 16 regiones de Chile.	Empresas de mediano tamaño.

55. https://www.agenciase.org/comunidad-energetica/

56. Más información del Cuarto Concurso de Inversión Energética Local en hhttps://www.agenciase.org/iel/

Iniciativa	Descripción	Actividades realizadas	Resultados	Beneficiarios
Concurso de asesoría a municipios para la obtención del Sello Comuna Energética	Esta línea de apoyo se encuentra disponible para apoyar la obtención del sello comuna energética destinado a Municipios del país que son parte del Programa Comuna energética. Este llamado se realizará en la modalidad de convocatoria abierta. La adjudicación se realizará según requisitos y criterios establecidos, plazos y/o bien hasta agotar el presupuesto disponible.	Webinar lanzamiento, talleres de difusión y capacitación[57].	En proceso postulación.	Municipios/ empresas/ consultores
Programa Educativo integral en Eficiencia Energética	Desarrollar capacidades en los equipos directivos y docentes de los establecimientos en la incorporación de contenidos formativos y buenas prácticas de eficiencia Energética en la gestión pedagógica e institucional.	• Asesoría técnico -pedagógica a docentes y equipos directivos. • Capacitación a docentes de todas las asignaturas de manera transversal para la incorporación de la temática como una competencia ciudadana. • Desarrollo de recursos educativos para todos los niveles educativos desde sala cuna a cuarto medio HC y TP, elaborados en conjunto con el Ministerio de Energía, validados por Mineduc y por docentes de los niveles correspondientes[58]. • Desarrollo de inspecciones energéticas (autodiagnósticos guiados) y planes de buenas prácticas energéticas.	• 300 asesorías técnico-pedagógicas en energía a establecimientos educacionales desde el año 2016. • 5.500 docentes capacitados en la incorporación de temáticas de eficiencia energética en el aula desde 2016 • 75.000 estudiantes de todos los niveles de la educación escolar y preescolar han participado de manera directa en actividades de energía desde el año 2016 • 45 comunas participantes a través de sus sostenedores educacionales en 7 regiones del país.	Establecimientos públicos de todos los niveles educativos, incluyendo jardines infantiles educativos de dependencia Junji, VTF, Integra y CECI.
Asesorías Curriculares a Instituciones de Educación Superior (IES) en Eficiencia Energética	Asesorar a equipos directivos y docentes de las IES en el proceso de actualización de planes y programas de estudios para la incorporación de competencias en energía y eficiencia energética, mediante un equipo multidisciplinario (Unidad de Asesoramiento Curricular-UAC) de la Agencia de Sostenibilidad Energética.	• Identificación de brechas y oportunidades para la incorporación de las competencias de energía y eficiencia energética en el programa curricular seleccionado. • Elaboración en conjunto equipos UAC-IES de un plan de acción para la superación de brechas y potenciación de las oportunidades en el currículum. • Implementación de actividades de capacitación y/o vinculación, en temas de diseño y actualización curricular.	• 24 Instituciones de Educación Superior (IES) Asesoradas • 40 programas de estudio asesorados • Los programas asesorados se distribuyen en: • * 23 programas de pregrado • 3 programas de PostGrado • 1 programa de formación Transversal • 3 asesorías de Validación de Plan de Estudios • Más de 11 regiones con IES asesoradas por la UAC Agencia	*Instituciones de Educación-superior (IES)*

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por ASE (2020).

57. https://www.agenciase.org/asesoria-a-municipios-para-la-obtencion-del-sello-comuna-energetica/

58. Los materiales ya desarrollados se encuentran en los siguientes links: http://www.mienergia.cl/centro-de-recursos/llegaron-los-recursos-educativos-para-educacion-parvularia http://www.mienergia.cl/centro-de-recursos/unidades-didacticas-de-energia-1deg-6deg-educacion-basica http://www.mienergia.cl/centro-de-recursos/unidades-didacticas-de-energia-7deg-educacion-basica-iideg-de-educacion-media

5.8.7 Mesas Agroclimáticas Participativas - Extensionismo rural en Agricultura

La dinámica de las Mesas Agroclimáticas Participativas (MAPs)[59] consiste en convocar a un grupo de participantes representativos de una comuna (agricultores, organizaciones gremiales, sector público y privado, investigadores, especialistas, etc.) a una instancia de trabajo para conocer y analizar los pronósticos meteorológicos. Una persona especialista en meteorología explica la predicción, en un lenguaje simple para que sea entendido por los participantes. A su vez los participantes hacen las consultas que estimen pertinentes para la comprensión de la información que reciban. Con ello, el o la profesional realiza los cambios necesarios para mejorar la comunicación de la información. Luego, el grupo de participantes define los cultivos amenazados por el pronóstico recibido (heladas, déficit de precipitaciones, u otros que soliciten en la mesa) y trabaja en la identificación de las medidas que se deban adoptar para hacer frente al riesgo pronosticado. El trabajo es apoyado por los investigadores y especialistas con el fin de proponer prácticas de suelos, manejo de recursos hídricos, manejo de ganado, cultivos, calendarios agrícolas, modelación fenológica de cultivos, cálculo de rendimientos, u otros que definan los participantes.

Del trabajo de una MAP se generan los siguientes productos:

- Boletín agroclimático con recomendaciones de manejo productivo de la comuna o a nivel más local, documento que es incorporado en el Boletín Agroclimático Nacional.
- Redes de difusión de la información bajo el concepto de comunidad entre los participantes. Esto, para compartir información y apoyarse en las decisiones de campo. Y para difusión de información relevante a otras personas de la zona.

Esta iniciativa ha sido impulsada por la Sección de Emergencias y Gestión de Riesgos Agrícolas (SEGRA), Ministerio de Agricultura, desde el año 2018, como una estrategia de extensionismo rural moderno, en el marco del Proyecto Mejoramiento de la Resiliencia al cambio climático de la pequeña agricultura en la Región de O'Higgins financiado por el Adaptation Fund. Al 2020 están funcionando tres MAPs en comunas del secano de la región de O'Higgins (Marchigüe-La Estrella; Lolol-Pumanque; y Paredones-Navidad).

En el marco de estas MAPs se busca además la implementación de prácticas de agricultura regenerativa, Manejo Holístico, Sistema Keyline, Efecto Manada y Ciencia Ciudadana como medidas de acción para la adaptación al cambio climático en zonas de secano.

5.8.8 Otras iniciativas a nivel local

a. Programa de Resiliencia Climática para el Área Metropolitana de Valparaíso

El Ministerio de Medio Ambiente (MMA) de Chile con apoyo del Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) desarrollaron un proyecto denominado "Estudios del índice de vulnerabilidad y riesgo de territorio del área metropolitana de Valparaíso al cambio climático e identificación de las respectivas medidas de adaptación". Este programa incluye al área urbanizada de las comunas de Valparaíso, Viña del Mar, Concón, Quilpué y Villa Alemana la cual en su conjunto forma la denominada "AMV".

En cuanto a la elaboración del proyecto, la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, en conjunto con las Universidades de Playa Ancha (UPLA), de Valparaíso (UV), y Técnica Federico Santa María (UTFSM) todas con sede en la ciudad de Valparaíso, y la consultora Suiza Ernst Basler - Partner (EBP) con sede en Chile, fueron quienes se adjudicaron la realización del estudio que tuvo una duración de 14 meses.

El objetivo general del programa fue apoyar a los Gobiernos Municipales del Área Metropolitana de Valparaíso (AMV) a orientar el desarrollo de ciudades resiliente, y buscó determinar la Vulnerabilidad y el Riesgo de la población, la economía y el medio ambiente ante los efectos del cambio climático en el Área Metropolitana de Valparaíso, y determinar y valorizar medidas de adaptación al cambio climático para lograr un crecimiento urbano resiliente al cambio climático y genera una propuesta de "Ciudad Resiliente al Cambio Climático para el Área Metropolitana de Valparaíso".

El estudio integró la caracterización del área de estudio, incluyendo un análisis de las dinámicas y problemáticas del área y los actores relevantes en relación al tema de estudio; la identificación de los patrones de crecimiento y la huella urbana en las cinco comunas del AMV, en el periodo 1986-2016, incluyendo proyecciones de crecimiento al 2050 y 2100 según distintos escenarios proyectados; la identificación de amenazas climáticas a través de análisis de registros instrumentales históricos, y la proyección de estas amenazas utilizando dos modelaciones climáticas a 9km de resolución espacial (WRF-CESM, RegCM4); el análisis de las cadenas de impacto asociadas a cada una de las amenazas; y la generación y cálculo del índice de vulnerabilidad y riesgo de los territorios a escala de zona censal, que integra las características de los territorios en cuanto a su exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa frente a distintas amenazas del cambio climático incluyendo la generación de cartografía de vulnerabilidad y riesgo, junto con la propuesta de medidas de adaptación.

59. Metodología presentada por la Experta internacional Deissy Martínez Barón, Coordinadora regional del Programa de Investigación en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS), para América Latina - Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), de Colombia; en el Seminario Gestión de Riesgos: "Nuevas tecnologías y metodologías para el uso de información agroclimática en la actividad agrícola" en la comuna de Pichilemu. Realizado el 13 de julio de 2018.

b. Estrategia Santiago Humano y Resiliente

La Región Metropolitana de Santiago fue elegida por la Fundación Rockefeller como parte de una red internacional de 100 Ciudades Resilientes y como resultado se elaboró la Estrategia de Resiliencia para la Región Metropolitana de Santiago (ERS) (Gobierno Regional Metropolitano, 2020), que fue publicada en marzo de 2017 tras dos años de trabajo intersectorial.

La estrategia consta de seis pilares: movilidad urbana, medio ambiente, seguridad, gestión de riesgos, desarrollo económico, y equidad social; los que contienen veintiún objetivos y setenta y cinco planes, programas y proyectos. El objetivo 2.1 del pilar de medio ambiente hace referencia a prevenir y mitigar los problemas asociados al cambio climático y cuenta con cuatro iniciativas: Programa Regional de Cambio Climático; Plan de reducción de consumo energético; Sistema de Infraestructura verde como adaptación al cambio climático; y Conservación de las masas vegetales de la cuenca de Santiago. Asimismo, otras acciones también contribuyen a enfrentar el cambio climático 2.3.1 Plan de prevención y descontaminación atmosférica (que incluye el programa de lavado y aspirado de calles) y 2.3.2 Plan de electromovilidad, ambos actualmente en ejecución.

El 22 de agosto de 2018, la Estrategia de Resiliencia fue aprobada por el Consejo Regional como plan operativo de la Estrategia Regional de Desarrollo, la cual busca implementar soluciones integrales para enfrentar los desafíos generados por la globalización, la urbanización y el cambio climático, y sus impactos a nivel social y económico. Como resultado de esta validación, en el año 2019 se elaboraron indicadores transversales de Ética y Equidad de Género para los 6 pilares de la Estrategia de Resiliencia que serán medidos todos los años.

Durante 2020 se desarrolla la actualización de la estrategia, concretando talleres participativos con actores clave en la Región. La temática relacionada al cambio climático se ha relevado como un eje transversal a distintos pilares e iniciativas de la Estrategia, lo que facilitará integrar la ERS con el Plan de Acción Climática de la Región, que corresponde a uno de los compromisos de la Región con C40,

5.8.9 Fondo de Protección Ambiental (FPA)

El Fondo de Protección Ambiental (FPA), es el primer y único fondo concursable de carácter nacional con que cuenta el Estado para apoyar iniciativas ambientales presentadas por la ciudadanía. Fue creado por la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, para apoyar iniciativas de carácter ciudadano y financiar total o parcialmente proyectos o actividades orientadas a la protección o reparación del medio ambiente, el desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza o la conservación del patrimonio ambiental. Las Bases Generales del FPA, indican que podrán presentarse al concurso personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, debiendo cumplir con los requisitos específicos establecidos en las Bases Especiales de cada concurso. El Fondo de Protección Ambiental en todas sus versiones, ha financiado proyectos o iniciativas ciudadanas orientadas a la adaptación, mitigación y/o transferencia tecnológica en materia de cambio climático. Entre los años 2016 y 2020, el FPA entregó financiamiento a 928 proyectos o iniciativas que postularon a los distintos concursos disponibles. Para la versión 2021, el FPA cuenta con una línea especial denominada "Cambio Climático y Descontaminación Ambiental".

5.8.10 Caucus Chileno Indígena COP25

En preparación de la COP25, la Presidencia de la COP25 en conjunto con el Ministerio de Desarrollo Social y Familia, y con el apoyo y acompañamiento del Sistema de Naciones Unidas en Chile (ONU Chile), concordaron implementar una instancia de participación llamada "Caucus Chileno Indígena COP25" al que se convocó a profesionales y líderes y lideresas de los Pueblos Indígenas del país, para que tuvieran un espacio de encuentro, debate y exposición de sus opiniones y visión sobre el cambio climático.

Para su implementación, se conformó un equipo de trabajo ad hoc con profesionales de las tres organizaciones antes señaladas y de las agencias especializadas de las Naciones Unidas presentes en el país (FAO, PNUD, CEPAL).

Este equipo trabajó de forma conjunta la planificación y ejecución del evento, estableciendo las bases de este, dirigiendo su lanzamiento y estableciendo los criterios de valoración de las postulaciones

Las personas participantes se seleccionaron a través de una convocatoria pública abierta, cuyos Términos de Referencia fueron difundidos a través de las páginas web de ONU Chile, la COP25 y el Ministerio de Desarrollo Social y Familia. La selección misma estuvo a cargo de un Comité conformado por tres expertos del Sistema de las Naciones Unidas, un representante de la Presidencia de la COP25, y un representante del Ministerio de Desarrollo Social y Familia.

En la selección se buscó priorizar personas que respondieran a uno (o más) de los siguientes perfiles:

a) Personas pertenecientes a los pueblos indígenas de Chile, con formación académica y/o conocimientos comprobables en temas ambientales,

b) Personas pertenecientes a los pueblos indígenas de Chile, que individualmente o como parte de una comunidad u asociación organización se encuentren realizando intervenciones específicas en temas

medioambientales, especialmente relacionados en materia de Cambio Climático,

c) Líderes, lideresas y/o representantes indígenas que hayan tenido un rol de liderazgo en procesos o intervenciones vinculadas con la temática ambiental y especialmente en materia de Cambio Climático.

Se recibieron un total de 69 postulaciones, y la lista final de los 25 participantes pertenecientes a 8 pueblos indígenas de Chile fue publicada en las mismas páginas web donde se efectuó la convocatoria pública.

Los representantes del Caucus Chileno Indígena COP25 hicieron lectura en el Ágora principal de la Zona Verde la declaración resumen de su trabajo en las sesiones llevadas a cabo en noviembre en Santiago, y posteriormente entregaron a la Presidenta de la Cop25, Carolina Schmidt; al Secretario Ejecutivo Adjunto de las UNFCCC, Ovais Sarmad; y al Co-Chair de LCIPP, Majid Shafiepour (Co-Chair), una copia de la declaración.

5.9 Inclusión de cambio climático en otros instrumentos o políticas públicas

Chile se encuentra definiendo la hoja de ruta para lograr la carbono-neutralidad al año 2050 y las estrategias para aumentar su resiliencia frente a los impactos del cambio climático, en este sentido la planificación territorial y la integración con otros instrumentos de política, cobra relevancia como una manera de materializarlo en los territorios de manera efectiva.

5.9.1 Guía para incorporar cambio climático en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)

La consultoría titulada "Consideración de variables de cambio climático en la evaluación de impacto ambiental de proyectos asociados al SEIA", finalizada en marzo del 2020, tuvo como objetivo principal analizar las variables del cambio climático que se podrían considera en la evaluación de impacto ambiental de proyectos asociados al Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), tanto en la evaluación de impactos, en la determinación de riesgos, así como en la definición de medidas de mitigación y adaptación necesarias para su control y adecuación y la manera en que puedan adaptarse las Resoluciones de Calificación Ambiental al referido cambio climático.

A lo largo del estudio se realizó un diagnóstico de cambio climático en Chile, que incorporó: antecedentes de vulnerabilidad de Chile ante el cambio climático a una escala regional; impactos del cambio climático en los objetos de protección del SEA; la identificación de componentes ambientales con mayor vulnerabilidad al cambio climático en el territorio nacional; y se analizó la aplicabilidad de incorporar la variable de cambio climático en el SEA, para lo que se analizó las herramientas que hay actualmente para implementar la evaluación ambiental con elementos de cambio climático.

Por otra parte, se realizó un análisis comparativo con otros países que han incorporado la variable de cambio climático en sus sistemas de evaluación ambiental de proyectos, y se determinó que Chile se encuentra en el momento preciso para implementar tales acciones. En esta evaluación comparativa se evidencia que tanto la adaptación, como la mitigación están siendo abordado de diferentes maneras en los distintos sistemas de evaluación ambiental de proyectos.

Dentro de las conclusiones destaca en primer lugar la necesidad de integrar tanto la mitigación como la adaptación en las evaluaciones ambientales de proyectos. Además, propone dos opciones posibles del Sistema de Evaluación Ambiental para incluir cambio climático. La primera de las opciones es un cambio normativo, y la segunda opción es un cambio en la gestión sin tener que realizar cambios normativos.

5.9.2 Guía para incorporar cambio climático en la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE)

Integrar los factores del cambio climático en las herramientas de planificación territorial ha sido una de las principales recomendaciones desde la academia, asociaciones y ONG en los últimos años, con el objetivo de entregar coherencia y una bajada territorial a la institucionalidad climática que el país ha venido construyendo ((Moraga & Araya, 2016), (AMUCH, 2018), (Adapt-Chile, 2019)). El diagnóstico es que, para asegurar la sustentabilidad de nuestro país y responder a los objetivos climáticos del país, deberán llevarse a cabo de manera integrada con la forma en que planificamos, administramos y habitamos los territorios.

Estas recomendaciones han sido recogidas por el **Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (2017-2022)**, planteando una línea de acción específica para incorporar el cambio climático en los instrumentos de planificación, cuyas medidas son la introducción de consideraciones de cambio climático en los instrumentos de planificación a nivel regional y comunal, establecer coordinaciones intersectoriales con los niveles regional y local para agregar temáticas de cambio climático, y fomentar la integración multinivel y la descentralización de la institucionalidad climática. Complementariamente, el **Plan de Adaptación al cambio climático para Ciudades (2018-2022)** establece como uno de sus ejes de acción la planificación urbana y ordenamiento territorial, reconociendo la importancia de las normas urbanísticas como herramientas para contribuir en el fortaleciendo la capacidad adaptativa de las ciudades. Entre sus medidas se encuentra perfeccionar la identificación del riesgo en las distintas escalas de planificación territorial, la protección de áreas de valor ambiental relevantes para las ciudades y avanzar en la definición de estándares de planificación y urbanización para evitar pérdida de vidas, medios de subsistencia y bienes ante impactos climáticos.

El Ministerio del Medio Ambiente ha avanzado en potenciar la **Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) como marco regulatorio para incorporar criterios de cambio climático** desde una perspectiva integrada y de manera temprana en los procesos de planificación territorial en todos sus instrumentos, entre los cuales se encuentran los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial, las Zonificaciones del Borde Costero, los Planes Reguladores Comunales, Intercomunales y Metropolitanos. El proyecto de **Ley Marco de Cambio Climático** presentado al Congreso en enero del 2020, indica que, a través de la Evaluación Ambiental Estratégica, se incorporarán consideraciones relativas a la mitigación y la adaptación al cambio climático en los instrumentos de ordenamiento y planificación territorial. La EAE resulta idónea para apoyar el proceso de decisión estratégica de los instrumentos, estableciendo las condiciones que propician el desarrollo sustentable en el territorio, contribuyendo también a la toma de decisión informada y participativa a través del involucramiento de todos los actores relevantes.

Para avanzar en la necesidad de incorporar criterios de cambio climático en la planificación territorial, se elaboró una **Guía para Incorporar el Cambio Climático en los Instrumentos de Ordenamiento Territorial,** con el objetivo de entregar recomendaciones concretas a planificadores y profesionales del sector público para integrar la mitigación y la adaptación al cambio climático en el proceso de formulación de los instrumentos de ordenamiento territorial, a escala regional, borde costero, intercomunal y comunal, a través de la EAE.

5.9.3 Estrategias de Desarrollo Regional

Durante el año 2020, la Oficina de Cambio Climático, realizó una revisión de las Estrategias de Desarrollo Regional, y cómo estas integran temas asociados a cambio climático. A continuación, se detallan los hallazgos.

Fotografía: Roberto López.

Tabla 5-38. Revisión de las Estrategias de Desarrollo Regional.

Región	Periodo	Contenidos relativos a cambio climático
Arica y Parinacota	2017-2030	4.1.4.3 La variable incontrolable: Cambio Climático. Descripción de los impactos desconocidos del CC en la salud, medio ambiente y agricultura como barreras de desarrollo. 6.3.1 Ejes Estratégicos para el Desarrollo Regional / Región Sustentable: Incentivar desarrollo de ENRC; GRD; Recursos Hídricos. 7.2 Seguimiento y Monitoreo de la ERD: Metas ODS 1.5; 2.4; 13.1.
Tarapacá	2011-2020	Ninguna referencia específica al cambio climático. Directriz 2, Objetivo 5: Incentivar la incorporación de alternativas para el suministro y gestión de recursos hídricos y energéticos en las inversiones públicas y privadas, avanzando en la utilización de Energías Renovables No Convencionales (ERNC), estableciendo las siguientes metas: 1. Aumento de un 20% anual, a partir de 2012, de proyectos basados en ERNC que consideren la complementación y sustitución progresiva y creciente de las fuentes tradicionales. 2. Implementación, a partir de 2012, de un programa de promoción de iniciativas centradas en el uso de nuevas fuentes de recursos hídricos provenientes del tratamiento de aguas servidas o desalinizadas. 3. Contar, en 2012, con un diagnóstico socializado de la situación de los recursos hídricos de la región que sirva de línea de base para el seguimiento de su situación. 4. Aumento, a partir de 2012, de un 10% anual de las iniciativas de recuperación de recursos hídricos.
Antofagasta	2009-2020	Ninguna referencia específica al cambio climático. Lineamiento 3: Región Sustentable, Objetivo 1: Proteger el recurso hídrico a través de una eficiente administración, en concordancia con las condiciones regionales de extrema aridez y atendiendo a las presiones que se ejercen sobre su oferta limitada y poco conocida; Objetivo 3: Posicionar a la Región de Antofagasta como un centro de investigación y desarrollo de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) y de utilización de agua de mar para el consumo humano y las actividades productivas.
Atacama	2007-2017	Ninguna referencia específica al cambio climático. Lineamiento 3: Promoción de la Investigación e Innovación; Objetivo 4: Aplicación de la I+D+i con foco en el área Social, Vivienda Social, Educación, Salud, Medio Ambiente, Energías Renovables No Convencionales (ERNC) y Recursos Hídricos y sectores productivos relevantes (minería, agricultura, pesca y acuicultura, turismo). Lineamiento 7: Implementación y consolidación de un modelo de desarrollo que garantice el uso eficiente y sustentable del recurso hídrico.
Coquimbo	2009-2020	Se incluye una preocupación por los efectos negativos del cambio climático y su proyección hacia el futuro en el diagnóstico. Lineamiento 5: Una economía compatible con la preservación de la base de recursos naturales y la calidad de vida como sello regional; Objetivo General 1: Aumentar la sustentabilidad y sostenibilidad de la base de recursos naturales (renovables y no renovables); Objetivo Específico 1.1: Promover el uso eficiente del recurso agua en las actividades que hacen un uso intensivo del mismo; Objetivo Específico 1.3: Promover acciones para frenar los efectos de la desertificación, Objetivo Específico 1.4: Promover acciones que generen conciencia y responsabilidad medioambiental respecto del cambio climático en el conjunto de la sociedad regional.
Valparaíso	2012-2020	Incluye al cambio climático como un factor de riesgo en el diagnóstico, relacionado principalmente a sequía y eventos extremos climáticos. Lineamiento Eje 7: Construcción de una región habitable, saludable, y seguro para una mejor calidad de vida en sus asentamiento urbanos y rurales; Objetivo 8: Proteger a la población frente a riesgos de origen natural y antrópico; Lineamiento Eje 8: Preservación, Conservación y Promoción del Medio Ambiente y la Biodiversidad, haciendo uso sustentable de los recursos naturales; Objetivo 5: Promover el uso de Energías Renovables No Convencionales (ERNC); Lineamiento Eje 9: Manejo Sustentable de los Recursos Hídricos en respuesta a las demandas de la población y sus actividades productivas; Objetivo 1: Aumentar la disponibilidad de recursos hídricos para riego; Objetivo 2: Incorporar nuevas tecnologías en la gestión de recursos hídricos.
Metropolitana	2012-2021	Se considera el cambio climático, sus impactos y proyección al futuro en el diagnóstico. Lineamiento Estratégico Regional 4: Santiago Región Limpia y Sustentable; Objetivo 4.1: Promover el uso sustentable y estratégico del agua; Objetivo 4.6: Incentivar el uso de energías limpias; 4.8: Promover un sistema regional de adaptación a los efectos del cambio climático en la región.
O'Higgins	2011-2020	El cambio climático está considerado en diferentes secciones de la estrategia, y se incluye un componente propio relacionado al cambio climático en la Dimensión Medio Ambiente. Dimensión Territorial; Sector Recursos Naturales: Agua; Objetivo: Mejorar la eficiencia en el uso del recurso hídrico en la región, evitando que la situación actual de agotamiento en las cuencas regionales pueda transformarse en una limitante para el desarrollo de la región; Sector Energía; Objetivo: Diversificar la matriz energética, asegurando el desarrollo y la sustentabilidad de la región, incentivando el uso de energías renovables para reducir la dependencia en combustibles fósiles; permitir un nivel mínimo de autonomía energética regional fomentando la innovación, el emprendimiento y la inversión; Dimensión Medio Ambiente; Componente Cambio Climático; Objetivo: Prepara a la región y en especial a su base económica para las modificaciones en la matriz productiva, ambiente y problemáticas principales, que se pueden derivar de las dinámicas de cambio climático hoy previsibles.

Región	Periodo	Contenidos relativos a cambio climático
Maule	2008-2020	Solo mención de cambio climático en el marco de un sub-objetivo relacionado a la prevención de riesgos. Eje Territorio, Infraestructura y Medio Ambiente; Lineamiento Prácticas Sustentables Ambientales; Estrategia Programas de Prevención: Fortalecer la unidad para la recolección y difusión de información, oportunidades y amenazas relacionadas con los efectos del cambio climático.
Ñuble	En desarrollo	N/A
Biobío	2015-2030	Se integra consideración del cambio climático en diferentes lineamientos y líneas de actuación. Lineamiento 2; Objetivo Estratégico 2.1: Promover y generar altos niveles de inversión pública y privada directa, altamente sinérgica y con fuerte impacto en la generación de valor agregado; Línea de Actuación b) Promover un sistema regional de adaptación productiva a los efectos del cambio climático. Lineamiento 5; Objetivo Estratégico 5.4: Favorecer un suministro sustentable y equitativo del agua en el territorio regional, para sus diferentes usos, mediante la gestión del recurso y de cuencas hidrográficas; Línea de Actuación a) Promover la gestión integrada de cuencas hidrográficas, determinando la infraestructura requerida para optimizar el uso eficiente del agua y la adaptación al proceso de cambio climático. Lineamiento 6; Objetivo Estratégico 6.1: Incrementar una gestión pública regional descentralizada, innovadora y eficiente; basada en principios de probidad, transparencia y control ciudadano; articulada con los diversos sectores y territorios locales; Línea de Actuación f) Incorporar en los instrumentos de planificación, orientaciones transversales para disminuir la emisión de gases efecto invernadero y mitigar los efectos del cambio climático.
Araucanía	2010-2022	Hay escasa mención del cambio climático como un elementos a considerar en el diagnóstico regional, relacionado principalmente a los impactos en la productividad. Lineamiento 4.2: Crecimiento Económico; Objetivo Específico 4.2.2: Mejorar la competitividad de los sectores productivos tradicionales que generan alto empleo y son parte de la identidad regional, mediante la innovación en procesos, productos y marketing que respondan a las condiciones del cambio climático y a la demanda de los mercados de productos orgánicos y aquellos que privilegian el comercio justo Lineamiento Territorio Araucanía Andina: Comunas de Lonquimay, Curacautín, Melipeuco, Vilcún y Cunco; Línea de Acción a) Potenciar el asociativismo municipal en sus diversas formas para la prevención y mitigación de las condiciones climáticas adversas.
Los Lagos	2009-2020	Ninguna referencia específica del cambio climático. Las bases para una estrategia territorial de desarrollo regional, en el apartado 2.1. Condicionantes para el desarrollo de los territorios, se refiere a la necesidad de prepararse antes el aumento de la frecuencia de diferentes eventos extremos (incendios forestales, sequía, inundaciones, etc.).
Los Ríos	2009-2019	Existe una referencia al cambio climático, en el resumen de la Política Regional del Agua. En el Lineamiento Estratégico de Desarrollo Territorial Integrado y Sustentable, el Objetivo 5: Promover el desarrollo energético regional bajo un compromiso de sustentabilidad, priorizando la diversificación de la matriz energética, potenciando el desarrollo de fuentes alternativas de energía e impulsando políticas regionales de ahorro y eficiencia energética.
Aysén	2008-2020	Existen referencias específicas al cambio climático en el diagnóstico inicial, en particular respecto a los impactos en las masas glaciares. Dentro de los lineamientos estratégicos, en el contexto del Objetivo 5: Promover la valoración que tienen los habitantes respecto de su patrimonio ambiental a través de mecanismos adecuados para su protección y uso sustentable; existe una sección referente a la Reforestación, que señala: La reforestación constituye un lineamiento estratégico para avanzar en el control de la erosión en Aysén, contribuir a sistemas silvo pastoriles, como también, iniciar un proceso para la captura de carbono, requerimiento tan necesario en la protección del medio ambiente y cambio climático. Para ello, es necesario mejorar los incentivos que están asociados a tal propósito, de manera de extender a la mayor cantidad de agricultores y empresarios los beneficios de la potencial reorientación de sus suelos.
Magallanes	2011-2020	Ninguna referencia específica al cambio climático. Dentro del sector Minero Energético, el OBJETIVO2.4 señala: Propiciar acciones e iniciativas regionales y nacionales que desarrollen una matriz energética que combine las energías tradicionales y las energías renovables no convencionales, y avanzar hacia un marco regulatorio que permita y promueva esta combinación rescatando la energía eólica, hidráulica, biomasa, entre otras.

Fuente: Elaboración propia.

5.9.4 Manual de Planificación de las Áreas Silvestres Protegidas

En el ámbito de generación de capacidades, CONAF publicó un Manual de Planificación de las Áreas Silvestres Protegidas, el cual permitirá avanzar de manera sistemática en el fortalecimiento de la planificación del manejo de las áreas silvestres protegidas del Estado. En este manual se incorporan mayores detalles, fortalecen y añaden contenidos en aspectos como: zonificación y análisis territorial, objetos de conservación culturales y objetos de bienestar humano, aspectos de participación, análisis de vulnerabilidad al cambio climático.

6. ESTRATEGIA FINANCIERA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

El Ministerio de Hacienda, presentó en diciembre de 2019 su primera Estrategia Financiera Nacional frente al Cambio Climático (EFCC) que define los lineamientos y acciones que contribuirán a acelerar el flujo de capitales hacia sectores bajos en emisiones y resilientes al clima, cuidando asimismo la estabilidad y competitividad de la economía. La Estrategia se enmarca en las metas de la NDC y visión de carbono neutralidad al año 2050 y define un marco general de acción por medio de tres ejes de trabajo en materia de financiamiento:

- Eje 1: Generación de información, datos y análisis bajo un marco institucional coherente;
- Eje 2: Promoción de instrumentos económicos y financieros y desarrollo de mercados;
- Eje 3: Fortalecimiento de las Finanzas Verdes en el sector financiero.

En el marco de la actualización de la NDC de Chile, que fue presentada durante abril de este año, el Ministerio inició la implementación de la Estrategia durante el 2020 y proyecta actualizarla cada 5 años. No obstante, y considerando los instrumentos posteriores a la publicación de la Estrategia, la primera revisión se realizará el 2021, considerándose el objetivo de neutralidad de emisiones que estará contenida en la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) y según corresponda, los lineamientos que en dicho instrumento se definan (Ministerio de Hacienda, 2019a).

6.1 Bonos Verdes Soberanos

Los bonos verdes, vinculados al segundo eje de la EFCC, se estructuraron de acuerdo con el Marco para los Bonos Verdes Soberanos de Chile (República de Chile, s.f.) documento elaborado por el Ministerio de Hacienda en coordinación con otros ministerios sectoriales y el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo. A continuación, se presenta un resumen de los bonos verdes soberanos emitidos hasta la fecha (Ministerio de Hacienda, 2019b) (2020a) (2020b):

Fotografía: Daniel Pineda.

Tabla 5-39. Bonos verdes soberanos emitidos por el Gobierno de Chile.

Año	Monto	Plazo (años)	Tasa rendimiento	Uso de los recursos
2019	€861 millones	12	0,83%	Transporte limpio, energía renovable, edificios verdes y gestión del agua.
2019	USD1.418 millones	30	3,53%	Transporte limpio, energía renovable, edificios verdes y gestión del agua.
2020	€694 millones	11	0,695%	Transporte limpio
2020	€1.269 millones	20	1,299%	Transporte limpio
2020	USD750 millones	12	2,571%	Transporte limpio
2020	USD900 millones	30	3,275%	Transporte limpio

Fuente: Elaboración propia.

La primera de las emisiones fue realizada el 25 de junio de 2019 por un total de USD1.418 millones (New Money por USD523 millones y recompra por USD895 millones) y por un periodo de 30 años, logrando una tasa de 3,53%. La segunda emisión, esta vez en Euros, fue realizada el 2 de julio por un total de €861 millones y con un instrumento de 12 años plazo, logrando una tasa de 0,83%. Ambas operaciones consiguieron una demanda récord con tasas históricamente bajas (Ministerio de Hacienda, 2019). Las recaudaciones de estos bonos se enmarcan en un portafolio potencial de aproximadamente US 4.300 millones destinado a financiar proyectos en los siguientes sectores:

- **Transporte limpio (92,2%):**
  - Línea 3, Línea 7 y extensión de Línea 2 y 3 del Metro de Santiago
  - Electromovilidad en RED Metropolitana de Movilidad
- **Renovación de Material rodante de Metrotren Santiago-Rancagua**
- **Energía renovable (0,1%):**
  - Paneles solares térmicos en techos de hogares
  - Construcción y asistencia técnica para sistemas fotovoltaicos
  - Instalación de paneles solares en edificios públicos
- **Edificios verdes (7,2%):**
  - Diseño de edificios públicos sustentables.
- **Gestión del agua (0,4%):**
  - Proyectos de análisis y conservación de recursos hídricos.

Entre los principales resultados de estas transacciones, se destaca que se obtuvo la menor tasa en la historia para ambas monedas en los plazos respectivos y bajos spread, hubo una demanda récord del mercado (12,8 veces el monto ofrecido para el caso de USD y 4,7 veces para EUR) y una importante ampliación en la base de inversionistas hacia aquellos con mandatos "verdes", y son los primeros bonos verdes soberanos del continente americano y el primer bono verde soberano en euros en ser emitido por un país no europeo.

En 2020, solo algunos meses después de haber emitido los primeros bonos verdes soberanos, Chile emitió otros cuatro, tanto en Euros como en Dólares. El 22 de enero, se emitieron dos bonos en dólares americanos, el primero de ellos fue por un total de USD 750 millones, a 12 años y con una tasa de 2,571%; el segundo fue por un total de USD900 millones, a 30 años y con una tasa de 3,275%. Los bonos en Euro fueron emitidos el 23 de enero, el primero por €694 millones, a 11 años con una tasa de 0,695%; y el segundo por €1.269 millones, a 20 años y logró una tasa de 1,299%. (Ministerio de Hacienda, 2020). La recaudación de los bonos del 2020 se enmarca en un portafolio de un total de aproximadamente USD 4.400 millones destinado a financiar los siguientes proyectos en el sector de Transporte Limpio:

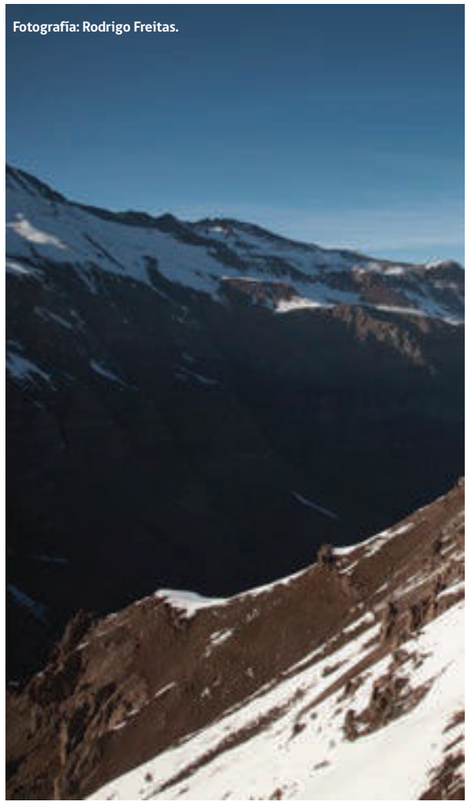
- Línea 8 (44%) y extensión de la Línea 4 (9%) del Metro de Santiago.
- La reconstrucción del Metro de Santiago (9%).
- Extensión del Biotren entre Coronel y Lota (1%).
- Metrotren entre Alameda y Melipilla (35%).
- Renovación del material rodante (2%).

Cabe destacar que, tanto la cartera de proyectos de los bonos verdes soberanos del 2019 como la del 2020, fue evaluada favorablemente por la empresa especializada Vigeo Eiris, la cual indicó que están en concordancia con

los estándares de Climate Bonds Initiative (CBI). Esta última entidad certificó que los proyectos cumplen con sus estándares (Ministerio de Hacienda, 2019b) (2020b).

La Oficina de la Deuda Pública ha recibido diversos premios y reconocimientos por exitosas emisiones de instrumentos alineados con una estrategia de desarrollo sustentable. A continuación, se presenta un listado con los premios y reconocimientos relacionados a este tipo de instrumentos (Ministerio de Hacienda, s.f.).

- *Green Bond of the Year-Sovereign, Environmental Finance Bond Award 2019.*
- *Financing, Netexplo Smart Cities Accelerator UNESCO 2019.*
- *Sovereign Issuer of the Year, LatinFinance Awards 2019.*
- *Best Public Debt Office/Sovereign Debt Management Office in Latin America, GlobalMarkets Awards 2019.*
- *Green Bond of the Year for Latin America, Global-Capital Sustainable and Responsible Capital Markets Awards 2019.*


Fotografía: Rodrigo Freitas.

6.2 Mesa Público-Privada de Finanzas Verdes

Esta iniciativa convocada y coordinada por el Ministerio de Hacienda en el año 2019, es parte del tercer eje de la EFCC. La Mesa está conformada por representantes de la Comisión para el Mercado Financiero, Banco Central de Chile, Superintendencia de Pensiones, Ministerio del Medio Ambiente, Bolsa de Santiago, Banco Estado y asociaciones y entidades del sector financiero. Cuenta con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo, UNEP-FI y la Embajada Británica. Su objetivo es definir una agenda de diálogo y trabajo conjunto de largo plazo entre el Gobierno, reguladores e instituciones del mercado financiero, para incorporar los riesgos y oportunidades del cambio climático en la toma de decisiones y estrategias de negocio, promoviendo el desarrollo de las finanzas verdes.

En diciembre del año 2019 tuvieron lugar tres hitos concretos: 1) "Declaración de las Autoridades Financieras", que comunica la relevancia que estas entidades le otorgan a la gestión de los riesgos asociados al cambio climático y las oportunidades derivadas de la transformación hacia una economía baja en carbono; 2) "Acuerdo Verde" voluntario, a través del cual se definen conjuntamente las bases mínimas de un marco de gestión en materia de riesgos y oportunidades climáticas a través de acciones voluntarias por parte del sector financiero y las autoridades financieras; 3) "Informe de resultados sobre la encuesta de riesgos y oportunidades asociados al cambio climático en el sector financiero de Chile" con el objetivo de tener un diagnóstico sobre el grado de incorporación de variables climáticas en el sector financiero.

Asimismo, a partir del año 2020, el Ministerio de Hacienda se encuentra coordinando la "Hoja de Ruta 2020+" que define el plan de trabajo para la Mesa para este y los próximos años, y que permitirá la adecuada implementación del Acuerdo Verde (Ministerio de Hacienda, 2019c).

Fotografía: Rodrigo Freitas.

Referencias y bibliografía

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile. (22 de 10 de 2020). *ANID.* Obtenido de Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile: http://repositorio.conicyt.cl/handle/10533/108042

Adapt-Chile. (2019). *Oportunidad de asistencia técnica, Mapeo institucional de gobernanza multinivel y acciones climáticas de Chile.*

Adapt-Chile. (01 de 12 de 2020). *Adapt Chile.* Obtenido de https://adapt-chile.org/: https://adapt-chile.org/2019/06/05/implementacion-del-pacto-global-de-alcaldes-por-el-clima-y-la-energia-en-chile/

Agencia de Sostenibilidad Energética. (07 de 08 de 2020). https://www.porelclima.cl/.

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile. (2020). *Reporte investigaciones sobre cambio climático financiadas por ANID.* Santiago.

AMUCH. (2018). *Estudio del Cambio Climático: Comunas y desafíos para la acción local.*

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (15 de Julio de 2019). *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.* Obtenido de Ley 21105 CREA EL MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1121682

Centro Cambio Global UC. (28 de Septiembre de 2020). cambioglobal.uc.cl. Obtenido de https://cambioglobal.uc.cl/

Centro Cambio Global y Centro Energía UC. (2018). *DIAGNÓSTICO DE LAS CAPACIDADES DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA DEL PAÍS Y DESARROLLO DE LA PRIMERA ETAPA DEL ANÁLISIS DE NECESIDADES TECNOLÓGICAS EN CAMBIO CLIMÁTICO.* Santiago.

Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2. (2018). *Guía de referencia para la plataforma de visualización de simulaciones climáticas.* Obtenido de http://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2019/06/Gu%C3%ADa-de-referencia-plataforma-de-simulaciones-climáticas-2018.pdf

Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2. (2018). *Simulaciones climáticas regionales.* Obtenido de https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/05/Simulaciones-climaticas-regionales-2018.pdf

Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia. (28 de Septiembre de 2020). www.cr2.cl. Obtenido de http://www.cr2.cl/

Centro de Ciencias del Clima y la Resiliencia (CR)2. (07 de 07 de 2020). *Explorador Climático.* Obtenido de http://explorador.cr2.cl

Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas. (28 de Septiembre de 2020). www.ceaza.cl. Obtenido de http://www.ceaza.cl/

Centro de Estudios Científicos. (28 de Septiembre de 2020). Obtenido de http://www.cecs.cl/website/

Centro de Información de Recursos Naturales. (07 de 07 de 2020). *CIREN.* Obtenido de Quienes somos: https://www.ciren.cl/quienes-somos/

Centro de Investigación de Energía Solar. (28 de Septiembre de 2020). Obtenido de serc.cl: http://serc.cl/

Centro de Investigación e Innovación para el Cambio Climático. (28 de Septiembre de 2020). www.ciicc.cl/. Obtenido de http://www.ciicc.cl/

Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería . (28 de Septiembre de 2020). www.crhiam.cl. Obtenido de https://www.crhiam.cl/

Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales . (28 de Septiembre de 2020). Obtenido de https://www.cigiden.cl/

CNID. (23 de 10 de 2020). *Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo.* Obtenido de www.cnid.cl.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2020). *Publicaciones cepal 2016-2020.* Santiago.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (28 de Septiembre de 2020). www.cepal.org. Obtenido de https://www.cepal.org/es/acerca

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México. (2019). *Desarrollo Tecnológico e Innovación de México.* Recuperado el julio de 2020, de CONACYT: https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/desarrollo-tecnologico-e-innovacion

Consejo para la Transparencia. (07 de 07 de 2020). Obtenido de https://www.consejotransparencia.cl/

CORFO. (31 de 07 de 2020). www.corfo.cl. Obtenido de https://www.corfo.cl/sites/cpp/movil/sobrecorfo#:~:text=Misi%C3%B3n,desarrollo%20sostenible%20y%20territorialmente%20equilibrado.

CORFO. (31 de 07 de 2020). www.corfo.cl. Obtenido de https://www.corfo.cl/sites/cpp/nuevos-programas

Diario Oficial. (20 de abril de 2020). *Modifica decreto N°47 de Vivienda y Urbanismo, de 1992, Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, en el sentido que se indica.* Obtenido de https://www.diariooficial.interior.gob.cl/publicaciones/2019/09/30/42465/

Dirección General de Aguas. (2020).

Dirección General de Aguas. (07 de 07 de 2020). *Acerca de la DGA.* Obtenido de https://dga.mop.gob.cl/acercadeladga/Paginas/default.aspx

Dirección General de Aguas. (2020). Información proporcionada por DGA.

Dirección Meteorológica de Chile. (s.f.). Obtenido de Índices de Cambio Climático: https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/historicos/mapaIndicesClimaticos/

Dirección Meteorológica de Chile. (s.f.). *Reporte de la Evolución del Clima.* Obtenido de Meteochile: https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/index/reporteEvolucionClima

EfeSolar. (31 de 07 de 2020). http://efesolar.cl/. Obtenido de http://efesolar.cl/

EUROCLIMA. (2019). *Informe consolidado EUROCLIMA+ 2019.* Obtenido de http://euroclimaplus.org/images/informes/Informe-actualizado-a-noviembre-2019.pdf

EUROCLIMA. (28 de Septiembre de 2020). euroclimaplus.org. Obtenido de euroclimaplus.org: www.euroclimaplus.org

Fontagro. (31 de 07 de 2020). www.fontagro.org.

FONTAGRO. (28 de Septiembre de 2020). www.fontagro.org. Obtenido de https://www.fontagro.org/es/

Gobierno de Chile. (10 de 04 de 2020). *Contribución Determinada a Nivel Nacional.* Obtenido de Ministerio del Medio Ambiente: http://cambioclimatico.mma.gob.cl

Gobierno de Chile. (2020). *Ministerio del Medio Ambiente.* Obtenido de Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/NDC_Chile_2020_español-1.pdf

Gobierno Regional Metropolitano. (10 de 08 de 2020). www.santiagoresiliente.cl.

Implementasur. (2018). *INFORME FINAL: ANÁLISIS DE ANTECEDENTES PARA DETERMINAR LAS BRECHAS TECNOLÓGICAS EXISTENTES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS, EN LOS SECTORES INDUSTRIALES EXPUESTOS AL RIESGO DE UNA TRANSICIÓN BAJA EN CARBONO.* Santiago · Chile: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Recuperado el julio de 2020, de https://4echile.cl/4echile/wp-content/uploads/2018/08/Informe-Sectores-con-riesgo-de-transicio%CC%81n-clim%C3%A1tica_31.07.2018-version-FINAL_GIZ.pdf

Infraestructura de Datos Geoespaciales. (07 de 07 de 2020). *Acerca de la IDE Chile y la Secretaría Ejecutiva del SNIT*. Obtenido de IDE Chile: http://www.ide.cl/index.php/acerca-de

Instituto Antártico Chileno. (28 de Septiembre de 2020). www.inach.cl. Obtenido de https://www.inach.cl/inach/

Intituto Interamericano para la investigación del Cambio Global. (28 de Septiembre de 2020). www.iai.int/es. Obtenido de http://www.iai.int/es/research/projects

Ministerio de Agricultura. (2017). El Observatorio Agroclimático de Chile, Herramienta para la Gestión Integral de la Sequía. Santiago, Chile.

Ministerio de Agricultura. (08 de 12 de 2020). *Corporación Nacional Forestal.* Obtenido de Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales: https://www.enccrv.cl/formulacion-y-validacion

Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innvovación. (23 de Noviembre de 2020). www.minciencia.gob.cl. *Información proporcionada por Leonardo Muñoz.* Obtenido de https://www.minciencia.gob.cl/comitecientifico/

Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Conocimiento. (30 de 09 de 2020). *Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Conocimiento.* Obtenido de Política de Ciencia, Tecnología, Innovación y Conocimiento: https://www.minciencia.gob.cl

Ministerio de Ciencias, Tecnología, Conocimiento e Innovación. (12 de Julio de 2019). *Cuenta Pública.* Obtenido de Mensaje Presidencial: https://cdn.digital.gob.cl/filer_public/27/98/2798ac23-2590-4855-a42d-0e0a4965a16c/24_minciencias-f.pdf

Ministerio de Educación. (2020). *Mapa curricular sobre la presencia de contenidos de cambio climático en las bases curriculares de 1° año de educación básica a 4° año de educación media.*

Ministerio de Educación de Educación. (2019). Obtenido de http://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2019/05/Curriculo-escolar-Chile_Mar%C3%ADa-Jesus-Honorato.pdf

Ministerio de Hacienda. (2018). *Ciencia, Tecnología e Innovación en Chile: un análisis presupuestario.* Ministerio de Hacienda, Dirección de Presupuestos. Obtenido de http://www.dipres.gob.cl/598/articles-171080_doc_pdf.pdf

Ministerio de Hacienda. (31 de 07 de 2019). *Estado de la Hacienda Pública 2019.* Obtenido de https://www.hacienda.cl/documentos/estado-de-la-hacienda-publica.html.

Ministerio de Hacienda. (2019a). *Estrategia Financiera frente al Cambio Climático.*

Ministerio de Hacienda. (2019b). *Caso de Estudio: Bonos Verdes de la República de Chile.* Obtenido de https://www.hacienda.cl/areas-de-trabajo/finanzas-internacionales/oficina-de-la-deuda-publica/bonos-verdes/2019

Ministerio de Hacienda. (2019c). *Estado de la Hacienda Pública 2019*. Obtenido de https://www.hacienda.cl/areas-de-trabajo/presupuesto-nacional/estado-de-la-hacienda-publica/estado-de-la-hacienda-publica-2019

Ministerio de Hacienda. (2020). *Republic of Chile's 2020 Green Bonds Project Portfolio.*

Ministerio de Hacienda. (31 de 07 de 2020). www.hacienda.cl. Obtenido de Caso de Estudio: Bonos Verdes de la República de Chile 2020: https://www.hacienda.cl/oficina-de-la-deuda-publica/bonos-verdes/marco-para-bonos-verdes-de-la-republica-985266.html

Ministerio de Hacienda. (2020a). *Republic of Chile's 2020 Green Bonds Project Portfolio.* Obtenido de https://www.hacienda.cl/areas-de-trabajo/finanzas-internacionales/oficina-de-la-deuda-publica/bonos-verdes/2020

Ministerio de Hacienda. (2020b). *Caso de Estudio: Bonos Verdes de la República de Chile 2020.* Obtenido de https://www.hacienda.cl/areas-de-trabajo/finanzas-internacionales/oficina-de-la-deuda-publica/bonos-verdes/2020

Ministerio de Hacienda. (s.f.). *Bonos Verdes*. Obtenido de https://www.hacienda.cl/areas-de-trabajo/finanzas-internacionales/oficina-de-la-deuda-publica/bonos-verdes

Ministerio del Medio Ambiente. (2017). *Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022.* Obtenido de https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/07/plan_nacional_climatico_2017_2.pdf

Ministerio del Medio Ambiente. (07 de 07 de 2020). *Ministerio del Medio Ambiente*. Obtenido de https://mma.gob.cl/

Ministerio del Medio Ambiente. (s.f.). *Inicio*. Obtenido de Base Digital del Clima: http://basedigitaldelclima.mma.gob.cl

Ministerio del Medio Ambiente. (2017). *Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022.* Santiago.

Ministerio del Medio Ambiente. (01 de 08 de 2020). https://cambioclimatico.mma.gob.cl/. Obtenido de www.mma.gob.cl/.

Ministerio del Medio Ambiente. (01 de 08 de 2020). https://consultasciudadanas.mma.gob.cl/. Obtenido de www.mma.gob.cl/.

Moraga, P., & Araya, G. (2016). *La Gobernanza del Cambio Climático.*

Ockwell, D., Hauma, R., Mallett, A., & Watson, J. (2010). Intellectual property rights and low carbon technology transfer: Conflicting discourses of diffusion and development. *ScienceDirect*, 729-738. Recuperado el julio de 2020, de https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.04.009

Pacto Global de los Alcaldes por el Clima y la Energía. (01 de 12 de 2020). *Pacto Global de los Alcaldes por el Clima y la Energía.* Obtenido de http://pactodealcaldes-la.eu/: http://pactodealcaldes-la.eu/comunidad/#1536056569492-f17e159c-290d

POCH AMBIENTAL S.A. (2009). *Estrategia y Potenciales de Transferencia Tecnológica para el Cambio Climático.* Santiago.

Red Agroclimática Nacional. (s.f.). *AGROMET - Red Agroclimática Nacional*. Obtenido de ¿Qué es Agromet?: https://www.agromet.cl/que-es-agromet

Red Agroclimática. (s.f.). *Quiénes somos*. Obtenido de Agroclima.cl: http://www.agroclima.cl/QuieneSomos.aspx

Red Iberoamericana de Cambio Climático . (28 de Septiembre de 2020). www.lariocc.es. Obtenido de www.lariocc.es: www.lariocc.es/es/

República de Chile. (s.f.). *Marco para Bonos Verdes*. Obtenido de https://www.hacienda.cl/areas-de-trabajo/finanzas-internacionales/oficina-de-la-deuda-publica/bonos-verdes

Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada. (s.f.). Obtenido de http://www.shoa.cl/php/misionvision.php?idioma=es

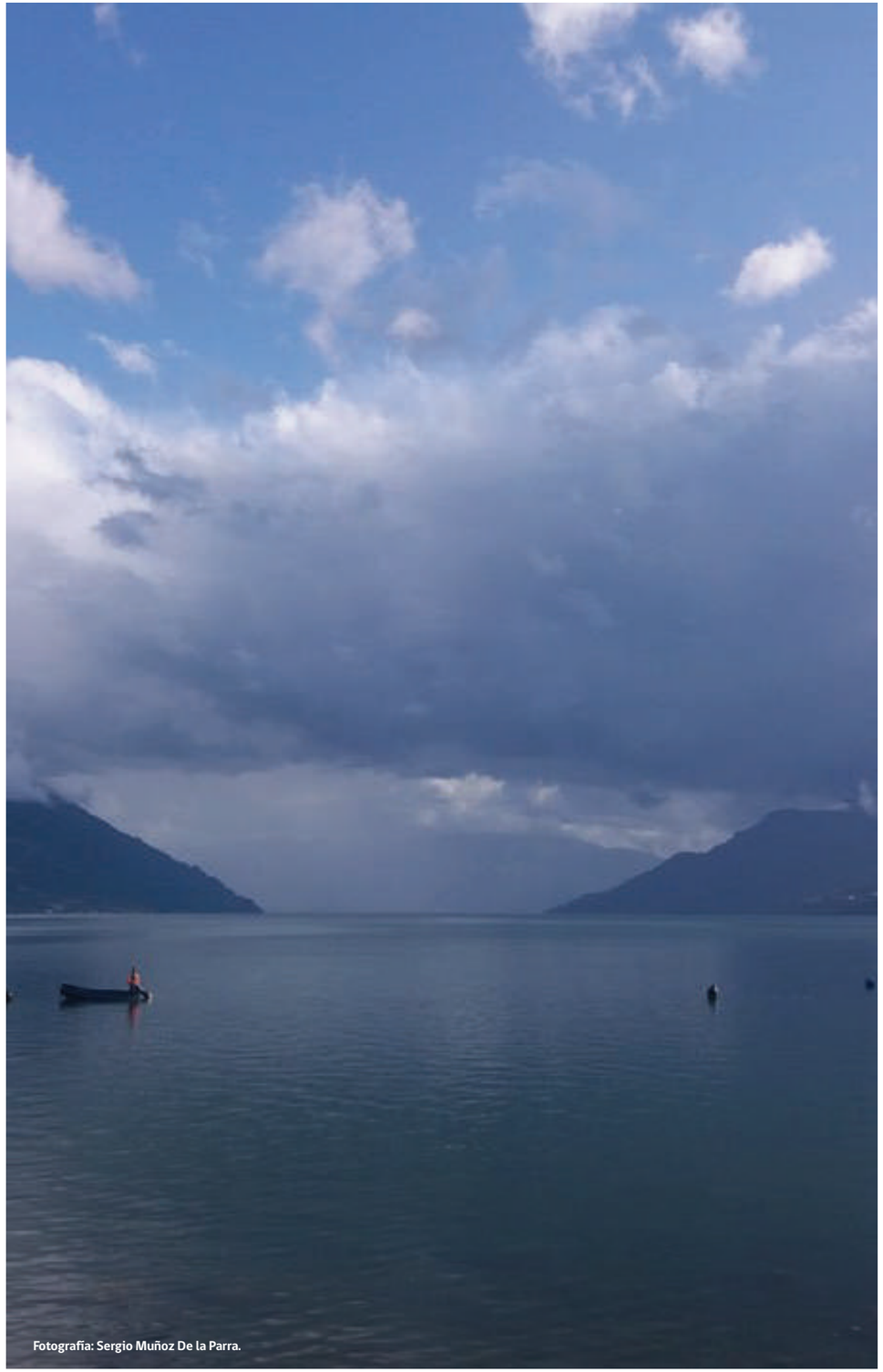
Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada. (s.f.). Obtenido de Cartas de Inundación por Tsunami (CITSU): http://www.shoa.cl/php/citsu.php?idioma=es

Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada. (2020).

Transforma Alimentos. (31 de 07 de 2020). http://transformaalimentos.cl/. Obtenido de http://transformaalimentos.cl/

Universidad de Valparaíso de Chile. (07 de 07 de 2020). *Ingeniería Civil Oceánica*. Obtenido de Sistema Alerta de Marejadas: https://marejadas.uv.cl/index.php/nosotros/politicas-estrategicas

Universidad Mayor. (30 de 11 de 2020). *Héera Centro de Observación de la Tierra*. Obtenido de https://hemera.umayor.cl/about: https://hemera.umayor.cl/about



Fotografía: Sergio Muñoz De la Parra.

Fotografía: Daniel Pineda.

6 Necesidades y apoyo recibido y entregado en materia de Cambio Climático

1. INTRODUCCIÓN

En la tarea de abordar el cambio climático, juegan un rol clave los términos y condiciones de financiamiento, de creación de capacidades y desarrollo, y de transferencia de tecnología instaladas en el país. En este sentido, la ausencia de estas condiciones habilitantes, representan un panorama desfavorable para el despliegue de la acción climática nacional. Entre los obstáculos y brechas en la elaboración e implementación de políticas de cambio climático, está la dificultad de generar estas condiciones que, en un país en desarrollo como Chile, compiten con otras prioridades como salud, educación, y asuntos laborales (pensiones y empleo), entre otras.

En la Tercera Comunicación Nacional en 2016, se reportó que las principales brechas que enfrentaba el país se relacionaban con la falta de una institucionalidad adecuada y de una estrategia de financiamiento. Desde entonces, la institucionalidad ha ido mejorando gradualmente, lo que se ha visto reflejado en el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, actualmente en discusión en el Congreso Nacional, así como en la actualización de la NDC presentada a la CMNUCC en abril de 2020, y en el inicio del proceso de diseño de la Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile. Por su parte, en materia de financiamiento, se han desarrollado importantes esfuerzos y avances concretos, junto con la creación de capacidades en los servicios públicos.

El financiamiento climático es requerido para la creación de capacidades y la implementación de medidas contenidas en planes nacionales y sectoriales sobre cambio climático, tanto a nivel público como privado. Es importante destacar el trabajo impulsado por el Ministerio de Hacienda, con apoyo del Ministerio del Medio Ambiente y otros actores, a través de la Estrategia Financiera frente al Cambio Climático, presentada en el marco de la COP25. En esta línea, Chile fue el primer país del continente americano en emitir Bonos Verdes Soberanos, por un total a la fecha de 6.200 millones de dólares, logrando para la emisión de 2019 en euros, la tasa más baja de la historia del país para este tipo de instrumentos de acuerdo a su plazo, demostrando con ello la conveniencia no sólo ambiental, sino que también económica de este tipo de inversiones, las que se traducen en proyectos sostenibles, destacando el transporte limpio, incluyendo la creación de nuevas líneas de metro y sus extensiones, buses eléctricos, y también proyectos de energías renovables, junto con edificación sustentable y proyectos de recuperación y conservación de la biodiversidad. Estas iniciativas, impulsadas a través de este tipo de instrumentos, tienen beneficios ambientales, sociales y económicos, y mejoran la calidad de vida de nuestras comunidades.

Además, bajo el liderazgo del Ministerio de Hacienda y con la colaboración técnica del Ministerio del Medio Ambiente, se inició un importante trabajo de articulación público-privada a través de la conformación de una Mesa de Finanzas Verdes. En esta línea, se dio una significativa señal hacia el mercado financiero a través de la Declaración Conjunta sobre el Cambio Climático, suscrita el 18 de diciembre de 2019 por el Ministerio de Hacienda, el Banco Central de Chile, la Comisión para el Mercado Financiero y la Superintendencia de Pensiones. En ella, estas instituciones declaran su compromiso e interés en promover una adecuada gestión de riesgos y oportunidades asociados al cambio climático, con el objeto de mantener el desarrollo y la estabilidad del sistema financiero.

En este capítulo se entrega información relevante sobre las necesidades específicas en materia de cambio climático en Chile, incluyendo las barreras y brechas, y el apoyo internacional recibido. De igual forma, se presenta el apoyo entregado por parte de Chile a otras naciones.

En las versiones anteriores de las Comunicaciones Nacionales, se clasificaba las necesidades y el apoyo recibido y entregado, en tres áreas: i) recursos financieros; ii) creación de capacidades; y iii) transferencia de tecnología. A partir de dichas áreas, en el caso del apoyo recibido, el criterio de clasificación utilizado estaba definido por la titularidad en la administración de los recursos, y parcialmente, por la naturaleza de este, en cuanto a si estos corresponden a recursos pecuniarios o no pecuniarios. En este sentido si el apoyo recibido se expresaba en recursos financieros pecuniarios que eran transferidos al país, para ser administrados directamente o través de alguna agencia implementadora, se consideraba bajo la categoría de recursos financieros. En cambio, si los recursos eran no pecuniarios, sin mediar una transferencia al país, y su administración era responsabilidad de la institución donante, concretándose a través de un aporte en la forma de una instancia de creación de capacidades (curso, taller, seminario, capacitación, entre otros), o bien como una transferencia tecnológica (equipos tecnológicos, software, maquinaría, entre otros), estos se clasificaban bajo alguna de las categorías de creación de capacidades o de transferencia de tecnología.

En la presente Comunicación Nacional, se ha modificado una de las áreas de clasificación de las necesidades, y del apoyo recibido y entregado, reemplazando el área de recursos financieros por la de políticas, programas, y proyectos. Esto obedece a un cambio en el criterio de clasificación, el que se basa en la finalidad de la necesidad o apoyo, enfocándose en el propósito del aporte o necesidad, y no en la administración de los recursos, como tampoco en su naturaleza pecuniaria o no pecuniaria. De esta forma, las áreas utilizadas para la clasificación son los siguientes: i) financiamiento de políticas, programas y proyectos; ii) creación de capacidades; y iii) transferencia de tecnología. Las instituciones sectoriales que reportaron tanto sus necesidades como los apoyos recibidos o entregados, los clasificaron de acuerdo a dichas áreas. Posteriormente, el equipo a cargo verificó la consistencia de la información reportada, aplicando el criterio definido previamente.

En virtud de lo expuesto, las definiciones de las áreas seleccionadas se detallan a continuación, siendo aplicadas tanto al apoyo recibido como a las necesidades, brechas y barreras:

- Financiamiento de políticas, programas y proyectos: se refiere a la movilización de fondos que contribuyen al desarrollo de instrumentos de política pública climática, mediante un enfoque de las iniciativas[1] (Alianza del Pacífico, 2020).
- Creación de capacidades y asistencia técnica: se entiende como un proceso cuyo fin es aumentar/mejorar la capacidad de los individuos, organizaciones e instituciones en los países en desarrollo y en países con economías en transición, en identificar, planificar e implementar formas de mitigar y adaptarse al cambio climático. Este proceso se desarrolla en tres distintos niveles: i) individual: a través de actividades de educación, formación y sensibilización; ii) institucional: mediante el fomento de la cooperación entre organizaciones y sectores, así como el desarrollo de las organizaciones e instituciones, incluyendo sus misiones, mandatos, culturas, estructuras, competencias y recursos humanos y financieros; y iii) sistémico: por la creación de ambientes propicios, a través de políticas económicas y regulatorias, y los marcos de rendición de cuentas en los que operan las instituciones e individuos (CMNUCC, 2014).
- Transferencia de tecnología: se define como un amplio conjunto de procesos que cubren el intercambio de conocimientos, financiamiento y bienes entre los diferentes involucrados, que conducen a la difusión de la tecnología para la adaptación o la mitigación del cambio climático. Incluye la difusión de tecnologías -hardware y software- y cooperación tecnológica a través y dentro de los países (IPCC, 2014).

La información de este capítulo está estructurada en dos partes: a) Necesidades, barreras y brechas tanto del sector público como privado; y b) Apoyo a la acción climática, clasificada a su vez en tres tipos; i) Apoyo a la preparación y publicación de las comunicaciones nacionales; ii) Apoyo recibido para actividades relacionadas con el cambio climático; y iii) Apoyo nacional entregado para actividades relacionadas con el cambio climático.

Por su parte, tanto el apoyo recibido como las necesidades, brechas y barreras se dividen en los siguientes **ámbitos**:

- Reporte (R): son aquellas actividades, proyectos o programas desarrollados con el objetivo de cumplir con los compromisos del país en cuanto al reporte de los avances en la implementación de los objetivos de la Convención en materia de cambio climático, a través de las Comunicaciones Nacionales (CN), los Informes Bienales de Actualización (IBA) y las respectivas Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC).
- Mitigación (M): son aquellas acciones, políticas, proyectos y programas que se desarrollan con el objetivo de aportar directa o indirectamente a reducir las fuentes de emisión o incrementar las absorciones de GEI.
- Adaptación (A): se refiere al desarrollo de políticas, planes, programas y acciones orientadas a enfrentar y minimizar los impactos adversos y riesgos emergentes del cambio climático y aprovechar las posibles oportunidades derivadas de los cambios provocados por este fenómeno.
- Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (I): son aquellas acciones llevadas a cabo con el objetivo de sistematizar la actualización bienal (cada dos años) del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Chile, garantizando de esta forma la sostenibilidad de la preparación de los inventarios de GEI en el país, la coherencia de los flujos de GEI notificados y la calidad de los resultados.
- Negociación internacional (N): se refiere a aquellas acciones que tienen el objetivo de robustecer las capacidades nacionales frente a la negociación multilateral de cambio climático.
- Transversales (T): acciones que abarcan más de un ámbito.

2. NECESIDADES, BRECHAS Y BARRERAS

Aunque el desarrollo de la institucionalidad y de la generación de capacidades relacionadas con el cambio climático en Chile han mostrado un avance sustantivo en los últimos años, todavía es posible identificar necesidades, brechas y barreras.

En diciembre de 2014 el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad aprobó el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. La estructura operativa para la implementación de este plan incluyó la creación del

1. El enfoque *bottom up* en este contexto de movilización de fondos - que está en línea con una visión "de lo micro a lo macro" - hace referencia al modo en que el financiamiento de proyectos se traduce en el cumplimiento de programas que, a su vez, apoyan al cumplimiento políticas.

Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC), entidad presidida por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) e integrada por los puntos focales de cambio climático de los ministerios competentes en la materia. También se propuso la creación de Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC) para cada una de las regiones administrativas del país, encargados de coordinar y entrelazar las políticas de cambio climático entre los niveles nacional y regional.

Esta propuesta de estructura ha servido de base para fortalecer la institucionalidad del cambio climático en general. El ETICC ha sido una pieza fundamental en el proceso de creación de diferentes políticas públicas nacionales, regionales y sectoriales, como también lo fue en la elaboración del Cuarto Informe Bienal de Actualización y la presente Comunicación Nacional. En esta línea, y como fue antes mencionado, se han realizado importantes avances, los que se han plasmado en el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, la actualización de la NDC de Chile, y el inicio del proceso de elaboración de la Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile.

Sin perjuicio de estos avances, el país debe continuar fortaleciendo su institucionalidad en temas de cambio climático, tanto en el nivel nacional, como regional y local. Particular importancia en estos momentos reviste el desarrollo de capacidades locales. Es urgente fortalecer la gestión de los Gobiernos Regionales y de los Municipios, además de aumentar su capacidad para la implementación de medidas de mitigación, y para el seguimiento y medición de sus resultados. Con este objetivo, se ha impulsado la elaboración de cuatro planes de acción regional de cambio climático, en las regiones de Atacama, O'Higgins, Los Ríos y Los Lagos, con el apoyo del Fondo Verde del Clima. Estas iniciativas permitirán el desarrollo de una metodología común para la elaboración de este tipo de instrumentos, identificando el tipo de información necesaria para su construcción a nivel regional, para luego avanzar en su implementación en la totalidad de las regiones.

Respecto de las necesidades que involucran financiamiento, nuestro país se graduó de la Ayuda Oficial al Desarrollo por parte de la OCDE (octubre, 2017), limitando de esta forma el acceso a donaciones, y permitiéndole acceder principalmente a créditos concesionales y proyectos financiados por países desarrollados. En este sentido, Chile se clasifica entre los países de ingreso medio alto según el Banco Mundial[2], con un índice de desarrollo humano (IDH) muy alto según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo[3], siendo cada vez más difícil el acceso a fondos internacionales en modalidad de donación. No obstante los avances en una serie de aspectos del desarrollo del país durante las últimas décadas, las necesidades que involucran financiamiento se encuentran latentes en la mayoría de los sectores, con especial énfasis en adaptación al cambio climático.

Chile ha continuado realizando estudios para identificar y fortalecer aspectos técnicos de su respuesta climática, sus sistemas de información y robustecer su institucionalidad climática, lo que ha traído consigo un aumento del atractivo del país para inversionistas. Por ejemplo, el Fondo Verde del Clima, parte del mecanismo financiero de la CMNUCC, es el mayor fondo climático internacional, que durante los últimos años ha ganado relevancia debido a la posibilidad de financiar proyectos públicos y privados transformacionales y de mayor escala, a través de distintos instrumentos de financiamiento. Su relevancia radica, en parte, a que el país cuenta con una institucionalidad que permite su operación a nivel nacional.

En Chile, los aportes internacionales no son canalizados por la institución que recibe el aporte, sino que por una agencia implementadora. Este tipo de arreglo conlleva una mayor transparencia, mayor certeza en el cumplimiento de los términos y condiciones de inversión, facilita el seguimiento y una mayor consolidación de los recursos. Sin embargo, esto también requiere un mayor volumen de procedimientos y requerimientos tanto legales como administrativos a cumplir, lo que, de no abordarse de manera correcta y oportuna, puede generar retrasos en la implementación de los proyectos financiados de esta manera.

A continuación, se presentan las necesidades, brechas y barreras específicas identificadas por el sector público.

2.1 Necesidades, brechas y barreras identificadas por el sector público

Para el presente capítulo, se recopiló información referente a las necesidades, brechas y barreras relacionadas con el cambio climático en un proceso dividido en dos etapas:

a) Se envió formalmente un formulario a las instituciones públicas que componen el Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC)[4], solicitando información respecto de necesidades, brechas y barreras que se identifican por parte del sector, y se envió un formulario al sector privado – empresas y gremios – para recabar sus necesidades;

b) Se realizó un taller con las instituciones pertenecientes al ETICC, con el objetivo de profundizar en la identificación y discusión sobre las necesidades para avanzar en la acción sobre cambio climático, barreras, aprendizajes, posibilidades de sinergias, vacíos de información, oportunidades y otros.

En esta sección se presentan las principales necesidades, brechas y barreras reportadas por los servicios públicos, en relación con las áreas de Financiamiento de Políticas, Programas y Proyectos y de Creación de Capacidades y Asistencia Técnica, en los ámbitos de Inventario, Adaptación, Mitigación, Reporte, Negociación Internacional y Transversal. Adicionalmente, se presenta una sección dedicada a las necesidades, brechas y barreras relacionadas con Transferencia Tecnológica. La información se presenta en tablas que indican el Área de la Necesidad (Financiamiento de Políticas, Programas y Proyectos; Creación de Capacidades y Asistencia Técnica; y Transferencia Tecnológica), descripción de la necesidad (donde se indica el sector que reportó la necesidad), la brecha para abordar la necesidad, y la barrera que se ha presentado para abordar esa necesidad. La ejecución de acciones destinadas a abordar las necesidades deberá ser acorde con la visión estratégica de las políticas climáticas del Estado de Chile para facilitar una combinación adecuada y coherente entre recursos fiscales y recursos de donantes internacionales.

2. Información recuperada de: http://datos.bancomundial.org/pais/chile

3. Información recuperada de: http://hdr.undp.org/sites/all/themes/hdr_theme/country-notes/es/CHL.pdf

4. El Oficio enviado fue dirigido a 28 servicios públicos.

2.1.1 Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI)

En lo relativo a la elaboración del INGEI, el país opera a través del Sistema Nacional de Inventarios de GEI (SNICHILE), que tiene como principal objetivo la actualización del INGEI. El SNICHILE mantiene una línea de trabajo permanente con los ministerios de Agricultura, Energía y Medio Ambiente, en donde se ha dotado de personal, recursos técnicos y financieros básicos para la actualización periódica del inventario. El SNICHILE permite la preparación y coordinación del INGEI de Chile, y, además, busca progresar de manera sistemática e incremental en aspectos técnicos como el mejoramiento continuo de la calidad de las estimaciones de GEI; la calidad de los datos utilizados; la investigación de factores de emisión país específicos de las categorías principales; el control y garantía de la calidad; el desarrollo de manuales de procedimiento para la aplicación de temas transversales (incertidumbre, documentación y archivo, entre otros); y la creación y mantención de capacidades técnicas adecuadas. Un mayor detalle sobre el SNICHILE se encuentra en el Capítulo 2 del presente documento.

Respecto de los recursos financieros, durante el 2017-2020, el SNICHILE fue financiado, al igual que en años anteriores, mediante presupuesto nacional del gobierno de Chile; y fondos provenientes de proyectos internacionales como el Informe Bienal de Actualización; y del Banco Mundial (periodo 2019-2020). En cuanto a los profesionales de los equipos técnicos del SNICHILE, 4 de los 5 líderes de equipo son profesionales permanentes del gobierno de Chile, por lo tanto, son financiados con presupuesto nacional. Por otro lado, los profesionales encargados de las tareas cotidianas de la elaboración de los INGEI de Chile (principalmente recopilación y compilación de información) fueron financiados de forma mixta: algunos de ellos son trabajadores del Estado, mientras que otros fueron consultores externos contratados específicamente para la elaboración del INGEI de Chile con financiamiento de proyectos internacionales. En los últimos años, varios de los equipos técnicos han contratado como personal permanente a sus consultores externos o han internalizado, dentro del perfil de cargo de sus profesionales, la función de elaborar inventarios de GEI. En ese sentido, más que una necesidad de creación de las capacidades técnicas, existe la necesidad de mantener las existentes a través de arreglos institucionales que permitan al SNICHILE enfrentar situaciones como la rotación de personal debido a cambios de administración.

A lo menos un profesional de cada equipo técnico del SNICHILE ha participado en talleres internacionales e intercambios de experiencias para la creación de capacidades en materia de INGEI. Esto, sin lugar a duda, ha sido útil para incrementar la capacidad de los equipos técnicos. A julio de 2020, el país cuenta con tres profesionales calificados como revisores expertos de INGEI de las Partes anexo I de la Convención, que, además, son líderes sectoriales. Estos profesionales implementan sus conocimientos específicos en diferentes etapas del proceso de INGEI de Chile, colaborando en el aseguramiento de su calidad.

A medida que se avanza con la elaboración periódica del INGEI se hace necesario robustecer la interacción intrasectorial entre los proveedores de datos, la verificación de estos, la estimación de emisiones y la compilación de resultados. Esto permitirá la sistematización del trabajo para aprovechar mejor los recursos y las sinergias que se producen en un trabajo repetitivo.

En cuanto a la información necesaria para la elaboración del INGEI de Chile, de acuerdo con la experiencia de los equipos técnicos sectoriales y la orientación recibida en el proceso de revisión externa voluntario del INGEI del Tercer IBA, el SNICHILE ha avanzado en la mejora de datos de actividad, datos paramétricos y factores de emisión. Esto se ha hecho, principalmente, con recursos propios.

Respecto a las acciones tomadas para cubrir las actuales necesidades de mejorar la calidad de la información reportada y representar la realidad nacional, el SNICHILE elaborará un plan de datos estratégicos, con el fin de identificar, levantar o mejorar datos relevantes para la actualización del INGEI de Chile. Este plan no solo buscará gestionar recursos permanentes para mejorar datos, sino que además busca vincularse con otras partes (academia, sector privado y otras instituciones públicas) que tengan alguna clase de interés o relación con los datos en cuestión.

En la **Tabla 6-1,** se resumen las necesidades referentes al ámbito INGEI en Chile, además de las brechas y barreras más relevantes.

Tabla 6-1. Necesidades, brechas y barreras en el ámbito INGEI

Necesidad	Brecha	Barrera
Financiamiento de políticas, programas y proyectos		
Operación de SNICHILE. Se requiere la contratación de expertos o personal calificado en los diferentes equipos técnicos sectoriales. Además, se requiere el establecimiento de un programa dedicado a la investigación científica y desarrollo de factores de emisión, especialmente en los sectores de Energía y UTCUTS.[a]	En el corto plazo, el financiamiento nacional es insuficiente para la contratación permanente de personal adecuado en los equipos técnicos, y el desarrollo de factores de emisión.	La preparación del INGEI ha adquirido gran relevancia dentro de prioridades políticas y técnicas de los ministerios participantes en el SNICHILE, sin embargo, se evidencia la falta de presupuesto permanente. A esto se suman las menores posibilidades de suplir esta insuficiencia con fondos internacionales debido a que el país es menos elegible para estos. Además, no existen arreglos institucionales con todas las partes interesadas que participan del SNICHILE.
Creación de capacidades y asistencia técnica		
• Mantención y creación de capacidades en SNICHILE. Se hace necesario incrementar y mantener las capacidades técnicas de los profesionales del SNICHILE mediante cursos presenciales, cursos en línea, talleres, seminarios o intercambio de experiencias con expertos internacionales. • Se requiere el apoyo técnico de las Partes incluidas en el anexo I de la Convención, de esta misma CMNUCC o de otras partes expertas, como el IPCC. • Incrementar y fomentar la investigación científica en materia de desarrollo de factores de emisión país especifico, especialmente para los sectores de Energía, Agricultura y UTCUTS. • Se requiere el apoyo técnico de las Partes incluidas en el anexo I de la Convención que presentan circunstancias nacionales similares a las de Chile, entendiendo que estas Partes ya han avanzado considerablemente en la materia y que la similitud de condiciones hace viable la replicación de los métodos de medición de GEI a.	Aún existen brechas en las capacidades técnicas de profesionales que forman parte de los equipos técnicos del SNICHILE, específicamente en el desarrollo de factores de emisión país específico. Esto es debido a una combinación de variables tales como: • Todos los profesionales del SNICHILE tienen otras responsabilidades dentro de su perfil de cargo, sumado al reducido número de profesionales relacionados con estos temas, generando una sobrecarga laboral que se traduce en que cada profesional debe priorizar sus tiempos de trabajos, dejando de lado la posibilidad de capacitarse a sí mismos en materia de los INGEI; • Rotación inherente al trabajo en los organismos del Estado; y a la contratación a plazo fijo de consultores externos que dejan los equipos al terminar su prestación de servicios; • Reducido número de expertos en materias específicas del INGEI dentro del país, tanto en el sector público como privado, lo que reduce las posibilidades de un intercambio frecuente de experiencias a nivel nacional.	• Poca relevancia de los INGEI dentro de prioridades políticas y técnicas de los ministerios participantes en el SNICHILE, lo que repercute en la falta de perfiles de cargos para contar con profesionales que posean las cualificaciones técnicas adecuadas para elaborar los INGEI de Chile. • Falta de incentivos gubernamentales para la promoción de la investigación científica en materia de INGEI, especialmente para la comunidad científica y academia. • Falta de presupuesto asignado para actividades de creación y mantención de capacidades. • Limitado interés, a nivel de la comunidad científica y academia, en investigación que permita el desarrollo de factores de emisión país específico.

Nota: a: necesidad reportada a través del formulario, b: necesidad reportada a través del taller.

Fuente: Oficina de Cambio Climático del MMA.

2.1.2 Adaptación

El MMA mantiene un área de trabajo permanente en temas de adaptación al cambio climático, que coordina la elaboración y reporte del Plan Nacional de Adaptación, los planes sectoriales, los planes regionales de adaptación, y la implementación de aquellas medidas específicas que son de competencia del MMA. Esta área también tiene a su cargo la coordinación del ETICC a nivel nacional y de los CORECC a nivel de regiones administrativas del país.

Actualmente el equipo de trabajo está conformado por cuatro profesionales permanentes del MMA y nueve profesionales que han sido contratados con apoyo de fondos internacionales, la mayoría de ellos en el contexto de la COP25. La contratación de profesionales mediante fondos internacionales, realizada en el marco de preparación de la COP25 ha significado un apoyo fundamental a esta área de trabajo. Ello ha permitido avanzar en materias cruciales en adaptación, como el desarrollo de capacidades sub-nacionales, la incorporación de criterios de género, el involucramiento de los pueblos indígenas en temáticas de adaptación, y en general en atender las tareas permanente del equipo de trabajo. La continuidad de estos profesionales y los importantes avances alcanzados en este período se ven amenazados debido a la falta de presupuesto para mantener un equipo de dichas características, una vez que los fondos internacionales que lo sustentan se terminen.

En relación con lo anterior, también se observa la necesidad de contar con profesionales en los ministerios sectoriales, que sean contrapartes de dedicación exclusiva para adaptación, especialmente en aquellos sectores que tienen a cargo planes de adaptación. La elaboración e implementación de estos planes, la búsqueda de financiamiento para proyectos y el desarrollo de estos, y el reporte de los avances de dichos planes, son sólo parte de las variadas actividades que el punto focal ministerial debe realizar y que generalmente, se realiza junto a otras funciones propias del sector.

Respecto a temas específicos relacionados a adaptación, una de las necesidades más urgentes es contar con un sistema mejorado de monitoreo y reporte del Plan Nacional de Adaptación y los planes sectoriales de adaptación, que facilite el trabajo de los puntos focales ministeriales y del MMA y que permita disponer información al público de forma transparente. En el marco de la actualización del Plan Nacional de Adaptación, comprometida para el año 2022 en la NDC (2020), se pretende crear una plataforma digital para atender a esta necesidad, para lo cual el MMA en conjunto con la AND ante el Fondo Verde del Clima y con apoyo de FAO como agencia implementadora, está solicitando recursos al Fondo Verde del Clima. Además, se requiere actualizar los estudios de vulnerabilidad y actualizar los 11 planes sectoriales de adaptación cada 5 años.

En lo relativo a la gestión del riesgo de desastres, se ha desarrollado un trabajo colaborativo intersectorial para integrar este tema y la adaptación al cambio climático, en conjunto con la Oficina Nacional de Emergencias (Onemi). Esta área de trabajo ha tomado mayor relevancia en la agenda nacional, permitiendo incorporar compromisos concretos en la NDC actualizada, relacionados al fortalecimiento de la capacidad de adaptación a los riesgos del clima, y la capacidad de gestión ante los efectos adversos que causan los desastres socio-naturales en el país.

Fotografía: Felipe Díaz.

En esta línea, las necesidades actuales más relevantes en términos de la gestión del riesgo para adaptación se relacionan a una mejor preparación y capacidad de monitoreo de las variables del clima que permitan obtener productos específicos para la gestión del riesgo y predecir con más anticipación y precisión tanto el comportamiento estacional como eventos meteorológicos extremos, como insumo a los sistemas de alerta temprana para la preparación y gestión del riesgo. Por otro lado, el país necesita mejorar sus evaluaciones de riesgo climático y sistematizar y evaluar las pérdidas y daños producto de los desastres de eventos pasados, para proyectar hacia el futuro los costos que implicaría la inacción, de manera de tomar medidas de adaptación y gestión de riesgos de forma temprana y con información adecuada.

Las principales necesidades reportadas por los servicios públicos en la preparación de este reporte para el ámbito de adaptación se encuentran en el área de Financiamiento de Políticas, Programas y Planes y en la creación de capacidades y asistencia técnica. Por una parte, existen necesidades financieras para implementar medidas contenidas en los planes de adaptación sectoriales, donde el financiamiento no está asegurado. También son necesarios más recursos para I+D+i con foco en cambio climático, especialmente en adaptación como, por ejemplo, la necesidad de establecer métricas de adaptación ligadas a indicadores financieros de desempeño, que permitan a los proyectos de adaptación acceder a fondos de forma más ágil. Asimismo, es necesario profundizar en las herramientas con las que cuentan los Instrumentos de ordenamiento territorial para abordar el desafío de la adaptación.

Existen, además, necesidades en los distintos sectores de creación de capacidades y asistencia técnica para la realización de estudios sobre vulnerabilidad sectorial y riesgo de desastres, creación de sistemas de MRV en los CORECC y en los actores locales, y también incluir la variable de cambio climático en los Análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES) de las normas de calidad y emisión, y los planes de descontaminación, entre otros.

Algunos de los esfuerzos que han hecho los sectores para abordar esas necesidades han sido solicitar apoyo al MMA para gestionar financiamiento internacional en caso del sector minero, como también el generar una mesa de adaptación público-privada, en el caso del sector energía.

Nueve sectores reportaron necesidades específicas relacionadas a adaptación, a lo que se suman necesidades que conciernen a más de un sector. Las necesidades, brechas y barreras en el ámbito de la adaptación se resumen en la **Tabla 6-2**.

Tabla 6-2 Resumen de necesidades, brechas y barreras en el ámbito de la adaptación

Necesidad	Brecha	Barrera
Financiamiento de políticas, programas y proyectos		
Pesca y acuicultura: implementar medidas de adaptación propuestas en el plan de adaptación sectorial que no han podido ser implementadas por no contar con fondos para ello.[a]	Limitación y priorización de fondos.	Los fondos públicos son limitados, como también la posición del país para ser elegible en fondos internacionales.
Pesca y acuicultura: necesidad de financiamiento para la actualización del plan de adaptación sectorial.[a]	Limitación y priorización de fondos.	Dificultades para acceder a financiamiento.
Silvoagropecuario: necesidad de financiamiento para implementar futuras medidas de la actualización del Plan de Adaptación del sector Silvoagropecuario.[a]	Se está actualizando el Plan, pero esas medidas y acciones posteriormente deben ser implementadas y su financiamiento no está asegurado.	Dificultades para acceder a financiamiento.
Varios sectores: contar con cambio climático como un área prioritaria de I+D+i, destinándole más financiamiento y potenciando instrumentos de investigación, desarrollo e innovación para promover la generación de conocimiento para la adaptación al cambio climático, y escalar e implementar el I+D+i.[b]	Falta fortalecer instrumentos de I+D+i en cambio climático, facilitando la obtención de financiamiento.	En la actualidad I+D+i en cambio climático no es una prioridad.

Necesidad	Brecha	Barrera
Financiamiento de políticas, programas y proyectos		
MMA: establecer métricas para medir resultados de adaptación asociados a rendimientos financieros.[b]	Actualmente, existen mayores fuentes de financiamiento para proyectos de mitigación, considerando que tienen eventuales retornos monetarios, por lo que pueden ser asumidos por privados. En el caso de adaptación, por lo general, no existen retornos privados, y deben ser asumidos con gasto público.	La adaptación es tratada como un bien público, por lo que se asume que es responsabilidad del Estado, debiendo competir con múltiples necesidades de financiamiento. Se deben evidenciar los costos de inacción, para fundamentar la importancia de invertir lo antes posible en adaptación al cambio climático.
MMA: en el marco del Programa HuellaChile implementar un sistema de gestión del agua, que permita robustecer las métricas en indicadores estratégicos de adaptación al cambio climático, y fomente la implementación de proyectos de gestión del recurso.[a]	Falta de financiamiento para implementar el sistema.	No se le ha logrado dar la prioridad necesaria para obtener financiamiento.
MMA: incluir en los instrumentos de ordenamiento territorial las variables de cambio climático para la adaptación y la reducción del riesgo de desastres a través de procesos de Evaluación Ambiental Estratégica, a los cuales se someten estos instrumentos.[a]	Alto nivel de centralismo y sectorialismo en las decisiones de ordenamiento territorial e inversión que dificultan la consideración del riesgo de desastres y la necesidad de adaptación al cambio climático en los territorios.	Las decisiones de planificación, aun cuando incorporan participación ciudadana e instancias de consulta tienen un sesgo de especialidad y discusión que tiende a ser centralizada.
	Marcos normativos y reglamentarios de planificación no adaptados a los nuevos desafíos territoriales impuestos por el cambio climático y la reducción del riesgo de desastres.	Las normas de urbanismo y construcciones vigentes (OGUC), requieren de una actualización, lo que redundará en la necesaria actualización de los Instrumentos de Planificación Territorial (IPT).
	No existe claridad ni formalidad en roles y competencias en las temáticas de riesgos, y de adaptación al cambio climático (Por ejemplo: CONAF, DGA, DOH, SERNAGEOMIN, SHOA, ONEMI)	Las leyes orgánicas de diversos Órganos de la Administración del Estado no contemplan esas facultades. Se requiere su actuación como organismos competentes para la revisión de los estudios de riesgo, la aprobación de obras de mitigación y como fuentes oficiales de información de base respecto de amenazas.
	Debilidad en la gestión y en el manejo técnico del tema de reducción del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático y, por tanto, en lograr incorporarlo a las escalas y a los instrumentos existentes y por diseñar.	Se requiere estandarizar contenidos y metodología para la elaboración de los estudios de riesgos en los instrumentos de planificación territorial (PROT, ZUBC y otros), y para la definición de áreas de riesgo y de las normas urbanísticas. Se requieren autoridades y profesionales con conocimiento y experiencia en estas materias.
	Falta de un lenguaje común para que diversos sectores unifiquen los criterios en el diseño de una toma de decisión.	El análisis de riesgo aplicado tanto a instrumentos de ordenamiento territorial como a IPT, debe contar con un "piso común" en cuanto a conceptos, información oficial, modelación y factores de vulnerabilidad relevantes para la toma de decisiones de planificación.
	Faltan canales de información y de transparencia para que no exista una superposición de iniciativas o tareas de distintos sectores.	Se requiere fortalecer la coordinación interinstitucional y consolidar el sistema de planificación, con los instrumentos de ordenamiento territorial y entre ellos, implementando el nivel regional.
	Considerar las proyecciones climáticas para que el ordenamiento y las planificaciones territoriales tengan en consideración los cambios en el clima para las próximas décadas.	No existe un órgano público encargado de generar información de riesgos de manera periódica y permanente en el tiempo y a escala local como regional. Incluir las proyecciones climáticas en la planificación.

Necesidad	Brecha	Barrera
Financiamiento de políticas, programas y proyectos		
Minería: financiamiento que permita desarrollar un Plan de Adaptación del sector minero. [a]	Se necesita de manera urgente estudiar, analizar e identificar las vulnerabilidades del sector minero nacional, respecto al uso y consumo de recursos hídricos, huella de carbono y a la gestión de depósitos de relaves. No existen estudios en la materia que permitan avanzar en el plan de adaptación sectorial.	Recursos financieros para realizar el diagnóstico inicial y que permita avanzar en el plan de adaptación.
MOP: se requiere financiamiento para la actualización del Plan de Infraestructura 2021-2022, junto con la implementación de medidas de plan actual.	Se requieren recursos para financiar acciones en materia de resiliencia climática de infraestructura y edificaciones públicas. Complementariamente, se requieren recursos para estudios prospectivos en materia de soluciones de infraestructura y edificación basadas en la naturaleza. Finalmente, se requieren recursos para apoyar procesos de participación con comunidades vulnerables, principalmente pescadores y pescadoras.	Disponibilidad de recursos financieros del presupuesto público u otras fuentes que permitan cubrir las brechas identificadas previamente.
Creación de capacidades y asistencia técnica		
Energía: generar una base de datos de indicadores de adaptación en los diversos sectores. [a]	No existe una base de datos de indicadores de adaptación en los diversos sectores del país.	Las capacidades actuales dificultan la tarea de crear la base de datos.
Energía: se requiere avanzar en la identificación y MRV de riesgos en la coordinación público-privada en el sector energía, clarificando también la gobernanza.[a]	El análisis preliminar para la identificación de los riesgos, donde está la información y la coordinación y gobernanza público-privada para dichos flujos de información.	Las capacidades actuales dificultan la tarea de avanzar en las acciones de coordinación requeridas.
Transporte: se requiere mejorar las capacidades de los escasos profesionales que entre otros temas se vinculan con el cambio climático, esto permitiría identificar, planificar e implementar acciones de mitigación en el transporte urbano[a]	Crear capacidades para permear en la organización.	No hay suficiente conocimiento sobre el cambio climático.
Recursos hídricos: falta de financiamiento para investigación tecnológica en estaciones de monitoreo de caudales (máximos y mínimos). [b]	Conocimientos actuales no son los adecuados para un correcto monitoreo de caudales.	Dificultad para acceder a financiamiento.
Desarrollo Social y Familia: Profundizar y difundir la información y preparación para abordar la adaptación al cambio climático y reducción de riesgo de desastres en Ministerio de Desarrollo Social y la Familia.	Dificultades para abordar el cambio climático y riesgo de desastres desde el punto de vista social.	Se requiere un plan de trabajo para fortalecer los conocimientos y preparación de los profesionales del ministerio, en materia de cambio climático y riesgo de desastres.
Infraestructura: estudio para el desarrollo de diseño de obras civiles que incluyan aspectos de adaptación al cambio climático y reducción del riesgo de desastres. [b]	Falta indagar en tecnologías, sistemas constructivos, diseños, entre otros estándares necesarios para generar capacidad de adaptación de la infraestructura pública.	La adaptación es tratada como un bien público, por lo que se asume que es responsabilidad del Estado, debiendo competir con múltiples necesidades de financiamiento. Se deben evidenciar los costos de inacción, para fundamentar la importancia de invertir lo antes posible en adaptación al cambio climático para el sector de infraestructura.
Bienes Nacionales: necesidad de generar capacidades sobre adaptación al cambio climático al interior del Ministerio de Bienes Nacionales. [b]	Parte importante de las gestiones ministeriales territoriales están vinculadas a la adaptación al cambio climático (por ejemplo, la regularización evitando zonas de riesgos, Plan de Gestión Territorial Regional, entre otros) pero faltan las capacidades necesarias para abordar correctamente la temática.	Es un sector que cuenta con competencias importantes para una gestión estratégica del cambio climático, por lo que es necesario relevar su rol y competencias en esta materia.
Borde costero: capacitar a actores regionales y nacionales con competencias en el borde costero sobre adaptación al cambio climático. [b]	Falta identificar y relevar la importancia de tomar medidas frente al cambio climático, para incentivar el surgimiento de iniciativas.	Actualmente los instrumentos de gestión territorial no contemplan en profundidad los impactos del cambio climático, por lo que es necesario incorporarlos de manera explícita.
MMA: generar capacidades en los CORECC sobre análisis de vulnerabilidad, identificación de amenazas, factores de vulnerabilidad y riesgo climático, así como en el diseño de acciones de adaptación. [b]	Necesidad de contar con contrapartes técnicas en el desarrollo de medidas a nivel local.	No se prioriza la incorporación de personal ni competencias en materia de cambio climático, en relación con otras necesidades de más corto plazo. Es necesario incorporar una visión de largo plazo en la gestión territorial a través de los CORECC.

Necesidad	Brecha	Barrera
Creación de capacidades y asistencia técnica		
MMA: integrar criterios de cambio climático en los Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) de instrumentos de reducción de la contaminación, para visibilizar cobeneficios en adaptación. [b]	Los AGIES son obligatorios para las normas de emisión, decretos REP, planes de descontaminación de aire, agua, entre otros, pero no dan cuenta de cobeneficios en adaptación al cambio climático. Actualmente, en algunos de ellos, se integra en algunos criterios de emisiones evitadas de GEI.	No existe actualmente un área de economía del cambio climático en el MMA.
MMA: generar capacidades en las universidades y centros de investigación regionales para realizar los análisis de vulnerabilidad a nivel regional o local, y diseñar medidas de adaptación coherentes. [b]	Las capacidades regionales no son suficientes para realizar este tipo de análisis.	Falta de centros de investigación y áreas de estudio específicas en la materia, en las instituciones de educación superior y personal calificado.

Nota: a: necesidad reportada a través del formulario, b: necesidad reportada a través del taller.

Fuente: Oficina de Cambio Climático del MMA.

2.1.3 Mitigación

En los últimos años la mitigación en Chile ha estado marcada principalmente por la cooperación intersectorial y el compromiso que ha adoptado el Estado de Chile en la construcción de políticas públicas que promuevan una economía baja en emisiones de GEI. Ejemplo de esto es el lanzamiento del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022, el Plan de Mitigación del Sector Energía, la actualización de la NDC 2020, el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, y el reciente proceso de elaboración de la Estrategia Climática de Largo Plazo, instrumento fundamental para trazar el camino que nos permita alcanzar el objetivo de ser carbono neutral y resilientes al cambio climático en 2050.

La reciente actualización de la NDC, en línea con la visión de largo plazo declarada por el país, ha aumentado la ambición de la acción climática nacional, lo que no solo significa que el país deberá desarrollarse de forma de alcanzar sus objetivos ambientales y climáticos, sino que presenta grandes desafíos y nuevas necesidades asociadas a acelerar el proceso de descarbonización de los sectores productivos y la concientización de la población para conseguir un cambio conductual profundo.

Foto por: Bryan Contreras.

Bajo la premisa de desarrollar un sistema robusto de seguimiento y actualización permanente de la NDC, para cumplir los objetivos del Acuerdo de Paris, se han identificado urgentes necesidades que deben ser abordadas para así cumplir con los plazos establecidos bajo la negociación internacional en el marco de la CMNUCC.

Las necesidades recopiladas por los distintos sectores tienen que ver principalmente con la creación de capacidades y asistencia técnica y, en menor medida, con financiamiento de políticas, programas y proyectos (en términos de número de necesidades reportadas), y están alojadas mayoritariamente en los sectores de energía, transporte e infraestructura, como también existe una necesidad común a más de uno.

El proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, diseñado principalmente para fortalecer la institucionalidad y gobernanza en materia de cambio climático, establece la neutralidad de emisiones al 2050, los presupuestos sectoriales de mitigación y los planes de mitigación sectorial, lo que implica nuevos e importantes desafíos en materia de mitigación a nivel nacional y sectorial, que requerirán de un nivel de gestión y coordinación relevante a la hora de ejecutar las acciones necesarias para cumplirlos. Nuevas necesidades se desprenden de estas responsabilidades, las que tendrán que ver principalmente con creación y nivelación de capacidades sectoriales para el diseño e implementación de políticas de reducción de emisiones y nuevos recursos financieros para su implementación.

Cuatro sectores reportaron necesidades específicas relacionadas a mitigación, a lo que se suman necesidades que conciernen a más de un sector. En la **Tabla 6-3** se resumen las principales necesidades, brechas y barreras en el ámbito de la mitigación.

Tabla 6-3 Resumen de necesidades, brechas y barreras en el ámbito de la mitigación.

Necesidad	Brecha	Barrera
Financiamiento de políticas, programas y proyectos		
MMA: dar continuidad al Programa HuellaChile, y sus actividades de creación de capacidades y administración del sistema de reporte voluntario de emisiones de GEI de organizaciones públicas y privadas integrada en RETC[a].	La continuidad del Programa en condiciones adecuadas no está asegurada.	Dificultad para conseguir recursos financieros dedicados.
Transporte: implementar electromovildad en el transporte público en distintas ciudades de regiones fuera de la Región Metropolitana (buses y taxis colectivos), haciendo uso de modelos negocios que permitan generar financiamiento. [a]	No se cuenta con un modelo de negocio que permita la implementación de vehículos eléctricos en el transporte público en regiones.	Falta de desarrollo de un modelo negocios que permita el financiamiento de este tipo de acciones en regiones.
Energía: considerando que en el monitoreo de acción climática se han generado diversas iniciativas de MRV, es necesaria la articulación de todos los esfuerzos multisectoriales para robustecer la calidad de la información, homologar metodologías, mejorar la transparencia y evitar la doble contabilidad. [a]	Ausencia de articulación de las varias iniciativas, metodológías y formas de contabilidad dispersas en diversos organismos, siendo necesario aunar criterios y esfuerzos.	Falta que el MMA genere la gobernanza para los MRV de mitigación y que articule las iniciativas existentes.
MOP: levantamiento de línea base en el sector de la construcción para medir GEI y potencial de reducción del sector.	No se cuenta con una línea de base del sector, lo que resulta fundamental para seguir avanzando en el sector construcción en infraestructura, edificación y vivienda.	Ausencia de recursos para la realización de la línea de base, ya sea de fuentes públicas o internacionales.
Energía: necesidad de profundizar el entendimiento y la aplicación de instrumentos de precio al carbono para la acción climática, aprovechando, por ejemplo, los co-beneficios inherentes a éstos, incluyendo el utilizar la recaudación para potenciar dicha acción. Además, explorar la implementación de sistemas de instrumentos de precio complementarios a los ya existentes.[a]	Falta una mayor comprensión del rol de los instrumentos de precios al carbono para facilitar la acción climática y acelerar las metas de carbono neutralidad, incluyendo su impacto en competitividad y productividad en la economía, así como la exploración de instrumentos complementarios.	Existen limitaciones respecto a una estructura financiera que nos permita canalizar recursos de diversos instrumentos para la acción climática.
Creación de capacidades y asistencia técnica		
Varios sectores: las instituciones públicas requieren poder evaluar sus responsabilidades e impactos en materia de emisiones de cambio climático, sin embargo, no cuentan con los equipos ni los presupuestos para resolver estas necesidades [a]	Necesidad de contar con capacidades permanentes, para la cuantificación y seguimiento de emisiones de las instituciones públicas y los proyectos que estas llevan a cabo.	Ausencia de un organismo específico que pueda cumplir los requerimientos técnicos de contabilidad de emisiones de las instituciones públicas y sus proyectos, y financiamiento para dicho organismo.

5. Arancel sobre productos importados (o impuesto sobre productos nacionales o extranjeros) que refleja su contenido de carbono en concordancia con el precio interno del carbono en el país. Esta medida busca abordar el problema de la fuga de carbono (Blot et al. ,2020).

Necesidad	Brecha	Barrera
Creación de capacidades y asistencia técnica		
MMA: necesidad de fortalecer capacidades sectoriales para la elaboración de proyecciones de emisiones y datos de actividad en el marco del Sistema Nacional de Prospectiva. Se requiere el desarrollo de un sistema continuo de capacitación y control de la calidad en las distintas instituciones públicas en el análisis prospectivo, que permitan establecer roles sectoriales robustos en sus visiones prospectivas. [a]	Actualmente el Ministerio del Medio Ambiente se ha encargado de realizar las proyecciones de emisiones de los sectores no energía. Este trabajo se ha hecho a través de proyectos internacionales, contratando profesionales. Se detecta que en los equipos sectoriales no energía, no existen profesionales con tiempo asignado para el perfeccionamiento en la elaboración de análisis prospectivos.	La principal barrera es la dificultad para asegurar recursos permanentes para el desarrollo y perfeccionamiento de roles prospectivos específicos en materia de cambio climático en las instituciones correspondientes.

Nota: a: necesidad reportada a través del formulario, b: necesidad reportada a través del taller.

Fuente: Oficina de Cambio Climático del MMA.

Fotografía: Daniel Pineda.

2.1.4. Reporte

Chile ha conseguido organizar la elaboración de reportes de manera periódica, respondiendo a los plazos de entrega comprometidos ante la CMNUCC pero, pese a ello, se mantiene el desafío de la instalación definitiva de sistemas permanentes de reporte de sus Comunicaciones Nacionales, Informes Bienales de Actualización y Contribuciones Nacionales, lo cual necesariamente pasa por la dedicación de presupuesto específico que sustente la actividad de reporte de manera iterativa. En comparación con el proceso de elaboración de la Tercera Comunicación Nacional, los sectores incluidos en el reporte presentan un grado mayor de familiarización con los requerimientos de información solicitados por el MMA, quien funciona como organismo compilador, sin embargo, aún es necesario avanzar en la sistematización de la información de manera que se pueda contar con ella de forma oportuna y que esta, además, sea de utilidad para la gestión interna de cada organismo. Además, la instalación de sistemas permanentes de reporte ayudaría a hacer más eficiente el uso del tiempo de las personas involucradas en la actualización de los reportes.

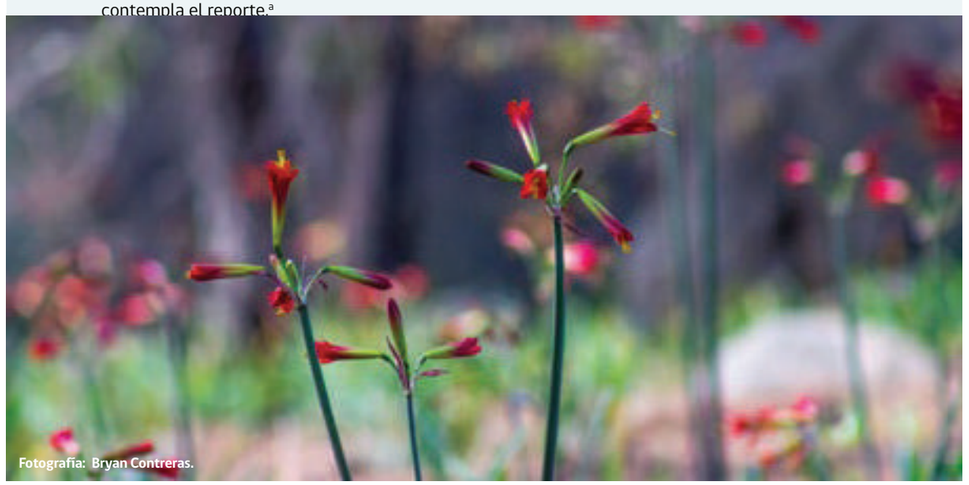
En concreto, las necesidades reportadas en este ámbito se relacionan con los Informes Bienales de Actualización y la Comunicación Nacional ante la CMNUCC y con la NDC de Chile. Existen también necesidades de carácter general. Las áreas de las necesidades son principalmente financiamiento de políticas, programas y proyectos, y creación de capacidades y asistencia técnica, y las necesidades tienen que ver con los presupuestos para sustentar la actividad de reporte en el tiempo, dado que normalmente los recursos son limitados para este ámbito. Además, hacen falta guías metodológicas que den las directrices sobre el tipo de información y el nivel de profundidad, a la vez que se generan mayores capacidades sectoriales y regionales para facilitar y mejorar el reporte desde todos los niveles de la administración del Estado.

En la **Tabla 6-4** se presentan las necesidades, barreras

y brechas identificadas para el ámbito de reporte.

Tabla 6-4. Resumen de necesidades, brechas y barreras en el ámbito de reporte.

Reporte	Necesidad	Brecha	Barrera
IBA	**Financiamiento de políticas, programas y proyectos**		
	Presupuesto que sustente la actividad de manera iterativa, tal y como lo establecen las decisiones de la COP. [a]	Presupuesto restringido para el equipo técnico administrativo con dedicación a la elaboración del documento. Estudios deben ser tercerizados/licitados vía profesionales y consultorías externas, lo que implica una falta de internalización del conocimiento en los equipos ministeriales. Carencia de posibilidades de dar continuidad a profesionales que participan en los reportes.	Recursos económicos limitados dificultan el establecimiento de un sistema sostenible para el cumplimiento de los compromisos de reporte.
	Creación de Capacidades y asistencia técnica		
	Guías metodológicas y capacitaciones para la implementación de las directrices, con objeto de entender la priorización de la información que se debe reportar y el nivel de detalle esperado.[a]	Brechas metodológicas y técnicas para la recolección de información, falta de un mandato claro sobre el tipo de información a recolectar de forma permanente, especialmente en cuanto a indicadores de progreso relativos a acciones y políticas de mitigación, y apoyo recibido.	• Falta de conocimiento específico a nivel sectorial e institucional; dificultades para acceder a capacitaciones tanto en recursos financieros como por idioma. • Profesionales de instituciones públicas con acceso a la información requerida en el IBA, tienen otras funciones y prioridades, haciendo lento y complicado el proceso de recopilación de información.
	Generar capacidades para el reporte sectorial (otros ministerios e instituciones) para la elaboración del IBA. [a]		
	Sistematizar el levantamiento de información sectorial, pública y privada, para la elaboración del reporte: sistema permanente activo durante los años que contempla el reporte.[a]		



Fotografía: Bryan Contreras.

Reporte	Necesidad	Brecha	Barrera
CN	**Financiamiento de políticas, programas y proyectos**		
	Presupuesto que sustente la actividad de manera iterativa, tal y como lo establecen las decisiones de la COP. Se requiere apoyo de profesionales especializados, que den continuidad a la recopilación de información y elaboración del documento, ya que hasta ahora los contenidos técnicos se generan a través de consultorías. [a]	Presupuesto restringido para el equipo técnico administrativo, con dedicación a la elaboración del documento.	Recursos económicos limitados dificultan el establecimiento de un sistema sostenible para obligaciones de reporte.
	Creación de Capacidades y asistencia técnica		
	Contar con expertos regionales. [a]	Falta de capacidad técnica en el nivel regional y local.	No existe un mecanismo de traspaso de conocimientos a nivel sectorial e institucional.
	Generar capacidades para el reporte sectorial (otros ministerios e instituciones) para la elaboración de la CN. [a]		Profesionales de instituciones públicas con acceso a la información requerida en la CN, tienen otras funciones y prioridades, haciendo lento y complicado el proceso de recopilación de información.
	Sistematizar el levantamiento de información sectorial, pública y privada, para la elaboración del reporte: sistema permanente activo durante los años que contempla el reporte. [a]	• Falta de conocimientos en los sectores, respecto a las guías para la elaboración de las CN. • Carencias en la actualización permanente de la información a reportar.	Dificultades financieras e idiomáticas para acceder a capacitaciones.
	Plataforma transversal para incorporar las iniciativas de los sectores y de los niveles regionales y locales. [a]	Falta de sistematización en la forma del reporte de la información, para hacer los periodos entre CN comparables.	No existe el procedimiento de sistematización de la información.
NDC	**Financiamiento de políticas, programas y proyectos**		
	Recursos financieros para levantamiento de información y metodologías asociadas a las actualizaciones de la NDC, en concordancia con los sistemas de revisión que se negocien en el marco del acuerdo post 2020. [a]	Recursos económicos limitados dificultan el establecimiento de un sistema sostenible para obligaciones de reporte.	A medida que la negociación avanza y se defina el nuevo marco de comunicación de NDC y marco de transparencia se podra estimar un costo de implementación y la brecha que implica.
	Creación de Capacidades y asistencia técnica		
	Establecer capacidad permanente en ministerios sectoriales para facilitar la sistematización del desarrollo de NDC. Capacidad de integración de ejercicios sectoriales en una modelación a nivel nacional. [a]	Intereses sectoriales algunas veces priman sobre criterios técnicos.	Falta de capacidad para la definición temprana del contenido y acuerdo político para su aprobación. Limitada capacidad de modelación económica de escenarios de mitigación.

Nota: a: necesidad reportada a través del formulario, b: necesidad reportada a través del taller.

Fuente: Oficina de Cambio Climático del MMA.

2.1.5. Negociación Internacional

En materia de negociación y la agenda climática internacional, se mantiene como principal necesidad ampliar el equipo actual de negociación del país junto con establecer equipos permanentes en los ministerios sectoriales relevantes, con capacidad técnica adecuada para la preparación, seguimiento y transferencia a nivel doméstica de los temas internacionales, además de apoyo financiero para realizar el seguimiento de las negociaciones en la agenda de reuniones multilaterales. El equipo de profesionales expertos que participan en las negociaciones es inferior al número necesario para dar seguimiento adecuado a las negociaciones dado que algunos ministerios sectoriales estratégicos (energía, agricultura) enfrentan problemas de financiamiento para su participación. Este equipo interministerial aborda los temas de negociación como uno de varios elementos de su agenda de trabajo doméstica, lo que reduce el tiempo disponible para realizar una planificación y coordinación en detalle de la agenda de negociación internacional.

Sobre las acciones que se han realizado para abordar las necesidades, se destaca que gracias al esfuerzo que han realizado diversos Ministerios y al apoyo internacional recibidos en el marco de la COP25, se formó un equipo de negociadores que permitió cumplir con los temas en la agenda de negociaciones de la COP25. Sin embargo, está latente la necesidad de mantener una participación robusta de forma permanente, como también que la experiencia ganada por Chile a raíz de este evento sea capitalizada en el tiempo y evitando que se pierda luego de que se termine el financiamiento internacional para ese evento.

En la **Tabla 6-5** se resumen las necesidades, brechas y barreras de este ámbito.

Tabla 6-5. Resumen de necesidades, brechas y barreras de negociación internacional.

Necesidad	Brecha	Barrera
Creación de capacidades y asistencia técnica		
Relaciones exteriores: falta de presupuesto específico que permita formar y mantener un equipo de negociación especializado y permanente. Equipo interministerial permanente especializado en la agenda internacional de cambio climático de al menos cinco profesionales. Planificación anticipada y reuniones periódicas para enfrentar los temas de negociación internacional de forma coordinada y coherente. [a]	Un mínimo de cinco negociadores adicionales y permanentes, con dedicación prioritaria a los temas de la agenda internacional de cambio climático.	Naturaleza del proceso de negociaciones dificulta demostrar beneficio de participación. Recursos limitados compiten con otras necesidades de política sectorial. Disponibilidad restringida de negociadores y profesionales de apoyo debido a la necesidad de asignar tiempo a otras tareas de la agenda climática. Proliferación de temas en la agenda internacional de cambio climático impone un desafío creciente que no tiene un aumento proporcional en la disponibilidad de personas que sigan los temas.
Relaciones exteriores: desarrollo de capacidades en los distintos sectores y ministerios, respecto de la negociación internacional, en temáticas específicas de cada sector. Creación y fortalecimiento de capacidades en idioma inglés. [a]	Recursos para satisfacer demanda de capacidades adecuada para agenda de negociación. Algunos funcionarios con capacidad técnica para participar en negociaciones no dominan el idioma ingles a un nivel adecuado para la demanda de trabajo de la negociación.	Desconocimiento de los vínculos de los temas de negociación con la agenda sectorial de política pública.

Nota: a: necesidad reportada a través del formulario, b: necesidad reportada a través del taller.

Fuente: Oficina de Cambio Climático del MMA.

2.1.6. Transversales

Las necesidades transversales son aquellas que conciernen a más de un ámbito y se concentran principalmente en el área de creación de capacidades y asistencia técnica, no obstante, existe también un número importante de necesidades del área Financiamiento de Políticas, Programas y Proyectos.

En lo que respecta al área de Financiamiento de Políticas, Programas y Proyectos, los principales temas se resumen en los siguientes puntos:

- Implementación de medidas de planes de adaptación y mitigación, y estrategias sectoriales sobre cambio climático.
- Adquirir instrumental técnico para realizar investigaciones y monitoreo.
- Establecer procesos participativos tempranos.
- Informar sobre alternativas de financiamiento para iniciativas de cambio climático junto con alinear los objetivos climáticos con la banca.

En lo que respecta a creación de capacidades y asistencia técnica, los principales temas de resumen en los siguientes puntos:

- Creación de capacidades en los sectores a nivel público y privado, incluyendo sociedad civil .
- Estudiar los cobeneficios de la acción climática.
- Fortalecer coordinación entre niveles nacional, regional y local, como también entre sectores, con especial énfasis en los CORECC.
- Incorporar cambio climático en regulaciones sectoriales, herramientas de ordenamiento y planificación territorial, y en el mandato de organismos públicos.
- Generar estrategias para mejorar la canalización el conocimiento científico técnico hacia los tomadores de decisión y para etiquetar los proyectos de investigación de cambio climático como tales.

En cuanto a las acciones que se han tomado para abordar las necesidades, se ha reportado un acercamiento de los sectores que presentan necesidades a otros donde existen las capacidades en materia de cambio climático, a través de reuniones bilaterales y mesas de trabajo, para colaborar y complementar capacidades y experiencias; también aproximaciones desde el sector público al privado. En el sector energía se realizó un TNA (Análisis de Necesidades Tecnológicas, TNA por sus siglas en inglés) para el sector de cemento y siderurgia que se espera pueda ayudar a asegurar las acciones comprometidas en dicho plan. Por otro parte, existen sectores que han optado por recurrir a indagar sobre financiamiento externo, específicamente, en bancos de desarrollo multilaterales.

14 sectores reportaron necesidades transversales, a lo que se suman necesidades que conciernen a más de un sector. A continuación, en la **Tabla 6-6** se presentan las necesidades transversales reportadas:

Fotografía: Felipe Díaz.

Tabla 6-6. Resumen de necesidades, brechas y barreras transversales.

Necesidad	Brecha	Barrera
Financiamiento de políticas, programas y proyectos		
Energía: se necesita asegurar financiamiento para implementar las medidas contempladas en los planes de adaptación y mitigación. De momento, el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático contempla presupuesto para realizar los planes, pero no se asegura presupuesto para su ejecución. Se debiese crear un mecanismo que, a lo menos, asegure el financiamiento de actividades públicas y pensar como asegurar aquellas inversiones del sector privado.[a]	La ejecución de los planes de adaptación y mitigación no está asegurada.	Dificultad de asegurar financiamiento ya que este depende del presupuesto anual y de las prioridades políticas, las que cambian según diversos criterios, además del desconocimiento de un mecanismo de asegurar inversiones privadas.
Energía: necesidad de identificar y cuantificar los cobeneficios de la acción climática, partiendo por el plan de Carbono Neutralidad y la NDC, dado a que las estimaciones de los costos de la carbono neutralidad solo consideraron costos y beneficios directos, y no se cuantificaron los beneficios económicos asociados a los cobeneficios. Esto puede hacer aún más atractivo este plan e incluso cambiar el orden de prioridades de las inversiones. Es tambien aplicable a medidas de adaptación.[a]	No se han identificado los cobeneficios de la acción climática.	Dificultad para asegurar los recursos financieros y capacidades requeridas.
Forestal: falta de recursos para la implementación de las medidas de acción de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV).[b]	En la ENCCRV se define un presupuesto condicional del 84% del cual sólo se ha logrado el 20%.	Dificultad de asegurar financiamiento.
ONEMI: necesidad de financiamiento para la implementación de instrumental para la red de monitoreo meteorológico, con el objetivo de mejorar la alerta temprana.[b]	El instrumental actual no es el adecuado.	Dificultad de asegurar financiamiento.
Economía circular: activación y el seguimiento de la Hoja de Ruta de Economía Circular.[a]	La Hoja de Ruta de Economía Circular a largo plazo, que estará lista a comienzos de 2021, no cuenta actualmente con recursos para financiar su activación y monitoreo, una vez publicada.	Dificultad para acceder a financiamiento para desarrollar nuevos programas estratégicos que se sostengan en el tiempo.
Economía circular: recursos para la operación del Fondo para el Reciclaje 2021 "Promoviendo la economía circular a través del manejo de la fracción orgánica".[a]	El Fondo para el Reciclaje busca financiar proyectos, fomentar la prevención en la generación de residuos, reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización, destinado a municipalidades o asociaciones de esta, sin embargo, a la fecha el Fondo ha carecido de recursos para abordar el manejo de la fracción orgánica de manera satisfactoria.	Dada la dificultad de asegurar financiamiento, el Fondo ha contado con recursos limitados que hasta ahora se han destinado a la sensibilización asociada a los productos prioritarios que se señalan en la Ley 20.920.

Necesidad	Brecha	Barrera
Financiamiento de políticas, programas y proyectos		
Economía circular: necesidades de recursos para la implementación de la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos a nivel nacional, regional y municipal, dando continuidad al trabajo realizado por el "Programa Reciclo Orgánicos", que terminó en marzo 2020.[a]	Insuficiente inversión pública destinada a aumentar la capacidad instalada a nivel municipal de instalaciones de valorización de residuos orgánicos, falta de financiamiento para contar con un equipo al interior del MMA que lidere y coordine la implementación del la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos y falta de capacidades técnicas de los servicios públicos a todo nivel.	Dificultades para asegurar financiamiento para implementar la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos.
Economía circular: implementación y seguimiento de medidas ambientales en cumplimiento de la Hoja de Ruta de RCD Economía Circular en construcción.[a]	Falta de financiamiento para desarrollar programas públicos que permitan la contratación de personal para fiscalización y para el desarrollo de iniciativas de inversión, sensibilización, difusión y capacitación. Específicamente, se requiere construir herramientas para la trazabilidad de materiales y residuos, aumentar la capacidad instalada a nivel nacional para la valorización y elaborar proyectos de inversión de remediación ambiental.	Existen barreras regulatorias, de educación y de información en el sector construcción y una histórica baja destinación presupuestaria para abordar el problema con un enfoque de economía circular, centrándose la inversión en solucionar el problema de los residuos mal dispuestos a nivel local o municipal.
Economía circular: implementación de sistema de reconocimiento circular (etiqueta circular) sistémico que aborde criterios ambientales, entre los cuales aquellos realcionados a cambio climático.[a]	Falta de financiamiento para desarrollar el sistema.	Han existido dificultades para asegurar recursos fiscales para este tipo de iniciativas.
Pesca y acuicultura: incorporar cambio climático en la Ley de Pesca.[b]	Al no estar incluido en la Ley de Pesca, no se incorpora el cambio climático en la gestión ni en la toma de decisiones.	Existen principalmente barreras de tipo legislativo.
Borde costero/pesca y acuicultura: hacer mejor uso de la institucionalidad existente relativa al borde costero, es decir, a nivel regional, la Comisión Regional de Uso del Borde Costero (CRUBC) y, a nivel nacional, la Comisión Nacional de Borde Costero. Además, fortalecer gobernanza local, especialmente en lo que se refiere a actores locales del sector de Pesca y Acuicultura.[b]	El GORE (CRUBC) tiene poca coordinación con los CORECC. Instancias para pescadores y acuicultores no incorporan aún el tema del cambio climático, existe poco acceso a autoridades e instancias asesoras locales debido a la centralización.	Dificultad para articular instancias de coordinación político-administrativa para abordar los temas de cambio climático en este ámbito.
Silvoagropecuario: creación de gobernanza subnacional (regiones administrativas) y fortalecimiento del vínculo entre actores en el sector silvoagropecuario.[b]	Falta de personal dedicado y permanente para atender a todas las tareas que se requieren, además de instancias de coordinación.	Hay instituciones del Minagri con representatividad regional que requieren coordinarse para poder implementar la acción climática en el territorio, en conjunto con el sector privado, academia y sociedad civil.
MMA: necesidad de avanzar en la medición del gasto climático, de tal forma de poder contar con mediciones del gasto público y privado por parte del país.[b]	Falta información sobre el nivel actual de gasto público y privado en adaptación al cambio climático. Es razonable suponer que conforme aumentan los impactos del cambio climático, aumenta también el gasto para poder adaptarnos, pero es aún una cifra desconocida.	Dificultades para elaborar una metodología común que permita realizar las mediciones de forma transversal, con reconocimiento y validación de la autoridad financiera en Chile.
MMA: necesidad de mayor información sobre las posiblidades de financiamiento de iniciativas sobre cambio climático.[b]	Insuficiente conocimiento de las posibilidades de financiamiento	Dificultades para acceder a la información de una manera fácil.

Necesidad	Brecha	Barrera
Financiamiento de políticas, programas y proyectos		
MMA: necesidad de financiamiento para realizar procesos participativos en los territorios desde cuales levantar proyectos de acción climática. [b]	Los procesos de participación ciudadana temprana no son suficientes.	Dificultad de asegurar financiamiento.
MMA: profundizar en los procesos de participación temprana de la sociedad civil en las políticas, planes y programas asociados al cambio climático en todos los sectores. [b]	Falta de recursos para avanzar en los procesos de participación ciudadana temprana en algunos sectores, mejorando, entre otros elementos, su profundidad y cobertura.	Dificultad para conseguir los recursos suficientes para realizar los procesos de forma deseable.
MMA: canalizar el conocimiento científico técnico hacia los tomadores de decisión. [b]	Falta la consolidación de instancias en que la ciencia pueda permear al sector público.	La valoración adecuada del aporte de la ciencia a la política pública debe ser más fomentada.
Varios sectores: incorporar los riesgos y oportunidades de cambio climático en la planificación estratégica en instituciones de fomento y financieras del país. [b]	Falta de priorización de la temática de cambio climático en el mandato institucional, sin perjuicio de tener múltiples instrumentos en esta línea.	Dificultades para direccionar instrumentos específicos para la acción climática o también entregar mayor ponderación en las evaluaciones a los cobeneficios en materia de adaptación y mitigación.
MMyEG: formación y capacitación, por ejemplo, a través de talleres. Se necesita fortalecer capacidades del equipo de profesionales de la División de Políticas de Igualdad del Ministerio, de modo que les permita orientar el trabajo de incorporación de género en la acción climática de cada sector. Se requiere, además, avanzar en la incorporación del Servicio Nacional de la Mujer y la Equidad de Género y la participación del Misterio en los Comités regionales de cambio climático. [a]	Acción climática no está presente de manera particular en los temas que trabaja el Ministerio.	Existen dificultades para incorporar la acción climática debido a que no existen las capacidades para hacerlo.
Creación de capacidades y asistencia técnica		
MOP: se necesita un Diplomado de Cambio Climático para representantes MOP en los CORECC e Inspectores Fiscales. [a]	Falta instalar capacidades en los funcionarios que diseñan y planifican las obras de infraestructura.	Dificultad de asegurar financiamiento.
Energía: necesidad de generar capacidades en el sector energía, tanto público como privado. Se necesita llegar a los directivos del sector privado y para ello también se debe generar información precisa e indicadores que incentiven a las empresas a incorporar en su quehacer el tema del adaptación al cambio climático, lo que actualmente les parece aún algo lejano y efímero. [a]	Falta que empresas del sector energía incorporen en su quehacer el tema del cambio climático.	Capacidades actuales sobre cambio climático en el sector energía, tanto en instituciones públicas como privadas son insuficientes.
Energía: existe la necesidad de generar capacidades en la banca. Se necesita que en las evaluaciones de los proyectos que realizan las instituciones financieras para entregar financiamiento se consideren los riesgos del cambio climático, cobeneficios de los proyectos y flujos financieros provenientes de mercados de carbono. [a]	Las evaluaciones de las instituciones financieras no consideran aspectos del cambio climático.	Existe un desconocimiento sobre el cambio climático, sus cobeneficios y los mercados de carbono.
Pesca y acuicultura: se necesitan instancias de creación de capacidades. [a]	Falta fortalecimiento institucional y de los equipos sectoriales de trabajo.	Limitación y priorización de fondos sectoriales.

Necesidad	Brecha	Barrera
Creación de capacidades y asistencia técnica		
Silvoagropecuario: capacitación funcionarios del SAG a través de instancias de inducción, nivelación y unificación de criterios y conocimientos. [b]	Falta de capacidades y unificación de conocimientos y criterios en materia de cambio climático de los representantes regionales, quienes debieran ser capaces de integrar todos los intereses y necesidades de la región en relación a la adaptación al cambio climático.	Al existir una representación nacional, las realidades regionales e individuales de cada representante son diversas, ya sea por formación profesional o área técnica de desempeño (protección recursos naturales renovables, protección agrícola y forestal y protección pecuaria). La distancia geográfica, realidades regionales diferentes, escases de recursos para la formación y generación de capacidades son factores que influyen.
Salud: completar conformación prevista para la Unidad de Cambio Climático a nivel central del Minsal, y designar los puntos focales de cambio climático. [b]	Falta dotación de personal en la unidad de cambio climático, ya que existe solo uno de los cuatro profesionales con que se diseñó la unidad. Además, los referentes locales de cambio climático, encargados de implementar acciones a nivel local, comparten funciones con otras áreas.	Dificultades para destinar presupuesto para asegurar la dotación necesaria de personas para la Unidad.
Defensa: fortalecer e instalar capacidades técnicas en el personal de la institución. [b]	Falta de capacidades en materia de cambio climático.	Al no contar con recursos financieros que permitan tener especialistas en ámbito del cambio climático se dificulta elaborar y priorizar aquellas tareas que requiere la institución.
Educación: capacitar a profesionales del Ministerio de Educación que integran el ETICC y a docentes del sistema educativo. [a]	Faltan contenidos actualizados sobre cambio climático para los docentes en el contexto de las nuevas bases curriculares, como también instancias de capacitación para miembros del ETICC.	Dificultad para destinar recursos financieros a nivel local para realizar esta tarea.
Investigación y desarrollo: se necesita un sistema de clasificación de proyectos en temas de cambio climático, que permita determinar el número y monto total adjudicado por proyectos en investigación en la materia. Esta dificultad se asocia a que no existe una etiqueta que identifique los proyectos de cambio climático en los sistemas de postulación, luego la sistematización de los mismos debe hacerse caso a caso, o con filtros de búsqueda siendo poco eficiente e impreciso dado el importante volumen de proyectos adjudicados. Esto se solucionaría con la implementación de un sistema de clasificación en la plataforma de postulación que permita una vinculación del proyecto presentado con temas de cambio climático, con una declaración por parte del postulante. [a]	No existe un sistema de clasificación de proyectos de cambio climático en las plataformas actuales de postulación de la ANID.	Dificultad para contar con recursos financieros para su desarrollo a través de la subcontratación de los servicios o contar con capacidades para su desarrollo interno.
MMA: necesidad de alinear instrumentos financieros con los objetivos de cambio climático nacionales, como también la incorporación del riesgo climático por parte de la banca. [b]	Insuficiente alineación de los instrumentos financieros de crédito con los objetivos de adaptación, mitigación, creación de capacidades, entre otros.	El nivel de conocimiento actual por parte del sector financiero respecto de las oportunidades y riesgos del cambio climático para su sector es bajo.
MMA: necesidad de incorporación del cambio climático en herramientas de ordenamiento y planificación territorial. [b]	El tema del cambio climático no está incorporado adecuadamente en guías, instrumentos regulatorios y normativos, e instrumentos de ordenamiento y planificación territorial.	El nivel de capacidades específicas de los funcionarios locales no es el adecuado.

Necesidad	Brecha	Barrera
Creación de capacidades y asistencia técnica		
MMA: necesidad crear capacidades para generar información territorial y monitorear variables ambientales y climáticas de largo plazo, en modo de contar con modelos climáticos robustos. [b]	La información relevante para generar modelos adecuados es insuficiente.	Dificultad para asegurar financiamiento.
MMA: se necesita realizar evaluaciones *ex ante* y *ex post* de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. Tanto las medidas de mitigación como de adaptación requieren una evaluación de su efectividad y de costo efectividad, para ello se requiere contar con profesionales capacitados para realizar evaluaciones robustas que permitan aislar el efecto de las medidas de otros efectos exógenos a las medidas. [a]	Faltan profesionales disponibles para realizar evaluaciones, como también capacitaciones para perfeccionar metodologías de evaluación aplicada a cambio climático.	Recursos financieros para contratar profesionales y realizar capacitaciones.
MMA: necesidad de fortalecer la coordinación de los servicios públicos entre los niveles nacional, regional y local, y en como las acciones nacionales llegan a las regiones. [b]	Las acciones se implementan en el territorio, pero las decisiones no se toman a nivel regional o local. Esto es especialmente relevante en la adaptación al cambio climático.	Ha sido difícil poder contar con el personal suficiente para atender a todas las tareas que se requieren, poder generar los vínculos necesarios entre los servicios para atender a las coordinaciones requeridas, y fortalecer la participación de todos los servicios públicos y otros actores locales relevantes.
MMA: aumentar las capacidades y conocimiento ciudadano en materia de cambio climático, tanto adaptación como mitigación. [b]	Las comunidades ciudadanas locales, organizadas, reconocen no poseer las capacidades y los conocimientos, necesarios para desarrollar prácticas de adaptación y mitigación al cambio climático, y que les falta apoyo. Algunas formas de lograrlo pueden ser por medio de la educación formal, informal y no formal.	Barreras financieras y organizativas.

Nota: a: necesidad reportada a través del formulario, b: necesidad reportada a través del taller.

Fuente: Oficina de Cambio Climático del MMA.

2.1.7 Necesidades, brechas y barreras de tecnología

Las necesidades sobre transferencia de tecnología que se indican a continuación se identifican a partir de un estudio que da cuenta de las brechas en la transferencia de tecnología en Chile, y del reporte el sector público al respecto para la elaboración del presente documento.

En diciembre de 2018, se presentó el estudio "Diagnóstico de las Capacidades de Transferencia Tecnológica del País y Desarrollo de la Primera Etapa del Análisis de Necesidades Tecnológicas en Cambio Climático", preparado por el Centro UC Cambio Global y Centro UC Energía para el Ministerio del Medio Ambiente. Su objetivo general fue realizar un diagnóstico a nivel país de las capacidades de transferencia tecnológica asociadas al sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) para desarrollar la primera etapa del análisis de necesidades tecnológicas en cambio climático (Centro de Cambio Global y Centro de Energía UC, 2018). En el estudio se evaluó y actualizó la información de transferencia tecnológica, necesidades, soluciones y objetivos de cada sector con respecto a un estudio anterior (Verde, 2016), pero esta vez con un foco puesto sobre el cambio climático. Las necesidades fueron analizadas desde el punto de vista de las brechas observadas por tres grupos de actores principales, los que se describen a continuación:

- Grupo 1 "Adopción": corresponde a aquellos que adoptan nuevas tecnologías.
- Grupo 2 "Transferencia": aquellos que son intermediarios entre ciencia e industria, y de soporte a la transferencia de la tecnología.
- Grupo 3 "Capacidades": aquellos que ofrecen conocimiento tecnológico.

Las brechas por grupo se indican en la **Tabla 6-7:**

Fotografía: Sergio Muñoz.

Tabla 6-7. Brechas de Transferencia Tecnológica Asociadas a Cambio Climático.

Grupo	Brecha
Grupo 1 Adopción	Falta de asociatividad entorpece el proceso de mejora, incorporación y mantención de nuevas tecnologías asociadas al cambio climático.
	Falta de acceso y/o conocimiento en cuanto a oportunidades de financiamiento.
	Falta de información y motivación para incorporar nuevas tecnologías principalmente para los pequeños empresarios (ej. Existencia de tecnologías, beneficios económicos asociados, etc.)
	Insuficiente flujo de información sector público-privado. Lo que conlleva, por ejemplo, a un desconocimiento de impactos económicos de lineamientos, metas y compromisos internacionales planteadas por el Estado y genera desconfianza.
	Capacidades de creación y transferencia de tecnología ajena al lugar de las necesidades. En particular en el caso de pequeñas empresas y sector público.
	Recursos humanos con escasos conocimientos y especialización en cambio climático.
Grupo 2 Transferencia	Problemas y desentendimientos con respecto a las licencias es una de las principales razones para que universidades y empresas no concreten proyectos.
	Inversores desconocen quién tiene las capacidades para crear la tecnología necesaria y cómo conseguir el financiamiento para eso.
	Burocracia de procesos frena implementaciones tecnológicas (ej. SEIA). Ley chilena no parece ir a la par con ritmo tecnológico.
	Empresas prefieren no endeudarse y recibir retornos al menor plazo posible, y quienes ofrecen capacidades no tienen modelos de negocio que les permitan satisfacer estas necesidades.
	Sector privado en general reacciona solo ante necesidades inmediatas.
Grupo 3 Capacidades	Incentivos para innovar para empresas no es el adecuado y no es aprovechado al máximo.
	Faltan metas públicas a largo plazo con líderes y responsabilidades claras.
	Bajada de comunicación pública a empresas, en particular a las pequeñas y rurales, es insuficiente.
	Proyectos ejecutados muchas veces son puntuales, no tienen seguimiento y no forman parte de un plan mayor de políticas públicas.
	Investigadores tienden a no relacionar su trabajo con el cambio climático.

Fuente: (Centro de Cambio Global y Centro de Energía UC, 2018).

En la información reportada desde los distintos sectores, se evidencian necesidades por parte del sector energía, silvoagropecuario y SNICHILE. En energía se identifica la necesidad de tecnología en relación con instrumentos de precios al carbono para la acción climática, en agricultura a contar con tecnologías de bajo costo, mientras que la de SNICHILE se vincula con la adquisición de equipos para desarrollar labores como el desarrollo de factores de emisión específicos para Chile. A su vez, fue reportada una necesidad que concierne a varios sectores de contar con una plataforma tecnológica que agrupe la información existente en cambio climático y para su uso en el reporte sectorial de acciones para enfrentar este fenómeno. Finalmente, existe una necesidad transversal de crear estrategias para la adopción de nuevas tecnologías que tengan coherencia con la realidad local en cada territorio.

Para mayor información sobre acciones que han sido tomadas en cuanto al desarrollo y transferencia tecnológica dirigirse al Capítulo 5.

En la **Tabla 6-8** se muestran las necesidades reportadas por los diferentes Ministerios.

Tabla 6-8. Resumen necesidades, brechas y barreras en transferencia tecnológica.

Sector	Ámbito	Necesidad	Brecha	Barrera
Transversal	I	**SNICHILE:** • Desarrollo o adquisición de equipos (software y hardware) para generar factores de emisión país específico. • Contar con mediciones determinación de GEI en suelos y animales. • Contar con mediciones en terreno de carbono del suelo del sector UTCUTS. • Contar con mediciones del contenido de carbono (frutales, humedales, etc.).[a]	Para contar con información que refleje de mejor manera la realidad nacional, el país no posee la tecnología suficiente y adecuada para realizar mediciones (carbono de los combustibles, carbono del suelo, GEI de los suelos, leña y animales, entre otros).	• Poca relevancia de los INGEI dentro de las prioridades políticas y técnicas de los ministerios participantes en el SNICHILE. • Carencia de equipamiento tecnológico adecuado para desarrollar la investigación científica. • Falta de incentivos gubernamentales para la promoción de la investigación científica en materia de INGEI, especialmente para la comunidad científica, y la vinculación permanente con esta. • Falta de presupuesto para el desarrollo o adquisición de tecnologías. • Burocracia y barreras procedimentales para el desarrollo o adquisición de equipos tecnológicos y softwares.
Transversal	T	Necesidad de generar estrategias para mejorar la adopción de tecnología a nivel territorial, de forma coherente con la realidad local.[b]	Transferencia tecnológica con insuficiente cobertura y pertinencia a las realidades territoriales.	Escasez de recursos en instituciones regionales de investigación y discontinuidad temática para poder adjudicarse proyectos en las líneas de financiamiento concursables.
Silvoagropecuario	A	Necesidad de contar con tecnologías eficientes y de bajo costo para transferir a personas agricultoras, para adaptarse a cambio climático.[b]	Falta de soluciones factibles que permitan a las personas agricultoras seguir operando en condiciones climáticas cambiantes.	Principalmente administrativas y legislativas, que permitan la transferencia tecnológica para agricultores en la línea de adaptación al cambio climático.
Varios	R	Contar con una plataforma tecnológica que agrupe la información existente de cambio climático generada por las diferentes instituciones (publica, privada, academia) y para su uso en el reportes de acciones y gestión eficiente de la información, con usos diferenciados según público objetivo. Se espera avanzar en esta materia a través del proyecto CBIT-Chile.[a]	Falta de sistematización y eficiencia en los reportes relativos al cambio climático. Información a la ciudadanía y grupos de interés, está disgregada y no priorizada.	La falta de coordinación efectiva entre grupos de interés en la temática, tanto desde la oferta como de la demanda por transferencia de tecnología.

Nota: A: Adaptación; M: Mitigación; R: Reporte; I: INGEI; N: Negociación internacional; T: Transversal.
a: necesidad reportada a través del formulario, b: necesidad reportada a través del taller.

Fuente: Oficina de Cambio Climático del MMA.

2.2 Necesidades, brechas y barreras identificadas por el sector privado

En Chile, el sector privado ha tenido una participación importante tanto en la inversión como en la implementación de medidas innovadoras de mitigación al cambio climático. En cuanto a adaptación al cambio climático su participación es incipiente, no obstante, ambos avances aportan al cumplimiento de la NDC del país. Es por esta razón que es fundamental conocer y comprender al sector respecto a cuáles son sus principales motivaciones y las barreras y facilitadores que influyen en su actuar en materia de cambio climático, sobre todo en aquellas industrias que han demostrado avances en el tema y tienen más experiencia.

En este sentido, el sector privado, hoy en día, está más cercano al cambio climático y ha tomado la iniciativa en ciertas materias, se han coordinado y han levantado su visión al respecto, como, por ejemplo, a través del informe denominado "Visión y Acción Climática del mundo empresarial" y el estudio realizado por Acciona Empresas llamado "Empresas y Cambio Climático en Chile: El camino hacia una adaptación Sostenible" en donde expresan las medidas que han tomado tanto para mitigación como para adaptación.

Sin embargo, así como algunas situaciones fomentan la inversión e implementación de medidas de mitigación y/o adaptación dentro de las empresas, otras las desincentivan. Algunas de estas situaciones son transversales a las industrias sectoriales, mientras que otras son atribuibles a un sector en particular.

A continuación, se muestra un resumen de aquellas las necesidades identificadas para el sector privado, ordenadas por sector productivo. El detalle de estas necesidades se puede revisar en el Anexo 1.

Sector de Gestión de Recursos Hídricos

Para el sector de gestión de recursos hídricos, las necesidades son transversales y diversas, entre ellas; contar con una institución rectora en el marco de una Política Nacional de Aguas; mejorar la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), mejorar la gobernanza de infraestructura del agua y establecer Fondos de Agua como Pago por Servicios Ambientales (PSA), gestionados como los 'fideicomisos' de las instituciones financieras independientes. Por otro lado, en cuanto a desarrollo y transferencia tecnológica, destaca la necesidad de nuevas tecnologías para hacer frente a sequías o fenómenos extremos que ayuden al uso eficiente de este recurso (Formulario encuestas a organizaciones no gubernamentales, 2020); (CPC y EY, 2020).

Sector Bancario

El sector bancario, en los últimos años ha aumentado poco a poco el interés por los temas medio ambientales, sin embargo, como es un interés reciente, dentro de sus condiciones habilitantes es clave la "creación de capacidades y asistencia técnica". Reconocen la importancia de evaluar sus riesgos frente al cambio climático, generar políticas y estrategias, además de definir objetivos climáticos con metas integradas en los incentivos de gestión a niveles de funcionarios, áreas y/o procesos. De la misma manera, ven la necesidad de impulsar una cultura de sostenibilidad adoptando políticas, mecanismos y procesos internos que crecientemente vayan contemplando los principios Ambientales, Sociales y de Gobierno Corporativo (ASG) en la gestión (Formulario encuestas a organizaciones no gubernamentales, 2020); (CPC y EY, 2020).

Sector Comercio, Telecomunicaciones, Servicios y Turismo

Este sector es diverso en su composición, y por ello, las necesidades reportadas varían, encontrándonos con que un común denominador es el obtener reconocimiento, tanto para ellos como para los proveedores que trabajan de manera sustentable y mitigan efectos del cambio climático. Junto con lo anterior, evidencian la necesidad de contar con ciertos instrumentos financieros que promuevan e incentiven las acciones en la materia como, por ejemplo, exenciones tributarias para empresas, créditos verdes, garantías estatales a las inversiones, entre otros (CPC y EY, 2020).

Sector Construcción

Uno de sus principales desafíos de este sector es la adaptación frente al cambio climático. En este sentido, sus necesidades en financiamiento radican en la inversión para transitar hacia una infraestructura resiliente, planificar ciudades inteligentes, considerar el ciclo de vida de los insumos de la construcción, e impulsar una planificación territorial que permita una adecuada conexión entre zonas comerciales y residenciales, mediante una densificación equilibrada y buen acceso a transporte público y privado. Asimismo, se hace necesario contar con protocolos estandarizados que comparen las huellas totales de los productos incluyendo el uso de viviendas y/o carreteras (Entrevistas a asociaciones gremiales, 2020; Formulario encuestas a organizaciones no gubernamentales, 2020); (CPC y EY, 2020).

Sector Energía

Reconocen dentro de su sector necesidades como diseñar una agenda corta que facilite la reconversión del

transporte público, privado y de carga a combustibles limpios; acelerar el plan de compensación de emisiones; establecer condiciones habilitantes para acelerar el retiro o reconversión de unidades a carbón para ser carbono neutral a 2050 y crear un plan nacional de hidrógeno verde. Asimismo, identifican la necesidad de aumentar los incentivos financieros o apoyo tributario para bajar la carga inicial de inversión en tecnologías que traen consigo externalidades positivas. Por último, identifican la necesidad de estabilidad regulatoria y mercados competitivos por parte del sector financiero nacional, además de la creación de capacidades en diferentes ámbitos, como en tecnología eólica, o en evaluación financiera (Entrevistas a asociaciones gremiales, 2020; Formulario encuestas a organizaciones no gubernamentales, 2020); (CPC y EY, 2020).

Sector Minería

El sector minero ha ido aumentando progresivamente los estándares de sustentabilidad, con especial énfasis, en acciones de mitigación y adaptación al cambio climático. Dentro de aquellas necesidades identificadas por el sector, destaca el desarrollo de competencias y planes de formación para capital humano, investigadores y especialistas, con el objetivo de contribuir al conocimiento asociado a una economía baja en carbono. Asimismo, se hace necesario un incentivo a la investigación y transferencia de tecnología, logrando soluciones tecnológicas que sean factibles de llevar a escala industrial. Por último, se hace necesario desarrollar y facilitar mecanismos de compensación de emisiones como subsidios y tasas preferenciales, y por otro lado, conformar alianzas públicas-privadas para intercambiar iniciativas y buenas prácticas dentro de la industria (Formulario encuestas a organizaciones no gubernamentales, 2020); (CPC y EY, 2020).

Sector Pesquero

El sector pesquero ha centrado sus iniciativas en la adaptación al cambio climático, particularmente en adoptar medidas para enfrentar los efectos que este puede provocar. Es por este motivo que las principales necesidades identificadas están relacionadas al ámbito de adaptación, entre ellas, tener mayores recursos humanos y financieros para estudios sobre los efectos del cambio climático. Asimismo, se requiere generar capacidades y transferencia tecnológica, destacándose la necesidad de una mayor frecuencia de monitoreo de la biomasa de las especies, con el objetivo de tener una mejor capacidad de predicción (Entrevistas a asociaciones gremiales, 2020).

Sector Residuos y Reciclaje

El sector de residuos y reciclaje constituye un aporte para enfrentar el cambio climático, incorporando iniciativas de recuperación, reutilización y circularidad. Las necesidades identificadas apuntan principalmente la creación de capacidad y asistencia técnica junto con un mejor marco regulatorio. En cuanto a la creación de capacidad, destaca la de integrar medidas de reducción de riesgos de desastres en las políticas de gestión de residuos y estrategias nacionales. Mientras que, en las medidas regulatorias, se hace necesario que exista una regulación específica para plantas de compostaje, dado que actualmente son reguladas como rellenos sanitarios (Entrevistas a asociaciones gremiales, 2020; Formulario de encuestas no gubernamentales, 2020).

Sector Silvoagropecuario

El sector silvoagropecuario presenta como desafío reducir las emisiones y adaptarse a los impactos directos e indirectos del cambio climático en la cadena productiva, entendiendo que el sector es especialmente vulnerable a los efectos del cambio en el clima. En ese contexto, las necesidades identificadas por el sector son diversas, siendo algunas regulatorias, de financiamiento, desarrollo de transferencia de tecnología y otras de creación de capacidades. Destacan entre las necesidades, fomentar iniciativas de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) que creen valor social, económico y ambiental con el manejo de los bosques nativos; financiamiento para nuevos proyectos de investigación e implementación en el sector privado junto con prácticas de manejo concordantes con la carbono neutralidad; y mejorar la gobernanza e infraestructura hídrica para una mejor gestión del recurso. Además, desde el ámbito financiero, se hace necesario incorporar conceptos de sustentabilidad en los criterios de evaluación de viabilidad financiera para la implementación de nuevos proyectos a nivel predial (Entrevistas a asociaciones gremiales, 2020; Formulario encuestas a organizaciones no gubernamentales, 2020); (CPC y EY, 2020).

Sector Transporte Aéreo y Marítimo

El sector de transporte ha desarrollado una variedad de iniciativas relacionadas a la reducción de GEI, en el marco de un aumento de la ambición de las metas a nivel mundial. En este contexto, se han presentado una serie de desafíos relacionados a la innovación tecnológica en materia de combustibles, por ende, las principales necesidades apuntan a ello. Destaca la necesidad de incentivos y políticas públicas que promuevan el uso de biocombustibles y/o energías alternativas. Además, es necesario tener en cuenta la vida útil de la flota (aproximadamente 20 años) a la hora de realizar cambios tecnológicos y de promover iniciativas de carbono neutralidad (CPC y EY, 2020)[6].

6. Cabe destacar que los compromisos de carbono neutralidad incluídos en la actualización de la NDC son solo referidos a transporte urbano terrestre, es decir, no incluye transporte marítimo ni aéreo.

Sector Alimentos, Envases y Embalajes

En este sector se consideró tanto la producción de alimentos como el sector de envases y embalajes, los cuales han centrado sus iniciativas en los Acuerdos de Producción Limpia (APL). Es por este motivo que la principal necesidad apunta a recuperar la importancia de los APL, en donde se normalicen los criterios de fiscalización y aplicación de los reglamentos. Por otra parte, surge la necesidad de tecnologías para hacer un buen manejo y valorización de los residuos industriales y domiciliarios, junto con instrumentos de fomento para hacer funcionar la industria solo con energías renovables (Entrevistas a asociaciones gremiales, 2020).

Algunas necesidades y brechas adicionales relativas a la adaptación, para el sector privado, los Gobiernos Locales y la sociedad civil (ONG's) se incluyen en el Capítulo 3 de la presente Comunicación Nacional.

3. APOYO A LA ACCIÓN CLIMÁTICA

En esta sección del capítulo se hace referencia al apoyo recibido (internacional) y entregado (nacional) a actividades relacionadas con el cambio climático. Esta información se clasifica en las siguientes categorías y las correspondientes subcategorías

- **Apoyo recibido en el periodo 2016-2020**
  - Apoyo para la preparación y publicación de las comunicaciones nacionales
  - Apoyo recibido (internacional) para actividades relacionadas con el cambio climático
    - Financiamiento de políticas, programas y proyectos
    - Creación de capacidades y asistencia técnica
    - Transferencia tecnológica
- **Apoyo recibido en el marco de Chile como Presidencia COP25**
  - Aportes bilaterales
  - Apoyo de instituciones financieras internacionales
  - Apoyo de fondos multilaterales
- **Apoyo entregado (nacional) a actividades relacionadas con el cambio climático**

El levantamiento de la información de esta sección se realizó usando la siguiente metodología:

a) Se identificaron las iniciativas relacionadas con el cambio climático que cuentan con apoyo internacional para su ejecución y que son coordinadas por el MMA y/o ejecutadas por otras instituciones públicas. Para cada una de ellas se registró el monto de apoyo comprometido, identificando el estado de ejecución de la iniciativa, en el período 2016-2020.

b) Se envió una encuesta formal a las instituciones públicas que componen el Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC), solicitando la validación de estas iniciativas y la incorporación de nueva información para el periodo de reporte del presente informe.

c) Se aclaró y completó la información reportada con algunas instituciones públicas. Además, se cruzaron datos de algunas de las fuentes de apoyo (donantes), de los implementadores y de los administradores de tales iniciativas, con la finalidad de comparar y evaluar la coherencia de la información.

d) Para recoger información de apoyo a iniciativas del sector privado se analizaron las páginas web de fondos e instituciones multilaterales que contribuyen con préstamos concesionales u otros instrumentos financieros y se chequeó el tipo de proyecto financiado.

e) Para los montos recibidos por Chile dado su rol de presidencia COP25, se recibió la información directamente desde la Oficina de Asuntos Internacionales del Ministerio de Medioambiente.

Para la información de apoyo entregado (nacional) se solicitó a la Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AGCID) un reporte de recursos de cooperación internacional entregados, en el periodo, por Chile a otros países, destinados a acción climática.

El alcance temporal de la información incluida en esta sección se enfoca en aquellas iniciativas que se adjudicaron apoyo entre el periodo marzo 2016 y marzo 2020.

3.1 Apoyo recibido en el periodo 2016-2020

En esta sección, se muestran los apoyos recibidos por Chile para acciones que tienen relación con el cambio climático, ya sea para la confección de los reportes bienales de actualización y comunicaciones nacionales**,** para acciones destinadas a mitigar la emisión de GEI, para adaptarse a los efectos del cambio climático, o para llevar a cabo alguna actividad relacionada con los medios de implementación (financiamiento, creación de capacidades o transferencia tecnológica).

En total, el apoyo recibido por Chile durante el periodo 2016 a 2020, asciende a **USD$75.570.249**, cuyo detalle se puede apreciar en la **Tabla 6-9,** presentada a continuación.

Tabla 6-9. Resumen Apoyo recibido por Chile en el periodo 2016-2020.

Categoría	Monto en USD
Apoyo a la preparación y publicación de las comunicaciones nacionales (A)	**$1.204.000**
Proyecto Cuarta CN y Tercer IBA	$852.000
Contribución al proyecto Cuarto IBA	$352.000
Apoyo internacional recibido para actividades relacionadas con el cambio climático (B)	**$74.366.249**
Apoyo recibido en materia de financiamiento de políticas, programas y proyectos (FPPP)	$27.034.724
Apoyo recibido para la creación de capacidades y asistencia técnica	$36.473.325
Apoyo recibido para la Transferencia de tecnología	$10.858.200
Total (A+B)	**$75.570.249**

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA,

A continuación, se presenta la información desagregada para cada categoría y subcategoría.

3.1.1 Apoyo a la preparación y publicación de las comunicaciones nacionales

En el período 2016-2020, Chile recibió un total de USD$1.204.000, para la preparación y publicación de las comunicaciones nacionales, cuyo detalle se presenta en la **Tabla 6-10**.

Tabla 6-10. Resumen Apoyo recibido por Chile en el período 2016-2020 para la preparación y publicación de las comunicaciones nacionales..

Categoría	Monto en USD
Apoyo a la preparación y publicación de las comunicaciones nacionales (A)	**$1.204.000**
Proyecto Cuarta CN y Tercer IBA	$852.000
Contribución al proyecto Cuarto IBA	$352.000

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

En el período 2016 y 2020, Chile recibió a través del Global Environment Facility (GEF), un total de **USD$852.000** de apoyo financiero para la preparación de los reportes periódicos establecidos en la CMNUCC, incluyendo el Tercer Informe Bienal de Actualización y la Cuarta Comunicación Nacional. Este monto fue ejecutado entre el periodo 2017-2020.

En la **Tabla 6-11** se resume la distribución presupuestaria según cada componente del proyecto. Aproximadamente, el 40% del presupuesto se destinó a generar nueva información para el componente de evaluación de la vulnerabilidad y adaptación, a través de investigaciones y consultorías sectoriales. Alrededor del 33% se dedicó a actividades de mitigación y un sistema de MRV. El 10% se asignó a creación y fomento de capacidades, un 7% a la presentación de los reportes y 9% a la gestión del proyecto.

Fotografía: Bryan Contreras.

Tabla 6-11. Contribución al proyecto Cuarta CN y Tercer IBA.

Componentes	Contenido General	Monto en USD
Mitigación y Sistema MRV	Consultorías, talleres, capacitación, viajes conferencias.	$280.000
Evaluación de la Vulnerabilidad y Adaptación	Consultorías y contratos individuales, talleres, capacitación, conferencias.	$345.000
Creación y Fomento de Capacidades	Consultores locales, compañías, talleres, conferencias.	$86.050
Presentación de Reportes	Costos audiovisuales y de impresión, consultores locales, viajes, servicios de auditoria.	$63.500
Gestión del Proyecto	Contratos de servicios individuales	$77.450
Total		**$852.000**

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

Para el desarrollo de los reportes, Chile contribuyó con profesionales especialistas en las tareas de preparación de los informes, lo cual en horas persona están valorizadas aproximadamente en USD$77.256 y se estima una contribución doméstica de USD$ 4.337, asociados a la Tabla 6-12.

Tabla 6-12. Contribución de tipo no pecuniaria de Chile.

Contribución es especies (horas/personas)	Monto en USD
Horas trabajadas destinadas a la preparación y publicación de los reportes	$77.256
Apoyo logístico, (infraestructura, uso de oficina, equipos y arriendos de salas)	$4.337
Total	**$81.593**

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

Para el Cuarto IBA, de este 2020, el GEF contribuyó con USD$ 352.000 destinados a actividades de preparación y publicación. En la **Tabla 6-13** se presentan la distribución presupuestaria y la contribución de Chile al proyecto IBA 2020. Alrededor del 88% de los recursos está asignados a los componentes de Inventario Nacional de GEI, mitigación y sistema nacional de MRV y creación de capacidades.

Tabla 6-13. Contribución al proyecto Cuarto IBA.

Contribución al Proyecto de la 4to Informe Bienal de Actualización		
Componentes	**Contenido General**	**Monto en USD**
Inventario Nacional de GEI	Consultorías, capacitaciones, talleres, viajes.	$80.000
Políticas y Acciones de mitigación y Sistema Nacional de MRV	Contratos servicios individuales, talleres, capacitaciones, viajes.	$100.000
Creación de Capacidades	Consultores locales, capacitaciones, talleres, viajes.	$130.000
Gestión de Conocimiento, monitoreo y Evaluación	Costos audiovisuales y de impresión.	$10.000
Gestión del proyecto	Contrato de Servicios individuales	$32.000
Total		**$352.000**

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

3.1.2 Apoyo internacional recibido para actividades relacionadas con el cambio climático

Chile ha recibido apoyo internacional destinado a iniciativas de cambio climático, que se presenta aquí clasificándola en; financiamiento de políticas, programas y proyectos, creación de capacidades y asistencia técnica, y transferencia de tecnologías. En forma extraordinaria, durante 2019, como presidencia de la COP25, Chile recibió aportes que serán explicitados en el punto 3.2.

En el periodo 2016-2020, Chile recibió un total de **USD $74.366.249** en apoyo internacional para actividades relacionadas a cambio climático, las que se detallan en la **Tabla 6-9** presentada previamente.

En cuanto a la información sobre los aportes que recibe Chile, se incluye aquella referida a flujos directos de dinero para desarrollar actividades o programas específicos de la agenda climática nacional, y no incluyen flujos de dinero destinados al sector privado.

Para ordenar y clasificar los aportes recibidos, se creó una categorización, según tipo de donante, sobre los flujos de recursos financieros, tal como se explica a continuación:

- **Bilaterales:** recursos provenientes de un país específico que realiza un proyecto en conjunto con el Gobierno de Chile, o con patrocinio del Gobierno de Chile.
- **Fondos e instituciones multilaterales:** fondos o instituciones no financieras que reciben aportes desde diversos países desarrollados, que luego se distribuyen entre los países en desarrollo (por ejemplo: Euroclima+, GEF, Fondo de Adaptación, entre otros).
- **Instituciones financieras internacionales:** financiamiento de diversas partes donantes, a través de gestiones propias de la banca de desarrollo internacional. Sus servicios incluyen la distribución de donaciones y la asignación de préstamos u otros instrumentos financieros. La información de esta sección se restringe a aquellos recursos tipo donación.
- **Otros aportes:** donaciones realizadas por dos o más países u organizaciones reunidos para alguna iniciativa específica (por ejemplo, Organización Meteorológica Mundial o APEC).

3.1.2.1 Apoyo recibido en materia de financiamiento de políticas, programas y proyectos (FPPP)

Durante el periodo de reporte, 2016-2020, las instituciones donantes aportaron para Chile un total de USD $27.034.724 para la realización de actividades en materia de financiamiento de políticas, programas y proyectos. El listado completo de iniciativas se puede revisar en el Anexo 2.

El Fondo de Adaptación al Cambio Climático de las Naciones Unidas, el Fondo Verde del Clima y la Unión Europea (incluyendo a Euroclima+) son las organizaciones con mayor participación en la categoría "Fondos e instituciones multilaterales". En la categoría "Instituciones financieras internacionales", el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) son las instituciones a través de la cuales se canalizan los recursos.

En la categoría "Otros aportes", los recursos se canalizan a través de iniciativas en las que participan de manera directa países donantes y organizaciones no gubernamentales, las que a su vez también captan y transfieren recursos desde otros donantes, pero no clasifican como entidades financieras o fondos internacionales, además de apoyos directos de instituciones internacionales, como ONGs.

En la Tabla 6-14 se puede apreciar los montos por donante, los ámbitos cubiertos y los sectores en donde se colocaron los recursos. La **Figura 6-1** grafica los aportes por tipo de donante.

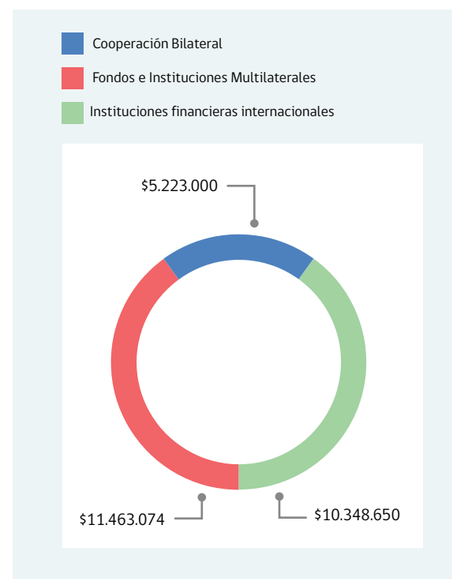
Tabla 6-14. Detalle del financiamiento de políticas, programas y proyectos adjudicados, por tipo de donante, 2016-2020.

Tipo de donante	Recursos (USD)	Ámbito					Sector
		R	M	I	A	N	
Cooperación Bilateral	**$5.223.000**						
Alemania	$5.048.000		•				Energía
Varios (**)	$175.000		•				Transversal
Fondos e instituciones multilaterales	**$10.348.650**						
Euroclima +	$1.086.376		•				Ciudades (Construcción, transporte e Infraestructura
Fondo de Adaptación al Cambio Climático de las Naciones Unidas	$8.062.274				•		Ciudades (Construcción, transporte e Infraestructura; Agricultura, ganadería y otro uso de suelos
GCF	$1.200.000				•		Ciudades (Construcción, transporte e Infraestructura; Agricultura, ganadería y otro uso de suelos
Instituciones financieras internacionales	**$11.463.074**						
Banco Mundial	$10.680.000		•				Transversal; Forestal y Biodiversidad; Ciudades (Construcción, transporte e Infraestructura
BID	$783.074	•				•	Transversal; Ciudades (Construcción, transporte e Infraestructura;
Otros aportes	**Sin Información o no cuantificado**						
CTCN	Sin Información o no cuantificado				•		Economía Circular
Sistema de Cooperación entre las Fuerzas Aéreas Americanas (SICOFAA)	Sin Información o no cuantificado				•		Ciudades (Construcción, transporte e Infraestructura);
Total	**$27.034.724**						

R: Reporte; M: Mitigación; I: INGEI; A: Adaptación; N: Negociación internacional.
(*) Donde se indica "Sin Información" quiere decir que existen iniciativas apoyadas por esa contraparte, pero no se indica el monto aportado.
(**) Iniciativas lideradas por más de un apoyo bilateral

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

Figura 6-1. Monto Total por tipo de apoyo en financiamiento de políticas, programas y proyectos (en USD$).



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

3.1.2.2 Apoyo recibido para la creación de capacidades y asistencia técnica

En el ámbito de la creación de capacidad y asistencia técnica, Chile ha recibido apoyo para iniciativas que han abarcado proyectos y desarrollo de estudios específicos en distintas áreas del cambio climático y sectores, los que, cuantificados, suman un total de **USD $36.473.325**. Los proyectos y sus montos asociados se pueden ver en la **Tabla 6-15.**

La mayor parte de estos apoyos van dirigidos a los sectores que son, o bien emisores, o bien, los más afectados por los impactos del cambio climático, pero también van al desarrollo de estrategias de carácter transversal, tal como la actualización de la NDC, la creación de una Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) o la incorporación de herramientas de gestión sectorial, como la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV). La Figura 6-2 grafica los aportes por tipo de donante.